

**Entomo
2023**



43èmes journées des Entomophagistes

Du 10 au 12 juillet 2023

Campus CNRS - Gif-sur-Yvette (91)



C-BASC

**université
PARIS-SACLAY**

**GRADUATE SCHOOL
Biosphera**



AgroParisTech





43èmes journées des Entomophagistes

PROGRAMME

lundi 10 juillet 2023

12h30 -13h50 Accueil des participants au château de Button - paniers repas

13h50 -14h10 Discours d'ouverture - Laure Kaiser-Arnauld

14h10 – 16h00 Session Génomique des interactions hôtes-hyménoptères

Modérateur : Anas Cherqui

14h10 - 15h00 Conférence invité

Evolutionary arms race between insects, their viruses and parasitic wasps: Horizontal Gene Transfer and the evolution of insect immunity – **Laila Gasmî**, *Università degli Studi di Pavia, University of Pavia*

15h00 - 15h20 Domestication des nudivirus chez les guêpes parasitoïdes Campopleginae - Elisabeth Huguet, *Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte, Univ. Tours*

15h20 - 15h40 Investigating polyDNAviruses as a route of horizontal transfer from parasitoid wasps to their lepidopteran hosts - Héloïse Muller, *Laboratoire Evolution, Génomes, Comportement et Ecologie, IDEEV, Univ. Paris Saclay*

15h40 - 16h00 Étude des intégrations chromosomiques de polyDNAvirus de guêpes parasitoïdes chez ses hôtes - Inès Matrougui, *Laboratoire Evolution, Génomes, Comportement et Ecologie, IDEEV, Univ. Paris Saclay*

16h00 - 16h15 Présentation des posters

16h15 - 17h00 Pause café

17h00 - 18h00 Session Génomique des interactions hôtes-hyménoptères (suite)

Modérateur Anas Cherqui

17h00 - 17h20 Étude de l'interaction entre le parasitoïde *Cotesia typhae* et son hôte *Sesamia nonagrioides* par des approches de transcriptomique et de protéomique : aperçu des traits de virulence et de résistance - Samuel Gornard-Laidet, *Laboratoire Evolution, Génomes, Comportement et Ecologie, IDEEV, Univ. Paris Saclay*

17h20 -17h40 Evolution des génomes liés aux transitions de modes de vie chez les Cynipoidea – Pablo Melon, *Laboratoire Evolution, Génomes, Comportement et Ecologie, IDEEV, Univ. Paris Saclay*

17h40 - 18h00 Influences du taux de parasitisme sur la recombinaison chez le cynips du rosier *Diplolepis rosae* - Antoine Branca, *Laboratoire Evolution, Génomes, Comportement et Ecologie, IDEEV, Univ. Paris Saclay*



43èmes journées des Entomophagistes

mardi 11 juillet 2023

09h00 - 10h20 : Session Ecologies évolutive et comportementale

Modérateur - Emmanuel Desouhant

09h00 - 09h20 Impact of herbivore symbionts on parasitoid foraging behaviour - Enric Frago, *UMR CBGP, Univ. Montpellier*

09h20 - 09h40 From the laboratory to the field, from movement to dispersal: a study of the spread of parasitoids of the genus *Trichogramma* at different spatial and temporal scales - Mélina Cointe, *Institut Sophia Agrobiotech, Sophia Antipolis*

09h40 -10h00 Écologie des parasitoïdes le long de gradients géographiques : intérêt pour les études sur le changement climatique - Joan van Baaren, *Ecobio - Ecosystèmes, Biodiversité, Evolution, Univ. Rennes*

10h00 - 10h20 Étude de la CTmax et de sa plasticité chez deux espèces compétitrices de parasitoïdes et leur hôte - Mathieu Bussy, *Institut de recherche sur la biologie de l'insecte, Univ. Tours*

10h20 - 11h00 Pause café

11h00 - 12h00 Session Ecologies évolutive et comportementale (suite)

Modérateur : Emmanuel Desouhant

11h00 - 11h20 Le chaud et le froid diminuent la production de sperme et biaisent le sex-ratio chez la guêpe parasitoïde *Cotesia typhae* (Hymenoptera, Braconidae) - Christophe Bressac, *Institut de recherche sur la biologie de l'insecte, Univ. Tours*

11h20 -11h40 Scents for safe sex: a volatile sex pheromone promotes outbreeding in a parasitoid wasp with severe genetic load - Karolina Pecharová, *Institut Sophia Agrobiotech, Sophia Antipolis*

11h40 -12h00 Les α -amylases des sécrétions orales de chenille de la sésamie du maïs stimulent-elles l'acceptation de l'hôte par son parasitoïde *Cotesia typhae* ? - Pauline Depierreux, *Laboratoire Evolution, Génomes, Comportement et Ecologie, IDEEV, Univ. Paris Saclay*

12h00 -13h45 Déjeuner – restaurant CNRS

13h45 - 15h55 Session Côté plantes

Modératrice : Elisabeth Huguet

13h45 – 14h35 Conférence invité

Above and belowground induced plant responses in bean plants and their consequences for plant fitness and trophic interactions - **Betty Benrey**, *Laboratory of Evolutionary Biology, Univ. Neuchâtel Suisse*

14h35 -14h55 Response of *Tuta absoluta* and its natural enemies to host plant varieties differing in resistance traits - Ayomide Joseph Zannou, *Agroscope, Zurich, Suisse*



43èmes journées des Entomophagistes

14h55 - 15h15 Effet de la communauté végétale sur la dominance numérique et comportementale des espèces de fourmis dans les systèmes de culture d'ananas à la Réunion - Marie Bourel, UPR GECCO, CIRAD, La Réunion

15h15 - 15h35 The effectiveness of indirect plant defense is dependent on plant competition - Maximilien Cuny, Laboratory of Entomology, Univ. Wageningen, Pays Bas

15h35 - 15h55 Effet des plantes à fleurs sur les communautés de parasitoïdes et implications pour le contrôle biologique du puceron cendré (*Dysaphis plantaginea*) en verger de pommiers - Ludivine Laffon, PSH, INRAE, Avignon

15h55 - 16h30 Pause café

16h30 - 18h40 Session Contrôle biologique

Modérateur : Xavier Fauvergues

16h30 - 17h20 Conférence invité

Biological control of *Drosophila suzukii* - **Jana Collatz**, Agroscope, Zurich, Suisse

17h20 - 17h40 La régulation biologique de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* par son parasitoïde *Diglyphus isaea* au niveau de la région de Breira (nord-ouest d'Algérie) - Abdelhaq Mahmoudi, Département d'Agronomie, Université de Chlef, Algérie

17h40 - 18h00 Lutte biologique contre *Halyomorpha halys* en Nouvelle-Aquitaine : quelles perspectives pour *Trissolcus mitsukurii* et *T. japonicus* ? - Guillaume Martel, Association Nationale des Producteurs de Noisettes, Cancon

18h00 - 18h20 Évaluation des risques pour les espèces non cibles avant l'introduction d'un parasitoïde exotique - Taiaadjana Fortuna, Laboratoire Evolution, Génomes, Comportement et Ecologie, IDEEV, Univ. Paris Saclay

18h20 - 18h40 Selective and efficient trap to protect beehives from their predator, the yellow-legged hornet (*Vespa velutina*) - Zoé Tourrain, Santé et Agroécologie du Vignoble, INRAE, Bordeaux

19h30 Apéritif et dîner de gala



43èmes journées des Entomophagistes

mercredi 12 juillet 2023

9h30 - 10h30 Session Contrôle biologique (suite)

Modérateur : René Sforza

9h30 – 9h50 Interactions entre luttés chimique et biologique dans de cadre la Protection Intégrée des Cultures : effets des fongicides cupriques sur les trichogrammes utilisés en viticulture - William Nusillard, *AgroParisTech, Biogéosciences, Univ. Bourgogne*

9h50 – 10h10 *Trichogramma* versus *Ostrinia* : variabilité de la sensibilité des pyrales du maïs aux parasitoïdes - Vincent Calcagno, *Institut Sophia Agrobiotech, Sophia Antipolis*

10h10 – 10h30 Évaluation de la prédation par les invertébrés épigés dans les cultures : les pièges photos renseignent sur la pertinence de différentes proies sentinelles - Antoine Gardarin, *UMR Agronomie, AgroParisTech, Univ. Paris saclay*

10h30-11h00 Pause café

11h00 - 12h05 Session Contrôle biologique (suite)

Modérateur : René Sforza

11h00 – 11h20 La filière noisette de France : focus sur le projet REPLIK et ses avancées dans la lutte contre la punaise verte des bois (*Palomena prasina*) et la punaise diabolique (*Halyomorpha halys*) – Rachid Hamidi, *Association Nationale des Producteurs de Noisettes, Cancon*

11h20 – 12h05 Lutte biologique par augmentation, parasitoïdes oophages et entrepreneuriat : Itinéraire d'un enfant gâté ! - Nicolas Ris, *Institut Sophia Agrobiotech, Sophia Antipolis*

12h05 -12h30 Clôture, remise des prix* et discussion prochaine réunion

12h30 -13h00 Paniers repas

*Pour la remise du prix SEF, le nom des étudiants admis aux concours est souligné sur le programme.

Présentations orales

Session Génomique des interactions
hôtes -hyménoptères

Evolutionary arms race between insects, their viruses and parasitic wasps: Horizontal Gene Transfer and the evolution of insect immunity

Laila Gasmi*¹

¹Università degli Studi di Pavia = University of Pavia – Department of Biology and Biotechnology, Via Ferrata 9, 27100 Pavia, Italie

Résumé

Lepidopteran insects are exposed to lethal large DNA viruses and are exploited by parasitic wasps. Parasitic wasps compete with viruses for the host resources affecting the evolution and ecology of the interacting entities. Viruses exclusively replicate within host cells enhancing both genomes' interactions. This increases probabilities of genetic exchange or horizontal gene transfer (HGT) events. As such, HGT might facilitate the evolution of the recipient organism by acquiring novel traits. Most transferred genes are deleterious and are lost, however some persist and provide advantages to the recipient organism. HGT is a major driver of prokaryotes evolution, however its impact in eukaryotes evolution is underestimated. In this regard, genomes of insects seem to be particularly enriched in viral integrations.

We identified several genes of viral origin in the genome of the beet armyworm *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) and subsequently showed that these genes were acquired and domesticated by the insect to cope with viral infections and parasitism. A first group of genes were referred to as bracovirus-like genes since genomic and phylogenetic analyses suggested they derived from bracoviruses which are symbiotic to parasitic wasps. They included a gene of unknown function (BV2-5 like gene) and several lectins that are immunity genes in insects. Functional analyses revealed that these genes conferred protection against viral and bacterial pathogens. The second group of genes belong to a novel gene family that we identified in three families of large DNA viruses (Baculoviridae, Ascoviridae, Entomopoxvirinae) as well as several Lepidoptera species. These genes encoded for proteins that we named parasitoid killing factors (PKFs) due to their toxicity to parasitic wasps of the subfamily Microgasterinae (Hymenoptera: Braconidae) through a mechanism that leads to apoptosis activation. The PKF toxicity and specificity was conserved in the three viral families and the lepidopteran *S. exigua*.

Overall, these results suggest that the insect immune system can be more complex than the described innate immunity and that it can evolve through HGT events. In this particular case of multitrophic interactions between *S. exigua*, viruses and parasitic wasps, the host sequestered and domesticated viral genes as weapons to fight infection by different pathogens, to expand an existent immunity-related gene family and acquired a novel anti-parasitoid immune mechanism.

Mots-Clés: Horizontal gene transfer, Multitrophic interactions, Evolutionary arms race, Insect immunity

*Intervenant

Domestication des nudivirus chez les guêpes parasitoïdes Campopleginae

Alexandra Cerqueira De Araujo , Matthieu Leobold , Annie Bézier , Karine Musset , Rustem Uzbekov , Renato Ricciardi , Pier Scaramozzino , Andrea Lucchi , Anne-Nathalie Volkoff , Jean-Michel Drezen , Thibaut Josse , and Elisabeth Huguet*¹

¹Institut de Recherche sur la Biologie de l’Insecte – CNRS : UMR7261, Université de Tours – Avenue Monge 37200 TOURS, France

Résumé

Les nudivirus, grands virus à ADN double brin apparentés aux baculovirus, peuvent être endogénisés dans les génomes de certaines espèces de guêpes parasitoïdes, permettant la production de particules virales essentielles au succès parasitaire. Des gènes d’alphanudivirus, présents au sein du génome de *Venturia canescens*, une guêpe ichneumonide de la sous-famille des Campopleginae, permettent la production de Virus-Like Particles (VLPs) contenant des facteurs de virulence. La description de nombreuses espèces phylogénétiquement apparentées à *V. canescens*, en particulier du genre *Campoplex*, offre l’opportunité de décrire les processus évolutifs impliqués dans la domestication virale. En comparant les alphanudivirus endogènes de *V. canescens* et de *Campoplex capitator*, une guêpe parasitoïde de *Lobesia botrana*, important ravageur du vignoble, nous avons cherché à savoir si les fonctions virales essentielles avaient été conservées après domestication et si différentes trajectoires évolutives avaient pu conduire à la production de VLP. La dynamique d’expression des gènes nudiviraux a été étudiée par RNA-seq et le rôle fonctionnel des gènes *lef*, prédits pour coder l’ARN polymérase virale, a été exploré par la technique d’ARN interférence combinée à de la RT-PCR quantitative. Comme décrit pour les infections à baculovirus, une cascade transcriptionnelle impliquant des gènes d’alphanudivirus exprimés précocement (par exemple, *lef*) et tardivement a pu être observée, assurant la formation de particules. En accord avec la littérature, les résultats montrent que l’endogénéisation de nudivirus chez les guêpes parasitoïdes a conduit, à plusieurs reprises, à la conservation de la fonction de l’ARN polymérase virale, permettant la production de VLP. La microscopie électronique et les approches protéomiques ont révélé que les particules produites par les deux guêpes parasitoïdes apparentées sont similaires en morphologie et en composition mais que les protéines de virulence contenues dans les particules sont différentes. Cela peut en effet s’expliquer par le fait que, les gammes d’hôtes de ces guêpes étant différentes, des pressions évolutives ont pu conduire au recrutement de différentes protéines de virulence. La description de nouveaux événements d’endogénéisation virale chez d’autres guêpes Campopleginae phylogénétiquement apparentées permettra d’affiner davantage la recherche sur les processus impliqués dans la domestication virale.

Mots-Clés: guêpe parasitoïde, virus, particules virales, nudivirus

*Intervenant

Investigating polyDNAviruses as a route of horizontal transfer from parasitoid wasps to their lepidopteran hosts

Héloïse Muller^{*†1}, Mohamed Amine Chebbi², Clémence Bouzar³, Paul-Andre Calatayud^{3,4}, Jean-Michel Drezen², Taiadjana Fortuna³, Camille Heisserer², Elisabeth Huguet², Véronique Jouan⁵, Laure Kaiser³, Bruno Le Ru^{3,4}, Florence Mougel³, Karine Musset², Julius Obonyo⁴, Georges Periquet², Anne-Nathalie Volkoff⁵, and Clément Gilbert^{‡3}

¹Evolution, génomes, comportement et écologie – Institut de Recherche pour le Développement, Université Paris-Saclay, Centre National de la Recherche Scientifique – IDEEV, 12 route 128, 91198, Gif-sur-Yvette, France

²Institut de recherche sur la biologie de l'insecte UMR7261 – Université de Tours, Centre National de la Recherche Scientifique – Av Monge 37200 TOURS, France

³Evolution, génomes, comportement et écologie – Institut de Recherche pour le Développement, Université Paris-Saclay, Centre National de la Recherche Scientifique – IDEEV, 12 route 128, 91198, Gif-sur-Yvette, France

⁴International Centre of Insect Physiology and Ecology – Nairobi, Kenya

⁵Diversité, Génomes Interactions Microorganismes - Insectes [Montpellier] – Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement, Université de Montpellier – Place Eugène Bataillon 34095 Montpellier cedex 5, France

Résumé

PolyDNAviruses are domesticated viruses found in some parasitoid wasp genomes. They are composed of genes of viral origins that are involved in viral particle production, and of proviral segments that contain virulence genes which are necessary for parasitism success. During particle production, proviral segments are amplified and individually packaged as DNA circles in nucleocapsids. These viral particles are injected by parasitoid wasps into host larvae together with their eggs. DNA circles of several parasitoid wasp species were reported to undergo chromosomal integration in the hemocytes of parasitized hosts, through a conserved sequence named the Host Integration Motif (HIM).

Here, we used bulk Illumina sequencing to survey integrations of the polyDNAvirus of *Cotesia typhae* (CtBV), an east african parasitoid wasp, in the DNA of several tissues of its lepidopteran host, the maize corn borer (*Sesamia nonagrioides*), 7 days after parasitism. *S. nonagrioides* being a major pest of corn in Mediterranean regions, the introduction of *C. typhae* in France is currently under study to control French *S. nonagrioides* populations.

*Intervenant

†Auteur correspondant: heloise.muller@universite-paris-saclay.fr

‡Auteur correspondant: clement.gilbert1@universite-paris-saclay.fr

We found massive chromosomal integrations of CtBV in all tissues of *S. nonagrioides* we surveyed. The integrations almost exclusively took place through the HIM. We also found integrations in an individual in which parasitism has failed. We then investigated whether surviving *S. nonagrioides* could transmit their integrated CtBV to their offspring, but we could not detect any CtBV in the 500 investigated offspring. This result suggests that the frequency of horizontal transfer with potential long-term consequences from CtBV to *S. nonagrioides* is quite low, in spite of the numerous somatic integrations of DNA circles we found, which is encouraging in the context of biocontrol.

Finally, we performed a similarity search on the 775 lepidopteran genomes available on Ncbi at the time of the analysis, which revealed that polyDNAs have recurrently colonized the germline of at least 16% of these lepidopteran species, through the same mechanisms they use to integrate into somatic host chromosomes during parasitism. Thus, this mechanism underlies a major route of horizontal transfer of genetic material from wasps to lepidopterans with likely important consequences on lepidopterans.

Mots-Clés: parasitoid wasps, lepidoptera, polydnas, horizontal transfer

Etude des intégrations chromosomiques de polydnavirus de guêpes parasitoïdes chez ses hôtes

Inès Matrougui*^{†1}, Héloïse Muller¹, Sylvain Charlat², Taiadjana Fortuna¹, Rémi Jeannette¹, Florence Mougel¹, Laure Kaiser¹, Julius Obonyo³, Enock Mwangangi³, Paul-Andre Calatayud^{1,3}, and Clément Gilbert^{‡1}

¹Evolution, génomes, comportement et écologie – Institut de Recherche pour le Développement, Université Paris-Saclay, Centre National de la Recherche Scientifique – Avenue de la Terrasse, bâtiment 13, boîte postale 1, 91198, Gif-sur-Yvette cedex, France

²Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive - UMR 5558 – Université Claude Bernard Lyon 1, Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique, VetAgro Sup - Institut national d'enseignement supérieur et de recherche en alimentation, santé animale, sciences agronomiques et de l'environnement, Centre National de la Recherche Scientifique – 43 Bld du 11 Novembre 1918 69622 VILLEURBANNE CEDEX, France

³International Centre of Insect Physiology and Ecology – Nairobi, Kenya

Résumé

Les polydnavirus sont des virus domestiqués par des guêpes parasitoïdes. Intégrés dans le génome des guêpes, ils apportent un avantage sélectif à ces dernières. Ces virus sont composés de segments proviraux. Au niveau des ovaires de la guêpe, ils sont amplifiés, circularisés en cercles proviraux, puis encapsidés pour ensuite être injectés dans l'hôte lors de la ponte avec les œufs. Ces cercles comprennent des gènes proviraux qui sont exprimés dans les cellules de l'hôte et interfèrent avec les voies de développement et immunologiques de l'hôte, ayant pour conséquence de favoriser le développement des embryons de guêpes. Les cercles proviraux s'intègrent massivement et systématiquement dans le génome somatique de l'hôte lors du parasitisme. Ces intégrations sont médiées par un motif très conservé dans les segments proviraux appelé HIM (host motif). Ces intégrations peuvent être retrouvées chez les hôtes de prédilection des guêpes, mais aussi chez d'autres hôtes non préférentiels. De plus, il existe une importante variabilité d'intégrations entre individus qui restent inexplicables. Ici, nous nous demandons dans un premier temps si des différences d'intégrations chez l'hôte peuvent être liées à la préférence d'hôte entre populations d'une même espèce de guêpe. Pour cela, nous quantifions les intégrations chromosomiques de polydnavirus de *Cotesia sesamiae* (Braconidae), une guêpe parasitoïde utilisée en biocontrôle, contre les chenilles de *Busseola fusca* (Noctuidae), un lépidoptère ravageur de maïs en Afrique. Notre approche bioinformatique révèle que les chenilles parasitées par la population de *C. sesamiae* (Kenya, Mombasa) ayant un faible succès de parasitisme sur *B. fusca*, portent moins d'intégrations que celle parasitées par les *C. sesamiae* (Kenya, Kitale) ayant un fort succès de parasitisme sur *B. fusca*. Ces résultats sont cohérents avec des études montrant que la durée de ponte de *C. sesamiae* Mombasa sur *B. fusca* est plus faible que celle de *C. sesamiae* Kitale, et que la

*Intervenant

[†]Auteur correspondant: ines.matrougui@universite-paris-saclay.fr

[‡]Auteur correspondant: clement.gilbert1@universite-paris-saclay.fr

réponse immunitaire de *B. fusca* est plus forte sur *C. sesamiae* Mombasa que sur *C. sesamiae* Kitale. Dans un deuxième temps, nous nous demandons si les intégrations chromosomiques de polydnavirus peuvent se produire dans la lignée germinale de l'hôte. Pour cela, nous recherchons des intégrations du polydnavirus de *Cotesia typhae* (Braconidae), une guêpe parasite de la sésamie du maïs *Sesamia nonagrioides* (Noctuidae), dans des gonades mâles de chenilles parasitées par la guêpe, ainsi que dans des œufs pondus par des femelles *S. nonagrioides* également parasitées par *C. typhae* mais ayant résisté au parasitisme.

Mots-Clés: Guêpe parasitoïde, Polydnavirus, Intégration chromosomique, Transfert horizontal

Étude de l'interaction entre le parasitoïde *Cotesia typhae* et son hôte *Sesamia nonagrioides* par des approches de transcriptomique et de protéomique : aperçu des traits de virulence et de résistance

Samuel Gornard-Laidet*^{†1}, Claire Capdevielle-Dulac¹, Pascaline Venon¹, Florian Lasfont, Laure Kaiser-Arnauld¹, and Florence Mougel¹

¹Evolution, génomes, comportement et écologie – Institut de Recherche pour le Développement, Université Paris-Saclay, Centre National de la Recherche Scientifique – IDEEV, 12 route 128, 91190, Gif sur Yvette, France

Résumé

Cotesia typhae est un hyménoptère parasitoïde spécialisé sur *Sesamia nonagrioides*, une larve de lépidoptère foreuse de tiges. Les deux espèces sont originaires de l'est de l'Afrique, mais *S. nonagrioides* a colonisé le bassin méditerranéen lors de la dernière période interglaciaire, il y a plus de cent mille ans. Là, cette espèce est devenue ravageuse des cultures de maïs. Il est donc envisagé d'introduire *C. typhae* en France pour réguler les populations de *S. nonagrioides*, par lutte biologique. Au Kenya, deux lignées de *C. typhae*, nommées Kobodo et Makindu (d'après les lieux kenyans où elles ont été collectées) présentent des différences dans le succès parasitaire sur la population française de *S. nonagrioides* (SNF). Tandis que les deux lignées montrent un bon succès parasitaire sur la population kenyane de l'hôte (SNK), celui de Makindu baisse sur la population SNF (passant de 88% de réussite à 39%), alors que celui de Kobodo reste élevé (passant de 94% à 80%). Pour étudier les différences de virulence entre les lignées de *C. typhae*, une approche QTL a été menée et a mis en évidence 3 loci portant des centaines de gènes candidats, certains codant pour des protéines de venin. Pour confirmer leur implication, nous avons mené une analyse comparative à la fois sur le contenu protéique du venin des femelles et sur les transcriptomes de leur abdomen, dans le but d'identifier des protéines candidates et les gènes dont elles sont issues. En parallèle, nous avons évalué la différence de résistance entre les populations de *S. nonagrioides* par une analyse transcriptomique comparative des ARNm de l'hémolymphe d'hôtes parasités. Cela nous a permis de comparer l'expression des gènes selon la population d'hôtes, la lignée de *C. typhae* impliquée et le temps écoulé depuis l'oviposition. Cette dernière condition est basée sur une étude histologique et immunologique de la formation des capsules dans les hôtes résistants. Ces analyses nous permettront donc d'affiner la liste des gènes candidats potentiellement impliqués dans les interactions de virulence et de résistance entre le parasitoïde et son hôte.

Mots-Clés: virulence, résistance, protéomique, transcriptomique

*Intervenant

[†]Auteur correspondant: samuel.gornard@universite-paris-saclay.fr

Evolution des génomes liés aux transitions de modes de vie chez les Cynipoidea

Pablo Melon*[†], Zoé Tourrain, and Antoine Branca*¹

¹Laboratoire Ecologie Systématique et Evolution – CNRS : UMR8079, Université Paris Sud - Paris XI, AgroParisTech – Bâtiment 360 91405 Orsay Cedex, France

Résumé

Dans l'arbre du vivant, les transitions indépendantes vers des modes de vie similaires entraînent souvent des convergences phénotypiques, qui peuvent être accompagnées de convergences génomiques notamment en terme de fonction. Par exemple, chez plusieurs lignées de fourmis, il a été montré une érosion convergente des génomes chez la plupart des espèces parasites sociales, comparée au génome de leurs apparentées non parasites. Toutefois, la fréquence de ces convergences génomiques dans le vivant reste encore inconnue. C'est pourquoi nous avons décidé d'étudier les effets des transitions de modes de vie chez les Cynipoidea, une superfamille faisant partie des hyménoptères, afin de vérifier, entre autres, si nous pouvons observer de telles convergences. En effet, on observe de nombreuses transitions de mode de vie ont au sein de ce groupe. Par exemple, le mode de vie parasitoïde, trait ancestral chez les Cynipoidea, a disparu chez les Cynipidae, une des principales familles du groupe, qui ont à la place un mode de vie gallicole. Or, la phylogénie actuelle a révélé que les Figitidae, longtemps considérés comme le groupe frère des Cynipidae, semblent en réalité être inclus dans les Cynipidae *s. l.* Le mode de vie parasitoïde des Figitidae serait donc un retour vers l'état ancestral parasitoïde. L'histoire évolutive des Cynipoidea contient de nombreux autres exemples de transitions de mode de vie, certains étant très récents, ce qui en fait un très bon modèle pour étudier les effets de ces transitions sur le génome.

Ainsi, nous avons cherché des traces d'expansions ou de contractions de familles de gènes ayant eu lieu lors des modifications de mode de vie dans l'arbre des Cynipidae, résultants potentiellement de changements de modes de sélection sur les familles de gènes. Nous avons également effectué des analyses de dN/dS, pour voir si certains gènes ont été soumis à une relaxation ou au contraire à une intensification de la sélection dans certaines branches de l'arbre. Enfin, nous tentons de voir si les transitions dans des lignées indépendantes mais dans la même direction ont engendré les mêmes changements génomiques chez des groupes différents.

Mots-Clés: Cynipoidea, Figitidae, génomique, transitions évolutives

*Intervenant

[†]Auteur correspondant: pablomehola@hotmail.com

Influences du taux de parasitisme sur la recombinaison chez le cynips du rosier *Diplolepis rosae*

Ksenia Mozhaitseva* , Anaïs Pourtoy , Zoé Tourrain , Xavier Vincent , and Antoine Branca†¹

¹Laboratoire Ecologie Systématique et Evolution – CNRS : UMR8079, Université Paris Sud - Paris XI, AgroParisTech – Bâtiment 360 91405 Orsay Cedex, France

Résumé

Diplolepis rosae est une espèce d'hyménoptère de la famille des Cynipidae qui forme des galles sur le rosier des chiens (*Rosa canina*). Elle se reproduit principalement par parthénogenèse thélytoque, c'est-à-dire que les femelles produisent d'autres femelles sans fécondation. Toutefois, de rares mâles sont observés issus de la parthénogenèse arrhénotoque (production de mâles haploïdes par parthénogenèse et femelles par fécondation croisée). Ceci montre l'existence de possibles événements de reproduction sexuée permettant la recombinaison. Au sein de cette espèce, nous avons démontré qu'il existe deux populations distinctes en France : une population montre un très fort taux d'homozygotie et peu de trace de recombinaison (population thélytoque) tandis que l'autre population montre plus d'hétérozygotie ainsi que des traces de recombinaison fréquentes (population arrhénotoque). Selon la théorie, les lignées asexuées possèdent un avantage à court terme sur les lignées sexuées car elles ne portent pas le coût physiologique de trouver/se croiser avec un partenaire et donc investissent uniquement dans la production de descendants. Cependant, en contrepartie, cela les rend plus vulnérables aux cohortes de parasites du fait que l'évolution de la résistance doit se faire en absence de recombinaison, mécanisme plus rapide que la mutation pour générer de la diversité. A partir d'un échantillonnage de galles dans de multiples localités françaises, nous avons pu confirmer ici cette hypothèse en montrant que la population arrhénotoque possède un taux de parasitisme significativement bien plus faible que la population thélytoque. En contrepartie, il y a une tendance, mais non significative, à ce que les femelles thélytoques forment des galles plus grosse. L'identification des parasites au sein de chaque galle permettra également de savoir si se sont les parasitoïdes spécialistes ou bien les généralistes ou les deux conjointement qui sont responsables des pressions de sélection différentielles entre les deux populations de *Diplolepis rosae*.

Mots-Clés: *Diplolepis rosae*, parasitoïde, mode de reproduction, thélytoque, arrhénotoque

*Auteur correspondant: ksenia.mozhaitseva@universite-paris-saclay.fr

†Intervenant

Session Ecologies évolutive et comportementale

Impact of herbivore symbionts on parasitoid foraging behaviour

Enric Frago*¹ and Sharon Zytynska*

¹UMR CBGP – INRAE – France

Résumé

Parasitoids are small insects that before laying eggs have the remarkable task of locating, and successfully attacking a suitable host. Once the egg is laid, many herbivorous insects carry defensive symbionts that prevent parasitoid development. Some symbioses can act ahead of these defences by reducing parasitoid foraging efficiency, while others may betray their hosts by producing chemical cues that attract parasitoids. I will provide examples of symbionts altering the different steps that adult parasitoids need to fulfil to achieve egg laying. I will also discuss how habitat complexity, plants and herbivores modulate the way symbionts affect parasitoid foraging, and parasitoid evaluation of patch quality. Such quality may depend on risk cues derived from parasitoid antagonists like competing parasitoids and predators.

Mots-Clés: insect symbiont, defensive symbiont, parasitoid foraging, attractive cues, symbiont costs, induced plant defences

*Intervenant

From the laboratory to the field, from movement to dispersal: a study of the spread of parasitoids of the genus *Trichogramma* at different spatial and temporal scales

Méline Cointe*¹

¹Institut Sophia Agrobiotech – Centre National de la Recherche Scientifique, Institut National de Recherche pour l’Agriculture, l’Alimentation et l’Environnement, Université Côte d’Azur – INRAE
Centre de recherche Provence-Alpes-Côte d’Azur 400, route des Chappes BP 167 06903 Sophia
Antipolis Cedex, France

Résumé

Dispersal, i.e. the spatial spread of individuals (dispersal sensu lato) may have consequences on reproduction and gene flow (dispersal sensu stricto). It is a subject of paramount importance in ecology since it affects not only individual fitness but also population genetics, population dynamics, and ultimately species distribution. It is also mentioned as a key element in the quality of biocontrol agents. Yet, it remains difficult to measure in particular because organisms used in biocontrol are often very small. This is notably the case for one of the most used worldwide, the *Trichogramma*, a parasitoid micro-wasp, measuring less than 1mm, that we used as a study organism. Classically, their dispersal is studied using field releases, but these are time-consuming, expensive and the results are very variable, preventing high-throughput and repeatability. It can also be evaluated using small-scale behavioural trials. However, these experiments neglect important larger-scale processes such as group dynamics. As a result, the correct assessment of dispersal parameters is often complicated and insufficient in breeding programmes for biocontrol or in behavioural studies more generally. To get a step further, we studied the movement and dispersal of 17 strains of *Trichogramma cacoeciae* at three different scales. First, from experiments in a small experimental arena (a rectangular arena with the following dimensions 11x14.5cm), we computed a proxy of dispersal from the average speed of individuals, their activity rate and the sinuosity of their paths. In a larger scale, a double spiral arena offering a 5.75m long pathway, approaching field dimensions, we obtained a direct measure of the rate of spatial spread (Mean Squared Displacement and diffusion coefficients) of groups of *Trichogramma*. Finally, we indirectly measured dispersal in field conditions by releasing *Trichogramma* in rows of bell pepper in greenhouses. The metrics of dispersal obtained at the three scales were then compared to one another. We discuss the extent to which it is possible to extrapolate dispersal metrics across scales, and the implications of this for biocontrol.

Mots-Clés: *Trichogramma* sp., Dispersal, Movement, Scale transfer, Laboratory experiments, Field releases

*Intervenant

Écologie des parasitoïdes le long de gradients géographiques : intérêt pour les études sur le changement climatique

Joan Van Baaren^{*1}, Léna Jégo[†], Ruining Li[‡], Chunhsen Ma[§], Gang Ma[¶], Cécile Le Lann^{||}, and Sacha Roudine^{**}

¹Ecosystèmes, biodiversité, évolution [Rennes] – CNRS-Université de Rennes1 : UMR6553, CNRS-Université de Rennes1 : UMR6553 – France

Résumé

Une méthode pour étudier l'impact du changement climatique sur les relations hôte-parasitoïde consiste à comparer les populations selon des gradients géographiques de latitude, d'altitude ou de longitude. En effet, les températures, qui varient selon des gradients géographiques, façonnent directement les traits de vie des parasitoïdes et modifient indirectement leurs populations par le biais d'interactions trophiques avec leurs hôtes et les plantes. Nous avons exploré les avantages et les inconvénients de l'utilisation de ces comparaisons le long des gradients. Nous avons mis en évidence que les gradients longitudinaux, bien que peu étudiés, sont bien corrélés au réchauffement hivernal et aux canicules estivales et nous attirons l'attention sur l'impact de l'augmentation des événements extrêmes, qui seront probablement les paramètres déterminants de l'effet du changement climatique sur les relations hôtes-parasitoïdes.

Mots-Clés: gradients altitudinaux, latitudinaux, longitudinaux, changement climatique, traits d'histoire de vie, relations hôtes, parasitoïdes

*Intervenant

†Auteur correspondant: lena.jego@univ-rennes.fr

‡Auteur correspondant: ruining.li@univ-rennes.fr

§Auteur correspondant: machunsen@caas.cn

¶Auteur correspondant: magang@caas.cn

||Auteur correspondant: cecile.lelann@univ-rennes.fr

**Auteur correspondant: sacharoudine@gmail.com

Etude de la CTmax et de sa plasticité chez deux espèces compétitrices de parasitoïdes et leur hôte

Mathieu Bussy*¹, Emilie Coulerot , Pauline Masnou , Wendy Destierdt , Sylvain Pincebourde , and Marlène Goubault

¹Institut de recherche sur la biologie de l'insecte UMR7261 – Université de Tours, Centre National de la Recherche Scientifique – Av Monge 37200 TOURS, France

Résumé

Les insectes étant ectothermes, leurs performances sont fortement influencées par la température de leur environnement. Avec le changement climatique, les modèles prédisent une augmentation en fréquence et en intensité des événements de stress thermique chaud. Ces périodes de fortes chaleurs peuvent entraîner des chutes de performance en termes de reproduction, de mobilité ou de nutrition des insectes. Au-delà de la diminution de leurs performances, de courts événements de stress thermique très intense (aux heures les plus chaudes) peuvent entraîner la mort des individus exposés. La température critique maximale (CTmax), définie comme la température à partir de laquelle l'organisme perd sa coordination neuro-musculaire, est l'un des indicateurs les plus communément utilisés en écologie thermique pour estimer la tolérance aux événements de stress thermique chaud de forte intensité. Chez de nombreuses espèces d'insectes, la CTmax d'un individu est influencée par son histoire de vie. Des individus se développant à des températures plus élevées ou ayant été soumis à des événements de stress thermique de moindre intensité (heat-hardening) présentent souvent une CTmax plus élevée. De même, l'âge, le statut nutritionnel ou le sexe sont des facteurs connus pour impacter la CTmax des individus. Dans ce contexte, nous avons étudié la CTmax et sa plasticité chez *Eupelmus vuilleti* et *Dinarmus basalis* deux espèces de guêpes ectoparasitoïdes, et leur hôte, *Callosobruchus maculatus*, un ravageur des cultures des graines de niébé, *Vigna unguiculata*. Les femelles des deux espèces de parasitoïdes entrent en compétition pour l'accès aux larves et nymphes de *C. maculatus* dans l'ouest de l'Afrique subsaharienne, où leurs aires de répartition se chevauchent. En contexte naturel, ces trois espèces d'insectes se retrouvent au sein de greniers dans lesquels sont stockées les graines de niébé. Dans ces greniers, la température peut atteindre des valeurs très élevées, de plusieurs degrés supérieurs à celle de l'air extérieur. Nous nous sommes penchés sur les effets de l'âge, du sexe, du heat-hardening et du statut nutritionnel sur la CTmax de ces trois espèces. Ainsi l'étude de la CTmax et de sa plasticité chez ces deux parasitoïdes et leur hôte permet de mieux appréhender la dynamique de leurs relations au sein des greniers lors d'événements de stress thermique de forte intensité. Nous avons notamment observé que l'hôte présente une tolérance significativement plus élevée que les deux parasitoïdes. L'efficacité de ces derniers en tant qu'agent de contrôle biologique pourrait, de ce fait, être moins efficace à la saison chaude.

Mots-Clés: Température, stress thermique, interactions trophiques, parasitoïdes

*Intervenant

le chaud et le froid diminuent la production de sperme et biaisent le sex-ratio chez la guêpe parasitoïde *Cotesia typhae* (hyménoptères, braconidae)

Christophe Bressac^{*1}, Ahmed El Sabrout[†], Fatma Kifouche, Melissa Anne, Claire Capdevielle-Dulac^{*}, Florence Mougel^{*}, and Laure Kaiser-Arnauld^{*}

¹Institut de recherche sur la biologie de l'insecte UMR7261 – Université de Tours, Centre National de la Recherche Scientifique – Av Monge 37200 TOURS, France

Résumé

Les guêpes parasitoïdes sont haplodiploïdes, ce qui signifie que les spermatozoïdes utilisés par les femelles ne servent qu'à produire des filles. En conséquence, le sex-ratio de la progéniture dépend de la disponibilité des spermatozoïdes après l'accouplement. Chez ces insectes, les mâles sont sensibles à la température au stade nymphal, ce stress entraîne une baisse de la fertilité par une réduction drastique du nombre de spermatozoïdes produits et transférés aux femelles. Des expériences ont été menées dans des conditions contrôlées sur la guêpe parasitoïde *Cotesia typhae* (Hymenoptera, Braconidae), un ennemi naturel en Afrique du ravageur envahissant *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera, Noctuidae). À 25-27°C, la production de spermatozoïdes a été mesurée pendant 7 jours, mettant en évidence une augmentation jusqu'au troisième jour de la vie adulte, conduisant à une quantité finale d'environ 25 000 spermatozoïdes par mâle. Un mâle peut inséminer avec succès au moins 10 femelles, produisant une descendance majoritairement femelle. La production de spermatozoïdes diminue significativement après 1 jour d'exposition des pupes à la chaleur à 34 ou 36°C ou 7 jours de froid à 0, 5 ou 10°C. Cela met en évidence que le froid et le chaud sont perçus comme des stress qui induisent des perturbations de la fonction de reproduction chez les mâles. Après s'être accouplées avec un mâle traité à 10 ou 34°C, les femelles stockent moins de spermatozoïdes que les témoins et produisent moins de filles. Le sex-ratio est biaisé suite aux stress thermiques subis par les mâles au cours de leur développement, comme chez d'autres guêpes parasitoïdes étudiées à cet égard. Dans la nature, les populations de *C. typhae* seraient affectées par la chaleur et le froid, du moins au stade nymphal ; cela compromet un hivernage de cet agent de lutte biologique en Europe. De plus, le transport et le stockage de cet insecte d'intérêt agronomique doivent tenir compte des éventuelles variations de chaleur et de froid.

Mots-Clés: ANR Cotebio, fertilité des mâles, spermatogenèse, stress thermique, lutte biologique

^{*}Intervenant

[†]Auteur correspondant: elsabroutahmed@yahoo.com

Scents for safe sex: a volatile sex pheromone promotes outbreeding in a parasitoid wasp with severe genetic load

Karolina Pecharová^{*†1}, Benoit Lapeyre², Inessa Buch¹, Alexandra Auguste¹, Nicolas Borowiec¹, and Xavier Fauvergue^{‡1}

¹Institut Sophia Agrobiotech – CNRS : UMR1355-7254, Université Nice Sophia Antipolis, Institut National de la Recherche Agronomique - INRA – Institut Sophia Agrobiotech INRAE PACA 400 route des chappes BP 167 06903 Sophia Antipolis Cedex FRANCE, France

²Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive – Université Paul-Valéry - Montpellier 3, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Centre National de la Recherche Scientifique, Institut de Recherche pour le Développement, Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement, Institut Agro Montpellier, Université de Montpellier – Centre National de la Recherche Scientifique - 1919 route de Mende - 34293 Montpellier CEDEX 5, France

Résumé

When breeding between genetically-related individuals results in inbreeding depression, various behaviors and life-history traits may evolve to favor outbreeding. The combination of natal dispersal and long-range sexual communication can be considered as such an adaptation. In some parasitoid wasps and other insects of the order Hymenoptera, the genetics of sex determination based on heterozygosity at a single locus causes sib-mating to yield unviable or sterile males. For these species, inbreeding avoidance is therefore a real concern. The parasitoid wasp *Mastrus ridens* is such a species, with a severe genetic load from sex determination, potentially exacerbated by the clustered distribution of sibs at emergence from their hosts. In this study, we investigated the mate-finding strategy of *M. ridens* via a series of behavioral, chemical and electrophysiological approaches. Wind tunnel bioassays and field experiments showed that males respond to virgin females (and, to a lesser extent, to mated females) by in-flight orientation. This attraction from a distance appeared as the only type of conspecific attraction. Further, GC-MS analyses of static and dynamic headspace collection, as well as solvent extracts of females, revealed several potential pheromonal candidates, including methyl 6-methyl-salicylate. This compound induced repeatable electroantennogram activity in males. Our results suggest that mate finding in *Mastrus ridens* is guided by a long-range volatile sex pheromone: volatile compounds are emitted by females, are attracting males from a distance, and Methyl 6-methyl-salicylate is one of the major pheromonal components. Altogether, such mechanisms should promote outbreeding and may explain the low proportion of sterile males in natural populations. Surprisingly, chemical analyses suggested that males also emit Methyl 6-methyl-salicylate, but the absence of evidence for male or female behavioral response to males makes the interpretation of this finding premature.

*Intervenant

†Auteur correspondant: karolina.pecharova@inrae.fr

‡Auteur correspondant: xavier.fauvergue@inrae.fr

Mots-Clés: Pheromones, mate finding, parasitoid wasps, wind tunnel, GCMS, GCEAD, sICSD, methyl 6methylsalicylate

Les α -amylases des sécrétions orales de chenille de la sésamie du maïs stimulent-elles l'acceptation de l'hôte par son parasitoïde *Cotesia typhae* ?

Pauline Depierrefixe*¹, Taiadjana Fortuna , Jean-Luc Da Lage , and Paul-André Calatayud

¹Université d'Orléans – Université d'Orléans – France

Résumé

La lutte biologique offre des solutions respectueuses de l'environnement pour la protection des cultures contre les insectes ravageurs de cultures. Dans cette méthode de contrôle, les insectes parasitoïdes sont largement utilisés. Une espèce de guêpe parasitoïde récemment identifiée, appelée *Cotesia typhae*, pond et se développe dans les chenilles de *Sesamia nonagrioides* qui ne vit que sur plantes sauvages en Afrique de l'Est, mais qui est, en Europe méridionale, un important ravageur du maïs. Pour cette raison, l'utilisation de *C. typhae* comme agent de lutte biologique contre *S. nonagrioides* en France est actuellement à l'étude. La capacité des parasitoïdes à localiser et à reconnaître efficacement leurs hôtes détermine leur performance sur le terrain. Une compréhension approfondie des mécanismes de recherche, de reconnaissance et d'acceptation de l'hôte et de son adaptation aux populations françaises de *S. nonagrioides* est donc l'une des clés pour l'utilisation réussie de cette guêpe dans un programme de lutte biologique. Dans ces mécanismes, une enzyme, l' α -amylase issue des sécrétions orales des chenilles hôtes, serait impliquée dans les processus de reconnaissance et d'acceptation de l'hôte par la guêpe. Nous avons pu confirmer ici cette implication chez *C. typhae*. Pour cela, les trois gènes codant les α -amylases de *S. nonagrioides*, *SnAmy1*, *SnAmy2* et *SnAmy3*, ont été intégrés dans des levures *Pichia pastoris* afin de produire et purifier à volonté les enzymes à tester. Un protocole expérimental fiable pour tester l'influence de ces enzymes sur le comportement des guêpes a été développé. Ceci nous a permis d'observer la prospection des guêpes en mesurant l'intensité d'antennation (cf reconnaissance) et de tentative d'insertion de l'ovipositeur (cf acceptation) en présence de chacune ces α -amylases (en synergie ou non). Chacune d'elles a déclenché le comportement de reconnaissance et d'acceptation de l'hôte par *C. typhae*. Ces résultats ouvrent de nouvelles voies d'utilisation de ces enzymes comme stimulants de ponte à pulvériser dans un contexte d'élevage industriel de *C. typhae* et dans le cadre d'un contrôle biologique classique de *S. nonagrioides* en France. La reconnaissance, par le système sensoriel d'un insecte, d'une protéine de cette taille a été très rarement observé. Les mécanismes de perception de ces α -amylases par le système sensoriel de la guêpe restent à élucider.

Mots-Clés: lutte biologique, *Sesamia nonagrioides*, kairomones, protéines

*Intervenant

Session Côté plantes

Above and belowground induced plant responses in bean plants and their consequences for plant fitness and trophic interactions

Betty Benrey*†¹

¹Laboratory of evolutionary entomology – University of Neuchatel, Rue Emile Argand 11, Neuchatel, Suisse

Résumé

It is increasingly recognized that plants play a pivotal and active role in determining the performance and community structure of associated organisms, in particular through the production of inducible defense compounds. By causing chemical changes in plants, even organisms that never physically encounter one another can influence each other's fitness. In our group, we investigate the above and belowground interactions between bean plants and their associated organisms and the consequences for different insect guilds and trophic levels. We have found that early induced changes in the plants can affect seed quality and later interactions with herbivores and parasitoids, which can persist across plant generations. We further found that parasitoids can mitigate the negative effects of herbivory and pre-dispersal seed predation. Additionally, we discovered that the belowground symbiosis of bean plants with rhizobia can play a crucial role in these complex interactions. Overall, our research contributes to the understanding of the long-lasting consequences of indirect plant-mediated interactions in a community-wide ecological context and the importance of parasitoids for plant fitness.

Mots-Clés: Plant, mediated interactions, parasitoids, induced defenses, plant fitness, multitrophic interactions

*Intervenant

†Auteur correspondant: betty.benrey@unine.ch

Response of *T. absoluta* and its natural enemies to host plant varieties differing in resistance traits

Ayomide Joseph Zannou^{*†}, Jörg Romeis¹, and Jana Collatz¹

¹Agroscope – Reckenholzstrasse 191, Zurich, Suisse

Résumé

A combination of host plant resistance and natural enemies is a promising integrated approach as an alternative to chemical insecticides for the long-lasting control of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) - an invasive pest threatening tomato production worldwide. However, morphological traits and the production of secondary metabolites and volatile compounds of tomato plants can influence the compatibility with natural enemies and thus the level of pest control. In this study, we aim at characterizing the interaction between *T. absoluta* – tomato varieties – and natural enemies. Therefore, we perform a resistance assessment of 16 cultivated and four wild tomato varieties against *T. absoluta*. Tomato varieties affect the oviposition potency of female *T. absoluta*, larval mining time, larval development time, pupal weight and the emergence of adult *T. absoluta*. Subsequently, five varieties that strongly differ in their level of resistance are selected to assess performance of the egg parasitoid *Trichogramma achaeae* Nagaraja and Nagarkatti (Hymenoptera: Trichogrammatidae), the larval parasitoid *Necremnus tutae* (Reuter) (Hymenoptera: Eulophidae), and the mirid bug *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera: Miridae). The impact of plant resistance on these natural enemies as well as implications for the sustainable management of *T. absoluta* will be discussed.

Mots-Clés: *T. absoluta*, natural enemies, host plant resistance, interactions, integrated approach

*Intervenant

†Auteur correspondant: ayomide.zannou@agroscope.admin.ch

Effet de la communauté végétale sur la dominance numérique et comportementale des espèces de fourmis dans les systèmes de culture d'ananas à la Réunion

Marie Bourel^{*1,2,3}, Philippe Tixier^{2,3}, Eva Faustin^{1,2,3}, Bernard Abufera^{1,2,3}, Johanna Clémencet⁴, and Dominique Carval^{1,2,3}

¹CIRAD, UPR GECO : Fonctionnement écologique et gestion durable des agrosystèmes bananiers et ananas – F-97455 Saint Pierre, La Réunion

²CIRAD - UPR GECO : Fonctionnement écologique et gestion durable des agrosystèmes bananiers et ananas – Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement – F-34398 Montpellier, France

³GECO, Univ Montpellier – Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement – Montpellier, France

⁴UMR PVBMT : Peuplements végétaux et bioagresseurs en milieu tropical – Université de La Réunion, Saint-Denis, La Réunion

Résumé

A La Réunion, comme dans d'autres bassins de production, la culture de l'ananas est largement impactée par le complexe de virus de Wilt. Les cochenilles de l'espèce *Dysmicoccus brevipes* sont les principales cochenilles rencontrées sur l'ananas et sont des vectrices de ces virus. Cependant, d'autres espèces telles que les fourmis sont impliquées dans ce pathosystème complexe. Les fourmis nourrissent et protègent généralement les cochenilles des prédateurs, tandis que ces dernières fournissent du miellat aux fourmis. Ce mutualisme complique grandement la régulation des cochenilles par la lutte biologique. En effet, les fourmis peuvent empêcher ou attaquer les prédateurs de se nourrir de cochenilles et même réduire l'efficacité d'éventuels parasitoïdes. A la Réunion, les espèces de fourmis impliquées dans ce mutualisme n'ont pas encore été décrites. Afin de caractériser les communautés de fourmis présentes dans les systèmes de culture d'ananas, nous avons utilisé une approche d'imagerie combinant des captures d'images sur le terrain et un algorithme de vision par ordinateur pour faciliter la détection et la détermination des espèces en jeu. Associées à ces mesures, nous avons également décrit la communauté végétale de chaque site d'observation. L'objectif était (i) de déterminer quelles espèces de fourmis sont les plus impliquées dans la fréquentation et la protection des cochenilles et (ii) de mesurer l'impact de la communauté végétale sur la dominance numérique et comportementale des espèces de fourmis dans les systèmes de culture d'ananas. Nous discutons de nos résultats en termes de gestion potentielle des communautés de fourmis, à travers la communauté végétale, permettant une meilleure régulation des cochenilles.

*Intervenant

Mots-Clés: Ananas comosus, cochenille, écologie comportementale, imagerie, fourmis

The effectiveness of indirect plant defense is dependent on plant competition

Maximilien Cuny*†¹

¹Laboratory of Entomology [Wageningen] – P.O. Box 166700 AA Wageningen The Netherlands, Pays-Bas

Résumé

There is an ongoing debate about whether the attraction of parasitoids to a plant under attack results in a net benefit in terms of plant fitness. In other words, it is unclear whether the release of plant volatiles has specifically evolved to attract parasitoids. One reason for this debate is that although parasitoids reduce their host feeding damage, this may not necessarily affect plant fitness if plants are capable of tolerating herbivory. In this case, the release of volatiles that attract parasitoids may not confer a direct benefit to plant fitness, but it can still incur costs such as the attraction of herbivores. Thus, in order to better understand the role of parasitoids as agents of plant indirect defense, it is crucial to characterize the conditions under which parasitoid attraction can enhance plant fitness. In this study, we hypothesize that the positive effect of parasitoids on plant fitness is dependent on the availability of resources for the plant. Thus, in an environment where plants compete for limited resources, the beneficial effect of parasitoids on plant fitness may be more pronounced compared to an environment without resource limitation. To answer the following questions, we used wild *Brassica nigra* plants grown in an open field at two densities: 1) how does parasitism of *Pieris brassicae* by the solitary parasitoid *Hyposoter ebeninus* affect plant damage and fitness? and 2) does the level of plant-plant competition alter the effects of parasitoids on plant fitness? In addition, we used a three-dimensional functional-structural plant model (FSP) to simulate various levels of herbivory and parasitism on the plants. The results of the field experiment indicate that parasitoids significantly reduce leaf herbivory, resulting in a positive impact on plant fitness compared to herbivory by unparasitized insects, but only under conditions of high plant density. The results of the FSP model demonstrated that a minimum of ten caterpillars is required to observe a negative effect of herbivory on plant fitness when plants are grown in low density, and at least 75% of these herbivores must be parasitized to observe a positive effect of parasitoids on plant fitness. In conclusion, our results indicate that plant-plant competition is an important factor that can affect plants' ability to tolerate herbivory and, consequently, the potential positive impact of parasitoids on plant fitness. Finally, I will discuss the implications of these findings for the role of parasitoids as agents of plant indirect defense.

Mots-Clés: parasitoids, tritrophic interactions, herbivory, insect, plant interactions, natural enemies, plant tolerance

*Intervenant

†Auteur correspondant: maxcuny@hotmail.Com

Effet des plantes à fleurs sur les communautés de parasitoïdes et implications pour le contrôle biologique du puceron cendré (*Dysaphis plantaginea*) en verger de pommiers

Ludivine Laffon*¹, Armin Bischoff, Françoise Lescourret, and Pierre Franck

¹INRAE PSH – INRAE – Centre de recherche PACA 228, route de l'Aérodrome CS 40 509 – Domaine Saint Paul, Site Agroparc 84 914 Avignon Cedex 09, France

Résumé

Les hyménoptères parasitoïdes jouent un rôle clé dans les agroécosystèmes, en contribuant à la régulation des insectes ravageurs. Ils se développent aux dépens d'un autre organisme, leur hôte, qu'ils finissent par tuer. Une fois adultes, les parasitoïdes se nourrissent principalement de ressources florales (nectar et, plus rarement, pollen). Ainsi, une stratégie pour les favoriser dans les parcelles agricoles est d'augmenter l'abondance et la diversité des plantes à fleurs disponibles. Pour autant, les résultats des études analysant les effets de l'ajout de fleurs sur le parasitisme des insectes ravageurs sont contrastés. De plus, les études caractérisant précisément les communautés de parasitoïdes visitant les fleurs sont rares. Les hyménoptères parasitoïdes constituent un groupe très diversifié et difficile à identifier. En conséquence, de nombreuses études considèrent les parasitoïdes visitant les fleurs comme un seul groupe. C'est une première indication de l'effet des fleurs sur les parasitoïdes, mais cela ne permet pas de déterminer si les plantes à fleurs attirent des espèces effectivement impliquées dans la régulation des insectes ravageurs ciblés.

Dans cette étude, nous avons cherché à caractériser les communautés de parasitoïdes visitant des plantes à fleurs installées en verger de pommiers et à évaluer les implications pour la régulation du puceron cendré (*Dysaphis plantaginea*). Nous avons sélectionné trois espèces de plantes à fleurs (*Vicia sativa*, *Veronica persica* et *Capsella bursa-pastoris*) sur la base de leurs traits floraux (période de floraison, accessibilité de la ressource et quantité de sucres produite). Ces espèces végétales ont été implantées en vergers expérimentaux, selon un dispositif en blocs aléatoires. Nous avons mesuré l'abondance de fleurs, l'abondance d'ennemis naturels (prédateurs et parasitoïdes) et la densité de pucerons cendrés tous les 15 jours d'avril à juin 2022. Ces relevés de terrain ont été couplés à des analyses de biologie moléculaire (*barcoding*) pour caractériser précisément les communautés de parasitoïdes associées à chaque espèce végétale.

Les premiers résultats montrent que *V. sativa* et *V. persica* attirent un plus grand nombre d'hyménoptères parasitoïdes. Le taux de parasitisme (proportion de momies) est plus élevé sur les pommiers associés à *V. persica*. De manière générale, les communautés de parasitoïdes sont dominées par des espèces de la famille des Braconidae, principalement de la sous-famille des Aphidiinae. Nous présentons l'analyse des résultats de séquençage et discutons également les effets des plantes à fleurs sur les prédateurs généralistes et sur les fourmis.

*Intervenant

Mots-Clés: parasitoïdes, ressources florales, barcoding, contrôle biologique par conservation

Session Côté plantes

Biological control of *Drosophila suzukii*

Jana Collatz*¹

¹Agroscope – Reckenholzstrasse 191, 8046, Zurich, Suisse

Résumé

The invasive fruit pest *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) infests ripening berries, stone fruit, and vine and thus causes significant economic damage. Its fast generation cycle, wide food plant range and high mobility make it difficult to control. Laboratory feeding assays and molecular gut content analyses have revealed several predators that attack *D. suzukii* in the invaded areas. Among them, earwigs (Dermaptera: Forficulidae), various spiders (Aranea) and predatory bugs (Heteroptera: Nabidae) are particularly prevalent. Likewise, native parasitoids that are able to include *D. suzukii* into their host spectrum, were found using sentinel traps baited with *Drosophila*-infested fruit and field collections. Laboratory assays demonstrated that the highest parasitization rates were attained by the pupal parasitoids *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae) and *Trichopria drosophilae* (Hymenoptera: Diapriidae). Finally, foreign explorations have led to the identification of the larval parasitoids *Leptopilina japonica* and *Ganaspis brasiliensis* (both: Hymenoptera: Figitidae) that attack of *D. suzukii* in the area of origin of the pest. The landscape context and physiological needs of native natural enemies were investigated to foster their presence via conservation biological control. Although semi-natural habitats provide important resources for parasitoid and predators, they may also promote the pest. Further, several augmentative releases of native parasitoids have been conducted demonstrating positive, yet limited effects on parasitization rates and fruit damage. Most recently, the Asian parasitoid *G. brasiliensis* has been released for classical biological control, following its accidental introduction into Europe and rigorous safety testing. The coming years will reveal whether this introduction provides reduced population levels of *D. suzukii*.

Mots-Clés: parasitoid, predator, conservation, augmentation

*Intervenant

LA REGULATION BIOLOGIQUE DE LA MINEUSE DE LA TOMATE *Tuta absoluta* PAR SON PARASITOÏDE *Diglyphus isaea* AU NIVEAU DE LA REGION DE BREIRA (nord-ouest d'Algérie)

Abdelhaq Mahmoudi*^{†1,2}, Tayyib Guennous , and Abbas Harchouni

¹Département d'Agronomie, Faculté des Sciences de la Vie et de la Nature, Université Hassiba Benbouali de Chlef, Algérie – Algérie

²1. Laboratoire des plantes médicinales et aromatiques, Département des biotechnologies, Faculté des sciences de la vie et de la nature, Université de Blida 1, Algérie – Algérie

Résumé

La mineuse de la tomate est considérée comme le ravageur le plus redoutable de la tomate. Dans ce contexte une étude a été menée au niveau de la zone maraichère de Breira au cours de la période printano-estivale de l'année 2022 au niveau d'une serre de Tomate. Pour évaluer la diversité des auxiliaires circulants au niveau de la serre, un échantillonnage basé sur l'installation des pièges englués et pièges à phéromones a été mis en place pour suivre la dynamique des adultes. Ainsi, des échantillons du feuillage ont été collectés pour suivre le parasitisme chez les populations larvaires de *T.absoluta*. Nous avons pu identifier deux ennemis naturels, un parasitoïde *Diglyphus isaea*, et un prédateur du genre *Nesidiocoris*. Un taux de parasitisme très élevé a été exercé par le parasitoïde *Diglyphus isaea* causant d'importante mortalité chez les larves de *T.absoluta*.

Il a été remarqué que les applications d'insecticides au niveau de la serre d'études ont affectés les populations larvaires de *T.absoluta* ainsi que son parasitoïde.

Face à cette situation, et en présence d'un cortège auxiliaire diversifié, nous recommandons la mise place d'une lutte intégrée pour assurer une protection efficace tout en protégeant l'environnement ainsi que la santé humaine et animale.

Mots-Clés: *Tuta absoluta*, *Diglyphus isaea*, parasitisme, Breira

*Intervenant

[†]Auteur correspondant: a.mahmoudi@univ-chlef.dz

Lutte biologique contre *Halyomorpha halys* en Nouvelle-Aquitaine : quelles perspectives pour *Trissolcus mitsukurii* et *T. japonicus* ?

Guillaume Martel*¹, Alexandre Bout², Francesco Tortorici³, Rachid Hamidi¹, Maud Thomas⁴, and Luciana Tavella³

¹Association Nationale des Producteurs de Noisettes – pas de tutelle – Lieu-dit Louberie, 47290 Cancon, France

²UMR Institut Sophia Agrobiotech – INRAE – 400 route des Chappes - BP 167 06903 Sophia Antipolis Cedex - France, France

³Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari – largo Paolo Braccini 2 10095 Grugliasco (Torino), Italie

⁴Association Nationale des Producteurs de Noisettes – pas de tutelle – Lieu-dit Louberie, 47290 Cancon, France

Résumé

Halyomorpha halys (Hem. Pentatomidae) est un ravageur invasif qui occasionne des dégâts dans de nombreuses cultures en Nouvelle-Aquitaine, notamment sur noisette et kiwi. L'utilisation d'insecticides généralistes ne correspond plus aux attentes sociétales et environnementales (Plan Ecophyto) et le développement de stratégies de lutte biologique est nécessaire. En réponse à ce besoin, un consortium de chercheurs universitaires, de professionnels de la R&D et des partenaires agronomiques a été formé. Les parasitoïdes oophages semblent être les meilleurs auxiliaires candidats pour des stratégies classiques et augmentatives de lutte biologique. L'un des principaux sur *H. halys* est *Trissolcus mitsukurii*, collecté en 2020 aux alentours de Bergerac (Bout et al. 2021) et une autorisation de lâchers préliminaires délivrée par le Service Régional de l'Alimentation (SRAL) Nouvelle-Aquitaine a été délivrée en février 2022. Cependant, l'utilisation d'espèces exotiques nécessite des investigations spécifiques pour évaluer des effets non intentionnels sur les communautés indigènes et résidentes (Pentatomidae et autres parasitoïdes oophages), et se conformer à la réglementation française. Un programme de caractérisation des communautés de parasitoïdes et leurs hôtes associés a été mis en place depuis 2020 en Nouvelle-Aquitaine, suivi en 2022 par des lâchers préliminaires de *Trissolcus mitsukurii* (Hym. Scelionidae), Nouvelle-Aquitaine. Le projet RIPPOSTE, porté par l'Association Nationale des Producteurs de Noisettes, prévoit notamment à moyen-terme la mise en place d'une unité de production de parasitoïdes, une démarche rare dans le paysage agricole Français. Cette présentation fera un état des lieux des suivis pré-et post introduction de *T. mitsukurii* en Nouvelle-Aquitaine, et les communautés de parasitoïdes existantes sur *H. halys* ainsi que de possibles espèces non-cibles. Sur Pentatomidae et Coreidae, les premiers suivis ont permis l'identification de 18 espèces de parasitoïdes, dont 9 sur *H. halys* qui est parasitée à hauteur de 18% sur l'ensemble de la zone d'étude. Ces espèces incluent les genres *Trissolcus*, *Telenomus*, *Anastatus* et *Ooencyrtus*, avec une nouvelle occurrence pour la France. Les perspectives du projet

*Intervenant

seront discutées, en particulier du point de vue de l'efficacité de *T. mitsukurii* à réguler *H. halys*, et les stratégies de lutte biologique qui en découlent, en considérant notamment l'autorisation d'utiliser *Trissolcus japonicus* en Nouvelle-Aquitaine et région PACA depuis 2023.

Mots-Clés: pentatomidae, Scelionidae, biocontrôle, communautés

Évaluation des risques pour les espèces non cibles avant l'introduction d'un parasitoïde exotique

Taiadjana Fortuna*^{†1}, Manuel Le Gonnidec, Rémi Jeannette, Bruno Le Ru, Florence Mougel, and Laure Kaiser

¹Evolution, génomes, comportement et écologie – Institut de Recherche pour le Développement, Université Paris-Saclay, Centre National de la Recherche Scientifique – Site IDEEV - 12 route 128, Bât. 680 91190 Gif-sur-Yvette, France

Résumé

L'une des méthodes de lutte biologique contre les insectes ravageurs est l'introduction d'ennemis naturels de leur aire d'origine. Bien que cette pratique ait permis de lutter contre de nombreux ravageurs dans le monde, des impacts environnementaux négatifs se sont parfois produits. Dans ce cadre, la réglementation de l'UE impose une évaluation des risques environnementaux avant l'introduction de tout macro-organisme exotique utile pour la protection des cultures. Ici nous évaluons les risques pour les espèces non cibles du parasitoïde larvaire Africain *Cotesia typhae* (Hymenoptera, Braconidae), un agent potentiel de lutte biologique contre *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera, Noctuidae) qui est un ravageur important du maïs en France et dans le sud de l'Europe. Des espèces de lépidoptères, phylogénétiquement proches de *S. nonagrioides* (foreuses de tiges de Poales) et partageant la même niche écologique que *S. nonagrioides* et *C. typhae* dans leur aire d'origine (Afrique de l'Est), ont été identifiés comme non cibles. L'impact de *C. typhae* sur 8 espèces non cibles a été déterminé par une analyse séquentielle incluant des tests sans choix et des tests de préférence avec choix entre cible et non cibles (olfactomètre et *in planta*). L'attractivité et l'acceptation de ces espèces pour le parasitisme de *C. typhae* ont varié considérablement. Le risque de développement de *C. typhae* (produit entre taux d'acceptation, taux de développement et préférence olfactive) et le risque de surmortalité de larves non cibles après parasitisme (produit entre taux d'acceptation, taux de mortalité et de préférence olfactive) étaient en moyenne faibles (2% et 5%, respectivement) par rapport à ceux de *S. nonagrioides* (36% et 44%, respectivement). Seule la nonagrie de la massette, *Nonagria typhae*, a présenté un risque de mortalité plus élevé *in planta* (10%). Néanmoins, ce risque est toujours plus faible comparativement à l'espèce cible (29%), ce qui confirme la forte spécificité de *C. typhae* vis-à-vis de *S. nonagrioides* sur massette dans leur région d'origine. Le risque représenté par *C. typhae* pour les espèces non cibles est donc très faible, ainsi que sa capacité de survie sous des températures hivernales. L'ensemble de ces travaux prédit un risque environnemental particulièrement faible de *C. typhae* à long terme.

Mots-Clés: guêpe parasitoïde, *Cotesia*, foreur de tige, sésamie

*Intervenant

[†]Auteur correspondant: taiadjana.marquesfortuna@ird.fr

Selective and efficient trap to protect beehives from their predator, the yellow-legged hornet (*Vespa velutina*)

Zoé Tourrain^{*†1}, Monica Doblas-Bajo^{‡2}, Gaëtane Le Provost^{§1}, and Denis Thiéry^{¶1}

¹Santé et Agroécologie du Vignoble – INRAE Bordeaux Nouvelle-Aquitaine – 71 avenue Edouard Bourlaux CS 20032 33883 Villenave d’Ornon, France

²Department of biodiversity and environmental management: Zoology – Universidad de León 13 Campus de Ponferrada, Av. Astorga, 15, 24401, Espagne

Résumé

18 years ago, human trades caused the biological invasion of *Vespa velutina* in south West France. A single queen was introduced and since then *V. velutina* spread all over western Europe. In France, the colony’s number is estimated to be between 600,000 and possibly twice more. Yellow-legged hornet eradication attempts failed except in the small island of Mallorca. The hornet predation pressure on beehives leads to severe economic impacts on the beekeepers’ activity.

Here we present results obtained with a new trapping technique in the vicinity of hives in order to protect them at the end of summer, a critical period for bees during which their wintering success is determined.

To avoid side effects on the local entomofauna biodiversity from the traps, we selected interception non attractive traps, so called ‘electric harps’. The traps were tested at INRAE Villenave d’Ornon where high populations of *V. velutina* occur for years.

We used the electrical traps from the end of August until mid-September in an experimental apiary. A daily monitoring was performed during which we recorded the number of *V. velutina* trapped and the weights of the hives in order to evaluate the impact of the traps on their strength.

With this device we captured a huge amount of *V. velutina* hunters, where in total 7486 individuals were caught with four traps during the study period. A limited number of non-target species was also trapped (294 individuals, representing roughly 3% of the total catches).

Our study revealed high efficiency and high selectivity of such traps, thus reducing pressure around the hives. The hive weight losses observed under such high predation pressure

*Intervenant

†Auteur correspondant: zoe.tourrain@inrae.fr

‡Auteur correspondant: mdoblb00@estudiantes.unileon.es

§Auteur correspondant: gaetaneleprovost@inrae.fr

¶Auteur correspondant: denis.thiery@inra.fr

was significantly reduced with the electrical traps, and the strength of the colony checked one month later confirmed the improvement.

As a conclusion, the use of these traps could be generalized in small apiaries to protect hives without impacting the local biodiversity, particularly in areas with high predation pressure.

Mots-Clés: *Vespa velutina*, *Apis mellifera*, selective trap, invasive species

Interactions entre lutttes chimique et biologique dans de cadre la Protection Intégrée des Cultures : effets des fongicides cupriques sur les trichogrammes utilisés en viticulture

William Nusillard*^{1,2}, Tessie Garinie², Yann Lelièvre², Jérôme Moreau^{2,3}, Denis Thiéry⁴, Géraldine Groussier⁵, Jacques Frandon⁶, and Philippe Louâpre²

¹AgroParisTech, 91120, Palaiseau, France – Institut National de la Recherche Agronomique, AgroParisTech, Université Paris Saclay – France

²Biogéosciences, UMR 6282 CNRS, Université Bourgogne, 6 Boulevard Gabriel, 21000 Dijon, France – UMR 6282 Biogéosciences – France

³Centre d'Études Biologiques de Chizé, UMR 7372, CNRS La Rochelle Université, 79360 Villiers-en-Bois, France – Centre d'études biologiques de Chizé - CNRS – France

⁴INRA (French National Institute for Agricultural Research), UMR 1065 Save, BSA, Centre de recherches INRAe Nouvelle-Aquitaine-Bordeaux, 33882 Villenave d'Ornon Cedex, France – INRAE, UMR SAVE, Bordeaux Sciences Agro, ISVV, F-33882 Villenave d'orion, France – France

⁵UMR Institut Sophia Agrobiotech, INRAE, UCA, CNRS, Sophia Antipolis, France – INRAE, Université Côte d'Azur, CNRS, Institut Sophia Agrobiotech – France

⁶Recherche et Développement, Bioline Agrosiences, 26250 Livron-sur-Drôme, France – Bioline Agrosiences, équipe R – France

Résumé

L'utilisation d'agents de lutte biologique dans le cadre des programmes de protection intégrée des cultures a augmenté ces dernières décennies. Elle pourrait toutefois être affectée par certains pesticides utilisés de manière concomitante aux lâchers d'auxiliaires. C'est notamment le cas en viticulture, où l'efficacité des programmes de lutte biologique basés sur les trichogrammes pour lutter contre les tordeuses de la grappe, pourrait être réduite par l'utilisation intensive de fongicides cupriques. Le cuivre, présent en abondance à la surface des tissus végétaux, s'accumule également dans les sols et les plants de vignes. Cette omniprésence du cuivre pourrait impacter directement ou par le réseau trophique, la performance des trichogrammes. Dans le cadre de nos recherches, nous nous sommes intéressés à l'impact des fongicides cupriques sur les trichogrammes au travers d'effets potentiels sur leurs hôtes. Nous avons exposé des ravageurs de la vigne (*Lobesia botrana*) à différentes concentrations de cuivre dans leur alimentation. Nous avons ensuite mesuré l'efficacité des trichogrammes pour contrôler ces ravageurs en fonction de leur exposition (taux de parasitisme, taux d'émergence, taille des émergents). Nos résultats ont montré que le cuivre à forte concentration consommé par la génération parentale des hôtes n'a pas eu d'effets sur le taux de parasitisme mais a eu des effets positifs sur le taux d'émergence et la taille des parasitoïdes émergents. Ces effets du cuivre sur les parasitoïdes pourraient s'expliquer par des effets

*Intervenant

de stress chimiques liés à la consommation de cuivre par la génération parentale des hôtes. Des compromis potentiels liés aux mécanismes de détoxification pourraient altérer différents traits (ressources dans les œufs-hôtes, défenses immunitaires contre les trichogrammes). Ces effets, apparemment positifs pour les trichogrammes et associés à des effets néfastes observés sur le développement, la survie et la reproduction des ravageurs semblent être favorables à la lutte biologique en viticulture. Ils pourraient toutefois être contrebalancés par une possible toxicité lors de l'exposition directe des trichogrammes adultes lors des épandages.

Mots-Clés: trichogrammes, pesticides, effets non intentionnels, lutte biologique

Trichogramma versus Ostrinia : variabilité de la sensibilité des pyrales du maïs aux parasitoïdes

Juliette Dufour , Guy Perez , Philippe Audiot* , Laurent Kremmer , Yanna Desreumaux , Guillaume Andrevon* , Réjane Streiff , and Vincent Calcagno*¹

¹Institut Sophia Agrobiotech (ISA) – INRAE – France

Résumé

La lutte contre la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*) à l'aide du trichogramme (*T. brassicae* en Europe) est un succès emblématique du biocontrôle en France, avec près de 20% des surfaces traitées à l'aide ce parasitoïde. Si la lutte biologique est classiquement supposée être une technique de protection des cultures durable, en particulier en ce qui concerne les parasitoïdes oophages, les pyrales présentent-elles une variabilité dans leur sensibilité aux trichogrammes ? Si l'usage de ces derniers se massifiait encore, pourrait-on observer l'évolution d'une résistance des pyrales ? Pour aborder ce problème, nous comparerons au laboratoire le succès de parasitisme et le comportement de la souche commerciale de *T. brassicae* vis à vis de différentes populations de la pyrales du maïs, de leur espèce jumelle *O. scapularis*, et d'une lignée élevée depuis plusieurs dizaines de générations au laboratoire. Nous tenterons de répondre aux questions suivantes : (1) Existe-t-il une variabilité héritable au sein des pyrales vis à vis de leur sensibilité au trichogramme ? (2) La lignée de laboratoire a-t-elle une capacité de résistance réduite vis à vis des trichogrammes ? (3) L'espèce sauvage *O. scapularis* est-elle autant sensible au trichogramme que le ravageur cible contre lequel il est utilisé ?

Mots-Clés: *Ostrinia nubilalis*, *Ostrinia scapularis*, parasitisme, parasitoïdes oophages, host, abortion, résistance, durabilité

*Intervenant

Évaluation de la prédation par les invertébrés épigés dans les cultures : les pièges photos renseignent sur la pertinence de différentes proies sentinelles

Antoine Gardarin^{*1}, Yvan Capowiez², Jean-Marc Teulé³, Guillaume Wetzel⁴, and Mickael Hedde⁵

¹UMR Agronomie – AgroParisTech – Université Paris-Saclay, AgroParisTech, INRAE, UMR Agronomie, 91 120, Palaiseau., France

²UMR EMMAH Environnement Méditerranéen et Modélisation des Agro-Hydrosystèmes – Avignon Université, Institut National de Recherche pour l’Agriculture, l’Alimentation et l’Environnement – INRAE Domaine Saint-Paul - Site Agroparc 228 route de l’Aérodrome CS40509 84914 AVIGNON CEDEX 9, France

³UMR Ecobop – INRAE – INRAE, UPPA Université De Pau Et Des Pays De L’adour, Aquapôle, Ibarron 64310 St-Pée-sur-Nivelle, France

⁴UMR Agronomie – INRAE – Université Paris-Saclay, AgroParisTech, INRAE, UMR Agronomie, 91 120, Palaiseau., France

⁵UMR EcoSols – INRAE – INRAE, IRD, CIRAD, Institut Agro, Montpellier, France

Résumé

La reconception de systèmes de culture favorisant la lutte biologique contre les ravageurs nécessite une bonne compréhension du potentiel de régulation exercé par leurs prédateurs. L’utilisation de proies sentinelles est utile pour quantifier ce potentiel de prédation, mais l’usage courant de cartes de prédation avec des pucerons est controversée. Cette étude avait pour objectif (1) de comparer ces proies sentinelles fréquemment utilisées avec des proies non fixées et mimant des coléoptères ravageurs, au regard des prédateurs attirés, et (2) de déterminer si la prédation des proies coléoptères répond à des communautés différentes de prédateurs épigés.

Dans un premier temps, nous avons observé et identifié, avec un piège photographique, les organismes consommant deux types de proies placées à la surface du sol : d’une part une proie classiquement utilisée, à savoir des pucerons (*Acyrtosiphon pisum*) collés sur des cartes de prédation, et d’autre part une proie plus représentative des ravageurs coléoptères en grandes cultures, à savoir des larves de bruches du niébé (*Callosobruchus maculatus*). Les larves de bruches sont morphologiquement et taxonomiquement proches de plusieurs coléoptères ravageurs de colza, des pommes de terre ou des céréales. Étant naturellement immobiles, ces larves n’ont pas été collées sur un support. Les pucerons ont attiré des consommateurs avec des temps de manipulation très longs, et même des charognards, comprenant des opilions (33% des événements de consommation), des araignées et des limaces, et un très petit nombre de carabes. Les larves de bruches, posées au sol, ont été plus fortement consommées par les carabes (64 % des événements de consommation). Elles ont également été consommées par des staphylyns, des fourmis et des chilopodes. Ces résultats démontrent l’importance

*Intervenant

du choix des organismes exposés comme proies sentinelles envers l'identité des organismes responsables de leur disparition.

Nous avons ensuite cherché à savoir si les taux de prédation des larves de bruches, dans des parcelles de grandes cultures, pouvaient être expliqués par la composition des communautés de macro-invertébrés épigés. En tenant compte de tous les consommateurs attendus, sur la base des observations photos, et de leurs proies alternatives, nous avons pu expliquer les taux de prédation avec une qualité d'ajustement satisfaisante. De plus, les proies alternatives ont réduit la consommation en détournant les consommateurs de leurs proies. Ces résultats permettent d'estimer le potentiel de prédation au sol des ravageurs (comme les larves d'altises, de charançons) à partir de la connaissance des communautés vivant au sol qui y sont présentes.

Mots-Clés: lutte biologique par conservation, piège photo, prédateur épigé

La filière noisette de France : focus sur le projet REPLIK et ses avancées dans la lutte contre la punaise verte des bois (*Palomena prasina*) et la punaise diabolique (*Halyomorpha halys*)

Rachid Hamidi*^{†1}, Laetitia Driss², Alexandre Bout³, Luciana Tavella⁴, Alexandra Magro⁵, and Maud Thomas⁶

¹Association Nationale des Producteurs de Noisettes – ANPN – Lieu dit de Louberie, 47290, Cancon, France

²Association Nationale des Producteurs de Noisettes – ANPN – Lieu dit de Louberie, 47290, Cancon, France

³INRAE, RDLB – INRAE – Sophia antipolis, France

⁴DISAFA – University of Turino, Italie

⁵EDB – Laboratoire Evolution et Diversité Biologique (EDB), UMR5174 Université Toulouse III Paul Sabatier, CNRS, IRD, Toulouse, France – Université Paul Sabatier, Toulouse, France

⁶Unicoque – unicoque – Lieu dit de Louberie, France

Résumé

En 2015, l'Association Nationale des Producteurs de Noisettes (ANPN) observe les premières attaques de punaises sur les noisettes. Une punaise indigène, *Palomena prasina*, et dans un second temps, une punaise exotique, *Halyomorpha halys*, sont rapidement identifiées. Aujourd'hui, jusqu'à 30% des noisettes d'un verger peuvent être impactées par ces deux espèces de la famille des Pentatomidae. Entre 2019 et 2023, la région Nouvelle-Aquitaine finance le projet REPLIK dans le but d'étudier et de développer des moyens de lutte contre ces deux punaises. Les premiers résultats du projet ont permis d'évaluer les capacités de dispersion de *P. prasina*, de localiser ses sites d'hivernation et d'identifier deux endoparasites, une Braconidae et un Tachinidae. Plus de 40% des ooplaques sont parasitées par des parasitoïdes oophages dont de nombreux *Telenomus*. Chez *H. halys*, deux espèces d'intérêts ont été identifiées : *Anastatus bifasciatus* et *Trissolcus mitsukurii*. Les résultats du projet seront discutés dans une perspective de lutte biologique contre ces deux nouveaux ravageurs de la noisette française.

Mots-Clés: Punaises, lutte biologique, noisettes, SudOuest, auxiliaires, ravageurs

*Intervenant

[†]Auteur correspondant: rachid.hamidi.bio@gmail.com

Lutte biologique par augmentation, parasitoïdes oophages et entrepreneuriat : Itinéraire d'un enfant gâté !

Nicolas Ris*^{†1}, Michela Ion Scotta , and Christophe Vasseur

¹Institut Sophia Agrobiotech – Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement, Université Côte d'Azur – INRAE Centre de recherche Provence-Alpes-Côte d'Azur
400, route des Chappes BP 167 06903 Sophia Antipolis Cedex, France

Résumé

Définie comme le recours à des lâchers plus ou moins fréquents et/ou massifs d'auxiliaires en vue du contrôle transitoire d'un ravageur, la lutte biologique par augmentation doit, pour être efficace et utilisée, non seulement s'enraciner dans des disciplines, thématiques et approches méthodologiques pertinentes mais trouver un environnement (économique, politique et social) favorable. Force est de constater que ce n'est encore qu'insuffisamment le cas, de nombreuses solutions développées dans les laboratoires publics restant "dans les tiroirs" et, réciproquement, de nombreux besoins de contrôle de ravageurs restant insatisfaits. Cette situation est *a minima* frustrante dans un contexte où il existe à la fois une urgence à trouver des alternatives aux pesticides de synthèse et des menaces variées (introductions fortuites d'espèces exotiques invasives et ré-émergences d'espèces indigènes).

C'est dans ce contexte qu'est né le projet AgroINNOV dont l'ambition est de contribuer à optimiser et diversifier les solutions de lutte biologique à l'aide de trichogrammes (micro-hyménoptères parasitoïdes oophage). Cette initiative s'appuie sur des travaux de recherche " au long cours " sur le genre *Trichogramma* menés dans le cadre de recherches publiques (ANR 2014-2018 " TRIPTIC " & ANR Ecophyto Maturation 2020-2023 " BIDIME ") et du Centre de Ressources Biologiques " Egg Parasitoids Collection ". Le développement de cette initiative s'est accélérée ces deux dernières années à la faveur d'un changement de " postures " des initiateur.ice.s (N. Ris & M. Ion Scotta), de rencontres (en particulier, C. Vasseur) et d'opportunités (accompagnements et financements).

Cette présentation sera donc l'occasion de (i) brosser à grand traits les recherches qui ont contribué aux innovations portées par AgroINNOV ; (ii) présenter le chemin parcouru depuis l'idée/envie initiale (2019) jusqu'à maintenant (c'est-à-dire à quelques mois de la création de l'entreprise) ; (iii) livrer un témoignage personnel (N. Ris) sur ce parcours.

Mots-Clés: Lutte biologique, parasitoïde oophage, transfert, entrepreneuriat, témoignage

*Intervenant

[†]Auteur correspondant: nicolas.ris@inrae.fr

Posters

Trissolcus mitsukurii : un parasitoïde exotique de la punaise invasive *Halyomorpha halys*. Evaluation de sa spécificité d'hôtes dans un contexte d'acclimatation.

Sophie Dordonnat*^{†1}, Elodie Rosinski¹, Cassandre Vidal¹, Marielena Lahoreau¹, Rachid Hamidi², Guillaume Martel², and Alexandre Bout*¹

¹INRAE UMR 1355 Institut Sophia-Agrobiotech – INRAE, Université de Nice Sophia-Antipolis – 400 route des Chappes 06903 Sophia-Antipolis, France

²ANPN – ANPN – ANPN, Association Nationale des Producteurs de Noisettes, Lieu-dit Louberie, 47290 Cancon, France

Résumé

Halyomorpha halys (Hétéroptère, Pentatomidae) est une punaise invasive originaire d'Asie, retrouvée en France en 2012. Elle est hautement polyphage, s'attaque à tous types de vergers (fruits à coques, à noyaux et à pépins), aux cultures maraichères et ne rencontre que peu d'ennemis naturels en France. En effet, la majorité des parasitoïdes et en particulier des oophages, n'arrivent pas à compléter leur cycle sur cet hôte nouveau. Parmi les solutions envisagées la lutte biologique par acclimatation apparaît donc comme une opportunité. Dans ce contexte, les études internationales ont identifié dans la zone d'origine d'*H. halys*, *Trissolcus japonicus* (Hyménoptère, Scelionidae) comme étant le candidat à introduire présentant le plus de potentiel. En parallèle des études préliminaires à l'obtention des autorisations à son introduction en milieu naturel, un autre parasitoïde issu de la zone d'origine d'*H. halys* a été retrouvé en France : *T. mitsukurii*. Si la biologie (spectre d'hôte, notamment) de *T. japonicus* a été largement investiguée, cela n'a pas été le cas pour *T. mitsukurii*. Nous proposons de présenter des premiers résultats concernant la spécificité d'hôte de *T. mitsukurii*, notamment en condition de choix. Nous discuterons des implications de ces résultats dans un contexte de lutte biologique par acclimatation dans un premier temps puis par augmentation dans un second temps.

Mots-Clés: Lutte biologique classique, Acclimatation, Parasitoïde oophage, Espèce invasive, Spectre d'hôte, Effets non intentionnels

*Intervenant

[†]Auteur correspondant: sophie.dordonnat@inrae.fr

Mise en évidence des mécanismes de résistance chez l'insecte dans une interaction hôte-parasitoïde

Samuel Gornard-Laidet*^{†1}, Isabelle Germon¹, Véronique Borday-Birraux¹, Laure Kaiser-Arnauld¹, and Florence Mougél-Imbert¹

¹Evolution, génomes, comportement et écologie – Institut de Recherche pour le Développement, Université Paris-Saclay, Centre National de la Recherche Scientifique – IDEEV, 12 route 128, 91190, Gif sur Yvette, France

Résumé

Les insectes sont susceptibles d'être infectés par divers organismes pathogènes et se défendent via un système immunitaire inné, car il est généralement considéré qu'ils ne disposent pas d'immunité acquise. Cette défense innée est divisée entre l'immunité humorale, basée sur la production de molécules anti-pathogène variées, et l'immunité cellulaire, basée sur les hémocytes. Ces cellules sont capables d'éliminer des intrus assez gros, par phagocytose ou encapsulation. Ce dernier mécanisme est employé contre les corps étrangers très gros, et consiste à les enfermer dans une coque cellulaire à plusieurs couches, qui produira des composés toxiques et de la mélanine en plus d'empêcher toute interaction avec les autres tissus. Les œufs de parasitoïde, lorsqu'ils déclenchent le système immunitaire de l'hôte, sont tués par ce processus. Notre étude se focalise sur le couple hôte/parasitoïde formé par la larve foreuse de tige du lépidoptère *Sesamia nonagrioides* et l'hyménoptère *Cotesia typhae*. Le succès parasitaire d'une lignée de *C. typhae* est bas sur la population française de *S. nonagrioides*, à cause de l'encapsulation. Pour étudier la dynamique de la formation de ces capsules ainsi que le stade de développement du parasitoïde qui est visé, nous avons utilisé plusieurs méthodes et comparé leurs résultats. Premièrement, nous avons disséqué des hôtes non résistants afin de caractériser le développement larvaire du parasitoïde. Ensuite, nous avons disséqué des hôtes résistants afin de récupérer et d'observer des capsules au microscope, notamment car elles ne mélanisent pas, ce qui les rend difficiles à observer. Nous avons marqué leurs hémocytes par immunofluorescence afin d'identifier les populations, et enfin, nous avons observé l'arrangement structural des capsules par des coupes histologiques. Ces méthodes nous ont apporté une compréhension globale de la dynamique de formation des capsules, ainsi que les populations cellulaires impliquées.

Mots-Clés: parasitoïde, résistance, encapsulation, hémocytes

*Intervenant

[†]Auteur correspondant: samuel.gornard@universite-paris-saclay.fr

Cotesia typhae : un parasitoïde pour lutter contre un foreur de tige du maïs. Une approche de modélisation mathématique.

Cécile Moulin^{*†1}, Taiadjana Fortuna², Laure Kaiser³, François Rebaudo⁴, and Judith Legrand⁵

¹GQE - Le Moulon – Université Paris-Saclay, INRAE, CNRS, AgroParisTech – 91190, Gif-sur-Yvette, France

²UMR EGCE – Université Paris-Saclay, CNRS, IRD – 91190, Gif-sur-Yvette, France

³UMR EGCE – Université Paris-Saclay, CNRS, IRD – 91190, Gif-sur-Yvette, France

⁴UMR EGCE – Université Paris-Saclay, CNRS, IRD – 91190, Gif-sur-Yvette, France

⁵GQE - Le Moulon – Université Paris-Saclay, INRAE, CNRS, AgroParisTech – 91190, Gif-sur-Yvette, France

Résumé

La sésamie du maïs, *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera : Noctuidae), est l'un des principaux ravageurs du maïs du bassin méditerranéen. Les femelles de sésamie pondent entre la gaine foliaire et la tige que les larves forent, entraînant potentiellement le tallage et la mort des jeunes plants, ainsi que la dégradation des panicules et des épis. De plus, les galeries creusées par les larves peuvent favoriser le développement de *Fusarium*. La sésamie est multivoltine (entre 2 et 4 générations par an selon la localisation) et passe l'hiver au stade de larve en arrêt de développement (oligopause).

En France, la lutte contre ce ravageur repose actuellement sur la prévention (broyage des résidus de culture pour diminuer le nombre de larves diapausantes) et l'usage d'insecticides sur la première génération de l'année. Cependant, l'efficacité des insecticides est fortement réduite par l'étalement du vol des adultes issus des larves diapausantes. La législation française interdisant l'usage de maïs Bt ou l'épandage aérien d'insecticides, de nouvelles stratégies de lutte sont étudiées comme la sélection de variétés résistantes ou l'utilisation d'agents de lutte biologique comme *Cotesia typhae* (Hymenoptera : Braconidae). Cette guêpe, parasitoïde spécifique de la sésamie, a été identifiée au Kenya. Elle pond ses oeufs dans les larves de sésamie, entraînant leur mort. Dans le cadre du projet ANR *Cotebio*, des premiers essais de lâchers de *C. typhae* sous serre ont montré la capacité de *C. typhae* à fortement réduire la population de sésamie menant à la réduction des dégâts sur le maïs.

Pour que *C. typhae* puisse être utilisable par les agriculteurs et limiter la taille de population de plusieurs générations successives de sésamie, il est nécessaire de déterminer si une population de *C. typhae* pourrait se maintenir sur plusieurs générations au cours d'une saison suite à un seul lâcher de parasitoïdes. Il est également nécessaire de déterminer les paramètres optimaux de ce lâcher comme sa période ou sa composition en adultes et cocons.

*Intervenant

†Auteur correspondant: moulin.ccile@yahoo.fr

Pour répondre à ces questions, nous utilisons une approche de modélisation mathématique nous permettant d'étudier l'interaction des phénologies de ces deux espèces. Nous construisons un système d'équations différentielles représentant la dynamique et les interactions de *S. nonagrioides* et *C. typhae*. À terme, le modèle intégrera l'effet de la température sur les paramètres de vie des insectes comme le taux de développement ou la mortalité. Une fois paramétré, ce modèle sera utilisé pour tester différents scénarios de lâcher de *C. typhae* dans différents contextes climatiques.

Mots-Clés: Lutte biologique, Modélisation mathématique, Phénologie, Dynamique des populations

BIODIVERSITE DES AUXILIAIRES DES MOUCHES BLANCHES D'AGRUMES A L'OUEST ALGERIEN: UNE ALTERNATIVE SERIEUSE DES PESTICIDES

Abdallah Noui^{*†1} and Abdelhaq Mahmoudi^{‡2}

¹centre universitaire de tipaza – Algérie

²Université Hassiba Benbouali de Chlef – Algérie

Résumé

Durant la période allant de juillet 2013 à juin 2016, un échantillonnage périodique des populations d'entomofaune utile a été réalisé à l'aide de plaques jaunes engluées et par l'observation des rameaux porteurs de feuilles au niveau de six vergers répartis sur toute la région agrumicole de Chlef à l'ouest algérien, ainsi un inventaire exhaustif des plantes adventices a eu lieu afin de faire apparaître leur lien avec la diversité des communautés d'insectes auxiliaires circulantes au niveau des vergers.

Deux espèces d'Aleyrodidae ont été identifiées, l'aleurode floconneux *Aleurothrixus floccosus* et l'aleurode des citrus *Dialeurodes citri* associés avec une faune auxiliaire diversifiée composée de trois parasitoïdes Aphelinidae (*Cales noacki*, *Encarsia* sp1 et *Eretmocerus* sp), un prédateur Coccinellidae (*Clitostethus arcuatus*) et trois prédateurs Coniopterygidae (*Semidalis aleyrodiformis*, *Conwentzia psociformis* et *Chrysoperla carnea*). Un taux de parasitisme très négligeable a été enregistré au niveau des populations de l'aleurode des citrus contre des taux relativement élevés dépassant 70% chez les populations larvaires de l'aleurode floconneux. Il semble que les vergers les plus peuplés par la flore adventice se caractérisent par une grande richesse en auxiliaires parasitoïdes notamment le verger de Chlef, Oued sly et Boukader.

Face à cette situation, l'intensification et la diversification des populations d'ennemis naturels peut être un moyen très efficace pour faire face aux attaques répétées des aleurodes d'agrumes et peut contribuer à réduire l'utilisation massive des pesticides constatée au niveau des vergers d'agrumes.

Mots-Clés: Aleyrodidae, protagonistes, parasitisme, citrus, Chlef, couvert végétal

*Intervenant

†Auteur correspondant: noui.abdallah@cu-tipaza.dz

‡Auteur correspondant: abdelhakagr@hotmail.com

Viral domestication in Tachinid flies : a case of evolutionary convergence with parasitoid wasps ?

Sara Oukkal*^{†1}

¹Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive - UMR 5558 – Université Claude Bernard Lyon 1, Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique, VetAgro Sup - Institut national d'enseignement supérieur et de recherche en alimentation, santé animale, sciences agronomiques et de l'environnement, Centre National de la Recherche Scientifique – 43 Bld du 11 Novembre 1918 69622 VILLEURBANNE CEDEX, France

Résumé

Au cours de l'évolution, des flux de matériel génétique peuvent exister entre organismes éloignés phylogénétiquement, c'est le phénomène de transfert horizontal. Chez les eucaryotes, ce phénomène est favorisé par les interactions étroites et stables que représentent les associations symbiotiques. Les virus notamment entretiennent une proximité très élevée avec leur hôte en se répliquant à l'intérieur de ses cellules, ce qui mène parfois à des transferts de fragments d'ADN entre les deux. Dans la majorité des cas, ces séquences dégèrent, mais elles sont quelquefois "domestiquées" quand elles apportent un avantage adaptatif. Chez les Hyménoptères endo-parasitoïdes, au moins 5 cas de domestication de gènes viraux ont eu lieu au cours de l'évolution. Ces guêpes se développent pendant leurs stades larvaires à l'intérieur d'un autre insecte jusqu'à l'émergence. Les gènes viraux domestiqués permettent la production de particules d'allure virale injectées par les femelles adultes durant la ponte et qui inhibent la réaction immunitaire de l'hôte, protégeant ainsi la progéniture de la guêpe. Ces 5 cas sont indépendants mais convergent pourtant dans leur fonction de contournement du système immunitaire. Les Diptères Tachinaires ont eux aussi un mode de développement de type endo-parasitoïde. Face à la même contrainte que représente l'exposition au système immunitaire de l'hôte, nous nous sommes demandés si les Tachinaires avaient, à l'image de certains Hyménoptères, domestiqué des virus. Le projet repose sur la détection de gènes viraux endogènes dans les génomes de diptères et la recherche de preuves de domestication. Cette analyse a été appliquée aux génomes de 77 espèces de diptères parasitoïdes et non-parasitoïdes pour tester l'hypothèse d'une contribution du contenu en éléments viraux endogènes au mode de vie endo-parasitoïde, à l'image de ce qui est documenté chez les Hyménoptères.

Mots-Clés: parasitoïdes, virus, transferts horizontaux, domestication

*Intervenant

[†]Auteur correspondant: sara.oukkal@univ-lyon1.fr

MoveR: a package for the visualization and analysis of video-tracking data in R

Quentin Petitjean^{*†1,2}, Silène Lartigue¹, Mélina Cointe¹, Renée Le Clech¹, Michela Ion Scotta¹, Nicolas Ris¹, Louise Van Oudenhove¹, and Vincent Calcagno¹

¹Institut Sophia Agrobiotech – Université Nice Sophia Antipolis (1965 - 2019), Centre National de la Recherche Scientifique, Institut National de Recherche pour l’Agriculture, l’Alimentation et l’Environnement, Université Côte d’Azur – INRAE Centre de recherche Provence-Alpes-Côte d’Azur 400, route des Chappes BP 167 06903 Sophia Antipolis Cedex, France

²Laboratoire Ecologie Fonctionnelle et Environnement – Centre National de la Recherche Scientifique, Université Toulouse III - Paul Sabatier, Institut National Polytechnique (Toulouse) – 118 Route de Narbonne 31062 Toulouse, France

Résumé

Animal movement and behavior data are critical to improve our understanding of ecological and evolutionary processes and developing effective management strategies of species (e.g., use of biocontrol agents or mitigation of pests). Accordingly, the increasing use of computer vision approaches, such as automated video-tracking, occurring over the past decade has enabled the collection of high-resolution movement data easily and quickly. In addition, recent methodological and technological innovations, mainly through the implementation of artificial intelligence and machine learning algorithms to video-tracking solutions, have empowered the amount of data collected, allowing, for instance, to track large groups of unmarked individuals simultaneously. Many open-source tracking solutions now exist, and they have great potential for the experimental study of small insects. However, analyzing and interpreting these data can be challenging due to their complexity, heterogeneity, and noisiness.

To address these challenges, we have developed MoveR, an R package for filtering, analyzing, and visualizing animal movement and behavior data obtained from common video-tracking solutions such as Ctrax or TRex. MoveR includes a suite of flexible filtering tools helping to clean data by removing suspected tracking errors/artifacts and computing a range of metrics for quantifying animal movement and behavior (e.g., speed, sinuosity, average neighbor distance). In addition, MoveR includes an original unsupervised learning method relying on density-based clustering for classifying active and inactive behavioral states.

To illustrate the utility of MoveR, we present a case study using video-tracking of groups of parasitoid micro-wasps (*Trichogramma sp.*) exposed to a temperature ramp increasing from 18 to 45 degrees Celsius and decreasing back to 18 degrees. We show how MoveR can be used to remove artifactual noise in the data, compute movement and behavior metrics, especially identifying active/inactive behavioral states, and thus estimate temperature tolerance thresholds. Our results underline the utility of MoveR in improving the reproducibility and

*Intervenant

†Auteur correspondant: q.petitjean1@gmail.com

reliability of animal movement and behavior data analyses and in facilitating the deployment of video-tracking techniques in an era of open science.

The MoveR R package is freely available on GitHub (<https://github.com/qpetitjean/MoveR>)

and is accompanied by detailed documentation and example data to facilitate its use (<https://qpetitjean.github.io/M>)

Mots-Clés: R package, Data analysis, Movement, Behavior, Trichogramma, thermal tolerance