

# ANTENNAE

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'ENTOMOLOGIE DU QUÉBEC

Volume 23, numéro 1 / Hiver 2016



## Des élevages d'insectes comestibles en ville?

Actualités entomologiques

Prix et décorations SEQ-SEC 2015

Le radar harmonique portatif

# Papillons en liberté

18 février au 24 avril  
au Jardin botanique

réalisé par  
l'Insectarium



biodôme insectarium jardin botanique planétarium rio tinto alcan



Montréal



espacepourlavie.ca



## UNE ÉQUIPE SPÉCIALISÉE

en protection des forêts contre les insectes,  
les maladies et les incendies forestiers :



## La Direction de la protection des forêts

Service de la gestion des ravageurs forestiers

Téléphone : 418 643-9679



Service de la gestion du feu et de la réglementation

Téléphone : 418 627-8646

dpf@mffp.gouv.qc.ca

Forêts, Faune  
et Parcs

Québec



**La maison  
des insectes inc.**



## ATELIER JEAN PAQUET INC.

MATÉRIEL ENTOMOLOGIQUE  
ENTOMOLOGICAL SUPPLIES

Courriel : jeanpaquet@webnet.qc.ca

[www.atelierjeanpaquet.com](http://www.atelierjeanpaquet.com)

## PIÈGES À INSECTES & PHÉROMONES



distributions  
**SOLIDA**

Tél: 418-826-0900  
[www.solida.ca](http://www.solida.ca)

... depuis 1978

LOCATION D'OUTILS  
STE-THÉRÈSE INC.

INDUSTRIEL • COMMERCIAL • RÉSIDENTIEL

(450) **435-6711** 217, boul. René A. Robert  
Ste-Thérèse, Qc, J7E 4L1

[WWW.LOCATION-STE-THERESE.CA](http://WWW.LOCATION-STE-THERESE.CA)



Location de remorques



MINI ENTREPÔTS

PROPANE

Vente et remplissage





**T**out d'abord, je tiens à vous souhaiter une belle et heureuse année 2016! Quelle vous apporte tout ce que vous souhaitez, tant sur le plan personnel que professionnel! Que cette nouvelle année soit riche et fructueuse dans vos recherches et qu'il en résulte de nombreux articles qu'il nous fera plaisir de publier, en version abrégée, dans les

pages d'*Antennae*.

En novembre dernier, nous avons vécu un grand moment d'entomologie à Montréal sur le thème de l'Anthropocène. Plus de 320 entomologistes venus de partout au Canada, et pour quelques-uns de l'étranger, pour assister à la réunion conjointe annuelle de la SEQ et de la SEC. Un grand merci à toute l'équipe réunie autour de Maxim Larrivée pour l'organisation et le bon déroulement du congrès. Bravo à tous les responsables de comités et les nombreux bénévoles et photographes. Le choix des conférenciers, l'organisation des nombreux symposiums et ateliers, la logistique pour les activités et notamment le cocktail à l'Insectarium ont reçu une pléiade de bons commentaires après l'évènement. Bravo et merci aussi à tous les chercheurs et étudiants qui ont présenté les données les plus récentes de leurs recherches!

Au cours de cette réunion, un nouveau CA a été formé. Je tiens à remercier vivement ceux qui nous quittent : Véronique Martel (comité Prix et distinctions), Annie-Ève Gagnon (Fonds étudiant), Annabelle Firlej (directrice générale), Jean-Philippe Légaré (directeur régional) et Sarah Loboda (représentante des étudiants). Merci pour votre engagement et le temps consacré à notre Société. Je souhaite maintenant la bienvenue à celles et ceux qui les remplacent. C'est une équipe nouvelle, mais expérimentée, qui se met en place pour la prochaine année : Geneviève Labrie occupera le poste de vice-présidence en plus de participer à l'organisation de la prochaine réunion annuelle, Étienne Normandin sera notre directeur général et nous représentera auprès de la SEC, Josée Doyon occupera le poste de directrice régionale, Amélie Gervais, celui de responsable des étudiants et

Alessandro Dieni, celui de responsable du Fonds étudiants. Merci également à Danielle Thibodeau qui poursuit son mandat de secrétaire, François Fournier, celui de trésorier et Mario Bonneau, de registraire. Caroline Provost, notre présidente sortante devient la responsable du comité Prix et distinctions. N'oublions pas Thierry Poiré, notre webmestre qui en plus du site internet de la SEQ a géré le site du congrès 2015. Puis Louise Voynaud et son équipe de rédaction qui produisent toujours un excellent bulletin!

Au cours de la prochaine année, j'aimerais réactiver le projet d'insecte emblème pour le Québec. C'est un dossier qui traîne depuis plusieurs années et pour rendre justice à tout le travail qui a été fait à ce sujet, je souhaiterais au moins pouvoir le faire parvenir auprès du ministère compétent. J'ai aussi pris note des questions abordées lors de la dernière assemblée générale (bilinguisme, relation SEC-SEQ, dates des congrès, déplacement des employés gouvernementaux, etc.); je vais m'employer à aborder ces points au cours de l'année.

L'année 2016 sera aussi une belle année entomologique. Deux grands rendez-vous sont déjà à inscrire à vos agendas. Tout d'abord, du 25 au 30 septembre 2016, l'*International Congress of Entomology*, qui se tiendra à Orlando (Floride) et au cours duquel se tiendra la réunion de la SEC. Puis, du 2 au 4 novembre 2016, la réunion annuelle conjointe de la SEQ et de la SPPQ, à l'Hôtel Montfort à Nicolet. Je vous invite à y participer en grand nombre pour y faire rayonner l'entomologie québécoise.

Enfin, comme nous sommes en début d'année, n'oubliez pas de renouveler votre cotisation annuelle! N'oubliez pas aussi de faire connaître notre société aux nouveaux entomologistes (nouveaux chercheurs en poste, étudiants, techniciens, assistants...) et de les inviter à nous rejoindre.

Encore une fois, bonne et fructueuse année entomologique à toutes et tous!

*Julien Saguez*

## Sommaire

- |           |  |           |  |
|-----------|--|-----------|--|
| <b>1</b>  | <b>Le mot du président</b>                           | <b>14</b> | <b>Le radar harmonique portatif pour l'étude des déplacements d'insectes</b> |
| <b>2</b>  | <b>Propos de la rédaction</b>                        | <b>18</b> | <b>Actualités entomologiques</b>   |
| <b>3</b>  | <b>Des élevages d'insectes comestibles en ville?</b> | <b>21</b> | <b>Publications récentes</b>   |
| <b>7</b>  | <b>Ferme d'insectes</b>                              | <b>22</b> | <b>Babillard</b>   |
| <b>8</b>  | <b>Résumé du JAM 2015</b>                            | <b>24</b> | <b>Antennagenda</b>  |
| <b>10</b> | <b>Prix et décorations SEQ/SEC 2015</b>              |           |  |

## PROPOS DE LA RÉDACTION



Une nouvelle année commence sous le thème de l'entomophagie. Qui d'entre vous a déjà goûté à ces petits êtres à 6 pattes ? Pensez-vous qu'il s'agisse de la prochaine exploitation protéique d'importance pour l'alimentation humaine ? Bien que la majorité des voix semblent soutenir cette perspective, certains tendent à vouloir démontrer que les avantages de cette production supposée « plus verte » ne sont pas

aussi explicites qu'on aimerait le croire. N'en reste pas moins qu'une grande part de la population mondiale se délecte déjà d'insectes, et qu'on ne peut nier l'avantage de les intégrer à notre diète décriée comme beaucoup trop carnée !

Vous trouverez donc dans ce numéro 2 articles se penchant sur l'entomophagie : l'un faisant état d'une nouvelle ferme d'insectes au Québec et l'autre se penchant sur le potentiel de la production d'insectes en ville. Vous trouverez également un article sur le radar harmonique, un outil bien utile pour étudier les déplacements d'insectes, ainsi que le bilan du congrès conjoint SEQ-SEC de l'automne dernier. Finalement, vous pourrez divertir vos neurones avec la toute nouvelle bande dessinée « Entomolol » imaginée par Jonathan Veilleux.

Sur ce, je vous souhaite bonne lecture !

*Louise Voynaud*



© Joseph Moisan-De Serres

### Rédactrice en chef

Louise Voynaud  
Tél. : 450-430-6943  
Courriel : antennae@seq.qc.ca

### Comité de rédaction

Véronique Bellavance, Mario Bonneau, Marie-Lyne Pelletier, Nathalie Roullé, Julien Saguez, Jacinthe Tremblay, Jonathan Veilleux

### Ont collaboré à ce numéro

Alessandro Dieni  
Charles Vincent  
Claude Chantal  
Colin Favret  
Étienne Normandin  
Geneviève Richard  
Jean-Frédéric Guay  
Josée Boisclair  
Josée Doyon  
Josiane Vaillancourt  
Olivier Aubry  
Paula Cabrera  
Stéphane Le Tirant

### Révision linguistique

Nathalie Roullé, Jacinthe Tremblay,  
Louise Voynaud

### Bédéiste

Jonathan Veilleux

### Graphisme et mise en pages

Franz Vanoosthuyse

### Photo de la page couverture

1<sup>er</sup> prix du concours 2015 - Adam Blake, SEC

DATE DE TOMBÉE DU PROCHAIN NUMÉRO :  
25 MARS 2016

### Antennae

Bulletin de la Société d'entomologie du Québec  
217, Boul. René A. Robert, suite 109  
Sainte-Thérèse (Qc) J7E 4L1

ISSN 1198-9823

Dépôt légal: 1<sup>er</sup> trimestre 2016

Bibliothèque et Archives nationales du Québec  
Bibliothèque et Archives Canada



# DES ÉLEVAGES D'INSECTES COMESTIBLES EN VILLE ?

Paula Cabrera<sup>1</sup>, Louise Hénault-Ethier<sup>2</sup>, Béatrice Lefebvre<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Gestion de ravageurs. Doctorante en Sciences de l'environnement  
Laboratoire de Lutte biologique – UQAM

<sup>2</sup> Doctorante en Sciences de l'Environnement

GÉOTOP, Institut des Sciences de l'environnement – UQAM

<sup>3</sup> Sciences de l'environnement. Doctorante en Sociologie – UQAM

L'agriculture urbaine est plus qu'une mode en Amérique du Nord et en Europe, elle revêt une importance sociale et environnementale. La nouvelle tendance de l'agriculture urbaine pourrait-elle devenir l'entomoculture ? Bien que cette activité en soit à ses balbutiements dans nos pays, la production d'insectes pour la consommation animale et humaine est d'ores et déjà un élément clé de la sécurité alimentaire ailleurs dans le monde (Lavalette, 2013). Cette production est d'ailleurs recommandée par l'Organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation (FAO) en vue de favoriser la sécurité alimentaire et de réduire les impacts environnementaux de la production de protéines animales (FAO, 2015). En effet, un milliard de personnes (sur plus de 7 milliards) vivent avec une diète faible en protéines et en oligo-éléments. L'ajout d'insectes à leur assiette pourrait pallier les manques de leur diète (Kok, 2012). En outre, les élevages d'insectes génèrent moins de polluants en raison de leur facteur élevé de conversion des protéines végétales en protéines animales. De fait, la production de protéines de grillons demande 6 fois moins d'intrants que pour les bovins, 4 fois moins que pour les moutons et 2 fois moins que pour les porcs et les poulets (FAO, 2015).

Pourquoi élever des insectes en ville ? Les élevages d'insectes en milieu urbain ont plusieurs avantages. Ils mettent à la disposition des citoyens des protéines animales produites localement alors que la consommation de ces protéines pour les citoyens nécessite habituellement de nombreux transports en raison de l'éloignement des élevages, des abattoirs et des centres de transformation (Seyfang, 2006). Parmi les habitants des villes, ajoutons aussi les 2,5 millions de chiens et de chats (Association des médecins vétérinaires de Québec en pratique des petits animaux, 2013) qui pourraient manger des croquettes protéinées plus écologiques. Ces élevages permettraient également de valoriser certains déchets organiques urbains, mais aussi de produire des intrants organiques pour les cultures urbaines.

## Les insectes en tant qu'aliment

Si à travers le monde, les humains mangent les insectes entiers ou sous forme de produits transformés, en Amérique du Nord et en Europe, plusieurs motifs les retiennent. La transformation en huile ou en farines pour en faire des aliments appétissants, tels que des pâtes alimentaires, des biscuits, des muffins et des barres énergétiques, pourrait y remédier. Il importe donc de séparer mentalement le produit brut de l'aliment qui peut en être préparé (Mangado, 2015). De fait, si l'on vous offre de croquer dans un citron cru, vous ferez la grimace, mais un gâteau ou une glace au citron vous mettra l'eau à la bouche. Certains restaurateurs et producteurs



Figure 1 : Adulte de la Mouche soldat noire (*H. illucens*)

© Paula Cabrera

d'aliments, encore marginaux en Europe et en Amérique du Nord, mettent des insectes au menu. Au Québec, 3 entreprises proposent des dégustations d'insectes ou préparent des aliments à base d'insectes : uKa protéine utilise la farine de grillon pour la fabrication de barres énergétiques, Gourmex propose des dégustations gastronomiques, et la Ferme d'insectes produit divers insectes et organise des dégustations gastronomiques ainsi que des ateliers d'entomophagie. Un restaurant offrant des insectes au menu devrait également ouvrir ses portes à l'Insectarium de Montréal en 2017 (Borde, 2014).

Les insectes peuvent aussi être intégrés à la nourriture des animaux pour remplacer les sources de protéines moins durables. D'un point de vue nutritionnel, les protéines d'insectes ont un bon profil d'acides aminés. Si l'histidine, la lysine et le tryptophane s'y trouvent en plus faible quantité, le mélange avec d'autres sources protéiques ou l'ajout de suppléments permet d'équilibrer les diètes pour les animaux d'élevage (Sánchez-Muros et al., 2014). D'après Jacinthe Côté, conseillère scientifique chez Lallemand, une entreprise canadienne produisant des levures pour, entre autres, l'alimentation animale, «la rentabilité dans le secteur de l'élevage des insectes alimentaires sera d'abord pour les insectes utilisés dans l'alimentation animale et non pour la nutrition humaine». Dans certains pays industrialisés, l'intégration d'insectes à l'alimentation n'est autorisée que pour les chats et les chiens (Vergonjeanne, 2015). D'ailleurs, les chiens québécois peuvent déjà déguster des gâteries faites de farines de grillons (BugBites par Hexa Foods). Dans plusieurs pays, les larves de mouches sont déjà incorporées aux moulées des volailles, porcs et poissons carnivores (Chevalley, 2014). La FAO prédit que l'utilisation des insectes en aquaculture se généralisera d'ici 10 ans (Van Huis et al., 2014), car cette alimentation est plus durable que le recours aux farines et aux huiles de poissons sauvages généralement servis aux poissons d'élevage. Au Québec, l'équipe du professeur Grant Vandenberg de l'Université Laval évalue déjà, pour les truites arc-en-ciel, la digestibilité des larves de mouches domestiques qu'entend produire en masse la compagnie Larvatria d'ici peu (Association aquacole du Canada, 2015).

La consommation humaine et animale n'est pas le seul débouché des productions d'insectes. Les insectes peuvent fournir des lipides pour l'alimentation, des enzymes pour l'industrie pharmaceutique, de la chitine pour la production de bioplastiques et les déjections ainsi que les exuvies peuvent fertiliser nos terres (Kok, 2012). Pour assurer la croissance et la stabili-



té de ce secteur de production, il convient d'utiliser au mieux le potentiel des insectes en minimisant les pertes.

### Insectes présentant un potentiel intéressant pour l'élevage en milieu urbain

Plusieurs espèces d'insectes sont consommées par des humains et des animaux, mais seules quelques-unes seraient adaptées pour l'élevage en ville. Les espèces proposées dans cette section ont été choisies en fonction de la possibilité d'utiliser des résidus organiques urbains pour les nourrir, de la faisabilité technique des élevages, des particularités nutritionnelles de chaque espèce, de leur potentiel de commercialisation et de leur statut de « nuisibilité ». Ce dernier point est particulièrement critique : par exemple, la mouche domestique, intéressante comme source de protéines, est considérée comme nuisible. En Chine, plus d'un million de blattes américaines (*Periplaneta americana* [Blattodea : Blattellidae]) d'élevage, destinées à la consommation humaine, ont pris d'assaut des champs de maïs à la suite d'un sabotage (Agence France-Presse 2013). Imaginez si cette « Grande Évasion » s'était produite en ville !

Les grillons sont déjà communs dans l'alimentation animale et humaine à travers le monde. Ils sont plus « faciles à avaler » que d'autres espèces selon Yesenia Gallardo (Poda Foods, Portland, Oregon). Le grillon domestique tropical, *Grylloblatta campodeiformis* (Orthoptera : Gryllidae), est actuellement l'espèce la plus utilisée commercialement. L'élevage des grillons, déjà bien implanté au Québec (CG Reptiles) et en Ontario pour les animaleries, est en émergence pour la consommation humaine (Entomofarm, anciennement Next Millennium Farm, Ontario). Plusieurs producteurs élèvent des grillons avec des moulées destinées aux poules, car, comme ces volatiles, les grillons exigent beaucoup de protéines et de calcium. Cependant, selon les acteurs interrogés, ces moulées, même au prix de gros, ont un coût élevé pour les éleveurs. En raison du coût des moulées et de l'intensité du labeur manuel lié à la production, les marges de profits sont souvent faibles, et ce, malgré la haute valeur marchande des farines de grillons (entre 45 et 55 \$/kg pour des farines traditionnelles ou biologiques, selon Jarrod Goldin président de Entomofarms, Ontario, Canada). Pour augmenter cette marge de profit, les éleveurs cherchent à remplacer la moulée de poules par des intrants organiques et veulent automatiser certains processus avec tous les défis que posent ces petits insectes bondissants.

Le ténébrion meunier, *Tenebrio molitor* et le ver de farine géant, *Zophobas morio* (Coleoptera : Tenebrionidae) sont prometteurs tant pour l'automatisation des procédés d'élevage et de récolte (Erens et al., 2012) que pour la possibilité de les élever en ville (faibles risques d'évasions et faible potentiel d'infestation si une évasion survenait). Originaire d'Europe, la larve de *T. molitor* a déjà conquis les volailles (Martin et al., 1976), les animaux de compagnie (Sánchez-Muros et al., 2015) et les humains à travers le monde. Quant à *Z. morio*, espèce d'Amérique Centrale et du Sud, il est principalement utilisé dans l'alimentation des reptiles de compagnie. Ces deux espèces contiennent chacune environ 50 % de protéines

(Finke, 2002) et leurs techniques d'élevage sont similaires. Un autre avantage des ténébrions est leur capacité à s'adapter à différentes sources alimentaires, dont l'utilisation de résidus urbains frais, permettant ainsi d'éviter les moulées commerciales coûteuses. Toutefois, les résidus urbains peuvent favoriser le développement de bactéries et champignons nuisibles (Cohen, 2003); la déshydratation demeure une solution, mais elle fait augmenter les coûts de production.

Un autre insecte fort intéressant pour la production de protéines est la mouche soldat noire *Hermetia illucens* (Diptera : Stratiomyidae) ou *Black Soldierfly* (BSF; Figure 1). Indigène de l'Amérique du Nord, l'adulte ne pique pas et ne s'alimente pas. Sa larve est utilisée dans plusieurs régions du monde pour alimenter des poissons, de la volaille et des porcs (Kenis et al., 2014). L'avantage de cette espèce est qu'elle peut convertir du matériel organique à faible valeur en protéines (42 % en base sèche) et en lipides (Newton et al., 1977). L'entreprise Enterra utilise des déchets organiques de pré-consommation traçables provenant de fermes, de serres et de commerces d'alimentation de la région métropolitaine de Vancouver; c'est-à-dire des résidus issus du secteur agroalimentaire qui n'ont pas atteint le consommateur et dont on connaît les exploitants, les produits et leurs mouvements. Après un cycle de 14 jours, les larves sont récoltées et transformées en ingrédients pour l'alimentation animale. Les résidus, eux, sont réutilisés comme fertilisants (Enterra, 2015). L'automatisation des élevages et de la récolte est facilitée par le fait que les larves sont capables de tolérer des densités élevées d'individus (jusqu'à 14 kg/m<sup>2</sup>) ainsi que par la migration du dernier stade larvaire qui s'opère avant la pupaison (les individus au dernier stade larvaire s'éloignent du groupe de juvéniles pour trouver un site propice à la pupaison) (Burtle et al., 2012). Cependant, le besoin de voler des adultes reproducteurs complexifie légèrement les opérations.

D'autres espèces d'insectes pourraient être adaptées aux élevages en milieu urbain, mais davantage de recherches sont nécessaires pour les identifier. Des insectes détritvores indigènes faciliteraient les élevages en ville tout en minimisant les risques de biosécurité en cas d'évasion. Enfin, la production en masse de certains syrphes qui consomment de la matière organique en décomposition ou des champignons (Canadian National Collection of Insects, 2013) pourrait être explorée.

### Sources alimentaires pour les insectes d'élevage

Afin d'atténuer l'impact environnemental de la production de protéines, il faut d'une part, minimiser le recours aux moulées commerciales dérivées de l'agriculture ou des pêcheries intensives et d'autre part, valoriser les résidus organiques agroalimentaires tout autant que les déjections et exuvies des élevages d'insectes divers. En établissant des élevages d'insectes en milieu urbain, on favoriserait la récupération dans le secteur de l'alimentation. Cette stratégie contribuerait à l'atteinte des objectifs gouvernementaux de réduction du gaspillage alimentaire et du bannissement de l'enfouissement des matières organiques prévu pour 2022 (Nicol, 2015). Par ailleurs, certains résidus organiques issus de l'agriculture urbaine pourraient constituer des intrants intéressants,





s'ils sont abondants, homogènes et produits régulièrement. Par exemple, à Montréal, les résidus des cultures des Fermes Lufa (racines, feuilles ou plants), ou encore le mycélium de pleurotes de l'entreprise Blanc-de-gris, deviendraient des ressources intéressantes pour les espèces telles que la mouche soldat noire. D'autres volumes importants d'extraits industriels urbains ou périurbains, comme les résidus de minoteries (farines) et de boulangeries (pain), constituent des options pour l'élevage des ténébrions. Les résidus des torréfacteurs (coques), des cafés (marc) et des brasseries (drêches, houblons et lie), souvent produits en milieu urbain ou périurbain, pourraient aussi être utilisés. D'ailleurs, les levures sont utilisées depuis longtemps dans les élevages d'insectes pour la lutte biologique. Tandis qu'autrefois on nourrissait les insectes de « déchets » de levures, la demande croissante et le développement de nouvelles connaissances ont transformé cette ressource résiduelle en un produit spécialisé avec une valeur ajoutée (Jacinthe Côté, Conseillère scientifique chez Lallemand, 2015). S'il est aujourd'hui plus avantageux pour certains commerçants de donner leur matière organique plutôt que de payer pour s'en débarrasser par l'enfouissement ou une collecte spécialisée, une augmentation de la demande en résidus organiques pour soutenir de grands élevages d'insectes pourrait faire augmenter la valeur marchande de ces déchets. L'entreprise vancouveroise Enterra utilise déjà des résidus organiques diversifiés qui offrent une diète équilibrée à la mouche soldat noire. Toutefois, pour l'alimentation humaine, selon Yesenia Gallardo et Kenny Kloft, cofondateurs de l'entreprise Poda Foods qui produit des grillons, seuls des résidus organiques préconsommation triés à la source, pourraient se prêter à l'alimentation des insectes, afin de réduire les risques sanitaires.

## Défis et opportunités

Bien que plus de 300 peuples consomment environ 2000 espèces d'insectes dans 113 pays (Lavalette, 2013), la lente ascension de l'acceptabilité sociale des insectes comme source de protéines au Québec est un défi majeur pour ce secteur émergent. La sensibilisation aux avantages de la consommation des insectes semble toutefois s'accélérer. Si les athlètes cherchant des protéines de qualité ou les Foodies urbains s'approprient les insectes comme un produit à haute valeur marchande, on pourrait voir l'histoire du homard se répéter ce dernier était autrefois un déchet de pêche servi aux prisonniers de Nouvelle-Angleterre (Tarantola, 2014) et cet afflux de capitaux pourrait aider à financer l'optimisation des procédés nécessaire à l'abaissement des coûts de production. D'autres, comme l'entreprise *Aspire*, fondée par des étudiants de McGill, visent d'emblée à nourrir adéquatement les régions urbaines densément peuplées à moindre coût. Cependant, tous les entrepreneurs n'ont pas nécessairement la latitude économique de ces récipiendaires du prix Hult 2013, prix assorti d'une bourse d'un million de dollars!

Pour optimiser la production d'insectes et réduire les coûts de production en milieu urbain, on devra se pencher sur l'amélioration des techniques d'élevage, dont leur automatisation, la recherche de matériaux novateurs pour les infrastructures afin d'augmenter la productivité dans un espace restreint et,

bien entendu, réduire le potentiel de nuisance que pourraient représenter les odeurs dégagées par ce genre d'élevage. L'optimisation de la productivité des insectes inclut aussi de s'intéresser à la balance énergétique du processus. Une densité élevée d'insectes produit une chaleur considérable, mais insuffisante à elle seule pour la production entomologique durant les rudes hivers québécois. À cet effet, on pourrait, par exemple, diminuer la facture de chauffage en récupérant la chaleur des édifices (à l'instar des serres urbaines sur les toits) ou de matières organiques en compostage. La création d'environnements d'élevage qui préviennent l'évasion d'insectes est aussi un aspect important à développer, car l'acceptabilité sociale des projets pourrait être en jeu.

Selon Marie-Loup Tremblay, fondatrice d'uKa protéine, il est nécessaire de réaliser un inventaire exhaustif des intrants organiques disponibles (nature, quantité, disponibilité, potentiel de risque, composition chimique, etc.) et des espèces d'insectes intéressantes pour l'alimentation (espèces indigènes méconnues, espèces aux propriétés gustatives ou esthétiques appétissantes, espèces aux valeurs nutritionnelles particulières, espèces dont le processus d'élevage et d'automatisation est bien connu...) afin de bien comprendre ce marché émergent.

Au Canada, comme dans la plupart des pays d'occident, il n'existe pas de réglementation spécifique à l'entomoculture. Pour qu'un produit entre dans la chaîne alimentaire, un cadre normatif régit sa salubrité, mais aucune réglementation n'est spécifique aux insectes ou à leurs produits dérivés. Les élevages d'insectes pourraient donc faire l'objet d'une évaluation de la Section des aliments nouveaux du Bureau des dangers microbiens de la Direction des aliments (Santé Canada, 2002). Pour l'instant, selon Marie-Loup Tremblay (uKa protéine) et Paul Shenouda (Hexa Foods), l'alimentation humaine et celle des animaux de compagnie apparaissent plus faciles à percer contrairement à celle des animaux d'élevages (qui pourrait représenter des tonnages beaucoup plus importants), en raison du cadre réglementaire plus contraignant pour cette dernière (Jarrod Goldin [Entomofarms] et l'équipe du Dr Vandenberg [Université Laval]). Pour faire croître l'industrie, des politiques gouvernementales ainsi que des processus de réglementation et de normalisation devront être développés adéquatement et rapidement.

En définitive, le regroupement des divers intervenants liés à la consommation animale et humaine pourrait probablement faciliter l'émergence de cette industrie, car des aspects comme l'acceptabilité sociale et les besoins de recherche pourraient être adressés de façon synergique par les générateurs de déchets organiques, les éleveurs d'insectes et les transformateurs d'aliments ou de moulées à base d'insectes. Ensemble, les producteurs d'insectes comestibles au Canada auraient une voix plus forte auprès du gouvernement. Jusqu'ici, notre équipe a aussi observé une faible implication des entomologistes dans les initiatives commerciales recensées ainsi qu'un grand besoin de formation académique spécialisée dans le domaine de l'entomophagie et dans le développement de technologies associées à l'entomoculture. Espérons que dans les prochaines années les entomologistes



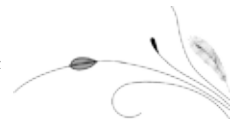
du Québec profiteront des opportunités qui s'ouvriront tout en contribuant, avec leur expertise, au développement de ce domaine fascinant.

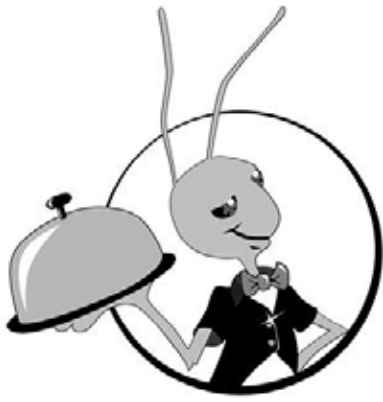
## Remerciements

Les auteures tiennent à remercier chaleureusement toutes les personnes qui nous ont accordé des entrevues pour la production de cet article ainsi qu'Alexandra Tchuam-Tchouwo qui a participé à la recherche. Louise Hénault-Ethier remercie Recyc-Québec pour une bourse d'études.

## Références

- Agence France-Presse. 2013.** Great Escape: Million Cockroaches Flee China Farm. Discovery Newsletter. <http://news.discovery.com/animals/insects/million-cockroaches-escape-china-farm-130825.htm> [consultée le 25 décembre 2015]
- Agriculture urbaine Montréal. 2015.** Apiculture urbaine. <http://agriculturemontreal.com/apiculture-urbaine> [consultée le 10 octobre 2015]
- Association aquacole du Canada. 2015.** Étude de digestibilité de diètes à base de produits de larves de mouches chez la truite arc-en-ciel DANS R&D en aquaculture au Canada 2015, Publication 24. 136 p. [http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/environmental-environnement/aquaculture/rd2015/pdf/DFO\\_Review\\_Revised-fra.pdf](http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/environmental-environnement/aquaculture/rd2015/pdf/DFO_Review_Revised-fra.pdf) [consultée le 30 octobre 2015]
- Association des médecins vétérinaires du Québec en pratique des petits animaux. 2013.** Stérilisation animale Québec. Récupéré de <http://www.sterilisationanimalequebec.info/media/statistiques/il-y-maintenant-plus-de-2-5-millions-de-chats-et-de-chiens-au-quebec/> [consultée le 10 octobre 2015]
- Burtle, G., G.L.Newton, D.C. Sheppard et T.Campus. 2012.** Mass Production of Black Soldier Fly Pre pupae for Aquaculture Diets. A Manuscript for Aquaculture International. University of Georgia, Tifton, GA.
- Canadian National Collection of Insects. 2013.** Arachnids and Nematodes. Field Guide to the Syrphidae of Northeastern North America. <http://www.canacoll.org/Diptera/Staff/Skevington/Syrphidae/Syrphidae.htm> [consultée le 10 octobre 2015]
- Chevale, I. 2014.** Pourquoi interdire l'alimentation des poissons, des volailles et des porcs par des insectes? [http://www.parlament.ch/e/suche/Pages/geschaefte.aspx?gesch\\_id=20143274](http://www.parlament.ch/e/suche/Pages/geschaefte.aspx?gesch_id=20143274) [consultée le 10 octobre 2015]
- Cohen, A.C. 2003.** Microbes in the diet setting, p. 245-248 dans *Insect diets: science and technology*. CRC press. 344 p.
- Enterra. 2015.** Natural fertilizer. <http://www.enterrafeed.com/products/natural-fertilizer/> [consultée le 10 octobre 2015]
- EPA. 2003.** National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Agriculture. Office of water, U.S. Environmental Protection Agency. Washington, DC. Gouvernement des É.-U. <http://www.epa.gov/polluted-runoff-nonpoint-source-pollution/national-management-measures-control-nonpoint-source-0> [consultée le 10 octobre 2015]
- Erens, J., S.Es van, F. Haverkort, E.Kapsomenou, et A.Luijben. 2012.** A Bug's Life—Large-scale insect rearing in relation to animal welfare. Wageningen University. 58p. <http://venik.nl/site/wp-content/uploads/2013/06/Rapport-Large-scale-insect-rearing-in-relation-to-animal-welfare.pdf> [consultée le 10 octobre 2015]
- FAO. 2006.** Livestock's long shadow environmental issues and options. <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM> [consultée le 15 octobre 2015]
- FAO. 2015.** Les insectes comestibles et l'environnement. <http://www.fao.org/forestry/edibleinsects/84744/fr/> [consultée le 15 octobre 2015]
- Kenis, M., N.Koné, C. M. Chrysostome, E. Devic, G. K. D. Koko, V. A. Clottey, S. Nacambo et G. A. Mensah. 2014.** Insects used for animal feed in West Africa. *Entomologia*, 2 (2): 107-114.
- Kok, R. 2012.** Food Security Through Entotechnology. Conference paper. 5 p. Premier congrès international sur l'entomophagie en Amérique du Nord. Montréal. Innovation alimentaire : l'entomophagie à travers l'art, la culture, la science et les affaires. Espace pour la vie. Montréal. 26 au 28 août 2014.
- Lavalette, L. 2013.** Les insectes : une nouvelle ressource en protéines pour l'alimentation humaine. Lorraine, Département de Pharmacie, Université de Lorraine, Thèse, 72 p. [http://docnum.univ-lorraine.fr/public/BUPHA\\_T\\_2013\\_LAVALLETTE\\_MARIE.pdf](http://docnum.univ-lorraine.fr/public/BUPHA_T_2013_LAVALLETTE_MARIE.pdf) [consultée le 15 octobre 2015]
- Mangado, S. 2015.** La nourriture du futur. Sélection Reader's Digest. <http://selection.readersdigest.ca/cuisine/nutrition/nourriture-du-futur> [consultée le 30 décembre 2015]
- Martin, R. D., J. P. W. Rivers et U. M. Cowgill. 1976.** Culturing mealworms as food for animals in captivity. *International Zoo Yearbook*, 16 (1): 63-70.
- Newton, G. L., C. V. Booram, R. W. Barker et O. M. Hale. 1977.** Dried Larvae Meal as a Supplement for Swine. *Journal of Animal Science*, 44 (3): 395-400.
- Nicol, E. 2015.** Les municipalités du Québec en voie d'échouer. La Nouvelle Union. <http://www.lanouvelle.net/Dossiers/2015-10-27/article-4323690/Les-municipalites-du-Quebec-en-voie-dechouer/> [consultée le 2 décembre 2015]
- Ongley E. D. 1997.** Introduction to agricultural water pollution. Dans *Control of water pollution from agriculture*. FAO National Resources Management and Environment Department. FAO Corporate Document Repository, Burlington, Canada. <http://www.fao.org/docrep/W2598E/W2598E00.htm#Contents> [consultée le 2 décembre 2015]
- Ongley, E. D., Z. Xiaolan et Y. Tao. 2010.** Current status of agricultural and rural non-point source pollution assessment in China. *Environmental Pollution*. 158 (5): 1159-1168.
- Santé Canada. 2002.** Les aliments nouveaux : qu'entend-on par aliments nouveaux. <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/gmf-agm/fs-if/novel-foods-aliments-nouveaux-fra.php> [consultée le 20 octobre 2015]
- Sánchez-Muros, M. J., F. G. Barroso et F. Manzano-Agugliaro. 2014.** Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. *Journal of Cleaner Production*. 65: 16-27.
- Sánchez-Muros, M. J., C. Haro, A. Sanz, C. E. Trenzado, S. Villareces et F. G. Barroso. 2015.** Nutritional evaluation of *Tenebrio molitor* meal as fishmeal substitute for tilapia (*Oreochromis niloticus*) diet. *Aquaculture Nutrition*. DOI: 10.1111/anu.12313
- Seyfang, G. 2006.** Ecological citizenship and sustainable consumption: Examining local organic food networks. *Journal of rural studies* 22 (4): 383-395
- Tarantola, A. 2014.** Lobsters were once only fed to poor people and prisoners. *Factually*. <http://factually.gizmodo.com/lobsters-were-once-only-fed-to-poor-people-and-prisoner-1612356919> [consultée le 2 décembre 2015]
- Van Huis, A., J. VanIsterbeek, H. Klunder, E. Mertens, A. Hal-loran, G. Muir et P. Vantomme. 2014.** Edible insects: future prospects for food and feed security. FAO Forestry Paper.FAO, Rome, Italy, 189 p.
- Vergonjeanne, R. 2015.** Alimentation animale de demain. L'élevage d'insectes valorisera nos déchets pour nourrir nos animaux. Web-Agri, Le Quotidien de l'Éleveur. <http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/alimentation/article/l-elevage-d-insectes-valorisera-nos-dechets-pour-nourrir-nos-animaux-1172-109035.html> [consultée le 10 octobre 2015]





# LA FERME D'INSECTES

Par Étienne Normandin,

Les bienfaits et les avantages de l'entomophagie ne sont plus à faire. Après la sortie du rapport de la FAO en 2013, l'intérêt pour la production d'insectes a augmenté de manière fulgurante. Partout dans le monde, une panoplie d'entrepreneurs se lance dans la production ou la transformation d'insectes pour la consommation humaine ou animale.

La Ferme d'Insectes (FI), située à Frelighsburg, a pris naissance de ce rapport des Nations Unies. Fondée en 2014, la ferme est la première entreprise québécoise à produire des insectes pour la consommation humaine. Ses élevages sont logés dans une ancienne écurie complètement rénovée et sise sur les 50 acres de terre achetés par la Co-Entreprise paysanne d'Armandie, un projet multidisciplinaire qui chapeaute la FI et qui est présentement à la recherche de projets à héberger.

À sa création, la FI a bénéficié d'un intérêt surprenant du public et des médias, très friands de sujets à sensation. Depuis, plusieurs jeunes entrepreneurs québécois qui désirent aussi se lancer dans la production d'insectes viennent régulièrement solliciter la FI pour son expertise en production.

Actuellement, la FI produit 2 espèces d'insectes : le grillon à deux bandes (*Gryllodes sigillatus* (Walker, 1859)) et le Ténébrion meunier (*Tenebrio molitor* L. 1758). Pour l'instant, elle

fournit les entreprises de transformation qui offrent certains produits comme des barres énergétiques ou des biscuits. Au cours de l'été 2016, la FI commencera à faire les démarches pour proposer ses insectes dans différents points de vente stratégiques. D'autres espèces (ex. : drosophiles, larves d'abeilles domestiques, pupes de *Bombix mori*) sont déjà envisagées et seront bientôt en production afin d'offrir une diversité intéressante lors des événements de dégustation auxquels elle participe activement.

Afin de respecter les qualités écologiques des insectes, la FI aura bientôt sa certification biologique. Une partie de la nourriture destinée aux grillons sera produite sur la terre grâce à des permaculteurs chevronnés. Ces derniers, accompagnés par des animateurs de la FI, organiseront des journées éducatives sur le thème des insectes. Des stations d'informations ont d'ailleurs déjà été installées à l'été 2015 pour accueillir les familles, les écoles et les touristes. Lors de vos vacances d'été, si vous passez dans le magnifique village de Frelighsburg, passez voir les élevages de La Ferme d'Insectes!

.....  
Étienne NORMANDIN,  
cofondateur de La Ferme d'Insectes



# RÉUNION ANNUELLE CONJOINTE DE LA SEQ-SEC 2015, MONTRÉAL.

Nous tenons à remercier tous les participants de la réunion 2015. Nous étions près de 320 à participer cette année. Nous espérons que vous avez apprécié votre séjour à Montréal et que ce congrès vous a permis d'avoir de nombreux échanges bénéfiques avec vos collègues.



Les conférenciers pléniers : A) Dr. Marcel Dicke, Wageningen University; B) Dr. Jessica Forrest, University of Ottawa; C) Dr. Jessica Hellmann, University of Notre Dame; D) Dr. May Berenbaum, University of Illinois.



L'allocution du patrimoine faite par Guy Boivin.



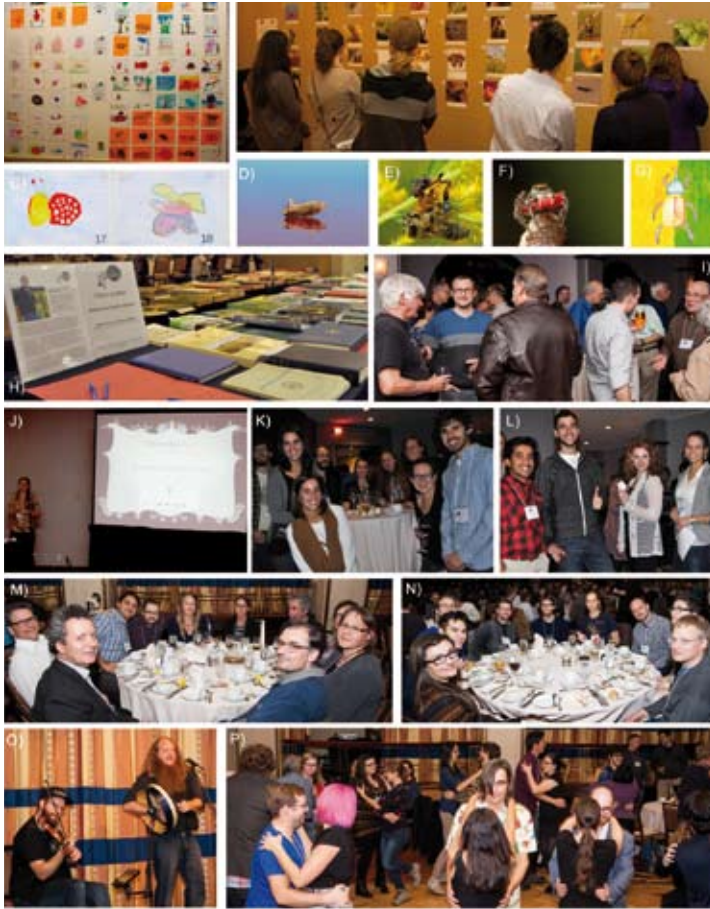
Présentations : la richesse et la qualité des affiches et présentations orales ainsi que le nombre de symposiums (10) ont contribué au succès de la réunion annuelle conjointe 2015 de la SEC et de la SEQ. Photos de M. Zhang (A-F), S. McCann (G), L. Hénault-Éthier (H, I).

Parmi les souvenirs de ce congrès, nous pouvons noter la qualité des présentations de nos conférenciers pléniers, l'allocution du patrimoine, la vitrine aux étudiants gradués ainsi que les deux ateliers sur la vulgarisation de l'entomologie et de l'écriture d'un article scientifique. Cette rencontre nous a offert une abondance de présentations diversifiées dans chacun des 10 symposiums ainsi que dans chacune des sessions de présentations orales et affiches qui se sont tenues au cours des 4 journées. Bravo aussi aux nombreux étudiants présents, dont certains participaient à leur premier congrès.

Merci à tous ceux et celles qui ont participé à l'encan silencieux dont plusieurs livres provenaient de la collection de Lloyd. Ce congrès a aussi été l'occasion de découvrir le talent de nombreux enfants qui ont participé au concours de dessin et aussi de grands amateurs d'entomologie qui immortalisent les insectes en photos.



Parmi les événements sociaux importants de ce congrès, nous nous rappellerons sûrement la soirée d'accueil à l'Insectarium de Montréal (visite des collections de l'Insectarium et la collection Ouellet-Robert, dégustation de bouchées aux insectes, etc.), la réception étudiante et ses jeux linnéens, puis enfin le banquet au cours duquel de nombreux prix ont été décernés et qui s'est conclu par une soirée dansante très appréciée avec ses musiques folkloriques.



Évènements spéciaux : 90 dessins et 34 photos avaient été soumis pour les concours organisés pendant le congrès (A-G). L'encan silencieux au profit de la SEC était composé d'une partie des livres de la collection de Lloyd (H). Plusieurs chercheurs ont assisté à la réception du Président (I) pendant que les étudiants participaient aux jeux linnéens (J-L). Le banquet a été apprécié des congressistes qui ont pu finir la soirée en dansant sur de la musique traditionnelle (M-P). Gagnants du concours photo : 1er prix Adam Blake (D), 2e prix Andrea Brauner (E), 3e prix Sean McCann (F). Gagnant du concours de dessin : Elliot Vanoosthuysse (G). Photos de L. Hénault-Éthier (C, H, K, L), M. Zhang (A, B), J. Moisan de Serre (I, M-P).

Plusieurs d'entre vous ont aussi fait vivre la page twitter #ESCJAM2015 pendant la réunion et cela était fort agréable à suivre.

Enfin, ce congrès n'aurait pu avoir lieu sans le travail de nombreux bénévoles qui se sont impliqués pendant plusieurs mois. Félicitations à toute l'équipe dirigée par Maxim Larrivée. Merci aussi aux 2 sociétés, la SEC et la SEQ, pour leur appui et à nos commanditaires pour leur soutien financier. Nous espérons que ce congrès restera dans vos mémoires!

Les photos présentées ici sont une sélection. Vous pourrez en retrouver davantage sur Facebook et Twitter.



Réception à l'insectarium : les congressistes étaient invités à visiter les collections, déguster quelques mets à base d'insectes, et interagir avec des insectes vivants et leurs collègues. Photos de J. Moisan de Serre (A, F, G, L), S. McCann (E), L. Hénault-Ethier (B, C, D, I), J. Saguez (H, J, K, M, N, O).

## UNE BESTIOLE À L'ÉCOLE

« Ce matin, une petite bestiole s'est posée dans la cour de l'école. Et moi, j'ai laissé la petite bestiole grimper sur mon doigt. Un pas, deux pas, trois pas... »

Auteure : Mireille Messier  
Illustratrice : Catherine Petit

**Collection Clin d'Oeil n° 20**  
Couverture cartonnée  
18,5 x 18,5 cm 24 pages  
À partir de 3 ans

ÉDITIONS DE LISATIS  
4829, AV. VICTORIA  
MONTRÉAL QC H3W 2M9  
www.editionsdelisatis.com



## PRIX MELVILLE-DUPORTE



© J.Louise Hainault-Éthier

Récipiendaires du prix Melville-Duporte, orale: Julie É. Maisonhaute (CG) et Simon Legault (CD). Prix présentés par Véronique Martel (G) et Julien Saguez (D).

**Julie É. Maisonhaute** réalise un doctorat codirigé par Éric Lucas (UQAM) et Geneviève Labrie (CÉROM). Sa présentation (en français avec diapositives en anglais) s'intitulait « *Effect of the spatial context along the invasion process: 'Hierarchical spatial' or 'Host-switching spatial' hypotheses? Hypothèses sur l'effet du contexte spatial durant le processus d'invasion: "effet spatial hiérarchique" ou "changement d'effet des plantes hôtes" ?* ».



© J.Louise Hainault-Éthier

Récipiendaire du prix Melville-Duporte, affiche : Kevin Tougeron (D). Julie É. Maisonhaute (G) est récipiendaire du prix pour la présentation orale. Prix présentés par Julien Saguez.

**Simon Legault**, quant à lui, réalise un doctorat sous la direction de Patrick James (UdM). Sa présentation s'intitulait « *Can parasitoids keep up with northward expansion of the spruce budworm?* ».

**Kevin Tougeron** réalise un doctorat codirigé par Jacques Brodeur (IRBV), Joan va Baaren (Université de Rennes) et Cécile Le Lann (Université de Rennes). Son affiche s'intitulait « *Are parasitoids from mild winter climates losing their diapause?* ».

## PRIX LÉON-PROVANCHER, catégorie «Amateur»



© J.Louise Hainault-Éthier

Julien Saguez (G) remet le prix au représentant de l'AEAQ, Étienne Normandin (D), pour Martin Hardy.

Martin Hardy s'est distingué dans la catégorie «amateur» grâce à la publication de son guide d'identification des Scarabées du Québec :

HARDY, M. 2014. Guide d'identification des Scarabées du Québec (Coleoptera : Scarabaeoidea). Entomofaune du Québec (EQ) inc., Saguenay, 166 pages.

## BOURSES COMMANDITÉS



© J.Louise Hainault-Éthier

Chris Plenzich (G) a reçu le Bayer Award et Mathilde Gaudreau (D), le Bishop University Award. Les bourses ont été présentées par Julien Saguez.





## LAURÉATE DE LA BOURSE ÉTUDIANTE 2015 DE LA SEQ

C'est avec grand plaisir que nous avons remis pour la 5e fois la bourse étudiante du Fonds de la Société d'entomologie du Québec. La mission de notre Fonds est d'encourager les étudiants à poursuivre des études supérieures dans le domaine de l'entomologie en octroyant une bourse annuelle de 1000 \$. C'est lors de la réunion annuelle de la société, qui a eu lieu conjointement avec la réunion annuelle de la SEC du 8 au 11 novembre 2015 à Montréal, qu'**Amélie Gervais** a reçu ce prix. Amélie a entamé un projet de doctorat à l'Université Laval en mai 2015. Elle est supervisée par Valérie Fournier et Marc Bélisle. Le sujet de son doctorat porte sur l'impact de l'intensification agricole et des changements climatiques sur les bourdons (*Bombus* sp.) du sud du Québec. Au nom de tous les membres du comité de sélection, nous la félicitons chaleureusement !



Récipiendaire de la bourse étudiante du Fonds SEQ: Amélie Gervais (centre). La bourse a été présentée par Julien Saguez (G) et Alessandro Dieni (D)

### Biographie

« Mon intérêt pour l'entomologie a commencé sous forme de défi. J'aime relever les défis et identifier des insectes en était un de taille lorsque j'étais au baccalauréat. J'ai donc participé à plusieurs projets de recherche où je pouvais me confronter à de nouveaux défis taxonomiques. Ainsi, j'ai développé une curiosité et une fascination pour les arthropodes, particulièrement ceux qui vivent dans les environnements extrêmes arctiques. Les arthropodes sont des organismes ectothermes, et pourtant ce sont les seuls animaux sédentaires dans cette région où le climat est très rude. Ce paradoxe intrigant a attiré mon attention assez tôt dans mon parcours académique. J'ai vite réalisé que la taxonomie n'était pas le seul aspect intéressant en entomologie. Je souhaitais identifier les arthropodes dans le but de faire de la recherche sur l'écologie des communautés et les réseaux trophiques. »

### À tous les membres étudiants

Vous avez un projet de maîtrise ou de doctorat passionnant? Dites-le-nous! Vous avez jusqu'au 30 septembre 2016 pour remettre votre candidature pour la bourse annuelle étudiante de la SEQ. Vous trouverez toutes les informations relatives à l'application sur le site web de la SEQ. Bonne chance à tous! Directeurs ou directrices... parlez-en à vos étudiants !

### Pour contribuer au Fonds SEQ par un don...

La SEQ s'est engagée encore une fois cette année à égaliser tout don effectué par des membres individuels au Fonds de la SEQ pour l'année 2015-2016 (pour 1 \$ donné par un membre, 1 \$ sera donné par la SEQ) jusqu'à un plafond maximal de 2000 \$.

Nous vous invitons donc à donner généreusement afin d'assurer une relève de la recherche en entomologie au Québec. Vous pouvez le faire en vous rendant sur le site web de la SEQ ou en communiquant directement avec Alessandro Dieni (fseq@seq.qc.ca ou au 450-653-7368 poste 344). Des reçus d'impôt vous seront remis pour tout don de plus de 25 \$.

Un grand merci!

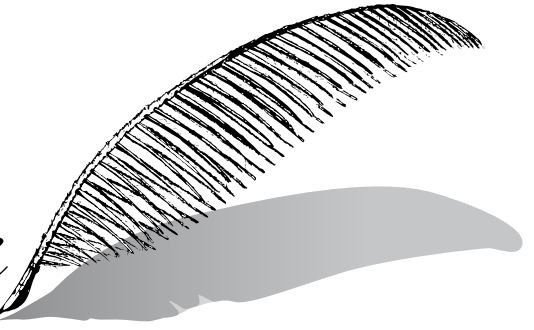
Le comité responsable du Fonds Société d'entomologie du Québec





## GAGNANTES DU CONCOURS DE RÉDACTION SCIENTIFIQUE

*Georges-Maheux*



### Sabrina Rochefort

«Conflicting views on the classification of Skipper Flies (Diptera: Piophilidae): the need for a phylogenetic and taxonomic revision»

Passionnée par la nature, les nouvelles découvertes et la biologie, j'ai commencé mon cheminement en science à l'Université McGill en complétant un Baccalauréat en Science de l'agriculture et de l'environnement, suivi d'une Maîtrise en entomologie.

En commençant mon Baccalauréat, j'en connaissais très peu sur les insectes. En fait, mon expérience en entomologie a débuté au Musée d'Entomologie Lyman lors de bénévolat pour le Dr. Terry Wheeler. J'ai tout de suite adoré la recherche sur les insectes, car celle-ci satisfaisait mon grand désir d'acquérir de nouvelles connaissances et de nouvelles responsabilités, de même que de relever de nombreux défis en recherche.

J'ai tout de suite eu la piqûre pour ce domaine fort passionnant! D'ailleurs, j'ai réussi à compléter environ 100 heures de bénévolat au musée pendant une session de bac fort chargée en cours et devoirs, et avec un travail étudiant de fin de semaine. C'est cette ambition et cette détermination qui m'ont permis d'obtenir un travail étudiant au musée pendant 2 ans et par la suite, d'entreprendre une maîtrise fort intéressante sur la taxonomie et la phylogénie des Piophilidae (Diptère).

Mon expérience en entomologie lors de mes études universitaires a été au-delà de mes espérances. En plus d'une thèse bien remplie, j'ai produit deux publications en lien avec ma thèse : une sur la diversité des Piophilidae dans le Nord canadien avec la description d'une nouvelle espèce, et une sur les Piophilidae présents en médicolégal, incluant une clé d'identification. De plus, j'ai participé à la conservation des Piophilidae dans une multitude de collections en Amérique du Nord et à un projet de Diptères nécrophages de la Dr. Marjolaine Giroux de l'insectarium de Montréal.

### Marianne St-Laurent

«La biologie et les comportements des Phytoseiidae»

Marianne n'a pas un parcours scolaire typique. Elle a fait un DEP en production horticole il y a déjà... 12 ans ! Elle a ensuite travaillé comme horticultrice pendant 6 ans, puis a fait un retour à l'école aux adultes pour ensuite atterrir à l'université en scolarité préparatoire et finalement commencer, en 2010, son baccalauréat en agronomie. Durant ce parcours, elle était loin de se douter qu'une maîtrise s'ajouterait à ces années d'étude. Ce dernier défi a passé très rapidement, elle est présentement en période de rédaction. Bien que l'entomologie soit plutôt récente dans sa vie, la curiosité qu'elle éprouve envers les insectes, les plantes et leurs interactions se manifeste dans sa vie de tous les jours, mais aussi lors de ses voyages. Cet intérêt s'est développé durant son baccalauréat et la phytoprotection est un domaine qui l'enthousiasme beaucoup.





**Stratégie**  
**phytosanitaire**  
québécoise en agriculture  
**2011-2021**

---

**Fière d'appuyer la  
lutte intégrée au Québec !**





# Le radar harmonique portatif pour l'étude des déplacements d'insectes

Par Gilles Boiteau<sup>1</sup> et Charles Vincent<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agriculture et agroalimentaire Canada, Fredericton, N.B.

<sup>2</sup>Agriculture et agroalimentaire Canada, Saint-Jean-sur-Richelieu, QC

## Introduction

Une compréhension approfondie des stratégies de déplacement des insectes requiert une connaissance détaillée de leurs déplacements. Il est généralement difficile de repérer visuellement des organismes petits et cryptiques parmi la végétation dense et, dans les meilleures conditions, les observations visuelles sont limitées à quelques mètres. L'utilisation d'isotopes radioactifs, comme le  $Zn^{65}$  chez le charançon de la prune (Lafleur et al. 1987), a fait ses preuves pour suivre les insectes en tout temps, mais cette méthode est proscrite en milieu commerciaux et inaccessibles au grand public en raison de problèmes potentiels de sécurité et de santé. Les méthodes de capture/recapture peuvent également être utiles pour l'étude des mouvements des insectes. Toutefois, elles sont limitées pour donner des informations concernant les déplacements précis des insectes dans un habitat (e.g. Boiteau 2005).

Les méthodes télémétriques ainsi que le radar ont été utilisés principalement pour étudier le vol d'invertébrés (Riley et al. 1996) et d'autres organismes (Mascanzoni et Wallin 1986; Riley 1989). Ces méthodes, qui sont continuellement en développement (Drake et Reynolds 2012), permettent de suivre les organismes jour et nuit. Les radars conventionnels transmettent et reçoivent un signal sur une seule fréquence. Seulement, lorsqu'il s'agit de petits animaux, le signal pertinent à l'animal est noyé dans le signal de retour.



Le radar harmonique, quant à lui, est utilisé pour détecter des objets radio non linéaires comme des antennes électroniques. Son principal avantage lui vient de la grosseur de l'antenne utilisée : elle peut être très petite et légère

au point où il est possible de l'attacher à un insecte. Le radar harmonique émet un signal à une fréquence, mais, en plus de recevoir un signal de retour sur cette même fréquence, il reçoit également un signal de retour émis par l'antenne électronique (attachée à l'insecte) à 2 fois cette fréquence, d'où son appellation « harmonique ». Comme le signal de fond revient sur la fréquence d'émission, le radar peut distinguer le retour de signal de l'antenne électronique, et lorsque celle-ci est attachée à un insecte, l'insecte. Le radar harmonique a plusieurs applications. Par exemple, O'Neal et al. (2004) mentionnent que le radar RECCO est utilisé pour détecter les skieurs (qui ont une antenne électronique dissimulée dans leurs vêtements) enfouis sous une avalanche. En entomologie, le radar harmonique a été utilisé pour l'étude des déplacements de plusieurs espèces (O'Neal et al. 2004; Boiteau et Colpitts 2004).

Au laboratoire, nous avons utilisé un radar harmonique dans le but d'étudier les déplacements (surtout par la marche) de 4 insectes agricoles : le doryphore de la pomme de terre (*Leptinotarsa decemlineata*, Chrysomelidae), le charançon de la prune (*Conotrachelus nenuphar*, Curculionidae), la chrysomèle des racines du maïs (*Diabrotica virgifera*, Chrysomelidae) et la punaise marbrée (*Halyomorpha halys*, Pentatomidae). Lors du déroulement de notre projet, nous avons eu à résoudre des questions d'ordre technique avant de nous attaquer à des questions d'ordre biologiques. Ces questions sont abordées ici pour illustrer notre démarche scientifique et déterminer le potentiel du radar harmonique en entomologie.

## Notre système de radar harmonique



Fig. 1 Unité de radar harmonique, vue de face.

Le système de radar harmonique portatif utilisé dans les travaux rapportés ici a été développé et construit par l'équipe de Bruce Colpitts du Department of Electrical and Computer Engineering (University of New Brunswick) en collaboration avec Agriculture et agroalimentaire Canada. Le système comprenait un émetteur, un receveur, une unité de traitement de signal, une unité de batteries, une interface avec l'utilisateur (fig.1), le tout pesant moins de 9 kg.

Le transmetteur de pulsations était attaché à une première antenne, laquelle était positionnée sous une seconde plus petite, qui agissait comme récepteur. Le traitement informatique du signal permettait de détecter la présence d'antennes électroniques énergisée par l'émission du radar. Un magnétron de radar marin (4 kW, 9.41 GHz) était utilisé pour générer des pulsations de 1 s de long à 1 kHz. Ces pulsations étaient polarisées verticalement et guidées vers l'avant de l'unité par l'antenne émettrice (la plus grosse, fig.2).



Fig. 2 Unité de radar harmonique, vue de profil. Le cône inférieur est émetteur, alors que le cône supérieur reçoit le signal.

Lorsque l'antenne réceptrice reçoit le signal de retour, celui-ci est filtré et concentré par un guide d'ondes, de sorte que les interférences possibles au retour du signal sont minimisées. Ce signal est alors relayé sous forme d'un son distinct à un opérateur portant une paire d'écouteurs.





Fig. 3 Diode de Schott collée sur une boucle de fil de cuivre.

Notre radar harmonique permettait de localiser de petites antennes électroniques (< 3 mg) attachées sur les insectes (fig. 3). L'antenne électronique était constituée d'un fil de cuivre (1 mm de diamètre) d'une longueur d'environ 16 mm (soit 50 % de la longueur d'onde) au centre duquel une boucle de 1 mm de diamètre était formée afin

d'y coller une diode de Schott (fig. 3). L'ensemble, collé sur le pronotum d'un insecte (fig. 4), formait une structure résonnante qui convertissait l'énergie de la fréquence d'émission en fréquence harmonique. Étant donné que le signal réémis par ces antennes électroniques n'ont pas de signature unique, les insectes ont dû être marqués individuellement (voir Boiteau et al. 2010) pour les distinguer. Comme les antennes étaient polarisées verticalement, le signal de retour maximal était obtenu lorsque l'antenne électronique était également positionnée de façon verticale. Dans le cas d'études d'insectes en vol, il serait préférable d'ajuster la position de l'antenne électronique de façon à compenser pour la position du corps de l'insecte pendant le vol.

Pour détecter une antenne électronique attachée à l'insecte, l'opérateur du radar marchait dans la parcelle agricole en balayant la parcelle d'un mouvement de va et vient (Fig. 5). En milieux ouverts, comme une pelouse, le rayon de détection était d'environ 30 m : la présence de végétation plus haute (e.g. pomme de terre) diminuait cette portée, car l'eau contenue dans la végétation absorbait l'énergie. Une fois le son recherché détecté, l'opérateur marchait en direction de celui-ci afin de suivre l'antenne électronique. Lors du développement de notre système, plusieurs questions d'ordre technique se sont posées.

#### Question 1 (Boiteau et al. 2009, Lee et al. 2013) - La colle affecte-t-elle la survie ou le comportement de l'insecte?

Idéalement, la colle devait : a) assurer un lien durable entre le pronotum et l'antenne électronique; b) être peu dispendieuse; c) être facile d'application; d) être non toxique; e) être sans effets sur le comportement des insectes. Des antennes électroniques ont été collées avec 3 types de colles (Crazy glue, Loelite, Bowman FSA) sur le pronotum d'adultes de



Fig. 5 Opérateur de radar harmonique balayant un pommier avec un radar harmonique pour retrouver un charançon de la prune adulte sur lequel une antenne électronique a été collée.

doryphore de la pomme de terre, de charançon de la prune et de chrysomèle des racines du maïs. Pour les 2 premières espèces, les 3 colles ont créé un lien durable durant 4 à 5 jours chez 85 % des doryphores et chez 50 % des charançons. Les colles n'ont pas eu d'effet sur la prise de nourriture ni le comportement de marche (marche sur des surfaces verticales, vitesse de marche et durée de déplacement). Concernant la chrysomèle des racines du maïs, la mortalité des adultes était différente entre les 3 colles, ce qui soulève un problème d'ordre méthodologique pour cet insecte.

Chez la punaise marbrée, des tests mesurant la robustesse de l'adhésion des antennes collées sur le pronotum des adultes ont été effectués (Lee et al. 2013). La colle n'avait également pas d'effets sur les déplacements verticaux et horizontaux de la punaise marbrée sur une période de 7 jours. Le sablage du pronotum avant l'application de la colle a permis d'augmenter la robustesse de l'adhésion de l'antenne (Lee et al. 2013).

#### Question 2 (Boiteau et al. 2010) - Quel est l'effet du poids de l'antenne sur le comportement de marche de l'insecte?

Idéalement, la présence d'une antenne collée sur les insectes ne devrait pas affecter leur comportement. La question du poids relatif de l'antenne électronique par rapport au poids de l'insecte est un paramètre important à considérer. Ainsi,

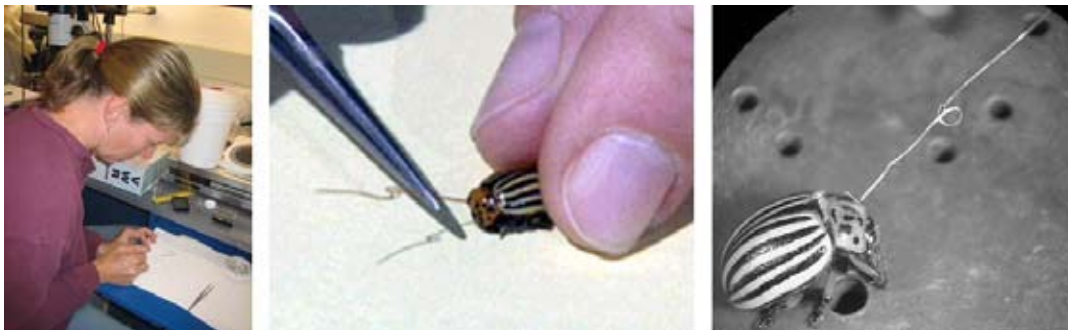


Fig. 4 Procédure pour coller l'antenne électronique sur le pronotum d'un adulte de doryphore de la pomme de terre.



les antennes collées sur le pronotum et représentant 2.2 % ou moins du poids moyen des doryphores (120 mg) n'avaient pas d'effets (positifs ou négatifs) sur le comportement de marche des adultes, mais réduisaient de 8 % leur vitesse de marche sur une surface horizontale. Quant aux charançons, les antennes de 0.55 mg collées sur leur pronotum (représentant 3.9 % du poids des adultes) n'avaient pas d'effets mesurables sur leur comportement de marche, mais réduisaient de 36 % leur vitesse de marche sur une surface horizontale.

**Question 3 (Boiteau et al. 2011a) - L'antenne entrave-t-elle le comportement de marche de l'insecte?**

Il est concevable que la présence d'une antenne collée sur leur pronotum puisse entraver la marche normale d'un insecte dans son habitat, que ce soit sur une structure horizontale ou verticale. Chez le doryphore, 2 types d'antennes ont été considérés : une antenne rigide (8 mm de long) en cuivre collées verticalement sur le pronotum et une antenne traînante, i.e. un fil de teflon enduit d'aluminium (8 cm de long et pesant 2.8 mg) attachées au pronotum. La fréquence à laquelle les adultes traversaient les parcelles couvertes de graminées et celles sans végétation ne présentait pas de différences selon qu'ils avaient une antenne collée ou pas. Par contre, la présence d'antennes traînantes entravait le comportement de marche chez le charançon et réduisait le temps de marche chez la chrysomèle; paramètre ayant été déterminé dans une arène vide.



Fig. 6 - Charançon de la prune adulte (sur lequel une antenne électronique a été collée) sur une branche de pommier. La flèche bleue indique la position du charançon

**Question 4 (Boiteau et al. 2011 b) - Quel est le pourcentage de recouvrement des insectes portant une antenne?**

Lorsque le nombre d'insectes relâchés dans un habitat est connu, on peut estimer le taux de recouvrement, lequel dépend de l'habileté de l'opérateur à se déplacer dans les parcelles de plantes hôtes, à détecter un signal d'antenne électronique, puis à repérer l'insecte visuellement. À titre d'exemple, les taux de détection et de recouvrement du charançon adulte ont été évalués pour chacune des positions de l'insecte (pomme, branche [fig.6], feuille) dans la canopée supérieure, intermédiaire et inférieure d'un pommier. Pour chacune de ces combinaisons, l'opérateur était placé à 3 et 5 m du pommier (fig. 5). Lorsque le charançon était placé sur

une pomme située dans la canopée supérieure, les taux de détection étaient de 50 % à 5 m et de 71.4 % à 3 m; les taux de recouvrement étaient, quant à eux, respectivement de 28.6 % et 28.6 %. Des travaux semblables ont été effectués pour le système doryphore/pomme de terre. Dans la majorité des cas, les taux de recouvrement du charançon, du doryphore et de la chrysomèle étaient assez élevés pour valider le choix du système de radar harmonique comme outil d'étude du comportement.

**Question 5 (Boiteau et al. 2014) - La connectivité des plantes hôtes affecte-t-elle la rétention des adultes?**

Dans un habitat, les plantes hôtes peuvent être groupées (angl. patch) et se toucher (angl. connectivity). Il est possible de prédire que plus les plantes d'un groupe sont rapprochées, plus la rétention d'insectes sera grande au sein de ce groupe comparé à un groupe où les plantes sont davantage isolées, surtout chez les insectes qui se déplacent en marchant. Des suivis d'adultes de doryphore ont été effectués avec le radar harmonique dans des parcelles de pomme de terre ayant 4 niveaux de connectivités : 1) un plant isolé; 2) 3 plants disposés sur une ligne de sorte que les plants se touchent; 3) 3 plants dont les feuilles terminales sont éloignées de 5 cm; 4) 3 plants distancés de 40 cm. Ceci a permis de démontrer qu'un niveau élevé de connectivité favorise les déplacements des doryphores entre les plants.

**Question 6 (Lee et al. 2014) - Peut-on utiliser le radar harmonique pour suivre les mouvements de la punaise marbrée?**

Le comportement en champ de la punaise marbrée est peu connu. Il s'agit d'un insecte apparu récemment en Amérique du Nord et qui cause des dommages considérables dans plusieurs cultures. Notre système de radar a permis la détection d'adultes ayant des antennes électroniques en moins de 2 minutes. Le succès de localisation des adultes en verger de pêcheurs, en parcelles gazonnées et dans une bordure de champ (angl. unmanaged hedgerow) non traitée étaient >90 %. Le temps requis pour récupérer (combinaison radar et visuel) les insectes était toutefois plus grand à l'intérieur qu'à l'extérieur de la canopée.

**Question 7 (Gui et al. 2011) - Qu'en est-il du déplacement des insectes par le vol?**

Des essais au radar harmonique en Chine avec la mouche chinoise des agrumes, *Bactrocera minax* (Enderlein) (Diptera: Tephritidae), qui se déplace surtout par le vol, ont montré que les antennes électroniques pesant jusqu'à 3,8 mg (moins de 12% du poids de l'insecte) n'avaient pas d'impact visible sur la capacité de l'adulte à décoller et à se maintenir en vol. Sur la base de cette validation, l'utilisation du radar harmonique a permis de confirmer le déplacement soupçonné de la jeune mouche (des orangeries vers la forêt et le retour de





l'adulte gravide de la forêt vers les orangeries) pour pondre ses œufs. Dans le cas du doryphore de la pomme de terre, des essais antérieurs avaient également montré peu ou pas d'impact de l'antenne sur le doryphore de la pomme de terre en vol, quoique le poids limitait la fréquence d'envol.

## Conclusion

Le radar harmonique peut constituer une méthode utile et non envahissante pour l'étude des déplacements des insectes. Toutefois, comme avec toute méthode - parce les insectes ont des tailles différentes, qu'ils fréquentent souvent des plantes hôtes relativement spécifiques et parce que leur comportement est généralement également spécifique - il convient de connaître les limites entre lesquelles le système de radar harmonique peut être utilisé avant d'utiliser le système.

## Remerciements

Nous remercions Bruce Colpitts, Tracy C. Leskey, Doo-Hyung Lee, Lianyou Gui, Pamela MacKinley, François Meloche et Pierre Lemoyne pour leur collaboration. Nous remercions Agriculture et agroalimentaire Canada pour le financement de projets de recherche.

## Références

- Boiteau, G. et B. Colpitts. 2004. The potential of portable harmonic radar technology for the tracking of beneficial insects. *International Journal of Pest Management* 50, 233-242.
- Boiteau, G. 2005. Recruitment of adult Colorado potato beetles in Bt-transgenic potato fields. *American Journal of Potato Research* 82, 379-387.
- Boiteau, G., F. Meloche, C. Vincent et T. C. Leskey. 2009. Effectiveness of Glues Used for Harmonic Radar Tag Attachment and Impact on Survival and Behavior of Three Insect Pests. *Environmental Entomology* 38,168-175.
- Boiteau, G., C. Vincent, F. Meloche et T. C. Leskey. 2010. Harmonic radar: assessing the impact of additional tag weight on walking behavior of Colorado potato beetle, plum curculio and corn rootworm. *Journal of Economic Entomology* 103, 63-69.

- Boiteau, G., C. Vincent, F. Meloche, T. C. Leskey et B. Colpitts. 2011a. Evaluation of tag entanglement as a factor in harmonic radar studies of insect dispersal. *Environmental Entomology* 40, 94-102.
- Boiteau, G., C. Vincent, F. Meloche, T. C. Leskey et B. Colpitts. 2011b. Harmonic radar efficacy at detecting and recovering agricultural insects on host plants. *Pest Management Science* 67, 213-219.
- Boiteau, G., C. Vincent, T. C. Leskey, B. Colpitts, P. MacKinley et D.-H. Lee. 2014. Impact of host plant connectivity, crop border and patch size on adult Colorado potato beetle retention. *PlosOne* 9(5) : e95717.
- Drake, V. A. et D. R. Reynolds. 2012. *Radar Entomology: Observing Insect Flight and Migration*. CABI, Wallingford, UK, 496 pp.
- Gui, L. Y., X. Q. Huang, C. R. Li et G. Boiteau. 2011. Validation of harmonic radar tags to study movement of Chinese citrus fly. *Canadian Entomologist* 143,415-422.
- Lafleur, G., S. B. Hill et C. Vincent. 1987. Fall Migration, overwintering site selection and associated winter mortality of plum curculio (Coleoptera: Curculionidae) in a Quebec apple orchard. *Journal of Economic Entomology* 80, 271-314.
- Lee, D-H., S. E. Wright, G. Boiteau, C. Vincent et T. C. Leskey. 2013. Effectiveness of glues for harmonic radar tag attachment on *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) and their impact on adult survivorship and mobility. *Environmental Entomology* 42, 515-523
- Lee, D-H., C.-G. Park, B. Seo, G. Boiteau, C. Vincent et T. C. Leskey. 2014. Detectability of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) by portable harmonic radar in agricultural landscapes. *Florida Entomologist* 97, 1131-1138.
- Mascanzoni, D. et E. Wallin. 1986. The harmonic radar: a new method of tracing insects in the field. *Ecological Entomology* 11, 387-390.
- O'Neal, M. E., D. A. Landis, E. Rothwell, L. Kempel et D. Reinhard. 2004. Tracking insects with harmonic radar: a case study. *American Entomologist* 50, 212-218.
- Riley, J.R. 1989. Remote sensing in entomology. *Annual Review of Entomology* 34, 247-271.
- Riley, J.R., A. D. Smith, D. R. Reynolds, A. S. Edwards, J. L. Osborne, I. H. Williams, N. L. Carreck et G. M. Poppy. 1996. Tracking bees with harmonic radar. *Nature* 379, 29-30.

ENTOMOLOL

JONATHAN VEILLEUX



# Actualités entomologiques

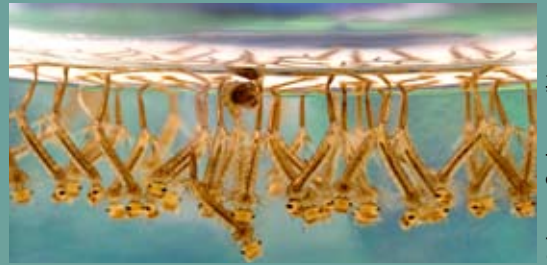
par Véronique Bellavance

## De la larve à la puppe : que la course commence !

Septembre 2015 | DOI : 10.1098/rspb.2015.1549

Culler, L. E., Ayres, M. P. et Virginia, R. A. 2015. In a warmer Arctic, mosquitoes avoid increased mortality from predators by growing faster. *Proc. R. Soc. B* 282 (1815) : 20 151 549.

L'alarme est sonnée pour le caribou dans l'Arctique ! Les moustiques ne leur seront pas de tout repos puisqu'au Groenland, ces petites pestes tirent maintenant avantage du réchauffement climatique. En effet, l'augmentation de la température accélère leur développement entre le stade larvaire et la puppe. Ils sont ainsi moins longtemps exposés à leur principal prédateur : les dytiques. De plus, selon les prédictions de l'étude, un accroissement de 2 °C augmenterait le taux de survie des moustiques de 53 % ! Donc les moustiques s'en tirent plus nombreux. Finalement, en raison de leur développement plus rapide, la phénologie des moustiques s'est synchronisée à celle du Caribou ! Il est sans équivoque que les grands vainqueurs seront certainement les oiseaux insectivores nichant en Arctique.



© James Gathany, wiki

## Le mutualisme où les deux parties n'évoluent pas dans le même sens

Septembre 2015 | DOI : 10.1126/science.aab0868

Miller-Struttman, N.E., Geib, J.C., Franklin, J. D., Kevan, P.G., Holdo, R.M., Ebert-May, D., Lynn, A.M., Kettenbach, J.A., Hedrick, E. et Galen, C. 2015. Functional mismatch in a bumble bee pollination mutualism under climate change. *Science* 349 (6255) : 1541-1544.



© Gideon Pisanty, wiki

En mesurant le proboscis de 2 espèces de bourdons (*Bombus balteatus* et *B. sylvicola*) entre les années 1966 et 2014, une équipe de recherche a découvert une désynchronisation entre l'évolution de leurs traits morphologiques et celle des fleurs à longue corolle avec lesquelles ils entretenaient une relation de mutualisme. En effet, en 40 ans, la longueur du proboscis de ces bourdons a diminué, mais pas celle de la corolle des fleurs dont ils se nourrissaient. L'équipe de recherche soutient que la diminution de la disponibilité des fleurs à longue corolle causée par les changements climatiques a forcé ces spécialistes à élargir leur éventail de ressources florales et devenir davantage généralistes, d'où la réduction de la longueur du proboscis adapté à une grande variété de fleurs. Avoir un long proboscis n'est donc plus nécessaire... qu'advient-il maintenant des fleurs à longues corolles ?

## Pas seulement une question de muscles!

Octobre 2015 | DOI : 10.1155/2015/591 705

Davis, A. K. et Holden, M. T. 2015. Measuring intraspecific variation in flight-related morphology of monarch butterflies (*Danaus plexippus*): Which sex has the best flying gear? *Journal of Insects* : 591 705.

Pour le papillon Monarque (*Danaus plexippus*), le vol est crucial ! Ce papillon migre sur de très longues distances (plus de 3 500 km) afin de compléter son cycle de vie. Cette étape déterminante dans la reproduction de l'espèce est réussie par davantage de femelles que de mâles, mais pourquoi ? Une équipe de recherche en Géorgie s'est intéressée à cette question et a mesuré plusieurs traits morphologiques de ce papillon afin de vérifier s'il y avait des différences entre les sexes. Leur principale hypothèse : les femelles possèdent des muscles reliés au vol plus développés que les mâles. FAUX ! Ils ont en fait montré que les femelles avaient des muscles plus petits. Seulement, puisqu'elles sont plus légères que les mâles, l'effort qu'elles doivent déployer au vol est moindre, ce qui rend le vol plus efficace. Ils ont de plus montré que les femelles avaient des ailes plus robustes que celles des mâles, ce qui les rend moins fragiles.



© Toluca Mexico, wiki

## Tous pour un et un pour tous !

Novembre 2015 | DOI : 10.3897/JHR.46.6585

McCann, S., Moeri, O., Jimenez, S.I., Scott, C. et Gries, G. 2015. *Developing a paired-target apparatus for quantitative testing of nest defense behavior by vespine wasps in response to con- or heterospecific nest defense pheromones*. *Journal of Hymenoptera Research* 46 : 151-163.

Une équipe de recherche canadienne a montré que 3 espèces de guêpes (*Vespula pensylvanica*, *V. alascensis*, et *V. germanica*), très répandues en Colombie-Britannique, répondaient non seulement aux phéromones d'alarme émises par leur espèce, mais aussi à celles émises par les 2 autres espèces ! La détection des phéromones d'alarme des congénères du genre *Vespula* semble avantageuse puisque ces 3 guêpes ont tendance à nicher au sol, à proximité les unes des autres. Ainsi, lorsqu'un prédateur est détecté, elles peuvent toutes allier leurs forces afin de le faire fuir. L'étude des comportements de défense de ces guêpes a été réalisée grâce à un dispositif ingénieux et peu coûteux fabriqué à partir de 2 coupelles de pesée noires collées l'une sur l'autre (formant ainsi une caisse de résonance) combinées à un microphone. Ce dispositif a permis de quantifier l'intensité de la défense du nid via l'émission de phéromone.



© Sascha Kohlmann, wiki

## Une question de vie ou de mort : le potassium sous la loupe

Décembre 2015 | DOI : 10.1038/srep18607

MacMillan, H.A., Andersen, J.L., Davies, S.A. et Overgaard, J. 2015. *The capacity to maintain ion and water homeostasis underlies interspecific variation in Drosophila cold tolerance*. *Scientific reports* 5 : 18 607.

Pour les ectothermes comme les insectes, une baisse subite de température peut avoir des conséquences physiologiques très néfastes, voire mortelles. Exposés à des températures froides, les insectes relocalisent l'eau et le sel vers leur intestin, laissant la



concentration en potassium dans l'hémolymphe plus élevée. Si cette concentration devient trop élevée, elle peut entraîner la mort de l'insecte. Une équipe de recherche s'est intéressée à ce mécanisme et a étudié l'habileté de 5 espèces de drosophiles provenant de différents climats à maintenir leur niveau de potassium dans l'hémolymphe. Celles provenant d'endroits où les hivers étaient plus froids étaient meilleures à réguler leur potassium. Comprendre ce mécanisme pourrait aider à prédire l'influence des changements climatiques sur différents groupes d'insectes ou peut-être même éventuellement à trouver un moyen de contrôler la densité d'émergence des ravageurs au printemps.

## L'effet parapluie...

Décembre 2015 | DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2015.10.017>

Sanders, D., Kehoe, R. et van Veen, F.F. 2015. *Experimental evidence for the population-dynamic mechanisms underlying extinction cascades of carnivores*. *Current Biology* 25 (23) : 3106-3109.

À tous les gens qui travaillent en conservation : ne vous concentrez pas seulement sur la protection d'une seule espèce, considérez l'approche plus globale qui intègre aussi les autres prédateurs du même réseau trophique ! C'est le message qui doit être retenu d'une étude expérimentale dans laquelle un prédateur était retiré d'un réseau trophique complexe afin de déterminer l'effet de ce retrait sur les autres prédateurs présents. En effet, une équipe de recherche a créé un réseau trophique formé de plusieurs espèces de pucerons et de guêpes parasitoïdes, leurs ennemis naturels. Ils ont constaté que lorsqu'une espèce de guêpe était retirée du réseau, les autres espèces de guêpes périssaient. La raison : les autres espèces avaient du mal à trouver leurs proies tant la densité des proies de l'espèce disparue avait explosé.

### Vieux, mais bien conservé : l'histoire d'un coléoptère fossilisé

Novembre 2015 | DOI : <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4052.2.10>

Caterino, M.S., Wolf-Schwenninger, K. et Bechly, G. 2015. *Cretonthophilus tuberculatus*, a remarkable new genus and species of hister beetle (Coleoptera: Histeridae) from Cretaceous Burmese amber. *Zootaxa* 4052 (2) : 241-245.

La découverte d'un coléoptère fossilisé âgé de 99 millions d'années dans un morceau d'ambre de Birmanie permet de confirmer l'existence de la famille des Histeridae (Escarbot luisant ou «Clown beetle»), à cette époque. De plus, cette découverte permet de montrer que ce groupe s'est diversifié considérablement depuis ce temps. Cette découverte ajoute un nouveau genre ainsi qu'une nouvelle espèce à cette famille de coléoptères : *Cretonthophilus tuberculatus*.



© Karin Wolf-Schwenninger

### De minuscules lunettes 3D pour les mantes religieuses

Janvier 2016 | DOI : [10.1038/srep18718](https://doi.org/10.1038/srep18718)

Nityananda, V., Tarawneh G., Rosner, R., Nicolas, J., Crichton, S. et Read, J. 2015. *Insect stereopsis demonstrated using a 3D insect cinema*. *Scientific report* 6 : 18 718.

Une équipe de recherche de l'Université Newcastle au Royaume-Uni a confirmé la vision en trois dimensions (3D) chez la mante religieuse *Sphodromantis lineola* grâce à une minuscule paire de lunettes 3D s'inspirant de celles fournies au cinéma pour les films 3D (i.e. avec 2 lentilles de couleurs différentes). Puisque les mantes distinguent difficilement le rouge, les chercheurs ont utilisé des verres bleus et verts. Lorsqu'une image 3D était montrée à la mante religieuse, celle-ci réagissait en essayant de l'attraper tandis qu'aucune réaction n'était enregistrée lorsqu'une image en deux dimensions lui était présentée. La compréhension de la vision 3D primitive pourrait permettre de comprendre comment celle-ci a évolué et pourrait mener à l'élaboration de nouveaux algorithmes permettant d'améliorer la perception de la profondeur de champ 3D des ordinateurs.



### Des fleurs pour les moustiques

Janvier 2016 | DOI : [10.1093/jme/tjv201](https://doi.org/10.1093/jme/tjv201)

Davis, T.J., Kline, D. L. et Kaufman, P.E. 2016. *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) oviposition preference as influenced by container size and *Buddleja davidii* plants. *Journal of medical entomology* : 1-6.

Selon une étude réalisée en Floride, la présence de fleurs sur le territoire influence les comportements de ponte des moustiques-tigres (*Aedes albopictus*). En effet, les femelles auraient tendance à pondre plus d'œufs près des sites où des fleurs sont présentes. Ces résultats concordent avec le régime alimentaire des moustiques! Même si un repas de sang est essentiel à la reproduction, les femelles s'alimentent également de nectar tout comme les mâles. Les fleurs sont donc nécessaires à leur survie. Cette conclusion pourrait permettre, par exemple, de fabriquer un piège à moustiques qui limiterait l'expansion des maladies transmises par ces bestioles.



© James Gathany, CDC/wiki

### Des sols du désert aux accumulations de glace

Janvier 2016 | DOI : [10.1038/srep19131](https://doi.org/10.1038/srep19131)

Boreyko, J. B., R. R. Hansen, K. R. Murphy, S. Nath, S. T. Retterer et C. P. Collier. 2016. *Controlling condensation and frost growth with chemical micropatterns*. *Scientific Reports* 6 : 19131

Réacheminement d'air chaud en provenance du moteur et pompage de produits chimiques de dégivrage sont 2 façons de garder les surfaces des aéronefs libres de gel pendant le vol. Une méthode supplémentaire pourrait toutefois voir le jour grâce à un petit coléoptère vivant sur les sols arides du désert du Namib en Afrique du Sud. *Stenocara* sp. vit dans le désert grâce à la texture de ses élytres (une combinaison de bosses et de surfaces lisses) qui lui permet de recueillir l'humidité de l'air pour se garder hydraté. Les chercheurs de Virginia Tech ont réussi à manipuler cette combinaison de surfaces hydrophiles et hydrophobes afin de contrôler la propagation de gel sur une surface. Cette technologie fait suite à une série d'approches bio-inspirées permettant de minimiser la surface disponible à l'accumulation d'eau.



© Wikimedia



# Publications Récentes

## Articles scientifiques

- Abram, P.K., A. Cusumano, E. Peri, J. Brodeur, G. Boivin et S. Colazza. 2015. Thermal stress affects patch time allocation by preventing forgetting in a parasitoid wasp. *Behavioural Ecology*, 26 : 1326-1334.
- Aubry, O., C. Cormier, G. Chouinard et É. Lucas. 2015. Influence of plant, animal and mixed resources on development of the zoophytophagous plant bug *Campylomma verbasci* (Hemiptera: Miridae). *Biocontrol Science and Technology*, 25 (12) : 1426-1442.
- Dieni, A., J. Turgeon et J. Brodeur. 2016. Routes of invasion of the lily leaf beetle, *Lilioceris lili* in North America. *Biological Invasions*, 18 : 31-44.
- Favret, C. et J.M. Sieracki. 2016. Machine vision automated species identification scaled towards production levels. *Systematic Entomology*, 41(1) : 133-143. DOI: 10.1111/syen.12146
- Favret, C., N.P. Havill, G.L. Miller, M. Sano et B. Victor. 2015. Catalog of the adelgids of the world (Hemiptera, Adelgidae). *ZooKeys*, 534 : 35-54. DOI: 10.3897/zookeys.534.6456
- Galileo, M.H.M., S. Le Tirant et A. Santos-Silva. 2015 New species of Cerambycidae (Coleoptera) from South and Central America. *ZooKeys*, 530 : 101-111.
- Gendron-St-Marseille, A.-F., G. Bélair, J. Brodeur, G. Bourgeois et B. Mimee. 2015. Impact des changements climatiques sur les interactions moléculaires entre le nématode à kyste du soya (*Heterodera glycines*) et son hôte principal, le soya (*Glycine max*). *Phytoprotection*, 95 : 41-47.
- Lanteigne, M.-P., J. Brodeur et G. Boivin. 2015. Patch experience changes host selection behaviour of the aphid parasitoid *Aphidius ervi*. *Journal of Insect Behavior*, 28 : 436-446.
- Le Tirant, S. et P. Harrison. 2015. Scarab beetles at the Montreal Insectarium. *Scarab Newsletter* no. 79.
- Le Tirant, S. et A. Santos-Silva. 2015 New genus and new species of Trachyderini (Coleoptera, Cerambycidae, Cerambycinae) from Peru. *Insecta Mundi*, 0425 : 1-5.
- Lucas, É et J.-É. Maisonhaute. 2015. Differential responses of granivorous, omnivorous and carnivorous species of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) to local and landscape characteristics in a canadian landscape. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 79 : 83-94.
- Maisonhaute, J.-É., P. Peres-Neto et É. Lucas. 2015. Seasonal modulation of landscape effects on predatory beetle assemblage. *Bulletin of Insectology*, 68 (2) : 181-191.
- Berthiaume, R., C. Hébert, G. Pelletier et C. Cloutier. 2016. Seasonal natural history of aphidophagous Syrphidae (Diptera) attacking the balsam twig aphid in balsam fir (Pinaceae) Christmas tree plantations. *The Canadian Entomologist*. DOI : /10.4039/tce.2015.84
- Saguez, J., C. Olivier, J. Lasnier, A. Hamilton, L. Stobbs et C. Vincent. 2015. Biologie et lutte intégrée des cicadelles et des maladies à phytoplasmes des vignobles de l'est du Canada. *Bulletin Technique A59-32/2015F-PDF, Agriculture et agroalimentaire Canada*, 68 p.
- Saguez, J., C. Olivier, J. Lasnier, A. Hamilton, L. Stobbs et C. Vincent. 2015. Biology and integrated management of leafhoppers and phytoplasma diseases in vineyards of eastern Canada. *Technical Bulletin A59-32/2015E-PDF, Agriculture and Agri-Food Canada*, 67 p.
- Saguez, J., J. Lasnier, M. Schwartz et C. Vincent. 2015. First mention of the zoophytophagous mirid *Atractotomus mali* (Hemiptera: Miridae) in Quebec orchards. *Phytoprotection*, 95 : 38-40.
- Saguez, J., P. Lemoyne, P. Giordanengo, C. Olivier, J. Lasnier, Y. Mauffette et C. Vincent. 2015. Characterization of the feeding behavior of three *Erythroneura* spp. on grapevine by histological and DC-Electrical penetration techniques. *Entomologia Experimentalis & Applicata*, 157 : 227-240. DOI: 10.1111/eea.12353

## Chapitres

- Mason, P.G., M.J.W. Cock, B. Barratt, J. van Lenteren et J. Brodeur. 2015. Biological control as a tool for mitigating the impacts of invasive alien species. Background study paper. Dans *Expert meeting on alien species in wildlife trade, experiences in the use of biological control agents and development of decision support tools for management of invasive alien species*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, p. 1- 31.



# Babillard

## IRDA

### Laboratoire de production fruitière intégrée

Virginia Hock portait sur les facteurs qui affectent l'émission et la réponse du charançon de la prune, *Conotrachelus nenuphar* Herbst, aux odeurs synthétiques et naturelles des plantes-hôtes et à la phéromone agrégative naturelle et synthétique. Elle était supervisée par Gérald Chouinard et co-supervisée par Éric Lucas (UQAM) et Daniel Cormier (IRDA).

### Équipe de recherche en lutte intégrée et agriculture biologique

Depuis la mi-octobre, Thierry Boislard, biologiste, s'est joint à l'équipe comme attaché de recherche. Il détient un baccalauréat en biologie, obtenu à l'UQAM en 2015, ainsi qu'une Techniques de bioécologie du Cégep de Saint-Laurent. Il a travaillé au CEROM pendant 2 étés comme étudiant dans l'équipe d'entomologie, où il a participé à la réalisation de travaux de recherche touchant la phytoprotection et l'impact de l'utilisation des néonicotinoïdes dans les grandes cultures. Depuis son entrée en fonction, son expertise dans l'identification d'insectes a été mise en valeur dans un projet ayant débuté au printemps 2015 et visant à évaluer le potentiel d'un mélange de plantes à fleurs pour favoriser les ennemis naturels des chenilles nuisibles aux crucifères. D'une durée de 3 ans, ce projet est financé par le Programme Prime-Vert (volet 4 : Appui au développement et au transfert des connaissances en agroenvironnement, Biodiversité en milieu agricole). Thierry collaborera aux autres projets menés à la Plateforme d'innovation en agriculture biologique à Saint-Bruno-de-Montarville au courant de l'été 2016. Bienvenue Thierry!

Deux nouveaux projets financés par le Programme Innovation (Volet 1 - Recherche appliquée) débiteront cet été. Le premier concerne la lutte biologique contre la teigne du poireau à l'aide de trichogrammes. D'une durée de 3 ans, ce projet sera mené par Josée Boisclair, en collaboration avec Éric Lucas du Laboratoire de lutte biologique à l'UQAM, Daniel Cormier de l'IRDA et Mylène St-Onge d'Anatis Bioprotection. Il vise à déterminer, en laboratoire et au champ, le potentiel de 2 espèces de trichogrammes produites commercialement au Québec, *Trichogramma brassicae* et *T. ostrinae*, pour parasiter les œufs de teigne du poireau, et ainsi diminuer la présence des larves et de leurs dommages dans la culture biologique du poireau. Le deuxième projet a pour but de proposer des utilisations d'intercalaires de légumineuses qui contribueront à la lutte aux ennemis en cultures maraîchères (insectes, maladies et mauvaises herbes) tout en assurant une amélioration de la productivité et de la qualité des sols ainsi qu'une rentabilité économique.

## UQAM

### Laboratoire de Lutte Bio

En décembre, 4 étudiants du laboratoire ont soutenu leur thèse de doctorat avec succès.

La thèse d'Olivier Aubry portait sur le comportement trophique d'un hétéroptère zoophytophage, la punaise de la molène, en vergers de pommiers. Il était supervisé par Éric Lucas et cosupervisé par Daniel Cormier (IRDA) et Gérald Chouinard (IRDA).

La thèse de François Dumont portait sur une approche évolutive à la valorisation du potentiel en lutte biologique d'un prédateur zoophytophage, la punaise de la molène. Son directeur était Éric Lucas et son codirecteur Denis Réale (UQAM).

La thèse de Mylène St-Onge portait sur l'optimisation de l'élevage de masse du parasitoïde *Trichogramma ostrinae*. Son directeur était Éric Lucas et ses codirecteurs Silvia Todorova (Anatis Bioprotection inc.) et Daniel Cormier (IRDA).

## Université Laval

### Laboratoire de Valérie Fournier

Étienne Normandin a fait le dépôt initial de son mémoire de maîtrise intitulé « Diversité taxonomique et fonctionnelle des abeilles sauvages dans deux villes canadiennes ». Son codirecteur est Chris Buddle (McGill). Bravo, Étienne!

Mélanie Normandeau Bonneau vient de commencer une maîtrise, en codirection avec Gérald Chouinard. Elle travaillera sur la pollinisation des pommiers, avec bourdons, sous filet d'exclusion. Bienvenue dans notre équipe, Mélanie!

## CRDH - Saint-Jean

### Laboratoire de Charles Vincent



Fatiha Bensadia encadrée de ses deux codirecteurs, Yves Maufette (G) et Charles Vincent (D)

Le 28 octobre 2015, à l'Université du Québec à Montréal, Fatiha Bensadia a soutenu avec succès sa thèse de PhD intitulée « Écologie nutritionnelle d'un ravageur de la vigne, *Paralobesia viteana*. ».



Lors de son assemblée conjointe avec la Société d'entomologie du Québec, la Société d'entomologie du Canada a décerné le titre de membre associé (Fellow) à **Charles Vincent**. Selon le texte de présentation, « Dr Vincent est un chef de file international en entomologie agricole qui a démontré de l'innovation dans la recherche et le développement de méthodes de lutte alternative aux insecticides conventionnels ». Pour plus d'informations : Bulletin de la Société Entomologique du Canada 47 (3) : 97-99 (Sept. 2015).

Sept jours plus tard, à Minneapolis (Minnesota), **Jeremy N. McNeil** s'est vu décerner le titre de membre associé (Fellow) de la Entomological Society of America.



Charles Vincent (G) félicite Jeremy McNeil (qui porte, pour une rare fois, un complet/ cravate pour l'occasion) après la cérémonie plénière

## Université de Montréal - IRBV

### Laboratoire de Jacques Brodeur

**Paul Abram** a complété son doctorat sous la codirection de Jacques Brodeur et de Guy Boivin. Sa thèse s'intitule : « Developmental, morphological, and behavioural plasticity in the reproductive strategies of stink bugs and their parasitoids ».

### Nouveaux étudiants :

**Frédéric Hadi** a entrepris une maîtrise sous la direction de Jacques Brodeur. Son projet porte sur la capacité des parasitoïdes des œufs à causer l'avortement de leurs hôtes. Plus spécifiquement, Frédéric s'intéresse aux mécanismes causant l'avortement et à la possibilité de bonifier ce caractère par sélection génétique.

### Distinctions :

**Paul Abram** a obtenu le Robert O'Neil Award de l'International Organization for Biological Control. Ce prix est remis annuellement à l'étudiant au doctorat qui s'est le plus distingué par la qualité de ses travaux de recherche en lutte biologique. Paul est également le récipiendaire pour l'année 2105 de la prestigieuse Bourse Marie-Victorin de l'Université de Montréal.

## Université de Montréal

### Laboratoire de Colin Favret

Cet hiver nous accueillons 8 étudiants-chercheurs de premier cycle. Une équipe travail sur la spéciation des phylloxères gallicoles du caryer, essayant de décortiquer les liens évolutifs entre la diversité de ces insectes, leurs plantes hôtes et la morphologie de leurs galles.

Nous avons publié un catalogue des adelgides du monde, le groupe frère des phylloxères. (DOI : 10.3897/zookeys.534.6456)

Une autre publication démontre qu'un algorithme d'identification numérique d'insectes est capable d'identifier automatiquement les ailes de plus que 70 espèces de moustiques ou de mouches à fruit. C'est le plus grand nombre d'espèces ainsi testé. (DOI : 10.1111/syen.12146)

### Collection Ouellet-Robert

#### Guide des insectes du Québec

En collaboration avec les Presses de l'Université de Montréal, la collection Ouellet-Robert travaille à la conception d'un guide visuel des insectes du Québec illustrant plus de 1600 espèces. Parution prévue : printemps 2017.

### Programme éducatif :

À l'aide de stagiaires et de bénévoles, la collection s'est dotée d'un programme éducatif pour les visites guidées et les visites scolaires. Une panoplie de jeux ludiques et interactifs ont été élaborés sur différents thèmes touchant les insectes du Québec.

### Cours d'entomologie :

La collection Ouellet-Robert hébergera un cours d'introduction à l'entomologie destiné au public et aux amateurs. Le cours s'étend sur 4 fins de semaine en mars et en avril. Pour plus d'information sur le cours ou sur les inscriptions, consultez le site web : [www.entomologiequebec.com](http://www.entomologiequebec.com)

# ANTENNAGENDA

## Différentes dates



Explorez le calendrier d'Espace pour la vie et découvrez-y les activités offertes

<http://calendrier.espacepourlavie.ca/>

Activités et expositions	- Application Génial! À l'Insectarium
Expositions	- Les fourmis Atta - Nous les insectes
Expositions itinérantes	- Nous les insectes
Animations	- Ils sont bien faits de nature - Les super insectes en tournée - Les insectes en hiver - Pop-capsules

## 5 février au 1er avril



*Nous les insectes*

Niagara Butterfly Conservatory  
Ontario

## 18 février au 24 avril



*Papillons en liberté*

Jardin botanique de Montréal  
Fermé les lundis jusqu'au 14 mai  
(exception : 29 février et 28 mars)

## 20 au 24 juin 2016



*Creating, Bridging and Sharing the Values of Adjuvant Technology*

*The 11th International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals*

Monterey, California

<http://events.isaa-online.org/page/269/welcome-to-isaa-2016.html>

## 28 juin au 1er juillet



*The IX International Symposium On Phlebotomine Sandflies*

Reims, France

<http://www.univ-reims.eu/site/event/isops-ix,18817.html>

## 29 août au 2 septembre



*Ecology of Aphidophaga XIII*

Freising, Allemagne

<http://aphidophaga.de/>

## 25 au 30 septembre



*The XXV International Congress of Entomology (ESA)*

Orlando, FL

<http://ice2016orlando.org/>

## Correspondants d'Antennae

André Payette	Insectarium de Montréal
Caroline Provost	CRAM
Charles Vincent	CRDH - Saint-Jean
Claude Chantal	AEAQ
Claude Simard	CFL
Colin Favret	UdM
Élaine Boileau	Insectarium de Montréal
Francine Pelletier	IRDA
Guy Charpentier	UQTR
Jade Savage	U. Bishop
Jean Denis Brisson	Horti-Centre
Jean-Frédéric Guay	U. Laval
Jean-Philippe Légaré	MAPAQ, Québec
Jean-Philippe Légaré	CA - Dir. Régional, Québec
Josée Doyon	IRBV
Josiane Vaillancourt	CRDH - Saint-Jean
Jennifer De Almeida	CA - Dir. régionale, Montérégie
Léna Durocher-Granger	Macdonald, U. McGill
Étienne Normandin	UdM - Coll. entomol. Ouellet-Robert
Olivier Aubry	UQAM
Robert Loïselle	Entomofaune
Sarah Loboda	CA - Représentante étudiante
Stéphane Le Tirant	Insectarium de Montréal
Terry Wheeler	Macdonald, U. McGill
Thomas Bourdier	U. Concordia
Yvon Ménard	Maison des Insectes



Site Web de la SEQ :  
[www.seq.qc.ca](http://www.seq.qc.ca)

Webmestre : Thierry Poiré  
[webmestre@seq.qc.ca](mailto:webmestre@seq.qc.ca)



Nous remercions le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec ainsi que les entreprises et organismes parrains pour leur contribution à la publication d'*Antennae*.

Afin d'améliorer le contenu ou la présentation du bulletin, nous aimerions recevoir vos commentaires sur ce numéro.

La date de tombée du prochain numéro a été fixée au **25 mars 2016**.

Si vous avez des textes ou informations à nous transmettre, faites-les parvenir par courriel (en caractères Times New Roman ou Arial, avec une mise en pages simple) à la rédactrice en chef :

[antennae@seq.qc.ca](mailto:antennae@seq.qc.ca).