

Table des matières

Effet des stress thermiques sur l'expression des traits modulés par les endosymbiotes de pucerons : une méta-analyse, Kévin Tougeron [et al.]	4
Proteo-Transcriptomic Analyses Reveal a Large Expansion of Metalloprotease-Like Proteins in Atypical Venom Vesicles of the Wasp <i>Meteorus pulchricornis</i> (Braconidae), Jean-Luc Gatti	5
Analyse comparative de traits d'histoire de vie chez les Trichogrammes : Pace of Life et dispersion, Chloé Guicharnaud [et al.]	6
When did you get there? Inferring time since colonization in naturally colonized populations, David Muru [et al.]	7
Common garden experiment evidences limited adaptation of parasitoids to symbiont strains from their preferred aphid hosts, Youn Henry [et al.]	8
Direct and indirect (parental) effects of temperature on a host-parasitoid interaction, Corentin Iltis [et al.]	9
Les relations entre pucerons et fourmis dans le couple <i>Dysaphis plantaginea</i> / <i>Lasius niger</i> : du mutualisme à l'antagonisme ?, Pauline Gardin [et al.]	10
Intéactions démographiques et génétiques chez les populations introduites., Nicolas Bajoux [et al.]	11
Effets simultanés de l'abondance en hôtes et en nourriture sur les traits d'histoire de vie chez des parasitoïdes : prise en compte d'une surface " trade-off " en trois dimensions, Eric Wajnberg [et al.]	12
Système d'appariement d'un mâle parasitoïde : des comportements sexuels individuels à l'appariement assortatif, Blandine Charrat [et al.]	14
Bugs smell and birds prey, an unforeseen interaction, Ivan Hiltbold [et al.]	15

Relation entre la température et l'activité comportementale des parasitoïdes de pucerons en début de saison, Louise Ferrais [et al.]	16
Histoire évolutive des Chalcidiens, 150 Millions d'années de transformation morphologique, convergence et traits de vie, Jean-Yves Rasplus	17
Using several types of observers to better understand the evolution of visual defenses against predators in insects, Mónica Arias [et al.]	18
Host-dependent dimorphism of <i>Aprostocetus celtidis</i> , a parasitoid of the viburnum leaf beetle <i>Pyrrhalta viburni</i> and the elm leaf beetle <i>Xanthogaleruca luteola</i> , Gaylord Desurmont [et al.]	19
Parthénogenèse thélytoque à faible fréquence chez la guêpe parasitoïde <i>Cotesia typhae</i> , Claire Capdevielle-Dulac [et al.]	20
Exploitative competition for floral resources reduces sugar intake but differently impacts the foraging behaviour of two non-bee flower visitors, Emma Jeavons [et al.]	21
Le statut d'accouplement et l'âge des mâles influencent le sex-ratio de la descendance chez la femelle d' <i>Apanteles myeloenta</i> Wilkinson, Jean-Sébastien Pierre [et al.]	22
Effets sublétaux d'un insecticide, le pyriproxifène, sur le comportement d'exploitation des hôtes par les femelles d'un hyménoptère parasitoïde, Eupelmus vuilleti, Solène Liégeois [et al.]	23
Does a contaminated environment prevent the ant <i>Myrmica rubra</i> from scavenging dead insects ?, Hugo Pereira [et al.]	24
Secondary extinctions in ecological networks, Dirk Sanders	25
Les déterminants de la diversité taxonomique, fonctionnelle et phylogénétique des assemblages d'araignées sont multi-échelles dans les agroécosystèmes, Ronan Marrec [et al.]	26
An experimental test on the relative role of natural enemy diversity and intraguild predation on herbivore dynamics, Karim Tighiouart [et al.]	27
Changements de régime alimentaire et potentiel de biocontrôle des communautés de carabes au cours de la saison de blé d'hiver., Ambre Sacco–Martret De Préville [et al.]	28
Bioaccumulation of pesticides in a prey-predator system, Léa Tison [et al.]	29

Effets de bandes de couvert d'interculture sur les communautés de carabes et sur le potentiel de régulation des ravageurs dans les champs de maïs, Coralie Triquet [et al.]	30
Caractérisation des interactions écologiques autour du charançon du bananier, Paul Tresson [et al.]	31
Interannual and intra-annual dynamics of the diet of <i>Nebria salina</i> (Coleoptera Carabidae) in oilseed rape fields, Yohann Graux [et al.]	32
Ecology and Genetic Structure of the Parasitoid <i>Phobocampe confusa</i> (Hymenoptera: Ichneumonidae) in Relation to Its Hosts, Aglais Species (Lepidoptera: Nymphalidae), Hélène Audusseau [et al.]	33
Biocontrol innovations: alternatives to pesticides are in our nature, Félix Wäckers	34
Lutte biologique avec des parasitoïdes : de l'étude de l'écologie des insectes à l'optimisation d'un programme de lutte biologique, Estelle Postic	35
Construire, maintenir, animer un Centre de Ressources Biologiques sur les parasitoïdes oophages : quels défis pour les années à venir ?, Geraldine Groussier [et al.]	36
Utiliser les plantes banque pour transférer l'acarien prédateur <i>T. (A.) recki</i> afin de contrôler <i>Aculops lycopersici</i> , en culture de tomate, Benjamin Gard [et al.] . .	37
Efficacy of entomopathogenic fungi on <i>Drosophila suzukii</i> and their impact on beneficial organisms, Chloé Galland [et al.]	38
Un lâcher de parasitoïdes vivants quelques jours peut-il contrôler un ravageur sur une saison de développement ?, Laure Kaiser-Arnauld [et al.]	39
Optimizing the combination of micro- and macroorganisms for an effective control of <i>Tuta absoluta</i> : A field and modelling approach, Jérémy Gonthier [et al.]	40

Effet des stress thermiques sur l'expression des traits modulés par les endosymbiotes de pucerons : une méta-analyse

Kévin Tougeron *¹, Corentin Iltis¹, Thierry Hance¹

¹ Université catholique de Louvain - ELI – Belgique

L'écologie et l'évolution de nombreuses espèces d'insectes sont étudiées à travers le prisme de leurs associations mutualistes avec divers microorganismes. Les microbes bénéfiques ont façonné les histoires de vie et les trajectoires évolutives de leurs hôtes, offrant des opportunités ou imposant des contraintes pour la colonisation de nouvelles niches écologiques. L'impact global des symbiotes facultatifs sur leur hôte peut être considéré comme un équilibre coûts-bénéfices qui dépend des contingences écologiques. La capacité des insectes à résister à des températures élevées et stressantes peut par exemple être améliorée par la présence de certaines bactéries symbiotiques qui confèrent une tolérance physiologique à la chaleur. Toutefois, la température peut servir de médiateur à l'expression des traits des insectes infectés par des symbiotes, comme les niveaux de protection contre les parasitoïdes, ce qui détermine les effets nets des symbiotes sur les traits de l'hôte et la valeur adaptative qui en résulte. Nous proposons ici une méta-analyse visant à quantifier les impacts des symbiotes microbiens sur le phénotype de leurs insectes hôtes dans différents contextes thermiques (conditions de chaleur bénignes ou stressantes). Nous nous sommes concentrés sur les associations puceron-bactérie car la grande majorité des données sur l'écologie thermique des mutualismes insecte-microbe ont été recueillies sur ces modèles biologiques, avec une grande diversité de traits mesurés, de traitements thermiques appliqués et d'espèces microbiennes identifiées. Nous avons constaté que les traits indicateurs de fitness (survie, développement, morphologie, reproduction et défense contre les ennemis naturels) sont inégalement protégés par le symbiote contre le stress thermique (ou qu'héberger un symbiote peut ou non être désavantageux en cas de stress thermique, selon le trait étudié). Nous distinguons trois groupes de traits : ceux qui sont fortement améliorés par les symbiotes mais affectés par la température (traits défensifs), ceux dont l'expression est fortement dépendante du symbiote et de la température de manière interactive (développement et reproduction), et ceux qui sont affectés négativement par le symbiote indépendamment de la température (morphologie, survie). Ces résultats sont d'une importance capitale dans le cadre des changements climatiques, avec une augmentation de la fréquence et de l'amplitude d'événements climatiques extrêmes comme des vagues de chaleur. Nous soulevons des questions liées à la valeur de la protection conférée par le symbiote en cas de stress thermique, et aux capacités d'adaptation de l'holobionte face à ces environnements de plus en plus stressants.

*Intervenant

Proteo-Transcriptomic Analyses Reveal a Large Expansion of Metalloprotease-Like Proteins in Atypical Venom Vesicles of the Wasp *Meteorus pulchricornis* (Braconidae)

Jean-Luc Gatti * ¹

¹ Institut Sophia Agrobiotech – Université Nice Sophia Antipolis (... - 2019), COMUE Université Côte d'Azur (2015 - 2019), Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7254, Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement : UMR1355, Université Côte d'Azur, COMUE Université Côte d'Azur (2015 - 2019), COMUE Université Côte d'Azur (2015 - 2019), COMUE Université Côte d'Azur (2015 - 2019) – France

Meteorus pulchricornis (Ichneumonoidea, Braconidae) is an endoparasitoid wasp of lepidopteran caterpillars. Its parasitic success relies on vesicles (named *M. pulchricornis* Virus-Like Particles or MpVLPs) that are synthesized in the venom gland and injected into the parasitoid host along with the venom during oviposition. In order to define the content and understand the biogenesis of these atypical vesicles, we performed a transcriptome analysis of the venom gland and a proteomic analysis of the venom and purified MpVLPs. About half of the MpVLPs and soluble venom proteins identified were unknown and no similarity with any known viral sequence was found. However, MpVLPs contained a large number of proteins labelled as metalloproteinases while the most abundant protein family in the soluble venom was that of proteins containing the Domain of Unknown Function DUF-4803. The high number of these proteins identified suggests that a large expansion of these two protein families occurred in *M. pulchricornis*. Therefore, although the exact mechanism of MpVLPs formation remains to be elucidated, these vesicles appear to be "metalloproteinase bombs" that may have several physiological roles in the host including modifying the functions of its immune cells. The role of DUF4803 proteins, also present in the venom of other braconids, remains to be clarified.

*Intervenant

Analyse comparative de traits d'histoire de vie chez les Trichogrammes : Pace of Life et dispersion

Chloé Guicharnaud * ¹, Géraldine Groussier ¹, Maxime Dahirel ², Erwan Beranger ¹, Elodie Vercken ¹

¹ Institut Sophia Agrobiotech [Sophia Antipolis] – Institut national de la recherche agronomique (INRA) : UMR1355, Université Nice Sophia Antipolis (UNS), CNRS : UMR7254 – France

² Département de Biologie, Université de Gand – Belgique

Les études d'écologie et d'évolution considèrent souvent les traits d'histoire de vie comme étant indépendants, ce qui n'est pas souvent le cas en réalité. Les syndromes d'histoire de vie, et ici en particulier le pace-of-life qui correspond à une corrélation entre traits répartissant les objets d'étude sur un continuum d'histoire de vie lente-rapide, sont intéressants à étudier étant donné les effets que cette complexité peut avoir. En effet, de par ces corrélations, l'évolution des traits se voit restreinte, et impacte de ce fait les dynamiques écologiques et évolutives des populations. De ce fait, approfondir nos connaissances sur la présence ou non de syndromes d'histoire de vie est potentiellement intéressant pour la sélection des organismes biologiques impliqués dans la régulation de populations nuisibles. Les trichogrammes étudiés ici sont des hyménoptères parasitoïdes utilisés à grande échelle en lutte biologique contre des ravageurs de cultures, mais il existe encore peu d'informations précises sur leurs traits d'histoire de vie et les possibles corrélations entre ces derniers.

Afin de répondre à ces questions, nous avons mesuré la fécondité, le temps de développement, et le taux de dispersion pour une trentaine de souches réparties sur 5 espèces de Trichogrammes. Les mesures ont été faites au laboratoire, sur des femelles isolées. Le taux de dispersion est mesuré comme la proportion de femelles ayant pondu hors de leur patch d'origine.

Les premières analyses indiquent une relation négative entre fécondité et temps de développement : les souches les plus fécondes tendent à se développer plus rapidement que les souches avec une fécondité faible. Les variations entre souches le long de cet axe semblent être en majorité des variations interspécifiques plutôt qu'intraspécifiques, et on peut distinguer des espèces " rapides " comme *T. brassicae* et des espèces " lentes " comme *T. bourarachae*. Les taux de dispersion sont faibles, compris entre 0 et 30%, et à l'échelle inter-individuelle la dispersion semble s'accompagner de coûts sur la fécondité.

Ces travaux permettent d'enrichir le socle de connaissance sur les différentes souches et espèces de Trichogramme incluses dans la collection du Centre de Ressources Biologiques EP-Coll, et d'élargir les concepts de syndromes de Pace-of-Life à de nouveaux organismes. Ces données pourront par la suite être utilisées (i) au niveau fondamental pour concevoir des études d'écologie évolutive et, (ii) au niveau appliqué pour sélectionner des souches de biocontrôle.

*Intervenant

When did you get there? Inferring time since colonization in naturally colonized populations

David Muru ¹, Nicolas Borowiec ¹, Louise Van Oudenhove ¹, Marcel Thaon ¹, Nicolas Ris ¹, Elodie Vercken ^{* 1}

¹ Institut Sophia Agrobiotech [Sophia Antipolis] – INRAE, Université Côte d’Azur (UCA), CNRS : UMR7254 – France

Inferring when and where an ongoing invasion first took place by using population growth models has received little attention, especially when considering smaller spatial scales. Most data on the dynamics of invasive species are acquired when populations are big enough to have significant negative impacts on farmlands or on the environment. However, population dynamics during the early establishment phase is likely to differ markedly from later, higher-density stages because of the influence of small-population processes such as dispersal lags, high stochasticity, or Allee effects. In this work, we take advantage of the extensive post-release monitoring of a biological control agent to calibrate a population growth model representative of the early stages of invasion, in an attempt to infer the time since colonization of naturally colonized sites. Our case study relies on the introduction program of *Torymus sinensis* in southern France to control populations of the Asian chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. *T. sinensis* was released over 59 sites between 2011 and 2014 and established everywhere. Random sampling of chestnut orchards in the release area over the following years revealed 49 natural secondary colonizations by *T. sinensis*, for which the colonization date was unknown. In order to infer these dates, we first fitted a non-spatial growth model using the abundance data of *T. sinensis* in controlled introduction sites. Growth dynamics were found highly repeatable across sites and geographical areas, and fitted an exponential growth model for the first 5 years following introduction. Cross-validation showed good performance of the model on primary introduction sites, with an inferring error inferior to 1 year in more than 75% of cases. However, when applied to secondary colonizations, the model predicted colonization dates that were mostly anterior to the release years of close sites, suggesting faster growth in naturally colonized sites. To account for this shift in growth dynamics, we fitted a metapopulation model allowing for continuous propagule pressure from sites already colonized. Our results confirm that local and regional post-invasion dynamics might shift quickly after initial introduction, and that the multiplicity of propagule sources increases not only the dispersal to new sites but also the local growth of these sites.

*Intervenant

Common garden experiment evidences limited adaptation of parasitoids to symbiont strains from their preferred aphid hosts

Youn Henry * ^{1,2}, Jesper Wallisch ¹, Paula Rodriguez ¹, Sandro Ginesi ¹,
Christoph Vorburger ^{1,3}

¹ Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology [Dübendorf] – Suisse

² Département d'écologie et évolution [Lausanne] – Suisse

³ Department of Integrative Biology [Zurich] – Suisse

Keywords: adaptation; defensive symbiosis; parasitoids; transfection Hymenopteran parasitoids are important natural enemies of many insect species, imposing strong selection for the evolution of host defenses. Aphids have relatively weak endogenous immune defenses, but a major tool they have evolved to fight back against parasitoids is the association with beneficial endosymbionts, *i.e.* bacteria hosted within their tissues. *Hamiltonella defensa* is one of those endosymbionts and is able to protect the aphids by killing the parasitoid eggs or larvae before they inflict lethal damage. In this study, we focused on one parasitoid species, *Lysiphlebus fabarum*, and four congeneric host species with overlapping geographic distribution: *Aphis urticata*, *Aphis ruborum*, *Aphis fabae fabae* and *Aphis hederiae*. Although the species *L. fabarum* is able to parasitize any of those aphids, wasps have a preference to target species they have fed on during the larval stage. Accordingly, there is genetic differentiation among wasps collected from different aphid species (host-associated populations). Additionally, preliminary evaluation of the endosymbiont communities revealed that all four aphid species carried *H. defensa* with variable prevalence, and that *H. defensa* strain diversity was limited (1-3 strains per species) and unique to each species (no strains are shared among species). Starting from those observations, we asked whether we could detect patterns of micro-adaptation, either on the symbiont side against *L. fabarum*, or on the parasitoid side to overcome resistance by the symbionts of their preferred host. To address this question, we generated artificial aphid-symbiont associations by transfecting all *H. defensa* strains we found in the four aphid species into a single clone of *A. fabae fabae*. We then collected 35 *L. fabarum* lines in the field, recorded their host species, assessed their genotype, and measured their parasitism success in each *H. defensa*-transfected aphid line. We observed strong variation among *H. defensa* strains in the ability to protect against *L. fabarum*, with an overall high protection provided by strains from wild *A. fabae fabae* and *A. hederiae*, and weak protection by strains from *A. urticata* and *A. ruborum*, irrespective of the parasitoid line. Only some parasitoid lines were able to overcome the protection, and notably they mostly came from *A. fabae fabae* and *A. hederiae*. Despite the absence of a clear general pattern of co-evolution, our study reveals hints of strain-specific adaptation concealed within complex host-symbiont-parasitoid interactions that are yet to be fully understood.

*Intervenant

Direct and indirect (parental) effects of temperature on a host-parasitoid interaction

Corentin Iltis ^{*} ^{1,2}, Jérôme Moreau ², Denis Thiéry ³, Philippe Louâpre ²

¹ Earth and Life Institute, Ecology and Biodiversity, Université Catholique de Louvain, Croix du Sud 4-5, 1348 Louvain-la-Neuve – Belgique

² UMR CNRS 6282 Biogéosciences, 6 Boulevard Gabriel 21000 Dijon – Université de Bourgogne-Franche-Comté – France

³ UMR INRAe 1065 Santé et Agroécologie du Vignoble, 71 Avenue Edouard Bourlaux 33882 Villenave-d'Ornon – Institut des Sciences de la Vigne et du Vin (ISVV) – France

The ecological and evolutionary dynamics of host-parasitoid interactions are shaped by environmental temperature, because they involve poikilothermic organisms. For instance, temperature may alter host suitability for parasitoid development through direct and indirect pathways. Direct effects depend on ambient temperatures experienced by a single host individual during its lifetime (before, during or after parasitism). Among indirect effects, parental effects occur when thermal conditions met by a host parental generation affect the way its offspring will interact with parasitoids. We here propose an experimental study where we quantified the direct and parental thermal effects on the outcomes of a host-parasitoid interaction involving eggs of the moth *Lobesia botrana* and four strains of the oophagous parasitoid *Trichogramma cacoeciae*. Using fluctuating thermal regimes based on climatic data and modelling, we used a full factorial design controlling for (i) temperatures met by the host parental generation from larval development until egg laying and (ii) temperatures met by host eggs during incubation, after a standardised exposure to the parasitoid. The host parental generation was impacted by temperatures experienced throughout its development: *L. botrana* females exposed to warmer conditions displayed a lower pupal mass and laid more host eggs over a 12-h period. These parental thermal effects likely persisted onto the next host generation and modulated its interaction with the parasitoid: for all parasitoid strains, *T. cacoeciae* exhibited lower emergence rates but higher hind tibia length on emergence from eggs laid under warm conditions. By contrast with host parental temperature, offspring temperature (direct thermal effects) did not significantly affect the outcomes of the interaction. While the physiological basis of the temperature-driven variation in host quality remains unknown (decreased nutritive contents/increased immunity), this work emphasises the importance of considering different modes of action of temperature (in a bottom-up fashion) on the dynamics of host-parasitoid interactions.

*Intervenant

Les relations entre pucerons et fourmis dans le couple *Dysaphis plantaginea* / *Lasius niger*: du mutualisme à l'antagonisme ?

Pauline Gardin * ¹, Thierry Hance ¹, Claire Detrain ²

¹ Earth and Life Institute, Ecology and Biodiversity, Université catholique de Louvain, 4-5 Place Croix-du-Sud, B-1348 Louvain-la-Neuve – Belgique

² Unité de recherche en Ecologie sociale, Université libre de Bruxelles, Campus de la Plaine, Boulevard du Triomphe, B-1050 Bruxelles – Belgique

Le mutualisme est un concept central en écologie des interactions. Il est défini comme une relation bénéfique entre deux espèces partageant le même habitat. A l'échelle individuelle, cette interaction conduit à une amélioration de la *fitness* des deux partenaires de l'interaction qui peut se traduire par une augmentation de leur taux de reproduction.

La symbiose développée entre les fourmis et les pucerons est l'une des relations mutualistes les plus décrites. Cependant, le caractère mutualiste de cette interaction dépend du degré de myrmécophilie des pucerons et peut, en fonction des conditions environnementales être questionné. Dans le cas des pucerons myrmécophiles facultatifs, l'interaction avec les fourmis peut engendrer des coûts pour les pucerons, liés à la nécessité de produire du miellat en plus grande quantité et de meilleure qualité.

Le puceron myrmécophile facultatif *Dysaphis plantaginea* est un modèle intéressant pour étudier ce type de relation car il développe une interaction forte avec les fourmis de l'espèce *Lasius niger* au printemps en verger de pommiers. Au-delà de la caractérisation fondamentale de cette relation, l'étude de cette interaction s'inscrit dans une réflexion appliquée de lutte biologique contre ce puceron ravageur principal des pommiers.

L'objectif de cette étude est donc de caractériser la relation symbiotique qui se développe entre le puceron et les fourmis dans différentes conditions environnementales spécifiques à la culture de pommiers. Le puceron *D. plantaginea* étant le ravageur d'une plante ligneuse, la régulation de ses populations doit avoir lieu très tôt au printemps, lorsque les ennemis naturels sont peu présents dans l'environnement. Cependant, l'interaction qu'il développe avec les fourmis débute dès son apparition en vergers et se poursuit tout au long de son développement. Plusieurs espèces de parasitoïdes sont retrouvées en verger au sein des colonies de *D. plantaginea* dont notamment *Ephedrus persicae*, un parasitoïde spécialiste et *Aphidius ervi* un parasitoïde généraliste.

Quelle est la nature de la relation qui se développe entre les pucerons de l'espèce *D. plantaginea* et les fourmis de l'espèce *L. niger* en absence de prédateurs et de parasitoïdes ? Quelle protection contre les parasitoïdes apportent les fourmis aux pucerons en fonction de leur caractère spécialiste et généraliste ? Les premiers résultats obtenus montrent qu'en absence de parasitoïdes, les fourmis ont un impact négatif sur la croissance des colonies de pucerons de petites tailles. Les fourmis ont également un effet sur la rétention des pucerons sur l'arbre sur lequel ils se développent et limitent la production de pucerons ailés.

*Intervenant

Intéractions démographiques et génétiques chez les populations introduites.

Nicolas Bajoux * ¹, Eric Lombaert ¹, Xavier Fauvergue ²

¹ Institut Sophia Agrobiotech – Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7254, Institut National de Recherche pour l’Agriculture, l’Alimentation et l’Environnement : UMR1355, Université Côte d’Azur – France

² Institut Sophia Agrobiotech – Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7254, Institut National de Recherche pour l’Agriculture, l’Alimentation et l’Environnement : UMR1355, Université Côte d’Azur – France

Comprendre pourquoi de petites populations introduites s’éteignent ou persistent est l’un des challenges majeurs pour la lutte biologique, notamment via l’acclimatation d’auxiliaires exotiques. Les observations sur le terrain montrent une influence généralisée de la pression de propagule: la probabilité d’établissement augmente avec le nombre d’individus introduits et le nombre d’introductions. Notre hypothèse est que cet effet est sous-tendu par des processus génétiques et démographiques caractéristiques des petites populations. La question qui se pose alors est: quelle est l’influence relative de chacun de ces processus, et quelles sont leurs interactions réciproques?

Nous avons donc développé un modèle individu-centré afin d’estimer l’effet de ces processus génétiques et démographiques sur le risque d’extinction des populations introduites, et de décrire les rétroactions entre processus dans un contexte généraliste et réaliste. Le modèle intègre les échelles du gène (valeur sélective de mutations à une centaine de loci), de l’individu (effet Allee, compétition, influences environnementale et stochastique), et de la population (effectif, accroissement, persistance/extinction). Surtout, le modèle met l’accent sur les influences respectives entre ces différentes échelles et donc, le dialogue entre processus génétiques et démographiques.

Dans ce topo, nous dévoilerons les premiers résultats du modèle selon deux axes principaux. D’une part, comment et selon quelle intensité varient les influences respectives des facteurs démographiques et génétiques au cours d’une introduction. D’autre part, dans quels scénarios d’introduction le goulot d’étranglement de la phase d’établissement permet la purge du fardeau génétique et une forme de rescousse évolutive, ou au contraire, entraîne la population dans un vortex d’extinction caractérisé par un renforcement mutuel de la dépression de consanguinité et de l’effet Allee.

*Intervenant

Effets simultanés de l'abondance en hôtes et en nourriture sur les traits d'histoire de vie chez des parasitoïdes : prise en compte d'une surface " trade-off " en trois dimensions

Eric Wajnberg * ¹, Michal Segoli *

2

¹ Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement – INRAE – France

² Mitrani Department of Desert Ecology, SIDEER, BIDR, Ben-Gurion University of the Negev, Sede Boqer campus – Israël

Les insectes parasitoïdes ont depuis longtemps été considérés comme d'excellents modèles pour l'étude de l'évolution des traits d'histoire de vie. La capacité reproductrice d'une femelle parasitoïde est considérée comme étant habituellement limitée par deux principaux facteurs : la disponibilité en œufs à pondre (qualifiée de " egg-limitation ") et le temps nécessaire pour trouver des hôtes disponibles (qualifiée de " time-limitation "). Parmi l'ensemble des facteurs environnementaux pouvant influencer le risque relative d'être plutôt limité en œufs ou en temps, un nombre abondant d'hôtes disponibles devrait offrir aux femelles plus d'opportunités de ponte, et ces femelles devraient donc être sélectionnées pour investir davantage dans la production d'œufs. La disponibilité en nourriture joue probablement également un rôle important. Une limitation en sucre devrait réduire la longévité des femelles, et ceci devrait donc les sélectionner pour investir davantage dans d'importantes ressources énergétiques au début de leur vie. A notre connaissance, l'effet combiné de la disponibilité à la fois en hôtes et en nourriture sur l'optimisation de l'allocation dans des traits d'histoire de vie n'a jamais été étudié chez les parasitoïdes. Nous avons donc développé un modèle théorique étudiant leurs effets simultanés en se fondant sur une surface " trade-off " à trois dimensions entre la longévité, la fécondité et la taille des œufs produits par les femelles. Le modèle est construit autour de procédures de Monte Carlo simulant le comportement de recherche et d'exploitation d'hôtes de femelles pro-ovogéniques dans un environnement où à la fois des hôtes et de la nourriture sont présents. Le modèle est utilisé pour identifier quelles stratégies reproductives devraient être sélectionnées dans des situations environnementales différant en terme de quantité d'hôtes et de nourriture disponibles. Les résultats obtenus permettent de vérifier de simples prédictions. Cependant, des prédictions plus élaborées ont également été obtenues, notamment lorsque des interactions entre différents facteurs et leurs effets sur la surface " trade-off " à trois dimensions sont considérées. Par exemple, l'investissement dans la production d'œufs devrait augmenter avec la disponibilité en hôtes, mais cet effet devrait être plus prononcé lorsque la nourriture est abondante. De même, les femelles parasitoïdes devraient investir moins dans leurs ressources énergétiques en début de vie lorsque la nourriture est abondante dans l'environnement, mais ceci ne semble être une stratégie pertinente que lorsque les hôtes sont présents également de manière abondante. Les femelles devraient par ailleurs produire de gros œufs seulement dans des environnements où les hôtes sont peu abondants et où la nourriture est facilement disponible, c'est-à-dire dans des

*Intervenant

environnements où il n'est pas nécessaire d'investir dans de fortes fécondités ou d'importantes ressources énergétiques en début de vie. Ces résultats soulignent la complexité des stratégies évolutives en terme de traits d'histoire de vie lorsque plusieurs " trade-off " agissent sur plusieurs traits simultanément.

Système d'appariement d'un mâle parasitoïde : des comportements sexuels individuels à l'appariement assortatif

Blandine Charrat * ¹, Isabelle Amat ¹, Emmanuel Desouhant ¹, Dominique Allainé ¹

¹ Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive – Université Claude Bernard - Lyon I – France

Le système d'appariement conditionne le nombre d'accouplements qu'un organisme sexué a au cours de sa vie. C'est donc un élément clef de la fitness individuelle et impliqué dans les processus liés à la sélection sexuelle. Une compréhension fine des conséquences écologiques et adaptatives du système d'appariement requiert une étude des comportements reproducteurs, des coûts et bénéfices associés et des critères sur lesquels les choix de partenaires reposent. Ces choix peuvent résulter, au niveau populationnel, en des patrons d'appariement non aléatoires qui définissent la trajectoire évolutive, c'est-à-dire la direction et l'intensité de la sélection (sexuelle et naturelle). L'objectif de notre étude a été de caractériser les comportements sexuels des mâles chez un parasitoïde et d'étudier les patrons d'appariement qui peuvent en résulter. Le modèle d'étude choisi est la guêpe parasitoïde haplodiploïde *Venturia canescens*. Cette espèce présente des caractéristiques qui en font un modèle pertinent. Les femelles sont monoandres et les mâles sont supposés polygynes. Les mâles présentent des variations de taille pouvant être un indicateur de qualité et enfin les mâles et les femelles se rencontrent sur des lieux de rendez-vous suggérant des variations de densité et donc de compétition entre mâles. Ainsi dans une première série d'expériences, nous avons étudié les comportements reproducteurs des mâles et les coûts associés en termes de longévité et de succès reproducteur. Dans une deuxième série d'expériences, au niveau populationnel, nous avons étudié les variations d'appariement assortatif par la taille et de l'intensité de la sélection sexuelle en relation avec la sexe-ratio opérationnelle, utilisée comme un proxy de la compétition intra-sexuelle.

*Intervenant

Bugs smell and birds prey, an unforeseen interaction

Ivan Hiltbold * ¹, Greg Shriver ²

¹ Agroscope – Suisse

² University of Delaware – États-Unis

For long, it was widely accepted that the highly acute vision of birds was one key to their success. Yet, in the recent years, pioneers have demonstrated that bird can also smell and that they do rely on this sense as much, or sometimes more, as on their vision to grasp details on their environment, details used to locate their nests or food. Despite the growing body of literature documenting the usage of the sense of smell in birds, it remained unclear if they could anticipate the presence of prey based on indirect cues. In a series of field experiments, the response of birds to volatile organic compounds typically emitted by maize plants damaged by insect pests. Dispensers attached to a plant were emitting an artificial blend of maize volatile organic compounds dissolved in an organic solvent; solvent alone served as control. To monitor bird predation, plasticine caterpillars were pinned on the plant with the dispenser as well as on the four surrounding plants. Bird pecks on the fake caterpillars were recorded twice during one week. Significantly more bird predation was recorded on imitation caterpillars with volatile dispensers than on the plasticine insects on plants without plant cues. The intensity of predation was also higher when the birds were exposed to the dispensers with volatiles than to the control dispensers. As the first demonstration of bird response to herbivore induced plant volatiles in field crops, these experiments underline the import role played by birds in insect regulation. Often considered as pest in field crop birds may serve as beneficials under certain circumstances. Either by adopting agroforestry practices or by providing artificial shelter, favoring the presence of certain species of birds may result in an important or unexpected ecosystem service adopted in more sustainable agricultural practices.

*Intervenant

Relation entre la température et l'activité comportementale des parasitoïdes de pucerons en début de saison

Louise Ferrais * ¹, Anaëlle Vriamont ¹, Brice Denis ¹, Loulou Albittar ¹, Kevin Tougeron ¹, Thierry Hance ¹

¹ Earth and Life Institute, Ecology and Biodiversity, Université catholique de Louvain, 4-5 Place Croix-du-Sud, B-1348 Louvain-la-Neuve – Belgique

Le développement d'une méthode de lutte alternative aux pesticides pour le contrôle des ravageurs, notamment en vergers, est de plus en plus recherché tant pour son aspect bénéfique sur l'environnement que sur la santé humaine. Cependant, dans les vergers de pommiers, l'arrivée des ravageurs est précoce au début du printemps, lorsque la température est encore faible. Or, il existe un décalage naturel entre la dynamique des ravageurs et celle de leurs ennemis naturels qui sont présents plus tardivement. Cette différence de dynamique pourrait être liée à l'impact des températures sur ces différents insectes. En effet, les basses températures pourraient avoir une influence sur le comportement et les activités des parasitoïdes de *Dysaphis plantaginea*, le puceron cendré du pommier, telles que la recherche d'hôtes au sein de l'environnement, la détection de plantes montrant des signes d'infestation, ainsi que la reconnaissance et le parasitisme de l'hôte.

Les objectifs de l'étude sont (1) d'évaluer les capacités de résistance au froid (CTmin) à la fois du puceron cendré du pommier et de son parasitoïde *Aphidius matricariae* ; (2) d'étudier le comportement de locomotion, de vol et d'oviposition du parasitoïde à différentes températures (8°C, 10°C, 15°C et 20°C) ; et (3) d'étudier le temps de développement de *D. plantaginea* à ces différentes températures.

Nous avons observé que le puceron cendré était plus résistant au froid que le parasitoïde étudié (1,4 à 1,9 °C de plus en moyenne). Concernant le comportement du parasitoïde, il est très peu actif (marche et vol) sous les 15°C et le parasitisme est fortement réduit sous les 10°C. Enfin, le taux de développement du puceron cendré augmente de façon non linéaire avec la température dans la gamme de températures allant de 5°C à 26°C, mais une mortalité précoce est observée pour les températures extrêmes (5°C et 35°C). Ces éléments peuvent expliquer la faible capacité des ennemis naturels à réguler les populations de pucerons en vergers, en début de saison en Europe. Ils ouvrent de nouvelles pistes d'amélioration des souches de parasitoïdes par la manipulation de leur tolérance thermique ou de celle de leurs hôtes.

Température, parasitoïdes, lutte biologique, vergers

*Intervenant

Histoire évolutive des Chalcidiens, 150 Millions d'années de transformation morphologique, convergence et traits de vie

Jean-Yves Rasplus * ¹

¹ UMR CBGP, Montpellier – INRAE – France

With ca 30,000 described species, Chalcid wasps (CW) are hyperdiverse and play paramount role in terrestrial ecosystems by regulating other insects. Thus far, the evolutionary history of CW remains poorly understood. We sampled all CW lineages and used ca 1000 UCEs to reconstruct the phylogeny of CW. I will discuss 1) the cataclysmic change our study brings to CW taxonomy, 2) the age and tempo of their radiation and 3) the role of biological innovations on disparity and diversification rates as well as on the ability of CW to disperse to new biogeographical regions.

*Intervenant

Using several types of observers to better understand the evolution of visual defenses against predators in insects

Mónica Arias * ¹, Cynthia Tedore ², Doris Gomez ¹, Violaine Llaurens ³

¹ Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive – Université de Montpellier : UMR5175, Institut de Recherche pour le Développement : UMR5175, Université Paul-Valéry - Montpellier 3 : UMR5175, Ecole Pratique des Hautes Etudes : UMR5175), Université Paris sciences et lettres, Centre international d'études supérieures en sciences agronomiques : UMR5175, Institut national d'études supérieures agronomiques de Montpellier, Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR5175, Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement : UMR5175, Ecole Pratique des Hautes Etudes : UMR5175 – France

² University of Hamburg – Allemagne

³ Muséum national d'Histoire naturelle – CNRS UMR7205, CNRS : UMR7205 – France

Predation exerted by birds on terrestrial insects is one of the most important selective pressures shaping insects' visual appearances. Experiments in the field and under controlled conditions using real birds have been useful to decipher the mechanisms behind selection for antipredatory visual signals. However, the amount of parameters that can be tested simultaneously is often limited when using live birds. As original and powerful alternatives, I will show three examples where we used two types of visual surrogate predators to better understand insects' response to selection by visual predators : humans in citizens science experiments and artificial networks. I will discuss the benefits and limitations of using these proxies of avian predators to understand insects' evolution.

*Intervenant

Host-dependent dimorphism of *Aprostocetus celtidis*, a parasitoid of the viburnum leaf beetle *Pyrrhalta viburni* and the elm leaf beetle *Xanthogaleruca luteola*

Gaylord Desurmont * ¹, Marion Issalis ¹, Nicolas Lambin ¹, Fatiha Guermache ¹, Marie-Claude Bon ¹

¹ European Biological Control Laboratory (EBCL USDA ARS) – USDA ARS – France

The viburnum leaf beetle and the elm leaf beetle are both leaf beetle species native to Eurasia and invasive in North America. The eulophid *Aprostocetus celtidis* has been reported in the literature attacking the two species, although the ecology and timing of egg availability of the two beetle species differs greatly. Eggs of the viburnum leaf beetle are the overwintering life stage: they are laid in cavities dug in the twigs of viburnum plants and are protected by a frass-like secretion; they are available in the field from June to March. Eggs of the elm leaf beetle do not overwinter, they are laid directly on the surface of leaves and are available in the field from May until August. Recent surveys and genetic analyses conducted in the context of a biological control program against the viburnum leaf beetle have revealed that *A. celtidis* females that emerge from viburnum leaf beetle always have a short ovipositor. On the other hand, *A. celtidis* females that emerge from elm leaf beetle have most often an elongated ovipositor. These morphological differences were not associated with any pattern of genetic differences, and it is clear that females with short and long ovipositors belong to a single species. It is therefore likely that *A. celtidis* has two generations per year, one spring generation on elm leaf beetle eggs and one summer generation on viburnum leaf beetle eggs. In this context, we hypothesize that there is an ecological function to the host-dependent dimorphism in ovipositor size in *A. celtidis* females. Females emerging from viburnum leaf beetle eggs in the spring do not need a long ovipositor as they parasitize elm leaf beetle eggs that are directly exposed on leaves; on the other hand, females emerging from elm leaf beetle eggs would benefit from a longer ovipositor to parasitize the well-protected eggs of viburnum leaf beetle. These findings illustrate the complexity and plasticity of egg parasitoids life strategies.

*Intervenant

Parthénogenèse thélytoque à faible fréquence chez la guêpe parasitoïde *Cotesia typhae*

Claire Capdevielle-Dulac * ¹, Romain Benoist ¹, Laure Kaiser ¹, Florence Mougel ¹

¹ Evolution, génomes, comportement et écologie – Institut de Recherche pour le Développement, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR9191, Université Paris-Saclay – France

Les Hyménoptères sont des organismes haplodiploïdes qui, contrairement à la plupart des autres Arthropodes, ne possèdent pas de chromosomes sexuels. Le déterminisme du sexe se fait donc généralement via la ploïdie des individus : les œufs haploïdes se développent en mâles et les œufs diploïdes en femelles. Ce mode de reproduction arrhénotoque, où les mâles haploïdes sont produits par parthénogenèse, et les femelles diploïdes sont produites par reproduction sexuée, est considéré comme le mode de reproduction ancestral chez les Hyménoptères. Cependant, plusieurs événements de transition vers la thélytoquie (femelles diploïdes produites par parthénogenèse) ont été observés chez les Hyménoptères, conduisant dans la plupart des cas à des populations ou des espèces totalement thélytoques. Or nous présentons ici le cas de *Cotesia typhae* (Fernandez-Triana), un Braconidae qui produit des femelles parthénogénétiques en faible fréquence. Le phénotypage de femelles vierges de deux lignées de laboratoire et d'une population sauvage ont montré que cette fréquence est variable, et que ce rare phénomène de thélytoquie se produit dans les lignées d'élevage mais aussi dans la nature. Nous avons également observé que des femelles de laboratoire accouplées produisent quelques filles par parthénogenèse parmi une majorité de filles produites sexuellement. Une analyse génotypique de filles de femelles vierges hétérozygotes nous a permis de mettre en évidence que la thélytoquie chez *C. typhae* se produit vraisemblablement via un mécanisme d'automixie par fusion centrale. Bien que ce mécanisme conduise à une augmentation du taux d'homozygotie au cours des générations, il permet le maintien de certaines régions génomiques hétérozygotes, en particulier à proximité des centromères. La caractérisation de l'origine de la thélytoquie chez *C. typhae* (génétique ou bactérienne) demande davantage d'expérimentations. Le cas inhabituel de thélytoquie à faible fréquence chez cette espèce constitue un nouvel exemple de la diversité fascinante qui existe dans les systèmes de déterminisme du sexe chez les Arthropodes.

*Intervenant

Exploitative competition for floral resources reduces sugar intake but differently impacts the foraging behaviour of two non-bee flower visitors

Emma Jeavons *^{1,2}, Ondine Chevrie¹, Cécile Le Lann¹, David Renault^{3,4},
Maëva Floch¹, Thomas Bourgeois¹, Rémi Bodiguel¹, Thierry
Fontaine-Breton¹, Joan Van Baaren¹

¹ University of Rennes, CNRS, ECOBIO [(Ecosystèmes, biodiversité, évolution)] - UMR 6553, Rennes, France – University of Rennes, CNRS – France

² Laboratoire de biologie végétale Yves Rocher, La Croix des Archers, 56200 La Gacilly – Yves Rocher – France

³ University of Rennes, CNRS, ECOBIO [(Ecosystèmes, biodiversité, évolution)] - UMR 6553, Rennes, France – University of Rennes, CNRS – France

⁴ Institut Universitaire de France, 1 Rue Descartes, Paris, France – Institut universitaire de France – France

Identifying which behavioural strategies maximize individual fitness is a key question in ecology. Organisms are known to adapt their foraging behaviour to their environment in response to abiotic and biotic constraints, such as the distribution of resources or the presence of competitors. For instance, bees are known to avoid recently visited flowers and thus focus their foraging on more rewarding patches. Whether other flower-visiting insects adapt their foraging behaviour in response to exploitative competition for floral resources remains unknown. Here, we asked if a predatory hoverfly (*Episyrphus balteatus*) and a parasitoid (*Aphidius colemani*) 1) are physiologically impacted by flower resource limitation following exploitation of the flower by a competitor (either *Bombus terrestris* or *E. balteatus*); 2) have the ability to discriminate flowers that were previously exploited by a competitor; and 3) modify their foraging behaviour accordingly. *Episyrphus balteatus* and *A. colemani* individuals foraging on previously exploited flowers were found to be less concentrated in sugar compounds, especially in fructose and glucose, suggesting that previously exploited flowers contained less available sugars. Nevertheless, individuals did not avoid previously exploited patches in the choice experiment. On the contrary, *E. balteatus* females preferentially landed on inflorescences that had previously been exploited by conspecifics (but not by *B. terrestris*), while *A. colemani* did not show preferences between either inflorescence. However, female hoverflies spent more time feeding on unexploited patches, suggesting that exploited patches were resource limited. To our knowledge, this study provides the first evidence of the use of social cues among *E. balteatus* individuals in food foraging strategies. It also shows that insects that have lower nectar requirements relatively to other flower-visiting insects can still suffer from heavy exploitative competition. Such results may have applied consequences for the understanding of natural enemy conservation, in particular in agroecosystems where competition with honeybees may be important.

*Intervenant

Le statut d'accouplement et l'âge des mâles influencent le sex-ratio de la descendance chez la femelle d'*Apanteles myeloenta* Wilkinson

Jean-Sébastien Pierre * ^{1,2,3}, Hossein Kishani Farahani ⁴, Joan Van Baaren ₂

¹ Ecosystèmes, biodiversité, évolution – INEE, Université de Rennes 1, CNRS : UMR6553, Observatoire des Sciences de l'Université de Rennes – France

² UMR 6553 Ecobio, Université de Rennes 1-CNRS – CNRS-Université de Rennes 1 – France

³ Université de Rennes 1-CNRS – UMR-CNRS 6118, Université de Rennes 1, France – France

⁴ University of Teheran – Iran

A. Myeloenta est un des plus importants parasitoïde larvaire de la pyrale de la caroube dont la chenille infeste la caroube et la grenade. C'est une espèce solitaire, koinobionteet synovogénique. Lorsque leur effectif est accru par lâcher augmentatif, cela cause une réduction substantielle des populations de cette pyrale. Nous étudions l'effet du statut d'accouplement et de l'âge de mâles mis en compétition pour une femelle, sur le sex-ratio des descendants de celle-ci. Le père des descendants femelle est le vainqueur de la compétition. Dans l'expérience sur le statut d'accouplement, la paire de mâles mis en compétition peut être composée soit de deux mâles vierges, soit de deux mâles s'étant déjà accouplés, soit d'un mâle vierge et d'un mâle accouplé. Le sex ratio des descendants est équilibré lorsque le vainqueur de la compétition est un mâle vierge, et au contraire biaisé en faveur des mâles lorsqu'il s'agit d'un mâle déjà accouplé. Ce résultat est le même quelque soit la composition de la paire mise en compétition. Dans l'expérience où l'âge du mâle varie, la compétition concerne un individu âgé de un, deux, trois ou quatre jours face à chaque âge possible du second. Il apparait tout à fait nettement que le sex-ratio des descendants dépend strictement de l'âge du mâle vainqueur. Il est d'autant moins biaisé en faveur des mâles que le mâle vainqueur est plus jeune. Il n'y a cependant plus de différence significative entre les sex-ratio des descendants des mâles âgés de trois et quatre jours. Il est de l'ordre de 0.3. Sachant que les femelles ont la maîtrise du sex-ratio de leur descendance, cela ouvre d'intéressantes questions quant à la manière dont elle décide de leur allocation aux deux sexes en fonction de la nature du partenaire. Ces résultats peuvent également être utiles à la conduite des élevages en vue d'obtenir un maximum de femelles infestantes.

*Intervenant

Effets sublétaux d'un insecticide, le pyriproxifène, sur le comportement d'exploitation des hôtes par les femelles d'un hyménoptère parasitoïde, *Eupelmus vuilleti*

Solène Liégeois * ¹, Manon Delaunay ¹, Charlotte Lécureuil ¹, Marlène Goubault ¹

¹ Institut de recherche sur la biologie de l'insecte – CNRS : UMR7261, Université de Tours – France

Les insecticides sont couramment utilisés pour combattre les populations d'insectes ravageurs et celles des vecteurs de maladie. Ils peuvent cependant avoir de multiples effets non intentionnels et affecter des espèces non ciblées. L'évaluation de leurs impacts sur les processus physiologiques et comportementaux des insectes bénéfiques est ainsi nécessaire pour avoir une meilleure vision de la diversité et de la nature des effets sur ces espèces. Ici, nous nous sommes intéressées à l'effet de doses sublétales du pyriproxifène, un insecticide perturbateur endocrinien analogue de l'hormone juvénile, sur le comportement d'exploitation de l'hôte par les femelles d'*Eupelmus vuilleti* (Hymenoptera : Eupelmidae), ectoparasitoïde solitaire de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae), ravageurs des graines de niébé, *Vigna unguiculata* (Fabacea). Pour cela, nous avons mesuré l'effet de différentes doses de pyriproxifène sur la fertilité et la survie des femelles parasitoïdes. Puis, nous avons testé les effets de différentes doses sublétales de cet insecticide sur leur capacité discriminatoire et d'exploration. Enfin, nous nous sommes intéressées aux effets sur l'agressivité des femelles lorsqu'elles se battent pour exploiter un hôte. Les résultats de cette étude soulignent l'importance d'étudier la diversité des possibles effets sublétaux non-intentionnels des pesticides sur les espèces auxiliaires des cultures. Mots clés : perturbateur endocrinien, fertilité, stratégies comportementales, insecte non-cible

*Intervenant

Does a contaminated environment prevent the ant *Myrmica rubra* from scavenging dead insects ?

Hugo Pereira * ¹, Romain Willeput , Claire Detrain ²

¹ Service d'Ecologie Sociale (USE) – Belgique

² Service d'Ecologie Sociale (USE) – Ecologie Sociale - CP 231 Université Libre de Bruxelles (ULB)
Campus Plaine, Boulevard du Triomphe Batiment NO, niveau 5 (Building NO level 5) B-1050
Bruxelles, Belgique

Many ant species hunt and scavenge other small insects that they can find in the environment. During these foraging sessions, they may encounter a wide range of parasites and pathogens outside the nest, such as entomopathogenic fungi. We already know that the opportunistic scavenging ant *Myrmica rubra* is able to assess the sanitary state of food and to discriminate an insect cadaver which has died from infection by the entomopathogenic fungus *Metarhizium brunneum*. This filter avoids retrieving infected prey inside the nest, what could lead to disease outbreaks. However, we still ignore whether the foraging decision of ants can also be influenced by the sanitary state of the surrounding environment. Here, we investigate whether sporulating items located in the vicinity of palatable food can influence the foraging activity of ants, both at the individual and collective level. In a Y-maze, *Myrmica rubra* ants had the choice to forage on two prey patches, one of which containing sporulating items. Unexpectedly, we found that the nearby presence of sporulating bodies did not prevent individual foragers from exploring and retrieving palatable prey. They also spent the same amount of time on each foraging area and developed spatial fidelity regardless of the presence of sporulating items. Likewise, at the collective scale, ant colonies explored and exploited both prey patches equally, without further mortality resulting from foraging on the contaminated area. Thus, a contamination by entomopathogenic conidia did not prompt *M. rubra* foragers to actively avoid the area, their retrieval decision being based primarily on the characteristics of the food. Generalist entomopathogenic fungi such as *M. brunneum* in the nest surroundings appear more to be of a nuisance to ants than a major selective force driving them to adopt avoidance strategies.

*Intervenant

Secondary extinctions in ecological networks

Dirk Sanders * ¹

¹ Environment and Sustainability Institute, University of Exeter – Royaume-Uni

Human impact is causing high rates of species extinctions, threatening the continued provision of many important ecological functions such as pest control and pollination. Ecological interaction networks are a brilliant tool to map species interactions in complex communities with theory predicting that initial species loss through human stressors can lead to further extinctions of other species from such networks. My research aims to understand the forces that lead to specific network structures and how these structures can buffer against cascades of secondary extinctions.

*Intervenant

Les déterminants de la diversité taxonomique, fonctionnelle et phylogénétique des assemblages d'araignées sont multi-échelles dans les agroécosystèmes

Ronan Marrec * ¹, Denis Lafage ², Julien Pétilion ³

¹ Ecologie et Dynamique des Systèmes Anthropisés – Université de Picardie Jules Verne, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7058, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7058 – France

² UMR CNRS Écosystèmes, Biodiversité, Evolution, Université de Rennes – Université de Rennes I – France

³ UMR CNRS Écosystèmes, Biodiversité, Evolution, Université de Rennes – Université de Rennes I – Rennes, France

L'intensification de l'agriculture a profondément affecté la biodiversité dans les paysages agricoles, tant d'un point de vue taxonomique, que fonctionnel et phylogénétique. C'est notamment le cas des arthropodes prédateurs, induisant une détérioration du service de contrôle biologique et ainsi une limitation du potentiel de protection intégrée des cultures. Parmi les taxa affectés, les araignées (Arachnida : Araneae) sont d'importants prédateurs généralistes mais qui ont reçu moins d'attention que d'autres taxa de guildes équivalentes comme les carabiques (Coleoptera : Carabidae). Nous avons conduit un échantillonnage des araignées en 2018 dans 40 parcelles de blé tendre d'hiver distribuées dans trois régions du nord-ouest de l'Europe (Bretagne, Hauts-de-France et Wallonie), et au sein de chaque région, le long d'un gradient de complexité paysagère. Nous avons analysé l'influence de métriques paysagères (grain, continuités boisées et culturelles) et locales (bordure de type haie ou bande enherbée, et distance à la bordure) sur plusieurs indices de diversité taxonomique, fonctionnelle et phylogénétique des communautés, en considérant les espèces dominantes ('mass-ratio effects') ou subordonnées ('richness effect'). Nos résultats mettent en évidence que les diversités taxonomique, fonctionnelle et phylogénétique sont systématiquement plus élevées dans les bordures de champs et diminuent à mesure que la distance à la bordure s'accroît, mais ne varient pas toujours en fonction du type de bordure. Par ailleurs, les espèces dominantes et subordonnées répondent de manière différente à ces paramètres environnementaux. Les paramètres paysagers affectent en moindre mesure et de manière contrastée les trois niveaux de diversité.

*Intervenant

An experimental test on the relative role of natural enemy diversity and intraguild predation on herbivore dynamics

Karim Tighiouart ¹, Dirk Sanders ², Enric Frago ^{* 3}

¹ UMR PVBMT – Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement [CIRAD] – France

² University of Exeter – Royaume-Uni

³ UMR CBGP – INRAE – France

Natural enemy diversity usually relates positively with herbivore suppression, but this effect can be reversed when natural enemies engage in antagonistic interactions like intraguild predation (i.e. two predators feed on each other and on a shared resource). The mechanisms driving this relationship are poorly understood and experimental demonstrations are lacking. We worked with a community of four herbivores and four natural enemies, some engaging in intraguild predation. This community was manipulated to create a gradient of natural enemy diversity, replicated and monitored over several months. We hypothesise that the number of predatory links will relate positively with herbivore suppression, but that this effect will be dampened when intraguild predation links are present. Our results revealed that herbivore suppression was mostly driven by few, highly-influential species, with strong impacts on overall community dynamics. Our work reveals experimentally that the structure of natural enemy networks can determine the dynamics of terrestrial communities, and the services these communities provide, particularly pest biocontrol.

*Intervenant

Changements de régime alimentaire et potentiel de biocontrôle des communautés de carabes au cours de la saison de blé d’hiver.

Ambre Sacco–Martret De Préville ^{* 1}, Michael Traugott ², Karin Staudacher ², Manuel Plantegenest ¹, Elsa Canard ¹

¹ Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes – Université de Rennes 1 : UMR1349, Université de Rennes, Agrocampus Ouest : UMR1349, Institut national d’enseignement supérieur pour l’agriculture, l’alimentation et l’environnement, Institut National de Recherche pour l’Agriculture, l’Alimentation et l’Environnement : UMR1349, Institut national d’enseignement supérieur pour l’agriculture, l’alimentation et l’environnement, Institut national d’enseignement supérieur pour l’agriculture, l’alimentation et l’environnement – France

² Mountain Agriculture Research Unit, Institute of Ecology, University of Innsbruck, Technikerstraße 25, 6020 Innsbruck, Austria – Autriche

Les carabes sont des prédateurs abondants et diversifiés des agrosystèmes et sont considérés comme de précieux agents de biocontrôle des ennemis des cultures. Si on dispose de nombreuses connaissances sur la consommation de ravageurs des quelques espèces de carabe les plus abondantes, on en sait peu sur l’importance des proies alternatives qui permettent aux populations de carabe de se maintenir en l’absence de ravageurs. Les méthodes d’analyse moléculaire de contenu stomacal sont idéales pour établir les interactions proie-prédateur mais à ce jour aucun suivi temporel du régime alimentaire des carabes n’a jamais été effectué.

Dans le cadre de notre étude, des carabes adultes ont été capturés grâce à des pièges barber dans des champs conventionnels de blé d’hiver, dans 5 départements français, de novembre 2018 à juin 2019 et leur régime alimentaire a été déterminé par multiplex PCR. De l’ADN de proies a été détecté avec succès dans 80% des carabes collectés. Le taux de détection des ravageurs était bas, 8.1% pour les limaces et 9.6% pour les pucerons. Le taux de prédation intraguilde et de consommation de décomposeurs étaient bien plus importants, 23.8% pour les araignées, 37.9% pour les vers de terre et 64.6% pour les collemboles. A l’échelle de la communauté, des changements dans le régime alimentaire (*switch*) ont été observés : la consommation de ravageurs et de prédation intraguilde augmentaient au cours de la saison du blé, en accord avec leur disponibilité dans le milieu, tandis que celle des décomposeurs diminuait. Par ailleurs les différents genres de carabes avaient des variations distinctes de régime alimentaire au cours de la saison culturale, ce qui laisse suggérer une complémentarité temporelle des services de biocontrôle entre les différents taxons.

Les analyses moléculaires ont révélé des niveaux élevés de consommation de décomposeurs, soulignant l’importance des proies alternatives dans le maintien des populations d’ennemis naturels dans les agrosystèmes et leur effet indirect positif sur les services de biocontrôle lors des infestations de ravageurs. L’analyse moléculaire du contenu stomacal a permis d’identifier les genres de carabes les plus efficaces pour la lutte biologique et a montré un renouvellement de ceux-ci au cours du temps, ce qui suggère que la plupart des genres de carabes participe à la régulation des ravageurs avec une efficacité dépendante de la saison. Dans l’ensemble, l’abondance et la diversité des carabes devraient être encouragées pour promouvoir la lutte biologique.

*Intervenant

Bioaccumulation of pesticides in a prey-predator system

Léa Tison * ¹, Denis Thiéry ²

¹ Unité Mixte de Recherche Santé et Agroécologie du Vignoble – Institut national de recherche pour l’agriculture, l’alimentation et l’environnement (INRAE) : UMR1065 – France

² Unité Mixte de Recherche Santé et Agroécologie du Vignoble – Institut national de recherche pour l’agriculture, l’alimentation et l’environnement (INRAE) : UMR1065 – France

The transfer of contaminants in trophic networks is of real concern and yet only partially investigated in terrestrial ecosystems. Most biocontrol methods used in agriculture to reduce the use of pesticides are based on the consumption of pests by predatory insects, which are themselves consumed by small mammals and birds. If the trophic chain is contaminated at its origin, the upper levels of the chain are likely to be contaminated and pesticides concentrations will likely increase at each trophic level.

This study investigates the bioaccumulation of pesticide concentrations in arthropod predation networks. Although the effect of pesticides on honeybees’ health is widely studied, nothing is known on the predators of the upper trophic chain level that consume honeybees. In this exploratory project, we focus on social honeybees, *Apis mellifera*, which are known to accumulate sublethal doses of pesticides and are intensively predated for 15 years in Europe by the invasive yellow-legged Asian hornet, *Vespa velutina*, since its introduction in southwest France. Taking advantage of this particular prey-predator system, we study for the very first time the bioaccumulation of different pesticides commonly used in different environments all belonging to agroecosystems (vineyard, forest, farmland) in an insect predator species. We first developed a method of extraction and quantification of pesticides residues in single hornet individuals by HPLC-MS/MS. We started by analyzing adults from 26 hornets’ nests and found cocktails of different pesticides (2 herbicides, 14 fungicides, 6 insecticides, 1 synergist) at concentrations up to 20 ng/g. In order to study more deeply the bioaccumulation of metals and pesticides in the trophic chain, we now analyze pesticides residues, trace metals and marking metals in honey bees and Asian hornets collected in contrasted agro-ecosystems. This study will allow us to understand the bioaccumulation of pesticides in pollinating insects and their predators. More largely, it will also allow us to understand the transfer and bioaccumulation of pesticides in terrestrial trophic systems.

*Intervenant

Effets de bandes de couvert d'interculture sur les communautés de carabes et sur le potentiel de régulation des ravageurs dans les champs de maïs

Coralie Triquet * ¹, Alexander Wezel ¹, Aurélie Ferrer ¹

¹ Agroécologie et Environnement [ISARA Lyon] – ISARA-Lyon – France

L'intensification de l'agriculture, avec la simplification du paysage et la réduction des habitats semi-naturels est connue pour contribuer au déclin des arthropodes et de leurs services écosystémiques associés. Augmenter la diversité végétale dans et autour des parcelles cultivées, grâce aux pratiques et infrastructures agroécologiques, est une approche prometteuse pour favoriser la présence d'arthropodes, et augmenter la régulation naturelle des ravageurs par les arthropodes prédateurs. Cependant, pour les cultures très sensibles à la concurrence comme le maïs, l'agencement spatial des plantes ajoutées dans les parcelles est important à prendre en compte pour éviter les pertes de rendement. Dans ce cadre, nous avons expérimenté une pratique innovante, facile à insérer dans les systèmes de culture existants, pour favoriser les arthropodes prédateurs dans les champs de maïs. Cette pratique repose sur la préservation d'une bande de couvert d'interculture au milieu de la parcelle qui est maintenue pendant toute la culture du maïs et vise à fournir un habitat non ou peu perturbé pour les arthropodes. Nous avons évalué la capacité de ces bandes à favoriser la dispersion des arthropodes rampants et leur activité de prédation dans la culture. Le suivi de l'activité-densité et de la richesse des arthropodes rampants, ainsi que des taux de prédation, a été effectué dans la bande, dans la zone cultivée et en bordure de champ, sur 12 parcelles d'agriculteurs en 2019 et 2020. Nos résultats montrent que l'activité-densité cumulée des principaux arthropodes rampants et des carabes, ainsi que les taux de prédation étaient globalement plus élevés dans la bande que dans la culture ou la bordure du champ. Aucun effet de bordure sur le nombre cumulé d'arthropodes ou sur le total des carabes n'a été observé dans la culture, mais nous avons observé une diminution de l'activité-densité des espèces *Poecilus cupreus* et *Pterosticus melanarius* avec l'augmentation de la distance à la bande. De même, les taux de prédation étaient nettement plus élevés dans les zones proches de la bande. L'analyse de la composition de la communauté des carabes a permis de décrire la distribution spatio-temporelle des espèces et de leurs traits de vie dans les parcelles. Nos résultats démontrent que la conservation d'une bande de couvert d'interculture au centre des parcelles de maïs peut être une pratique efficace pour la conservation de la biodiversité dans les paysages agricoles et pour augmenter le potentiel service de régulation des ravageurs au sein des cultures. Mots clés : Carabes, prédation, pratique agroécologique, traits de vie

*Intervenant

Caractérisation des interactions écologiques autour du charançon du bananier

Paul Tresson * ^{1,2}, Philippe Tixier ¹, William Puech ², Dominique Carval ¹

¹ Fonctionnement écologique et gestion durable des agrosystèmes bananiers et ananas – Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement – France

² Laboratoire d'Informatique de Robotique et de Microélectronique de Montpellier – Université de Montpellier : UMR5506, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR5506 – France

La qualification et la quantification des interactions sont nécessaires à la bonne compréhension d'une communauté écologique. Plusieurs méthodes sont possibles pour obtenir des informations sur les réseaux écologiques et durant les dix dernières années, l'utilisation de séquences d'images s'est popularisée car elle permet une description détaillée des interactions des différentes espèces observées.

Le charançon noir *Cosmopolites sordidus* est le principal ravageur du bananier à l'échelle mondiale. La femelle pond des œufs sur le bulbe des bananiers et dans lequel les larves génèrent des dégâts internes menant à des pertes de rendements importantes. Malgré son importance et son omniprésence dans la ceinture tropicale depuis plus de 50 ans, le contrôle biologique du charançon reste problématique et il est nécessaire de mieux comprendre les écosystèmes dans lesquels il s'insère pour envisager sa régulation par des ennemis naturels.

Des proies sentinelles (charançons adultes et œufs) ont été déposés au sein d'un réseau de parcelles puis surveillées par des caméras en time-lapse. Nous avons ainsi collecté 300 000 images correspondant à 3 000 heures d'observations. Afin d'en faciliter l'analyse, ces séquences d'images sont traitées automatiquement par soustraction de fond pour isoler les éléments mobiles passant dans le cadre (dont les animaux). Il est alors possible d'identifier efficacement les animaux apparaissant lors de ces expériences et de décrire précisément leurs interactions. Ainsi, les comportements alimentaires des prédateurs du charançon peuvent être décrits et quantifiés mais également les nombreuses interactions non-trophiques observées.

Au-delà de la qualification précise des interactions observées, il est également possible de les quantifier. Les interactions trophiques peuvent être quantifiées en taux de prédation mesurés lors des expériences alors que les interactions non-trophiques peuvent se mesurer en temps de cooccurrence des différentes espèces.

L'utilisation d'images a permis l'identification de prédateurs potentiels du charançon et la compréhension de la régulation qu'ils peuvent fournir mais également de les replacer dans un réseau d'interactions plus large permettant une description plus complète de la communauté des écosystèmes des bananeraies.

*Intervenant

Interannual and intra-annual dynamics of the diet of *Nebria salina* (Coleoptera Carabidae) in oilseed rape fields

Yohann Graux * ¹, Marina Querejeta Coma ², Stéphane Boyer ³

¹ Institut de Recherche sur la Biologie de l'insecte – CNRS : UMR7261 – France

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

³ Institut de recherche sur la biologie de l'insecte UMR7261 (IRBI) – Université de Tours, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7261 – Av Monge 37200 TOURS, France

Biological control of agricultural pests has the potential to lower the use of chemical inputs in crops. However, relying on naturally-occurring biological control requires a good understanding of the food webs of key predators. Carabids, for example, are generalist predators, that can comprise numerous species and can be very abundant in agroecosystems. The feeding activity of such predators gives insight into the community of prey and the efficiency of naturally-occurring biological control.

Thousands of Carabid specimens were trapped in oilseed rape (OSR) fields of the Zone Atelier Plaine et Val de Sèvre. Specimens were dissected and the content of their crop isolated for molecular analysis. We used a metabarcoding approach to study the intra-annual and inter-annual dynamics of the diet of the Carabids *Nebria salina*, a generalist predator, active during autumn and during spring in the OSR fields.

For interannual dynamics, we analyzed the diet of 20 samples per year between 2013 and 2019. Although the trapping and the conservation methods used across that timeframe were not optimal for a molecular analysis of gut contents, our results suggest that it is still possible to detect and identify predated items. Our methodology represents a new opportunity to analyse the past diet of many species for which old specimens are available.

The intra-annual dynamics of the diet were analyzed based on autumn and spring adults as well as spring larvae. This study allows to examine variations of the diet depending on life stages and the growing season of OSR. When focusing on generalist predators, such information can be used to detect potential shifts in arthropod communities that may be related to global changes, agricultural practices, land management or other factors.

*Intervenant

Ecology and Genetic Structure of the Parasitoid *Phobocampe confusa* (Hymenoptera: Ichneumonidae) in Relation to Its Hosts, *Aglais* Species (Lepidoptera: Nymphalidae)

Hélène Audusseau * ¹, Gaspard Baudrin ², Mark Shaw ³, Naomi Keehnen ⁴,
Reto Schmucki ⁵, Lise Dupont ⁶

¹ Ecosystèmes, biodiversité, évolution [Rennes] – Université de Rennes 1, UMR 6553 ECOBIO – France

² Muséum national d'Histoire naturelle – Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité, UMR 7205
ISYEB MNHN – France

³ National Museums of Scotland – Royaume-Uni

⁴ Swedish University of Agricultural Sciences – Suède

⁵ Centre for Ecology and Hydrology [Wallingford] (CEH) – Maclean Building Benson Lane, Crowmarsh
Gifford, Wallingford OX10 8BB, Royaume-Uni

⁶ Université Paris-Est Créteil Val-de-Marne - Paris 12 (UPEC UP12) – Communauté Université
Paris-Est, Université Paris-Est Créteil Val-de-Marne (UPEC) – 61 avenue du Général de Gaulle - 94010
Créteil cedex, France

The biology of parasitoids in natural ecosystems remains very poorly studied, though they are key species for their functioning. Here we focused on *Phobocampe confusa*, a Nymphalini specialist, responsible for high mortality rates in charismatic butterfly species in Europe (genus *Aglais*). We studied its ecology and genetic structure in connection with those of its host butterflies in Sweden. To this aim, we gathered data from 428 *P. confusa* individuals reared from 6094 butterfly larvae (of *A. urticae*, *A. io*, and in two occasions of *Araschnia levana*) collected over two years (2017 and 2018) and across 19 sites distributed along a 500 km latitudinal gradient. We found that *P. confusa* is widely distributed along the latitudinal gradient. Its distribution seems constrained over time by the phenology of its hosts. The large variation in climatic conditions between sampling years explains the decrease in phenological overlap between *P. confusa* and its hosts in 2018 and the 33.5% decrease in the number of butterfly larvae infected. At least in this study, *P. confusa* seems to favour *A. urticae* as host. While it parasitized nests of *A. urticae* and *A. io* equally, the proportion of larvae parasitized is significantly higher for *A. urticae*. At the landscape scale, *P. confusa* is almost exclusively found in vegetated open land and near deciduous forests, whereas artificial habitats are negatively correlated with the likelihood of a nest to be parasitized. The genetic analyses on 89 adult *P. confusa* and 87 adult *A. urticae* using CO1 and AFLP markers reveal a low genetic diversity in *P. confusa* and a lack of genetic structure in both species, at the scale of our sampling. We are pursuing this work using high-resolution genomics tools to better understand the population genetic structure of *P. confusa*, its biotic interactions with its hosts, and ultimately the stability and the functioning of natural ecosystems.

*Intervenant

Biocontrol innovations: alternatives to pesticides are in our nature

Félix Wäckers * ¹

¹ Biobest N.V. – Pays-Bas

In nature, pest and disease outbreaks are extremely rare. This is due to the complex interaction webs in natural ecosystems that tend to stabilize populations. In contrast, the simplified interaction webs in agricultural cropping systems are thought to encourage pest and disease outbreaks. By studying and understanding natural systems, we can identify novel solutions and strategies to control agricultural pests and diseases. Here I will present some examples from our own work, where basic ecological research has inspired successful biocontrol innovations. In times where "innovation" is often equated with "high tech", these examples show that substantial untapped potential remains within the field of "ecological innovations".

*Intervenant

Lutte biologique avec des parasitoïdes : de l'étude de l'écologie des insectes à l'optimisation d'un programme de lutte biologique

Estelle Postic * ¹

¹ Frais'Nat – Frais'Nat – France

Les hyménoptères parasitoïdes sont fréquemment utilisés en tant qu'agents de lutte biologique pour lutter contre des insectes causant des dégâts aux cultures. Ces insectes peuvent être élevés en masse afin d'être lâchés dans les cultures, en particulier sous serre, où la lutte biologique inondative est très répandue. Des parasitoïdes sont notamment élevés pour lutter contre diverses espèces de pucerons ravageurs de cultures maraîchères sous serre. Cependant, dans certains cas, la lutte biologique contre les pucerons est peu efficace. C'est le cas de la culture de fraises sous serre où la lutte biologique reste à optimiser pour pouvoir se passer d'insecticides de synthèse. Ainsi, en étudiant les communautés de pucerons et de parasitoïdes dans les principaux bassins de production de fraises de France, nous avons étudié les déterminants écologiques et évolutifs de l'efficacité d'un programme de lutte biologique. L'étude des communautés de pucerons et de parasitoïdes colonisant spontanément les serres a permis d'identifier les espèces les plus adaptées à la régulation des pucerons et l'existence potentielle d'interactions indirectes pouvant limiter l'efficacité de la lutte biologique. Nos travaux montrent aussi que les pucerons sont souvent infectés par des symbiotes bactériens pouvant conférer une résistance vis-à-vis des parasitoïdes lâchés. Enfin, l'analyse de la variabilité génétique au sein des populations de parasitoïdes sauvages et commercialisées a mis en évidence une différenciation génétique entre ces auxiliaires naturels et produits en masse. Cette différenciation étant associée à une perte de diversité génétique des populations commercialisées, la question leur efficacité vis-à-vis des pucerons se pose. Ces travaux ont conduit l'Association d'Organisations Producteurs nationale de fraises (AOPn Fraises de France) et la coopérative Savéol à créer leur propre élevage de parasitoïdes dédié spécifiquement au contrôle des pucerons en culture de fraises. Cet élevage unique, destiné à une filière spécifique, permettra de s'adapter aux contraintes particulières liées à la culture de fraises.

*Intervenant

Construire, maintenir, animer un Centre de Ressources Biologiques sur les parasitoïdes oophages : quels défis pour les années à venir ?

Geraldine Groussier *¹, Anael Marchand¹, Laurent Lamy¹, Sylvie Warot¹, Nadine Sellier¹, Nicolas Ris¹

¹ Institut Sophia Agrobiotech – Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7254, Institut National de Recherche pour l’Agriculture, l’Alimentation et l’Environnement : UMR1355, Université Côte d’Azur – France

Les trichogrammes sont des micro-hyménoptères parasitoïdes utilisés aussi bien comme auxiliaires de lutte biologique que comme espèces modèles en laboratoire. Malgré cette convergence d’intérêts, la diversité des trichogrammes était encore jusque récemment mal connue, et de nombreuses incertitudes demeuraient sur les contours d’espèce et la phylogénie de ce groupe. Le Centre de Ressources Biologiques " eggs parasitoid collection " (CRB Ep-Coll) a été créé en 2013 afin d’améliorer les connaissances sur la diversité génétique et phénotypique au sein des trichogrammes, en lien avec leur utilisation en lutte biologique.

Un Centre de Ressources Biologiques est une collection certifiée d’organismes ou partie d’organismes vivants et/ou morts au service de la science. Dans le cas des trichogrammes, la constitution d’une collection représentative de la diversité naturelle a fait l’objet de grandes campagnes d’échantillonnages entre 2014 et 2017. Plus de 300 populations différentes ont été échantillonnées, appartenant à 16 espèces, permettant de redéfinir la phylogénie du groupe. En routine, près de 130 populations sont maintenues vivantes dans la collection du CRB. La traçabilité des échantillons est un élément-clé : le CRB EP-Coll est certifié depuis 2018 selon la norme ISO 9001 :2015, ce qui garantit la qualité de ses processus internes et la traçabilité de l’ensemble de la collection.

En dehors de sa mission de collection, le CRB mène également des missions de recherche et développement adossées à des projets impliquant des partenaires académiques ou professionnels. Ces missions s’appuient sur les compétences de l’équipe du CRB dans des domaines tels que l’échantillonnage (élevage d’espèces-hôtes, campagnes de terrain dans différents habitats), le phénotypage (développement de protocoles), la taxonomie intégrative. Ces travaux permettent au CRB d’offrir une expertise complète pour accompagner les différents projets autour des trichogrammes.

Cependant, comme l’ensemble des acteurs de la recherche, le CRB doit effectuer l’ensemble de ses missions à moyens humains et financiers contraints, ce qui nécessite des arbitrages permanents : quelle taille optimale pour la collection de souches vivantes ? Quel équilibre entre quantité et qualité des échantillonnages ? Quelles priorités pour le développement de nouveaux protocoles ? La réponse à ces questions dépend du dialogue avec les scientifiques et les utilisateurs du CRB, présents et à venir. Envisageons une suite, et vous qu’attendriez-vous d’un CRB ?

*Intervenant

Utiliser les plantes banque pour transférer l'acarien prédateur *T. (A.) recki* afin de contrôler *Aculops lycopersici*, en culture de tomate

Benjamin Gard *¹, Amélie Bardel¹, Marie Stéphane Tixier², Martial Douin²

¹ Ctifl - Centre de Balandran – Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes – France

² Centre de Biologie pour la Gestion des Populations – Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement : UMR1062, Centre international d'études supérieures en sciences agronomiques : UMR1062, Université de Montpellier : UMR1062, Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement : UMR55, Institut de Recherche pour le Développement : UMR1062, Institut national d'études supérieures agronomiques de Montpellier, Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement – France

L'utilisation de plantes banque est un service écosystémique de plus en plus étudié pour améliorer la régulation des ravageurs par les auxiliaires. *Aculops lycopersici* est un ravageur majeur en culture de tomate. Son contrôle repose exclusivement sur des méthodes chimiques avec une efficacité insuffisante. Un acarien prédateur : *Typhlodromus (Anthoseius) recki*, endémique d'Europe, a été identifié comme potentiel agent de lutte biologique. Afin d'introduire l'acarien prédateur sur la culture, deux plantes banques ont été étudiées : *Phlomis fruticosa* et *Mentha suaveolens* ; sur lesquelles *T. (A.) recki* est présent dans le milieu naturel. Des branches prélevées sur ces plantes étaient déposées sur les plants de tomates. Le nombre est adapté pour obtenir la densité d'auxiliaires souhaitée. Deux densités ont été évaluées : 30 et 60 individus par plant de tomate. *T. (A.) recki* était introduit en même temps qu'*A. lycopersici*, et nourri avec du pollen de *Typha* (Nutrimite®) pour améliorer son installation. L'essai était conduit en serre expérimentale. Les plants de tomate étaient infestés artificiellement avec *A. lycopersici*. Les résultats mettent en évidence la présence de *T. (A.) recki* sur tomate tout au long de l'essai, bien que les effectifs restent faibles, avec moins de 5 formes mobiles observées pour 3 feuilles en moyenne. Les effectifs ne sont pas significativement différents, entre les plantes compagnes, ni entre les densités (Pairwise Wilcoxon Tests, $p > 0,05$). De plus, la présence de *T. (A.) recki* permet de contrôler efficacement l'acarien phytophage. A la fin de l'essai, les modalités avec *T. (A.) recki* sont significativement moins attaquées que le témoin et la référence chimique (Pairwise Wilcoxon Tests : $p < 0,0001$), et ne sont pas significativement différentes entre elles (Pairwise Wilcoxon Tests : $p > 0,05$). La réduction des symptômes (*i.e.* longueur de tige bronzée) varie de 89% à 99% en comparaison du témoin sans prédateur, alors que la réduction est de 48% seulement dans la référence chimique. Les plantes de service utilisées permettent de transférer efficacement *T. (A.) recki* sur la culture de tomate, ce qui aboutit à une réduction importante des dégâts d'*A. lycopersici*. La densité d'acarien prédateur et l'espèce de plante compagne ne semblent pas influencer la régulation. *T. (A.) recki* est un prédateur généraliste, capable de se nourrir de différentes proies mais également de pollen. A ce titre, il constitue un auxiliaire très intéressant et prometteur pour une stratégie de lutte biologique préventive. Le nourrissage à l'aide de pollen de *Typha* semble favoriser son installation.

*Intervenant

Efficacy of entomopathogenic fungi on *Drosophila suzukii* and their impact on beneficial organisms

Chloé Galland * ¹, Jean Capelle , Ismahen Lalaymia ², Stéphane Declerck ², François Verheggen ¹

¹ Entomologie fonctionnelle et évolutive - Université de Liège – Belgique

² Applied Microbiology, Mycology, Earth and Life Institute, Université catholique de Louvain – Belgique

Drosophila suzukii is a worldwide pest of soft-skinned fruits. Current control measures are mainly based on the use of insecticides, which have proven to be partly ineffective. Due to their host-specificity and their low impact on non-target organisms, entomopathogenic fungi (EPF) have been proposed as alternative control strategies. Unlike other microbial agents, EPF penetrate directly the insect cuticle. Thus, their ability to easily adhere and quickly penetrate the insect cuticle is a key factor for their selection, which has been little considered to date. Here, we conducted an efficacy screening on five EPF strains known for their potential in insect pest control: *Beauveria bassiana* (MUCL 1555), *Metarhizium anisopliae* (MUCL 6859), *Metarhizium brunneum* (MUCL 9645), *Paecilomyces fumosoroseus* (MUCL 1522) and *Lecanicillium lecanii* (MUCL 8115). Individuals of *D. suzukii* were exposed to dry conidia of each EPF for 10 seconds, 1 minute, 10 minutes, 1 hour or 3 hours. The survival rate was then evaluated every day for 10 days. *Beauveria bassiana* was the most efficient of the tested EPFs, with a higher lethality than the control. The exposure time to EPF impacted the mortality rate: half of the *D. suzukii* population died within 4 days after a 3 hours exposure to *B. bassiana* strain, whereas 6 days were needed to reach the same result with 10 seconds of exposure. With this strain, whatever the exposure duration, ten days were always needed to be lethal to > 95% of the individuals. The specificity of the selected *B. bassiana* strain was also demonstrated by applying dry conidia on non-target organisms, frequently encountered in crops infested by *D. suzukii*, including the two-spotted lady beetle *Adalia bipunctata*, the Antocorid predator *Orius laevigatus* and the bumblebees *Bombus terrestris*. We discuss the potential of EPF in the control of *D. suzukii*, with a special emphasis on the association of these microbial agents with semiochemicals and the possibility of the spread of EPF within pest populations.

*Intervenant

Un lâcher de parasitoïdes vivants quelques jours peut-il contrôler un ravageur sur une saison de développement ?

Laure Kaiser-Arnauld * ¹, Jean Manson ¹, Taiadjana Fortuna ¹, Alain Peyhorgue ², Ignacio Ruiz ², Jean-Baptiste Thibord ²

¹ EGCE - Évolution, Génomes, Comportement et Ecologie – IRD : UMR247, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR9191, Université Paris-Sud - Université Paris-Saclay – France

² ARVALIS – ARVALIS - Institut du végétal [Paris] – France

L'étude du taux de parasitisme au cours du temps et des mécanismes de maintien de la population de parasitoïde sont cruciaux pour valider l'utilisation d'un organisme comme nouvel agent de biocontrôle. *Cotesia typhae* (Hymenoptera : Braconidae) est un parasitoïde originaire d'Afrique de l'est, strictement spécifique de la sésamie du maïs (*Sesamia nonagrioides*, Lepidoptera : Noctuidae), qui est un ravageur en Europe méridionale. *C. typhae* est donc intéressant comme agent de lutte biologique contre la sésamie du maïs. Les adultes vivent quelques jours, les femelles peuvent pondre plusieurs dizaines d'œufs dans une à trois chenilles. Au terme de leur développement endoparasite, les larves sortent de la chenille pour se nymphoser. Le cycle du parasitoïde dure 3 semaines à 26°C, alors que celui de l'hôte est de 7-8 semaines à la même température. Une utilisation agronomique serait économiquement viable si une seule application du parasitoïde pouvait permettre le contrôle du ravageur sur les deux générations de ce dernier. Un essai en serre a été réalisé pour répondre à cette question. Chez la sésamie, le premier vol des adultes au printemps s'étale sur un mois, engendrant un peuplement de sésamies de stades variés. Nous avons recréé un peuplement de ce type sur plants de maïs sous serre, et avons introduit le parasitoïde également à différents stades. Par des prélèvements réguliers de chenilles suivies ensuite en laboratoire pour estimer le taux de parasitisme, nous avons constaté le maintien de l'activité des parasitoïdes pendant 3 mois, et estimé que leur population avait triplé au cours de l'expérimentation. En moyenne 50% des chenilles étaient parasitées. Par comparaison avec un compartiment de serre sans parasitoïdes, nous avons pu estimer que le lâcher de *C. typhae* avait réduit la population de sésamie par 7. La continuité de présence des parasitoïdes peut-être expliquée par le fait que leur durée de développement varie en fonction du stade de chenille parasitée, et que certaines chenilles muent après la sortie des larves parasites et restent au stade larvaire, prolongeant la présence de ce stade dans la serre. L'expérimentation a été arrêtée pendant la période de transition entre la première et la deuxième génération de sésamies à cause de la sénescence des plantes, plus rapide en serre. La présence des parasitoïdes adultes à ce moment suggère que l'application initiale suffirait à obtenir une action du parasitoïde sur les deux générations de son hôte.

*Intervenant

Optimizing the combination of micro- and macroorganisms for an effective control of *Tuta absoluta*: A field and modelling approach

Jérémy Gonthier * ¹, Studer Janique ¹, Judit Arnó ², Jörg Romeis ¹, Jana Collatz ¹, Louis Sutter§ ¹

¹ Agroscope – Suisse

² IRTA – Espagne

To prevent harmful effects on the environment and the rise of pesticide resistance, agricultural systems must reduce their reliance on synthetic pesticides. New and sustainable strategies to control pest insects are required and among them virus-based biopesticides are good candidates since they are highly selective. *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) is one of the most destructive pests of solanaceous crops, and an emerging management strategy consists of conservation or augmentation biocontrol utilizing the parasitoid *Necremnus tutae* (Reuter) (Hymenoptera: Eulophidae). This study aims to evaluate and optimize the control efficacy of the parasitoid solely, and in combination with the granulovirus *Phthorimaea operculella* (PhopGV, *Baculoviridae*). We used a semi-field approach and developed, based on our result, a stage-structured population model to investigate and predict the population dynamics of the pest and the parasitoid in several scenarios. Firstly, we compared in greenhouse cages the control effectiveness of the parasitoids and the virus used alone and in combination. We then assessed with our model the best timing and number of parasitoids needed to control *T. absoluta* in different scenarios - in central Europe where the parasitoid is absent and in southern Europe where it naturally occurs. Finally, we explored how the release parameters vary, with and without virus application. Our model allows to gain insights into population dynamics and to draw precise predictions about the effectiveness. Such predictions are crucial for cost-effective control and to provide better guidelines to practitioners.

*Intervenant