

# ANTENNAE

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'ENTOMOLOGIE DU QUÉBEC

Volume 18, numéro 3 / Automne 2011

## Les coûts de la manipulation parasitaire

La drosophile à ailes tachetées  
à l'assaut de l'Amérique du Nord!

Visite au laboratoire d'Éric Lucas




  
**Rapprochons-nous  
des champions  
de la nature**

**Une nouvelle exposition,  
Nous, les insectes...,  
des rencontres inédites,  
un nouveau décor,  
une nouvelle expérience!**

Culture,  
Communications et  
Condition féminine  






[espacepourlavie.ca](http://espacepourlavie.ca)

**UNE ÉQUIPE SPÉCIALISÉE**  
 en protection des forêts contre les insectes,  
 les maladies et les incendies forestiers :

*La Direction de l'environnement  
et de la protection des forêts*

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune  
 880, chemin Sainte-Foy, 6<sup>e</sup> étage  
 Québec (Québec) G1S 4X4

Téléphone : (418) 627-8646  
 Télécopieur : (418) 643-2368  
[depf@mrmf.gouv.qc.ca](mailto:depf@mrmf.gouv.qc.ca)

Ressources naturelles  
et Faune  




**ATELIER JEAN  
PAQUET INC.**

MATÉRIEL ENTOMOLOGIQUE  
 ENTOMOLOGICAL SUPPLIES

Courriel: [jeanpaquet@webnet.qc.ca](mailto:jeanpaquet@webnet.qc.ca)

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

**Valérie Fournier**

Centre de recherche en horticulture

Université Laval

**PIÈGES À INSECTES  
& PHÉROMONES**



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



## VOILÀ LE COMMENCEMENT DE LA FIN!

Chers entomologistes québécois,

Voilà donc que l'automne se pointe sur mon mandat de président. Le temps file, ce fut court, mais, comme on le dit si couramment, le président n'est que le *Primus inter pares*... Ainsi, il est maintenant le temps de passer ce flambeau de *Primus* à Sophie Rochefort.

Toutefois, avant de m'éclipser, je profite de ces ultimes moments de tribune pour souligner, surligner et mettre en exergue le travail myrmécophilien des membres du conseil d'administration de notre Société : Sophie Rochefort, Guy Charpentier, Julie-Éléonore Maisonhaute, Maryse Barrette, Steeve Schawann, Geneviève Labrie, Sylvie Bellerose, Olivier Aubry et Simon Daoust; de Christine Jean, rédactrice en chef d'*Antennae*; d'Annie-Ève Gagnon, responsable du fonds étudiant; et de Thierry Poiré, webmestre.

Aussi, avant de quitter le siège du conducteur, un petit coup d'œil au rétroviseur (c'est toujours plus prudent) me permet de voir qu'un gros véhicule accompagne désormais la SEQ dans son cheminement (je sais, *objects are closer than they appear* dans les rétroviseurs, mais il s'agit bel et bien d'un

GROS véhicule!). Métaphore à part, je parle évidemment du fonds étudiant qui a officiellement vu le jour au cours de cette année 2011. Ce fonds étudiant est l'aboutissement de multiples réflexions et démarches dont Annie-Ève Gagnon est la principale artisane, le tout ayant débuté sous l'ère de mes prédécesseurs.

Chers membres, j'espère que vous profiterez pleinement de notre réunion annuelle 2011, laquelle a pour thème *Les relations plantes-insectes*. Ce vaste et inépuisable sujet générera sans doute des échanges intéressants entre les participants. Joignez-vous au mouvement! Discutez, débattiez... Participez à faire de cette rencontre un événement vivant!

Pour terminer, et dans un autre ordre d'idées, soulignons que le parrainage du bulletin *Antennae* est toujours en perte de vitesse. Je sollicite donc encore une fois votre attention sur cette problématique. Tous ceux qui pourraient donner un coup de main pour nous aider dans la recherche de commanditaires seront entendus!

*Acta est fabula*

Bruno Fréchette

## Sommaire

### 1 Le Mot du président

### 2 Propos de la rédaction

### 3 Concours Georges-Maheux



*Les coûts de la manipulation parasitaire*

### 8 Nous les insectes...



*La nouvelle exposition permanente de l'Insectarium de Montréal*

### 10 Visite au Labo



*Une visite au laboratoire d'Éric Lucas*

### 14 Sous la loupe



*La drosophile à ailes tachetées à l'assaut de l'Amérique du Nord!*

### 16 Fonds SEQ

### 17 Publications récentes

### 18 Babillard

### 20 Antennagenda

### 21 In memoriam

## L'AUTOMNE, DÉJÀ!



« le temps n'a rien à tuer  
il ne dort jamais »

Catherine Fortin

*Le silence est une voie navigable*, Éd. du Noroît 2007

L'arrivée de l'automne me porte encore à réfléchir sur le temps qui passe, toujours trop vite...

Dans les pages de ce numéro d'*Antennae*, vous pouvez lire le texte gagnant du concours de rédaction scientifique Georges-Maheux 2011. Fanny Maure, la gagnante, nous introduit à la manipulation parasitaire et aux coûts qui y sont associés.

À la « Visite au labo », Annabelle Firlej s'est rendue cette fois à l'UQAM, au Laboratoire de lutte biologique d'Éric Lucas. Vous verrez que les projets de recherche qui y ont cours sont nombreux, de même que les étudiants qui contribuent à les réaliser.

À la chronique Sous la loupe, Jean-Philippe Légaré nous apprend qu'un autre ravageur exotique est à nos portes. En effet, la drosophile à ailes tachetées, originaire d'Asie, s'attaque à une grande variété de fruits sains. Elle pourrait causer bien des dégâts chez nous dans un avenir rapproché.

Par ailleurs, l'Insectarium de Montréal a rouvert ses portes en juillet dernier, après s'être « refait une beauté ». La directrice de l'institution, M<sup>me</sup> Anne Charpentier, présente aux lecteurs d'*Antennae* un avant-goût de cette nouvelle exposition permanente.

Au cours de la dernière année, trois membres honoraires de la SEQ sont décédés. Ainsi, vous pourrez lire quelques notes sur MM. Antoine Séguin, René Béïque et Vernon Vickery.

Encore une fois, *Antennae* présente des informations variées sur l'actualité entomologique québécoise : publications, nouveaux étudiants aux études supérieures, nouveaux projets de recherche, etc. Notamment, Entomofaune du Québec nous annonce la parution de son troisième cahier Léon-Provancher.

Enfin, je vous souhaite un très agréable congrès 2011 dans le décor enchanteur de Jouvence en automne : plus que jamais des rencontres enrichissantes tant au plan scientifique que personnel.

Bonne lecture,

Christine Jean

### Rédactrice en chef

Christine Jean

Tél. : 418 529-7735

Courriel : antennae@seq.qc.ca

### Comité de rédaction

Jennifer de Almeida, Elsa Étilé, Annabelle Firlej, Marjolaine Giroux, Geneviève Labrie, Marie-Pierre Mignault, Marie-Lyne Pelletier, Michèle Roy, Louise Voynaud

### Collaborations à ce numéro

Olivier Aubry, Gilles Bonneau, Thomas Bourdier, Claude Chantal, Anne Charpentier, Emma Despland, Guillaume Dury, Annabelle Firlej et les membres du laboratoire d'Éric Lucas, Bruno Fréchette, Annie-Ève Gagnon, Marjolaine Giroux, Jean-Frédéric Guay, Jean-Philippe Légaré, Fanny Maure, Mélanie McClure, Francine Pelletier, Marie-Lyne Pelletier, Charles Vincent

### Révision linguistique

Christine Jean, Louise Voynaud

### Graphisme et mise en pages

Franz Vanoosthuysse

### Responsable des envois postaux

Simon Boudreault

simon.boudreault@bio.ulaval.ca

### Photo de la page couverture

Mante religieuse (*Mantis religiosa* L.)

© Guillaume Dury, Université McGill

DATE DE TOMBÉE DU PROCHAIN NUMÉRO :  
13 JANVIER 2012

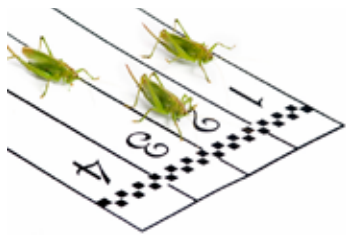
### *Antennae*

Bulletin de la Société d'entomologie du Québec  
C.P. 70020, 698, rue Saint-Jean  
Québec (Québec) G1R 6B1

ISSN 1198-9823

Dépôt légal: 4<sup>e</sup> trimestre 2011

Bibliothèque et Archives nationales du Québec  
Bibliothèque et Archives Canada



# 1<sup>ER</sup> PRIX DU CONCOURS DE RÉDACTION SCIENTIFIQUE GEORGES-MAHEUX

## LES COÛTS DE LA MANIPULATION PARASITAIRE

par Fanny Maure

### Mise en contexte

Le parasitisme est défini comme une relation étroite au sein de laquelle un organisme (le parasite) utilise durablement un autre organisme (l'hôte) duquel il tire des bénéfices (e.g. ressources, habitats, transports, soins parentaux) et auquel il inflige des coûts sur la valeur sélective (e.g. croissance, fécondité, survie) (Clayton & Moore 1997; Combes 1995; Poulin 2007). Cette association est sans aucun doute l'interaction durable la plus fréquente dans le monde vivant : on estime que plus de la moitié des espèces actuellement connues ont, au moins à un moment de leur cycle, un mode de vie parasitaire (Bush 2001). Bien qu'au cours de l'évolution le parasitisme soit apparu dans des taxons phylogénétiques très distants (e.g. des virus aux oiseaux, voir Poulin 2007 et De Meeûs 2010 pour synthèses), tous les parasites ont développé une contrainte biologique commune, celle de se transmettre d'un hôte à un autre au fil des générations. Si de nombreux parasites maximisent leur probabilité de transmission par la production d'un grand nombre de propagules, des stratégies alternatives ont été sélectionnées (Combes 1995; Poulin 2007). Certains parasites sont par exemple capables de modifier la

physiologie, la morphologie ou encore le comportement de leurs hôtes, dans un sens qui augmente leur probabilité de transmission. On parle, dans ces situations, de manipulation parasitaire (Holmes et Bethel 1972; Moore 2002; Thomas *et al.* 2005; Poulin 2007).

### La manipulation parasitaire

#### Diversité de la manipulation

La manipulation parasitaire est une stratégie de transmission répandue chez les organismes parasites. Elle a notamment été rapportée chez les virus, les champignons, les bactéries, les protozoaires, les nématodes, les nématomorphes, les trématodes, les cestodes, les acanthocéphales et les parasitoïdes (voir Poulin 2007 et Lefèvre *et al.* 2009 pour synthèses). Si dans l'immense majorité des cas, la manipulation concerne des comportements déjà existants et se manifeste par de petits changements dans leur expression (Poulin 2010), elle peut aussi engendrer des comportements nouveaux, parfois spectaculaires (Figure 1).



Figure 1. Quelques exemples spectaculaires de manipulations parasitaires.

A) Gammarens *Gammarus insensibilis* parasités par le trématode *Microphallus papillorobustus*, présentant un fort phototropisme positif et des comportements de fuite aberrants (Photo : P. Goetgheluck). De tels comportements rendent les amphipodes plus sensibles à la prédation par les oiseaux aquatiques, hôtes définitifs du parasite (Helluy 1981). B) Le nématomorphe *Paragordius tricuspidatus* s'extirpant du corps de son hôte *Nemobius sylvestris* (Photo : P. Goetgheluck). Le ver parasite doit rejoindre le milieu aquatique pour se reproduire. Pour cela, il manipule le comportement du grillon des bois, de sorte que ce dernier se jette à l'eau (Thomas *et al.* 2002). C) La fourmi *Cephalotes atratus*, parasitée par le nématode *Myrmeconema neotropicum* (Photo : SP. Yanoviak). L'infection diminue le comportement de défense de l'insecte et donne à son abdomen l'apparence d'une baie, le rendant attractif pour les oiseaux frugivores, hôtes définitifs du parasite (Yanoviak *et al.* 2008). D) L'infection du polype corallien par le trématode *Podocotylodes stenometra* entraîne un gonflement, une couleur rose et une capacité de rétraction diminuée, ce qui favorise sa prédation par l'hôte définitif du ver, le poisson-papillon *Chaetodon multicinctus* (Aeby 1998) (Photo : G. Aeby). E) Sporocyste de *Leucochloridium paradoxum* dans les tentacules de son hôte intermédiaire, *Succinea putris* (Photo : M. Snowarski). Les tentacules parasités miment la couleur et le comportement d'une chenille et, par conséquent, augmentent la probabilité de rencontre entre le parasite et son hôte définitif, un oiseau prédateur de chenilles (Robinson 1947). F) La chenille *Thyrinteina leucocerae* manipulée par les larves du parasitoïde *Glyptapanteles* sp. se comporte comme un « garde du corps » des pupes du parasitoïde (Photo : J. Lino-Neto). Ce comportement réduit fortement la mortalité des pupes (Grosman *et al.* 2008).



Les stratégies de transmission basées sur la manipulation de l'hôte sont principalement observées dans quatre types de situation : chez les parasites (i) transmis de façon trophique, (ii) qui quittent eux-mêmes l'hôte, ou libèrent juste leurs propagules, dans un habitat différent de celui dans lequel ils vivent, (iii) transmis par un vecteur et (iv) qui continuent leur développement dans une structure externe protégée par l'hôte (Poulin 2010) (Figure 2). Les parasites manipulateurs modifient fréquemment les tropismes de base de leurs hôtes (e.g. réponse à la lumière, gravité, humidité), leurs réactions face à des stimuli menaçants (présence de prédateurs), ou leur niveau d'activité (voir Moore 2002 pour synthèse). Des changements dans ces motifs comportementaux simples sont généralement suffisants pour que l'hôte se déplace vers un nouvel habitat, devienne plus vulnérable à la prédation ou fasse toute autre activité qui pourrait augmenter le succès de transmission du parasite (Poulin 2010). Il est cependant important de garder à l'esprit que les hôtes manipulés ne sont pas seulement des hôtes normaux avec un ou quelques traits modifiés, mais qu'ils sont plutôt des organismes profondément modifiés. La manipulation parasitaire se fait selon plusieurs dimensions phénotypiques et c'est le résultat complexe des interactions entre ces dimensions qui engendre une meilleure transmission du parasite. On parle alors de multidimensionnalité de la manipulation (Thomas *et al.* 2010a).

Si de nombreuses modifications phénotypiques chez les hôtes infectés sont indéniablement des adaptations parasitaires visant à augmenter la transmission (voir Moore 2002 pour synthèse), il est important de souligner que tous les changements phénotypiques chez les hôtes infectés ne sont pas forcément des manipulations parasitaires (Poulin 1995). Prenons un exemple extrême : un comportement « suicidaire » (e.g. augmenter son risque de prédation) peut parfois être avantageux pour un hôte infecté, ou tout au moins pour la valeur sélective de ses gènes, s'il permet de réduire les risques d'infection de ses apparentés (Trail 1980). Enfin, les changements phénotypiques observés chez les hôtes parasités peuvent aussi être des conséquences pathologiques de l'infection, qui ne sont adaptatives ni pour l'hôte ni pour le parasite (sous-produits de l'infection). Dans la pratique, il n'est pas toujours facile de déterminer à qui profite un changement phénotypique à la suite d'une infection. Afin de proposer un cadre conceptuel rigoureux, Poulin (1995) a suggéré quatre critères de base pour qu'un changement induit par un parasite dans le comportement de son hôte puisse être qualifié d'adaptatif pour le parasite : la complexité, l'existence de convergence, la finalité et l'avantage sélectif. Dans un article récent, Poulin (2010) suggère toutefois que la démonstration de bénéfices en termes de transmission pour le parasite est un critère suffisant pour pouvoir parler d'adaptation parasitaire.

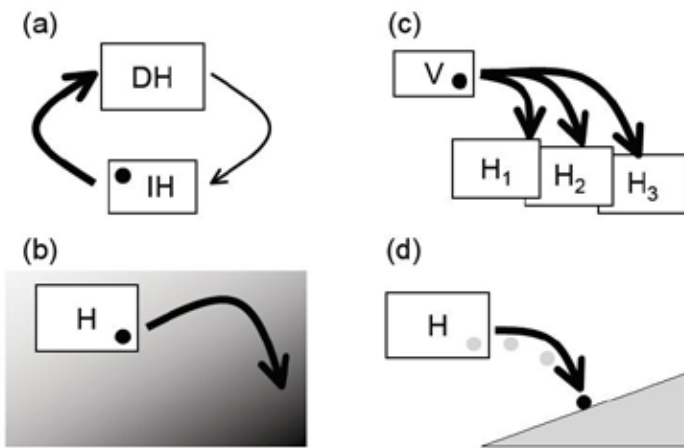


Figure 2. Représentation schématique des quatre principales situations dans lesquelles la manipulation du comportement de l'hôte a été observée.

Dans chaque situation, les hôtes sont représentés par des rectangles et le parasite par un rond noir. A) Chez les parasites transmis de manière trophique, la manipulation du comportement ou de l'apparence de l'hôte intermédiaire (IH= hôte intermédiaire), peut augmenter la probabilité de transmission vers l'hôte définitif (DH= hôte définitif), par le biais de la prédation. B) Chez les parasites qui doivent quitter l'hôte (H), ou libérer leurs propagules dans un habitat différent de celui dans lequel l'hôte vit, la manipulation peut induire un déplacement de l'hôte dans un habitat différent, mais viable, comme illustré par le gradient sur la figure. C) Chez les parasites transmis par des vecteurs (V), la manipulation du vecteur peut consister en une augmentation du nombre de rencontres avec les hôtes (Hn) du parasite. D) Chez les parasitoïdes qui doivent s'extraire de l'hôte et terminer leur développement à l'extérieur de celui-ci, la manipulation peut modifier le comportement de l'hôte de sorte qu'il protège la puppe de parasitoïde de ses prédateurs ou d'autres dangers (Poulin 2010).

### Scénarios évolutifs de la manipulation

On distingue à ce jour trois voies d'évolution de la manipulation du comportement de l'hôte par le parasite : (a) la manipulation *sensu stricto*, (b) l'exploitation des réponses compensatoires et (c) la manipulation de type « mafieuse » (Thomas *et al.* 2010b).

☛ La manipulation *sensu stricto* : C'est la stratégie illustrant le mieux le concept du « phénotype étendu » (extended phenotype) proposé par Dawkins (1982) selon lequel les changements phénotypiques chez l'hôte correspondent à l'expression des gènes du parasite dans le phénotype de l'hôte. Par exemple, dans le cas de la manipulation comportementale, on pourrait s'attendre à ce que des gènes du parasite soient responsables de la sécrétion de molécules (ou induisent leur production par l'hôte) qui agissent sur le système nerveux central de l'hôte afin d'aboutir à des modifications comportementales qui favorisent la transmission (Adamo 2002). L'hypothèse de manipulation *sensu stricto* suppose que manipuler est une activité coûteuse pour les parasites et qu'elle se fait nécessairement au détriment d'autres fonctions (Poulin 1994).

☛ L'exploitation des réponses compensatoires : La plupart des organismes ont des traits d'histoire de vie plastiques leur permettant de s'adapter à des conditions environnementales défavorables et ainsi réduire les coûts subis sur leur valeur sélective (Metcalf et Monaghan 2001). Le parasitisme peut être une variable environnementale suffisamment importante pour déclencher des réponses compensatoires





chez les hôtes infectés. Lorsque les réponses compensatoires des hôtes sont favorables à la transmission, Lefèvre *et al.* (2008) ont prédit que la sélection naturelle devrait favoriser les parasites exploitant ces dernières. Par exemple, certains parasites transmis par contact pourraient induire une castration progressive chez leurs hôtes, afin de stimuler chez ces derniers un effort de reproduction précoce, lequel est également favorable à la transmission du parasite par l'augmentation des contacts mâle-mâle et mâle-femelle. Dans ce cas, plutôt que de manipuler activement son hôte, le parasite exploiterait une réponse compensatoire de l'hôte (i.e. se reproduire rapidement lorsque l'espérance de reproduction future devient faible). La réponse compensatoire étant également bénéfique pour l'hôte (en contrastant et en diminuant les effets négatifs de l'infection), la sélection devrait favoriser ce type de stratégie bénéfique pour les deux protagonistes.

La manipulation *sensu stricto* et l'exploitation des réponses compensatoires représentent deux scénarios de manipulation différents, mais qui ne sont pas mutuellement exclusifs et qui peuvent former un continuum (Lefèvre *et al.* 2008).

☛ La manipulation de type « mafieuse » : Ce scénario, historiquement proposé par Zahavi (1979), est sans aucun doute l'illustration la plus extrême de ce qui peut évoluer en termes d'interactions hôtes-parasites dans le cadre de manipulations du comportement. Les parasites sélectionnent des comportements collaborateurs chez leurs hôtes en leur imposant un coût en valeur sélective dans le cas d'une désobéissance. Ils seraient ainsi capables d'adopter une virulence facultative à la hauteur du taux de collaboration manifesté par l'hôte. Quand le comportement de l'hôte diffère de celui attendu par le parasite, ce dernier peut augmenter sa virulence, rendant tout comportement non collaborateur plus coûteux pour l'hôte que la collaboration. Cette stratégie « mafieuse » peut donc, en théorie, forcer l'hôte à adopter un comportement bénéfique pour le parasite, sous peine de représailles (Thomas *et al.* 2010b). Le meilleur exemple actuel de cette hypothèse est l'association entre le coucou (*Clamator glandarius*) et la pie bavarde (*Pica pica*). Dans ce système, la femelle coucou dépose ses œufs dans les nids d'autres espèces et passe régulièrement vérifier si ses petits sont correctement élevés. Il a été montré que les couples d'oiseaux qui éjectent les œufs de coucou voient leurs nichées plus souvent détruites par des actes de prédation (exercés par le coucou) que ceux qui élèvent le poussin parasite (Ponton *et al.* 2006; Soler *et al.* 1995). Ainsi il est plus probable que la fréquence des « gènes accepteurs » augmente dans la population hôte, plutôt que celle des « gènes rejeteurs » (Soler 1999).

La plupart des études considèrent que le scénario de manipulation *sensu stricto* est le principal processus utilisé par les parasites pour prendre le contrôle du comportement de leurs hôtes. Pour cette raison, la majorité de ces études supposent aussi que des coûts pour le parasite sont inévitablement associés à la manipulation de l'hôte (Poulin 2010).

## Les coûts de la manipulation

La théorie prédit (e.g. Poulin 1994, 2010; Poulin *et al.* 2005) que la manipulation parasitaire *sensu stricto* engendre certes des bénéfices pour le parasite, mais aussi des coûts. L'énergie investie par le parasite dans la manipulation de son hôte ne serait plus disponible pour la réalisation d'autres fonctions comme la croissance, la reproduction, la fécondité ou la lutte contre la réponse immunitaire de l'hôte (Poulin 1994).

On distingue généralement deux types de coûts : les coûts indirects et les coûts directs. Il existe à ce jour plusieurs évidences de coûts indirects, comme une plus forte probabilité (relativement aux individus ou espèces non manipulateurs) d'être tué par le système immunitaire de l'hôte. Thomas *et al.* (2000) montrent, dans le système trématode-amphipode évoqué dans l'encadré 1, que les métacercaires cérébrales (celles qui manipulent le comportement du gammare) sont significativement plus sujettes à l'encapsulation puis à la mélanisation, que les métacercaires abdominales qui n'induisent pas de changements de comportement. De façon analogue, les individus ou parasites fortement manipulateurs peuvent être davantage exposés à la prédation par des prédateurs non appropriés comme hôtes définitifs (voir Poulin 2005 et 2010 pour synthèses). Leung *et al.* (2010) montrent que plus les métacercaires de *Curtuteria australis* sont situées dans la partie terminale du pied de bivalves hôtes intermédiaires, plus elles perturbent le comportement d'enfouissement des coques (ce qui augmente leur risque de prédation par l'huître-pie, l'hôte définitif du parasite), mais plus elles sont également exposées à la prédation par des petits poissons benthiques, dans lesquels elles meurent.

En parallèle aux coûts indirects, on distingue des coûts physiologiques directs associés à l'induction de la manipulation. Même si certains parasites perturbent le comportement de leurs hôtes simplement en se trouvant au bon moment dans le bon organe, la plupart des manipulations de comportement semblent résulter d'interférences actives avec le système neuronal de l'hôte, ce qui implique la sécrétion et la libération de substances par le parasite (Biron *et al.* 2005; Thomas *et al.* 2005). Bien que centrale dans la compréhension de l'évolution de la manipulation parasitaire comme stratégie de transmission, l'existence de coûts directs reste très peu documentée à ce jour. À notre connaissance, seule l'étude de Sanchez *et al.* (2008) avait jusqu'ici concrètement abordé la question des coûts directs de la manipulation. Ces auteurs montrent que plus les nématomorphes (Figure 1b) manipulent les orthoptères pendant de longues périodes, moins leur fécondité sera élevée par la suite. Bien que pertinente, l'étude de Sanchez *et al.* (2008) ne permet toutefois pas d'exclure l'hypothèse alternative selon laquelle les effets de la sénescence confondent ce résultat (i.e. les vers ayant manipulé longtemps pourraient avoir une moins bonne fécondité du fait de leur âge élevé).

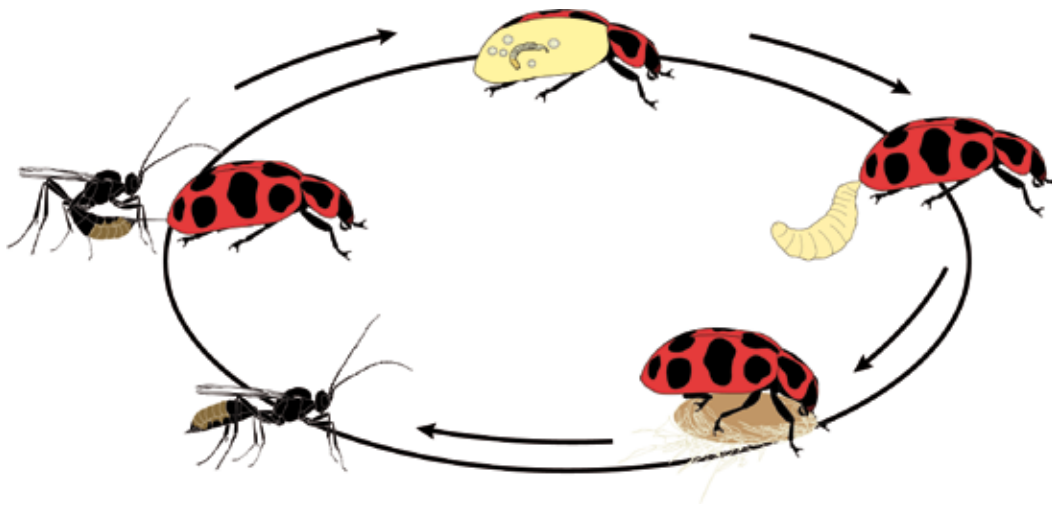


Figure 3 : Cycle de *Dinocampus coccinellae* dans *Coleomegilla maculata*.

Plusieurs jours après que la guêpe ait déposé un œuf dans la cavité abdominale de la coccinelle (environ 20 jours), une larve s'en extirpe (a) (Photo : M.B. Morin) et se tisse un cocon autour des pattes de la coccinelle (b) (Photo : F. Maure). De façon assez atypique pour une association hôte-parasitoïde, la coccinelle reste en vie, mais arrête de se déplacer et de se nourrir. Accrochée sur le cocon avec ses pattes, elle a alors pour seule activité de légers tressautements qu'elle manifeste à intervalles irréguliers (en particulier lorsqu'elle est sollicitée). Il a été montré que, manipulée ainsi, la coccinelle confère au cocon du parasitoïde une protection contre certains prédateurs (Maure *et al.*, sous presse). Environ 8 jours après qu'elle ait quitté son hôte, la guêpe adulte émerge du cocon (c) (Photo : F. Maure). (Illustration : Franz Vanoosthuysse)

Cependant, dans une très récente étude basée sur l'association entre une guêpe parasitoïde, *Dinocampus coccinellae*, et son hôte la coccinelle maculée, *Coleomegilla maculata* (voir Figure 3 pour le cycle), Maure *et al.* (sous presse) apportent un nouvel élément de réponse. Les auteurs montrent qu'il existe une relation négative entre le temps de protection (i.e. le temps de survie) de la coccinelle sur le cocon du parasitoïde et la fécondité de la guêpe à émergence, suggérant l'existence d'un compromis entre l'effort de manipulation et l'effort de reproduction de la guêpe. Cette étude apporte donc la première illustration expérimentale de l'existence de coûts liés à la manipulation du comportement des hôtes, coûts en l'occurrence liés à l'accomplissement, par l'hôte, des comportements manipulés (i.e., les tressautements).

## Conclusion

Bien qu'à ce jour les exemples de manipulations du comportement des hôtes par les parasites ne manquent pas, de nombreux aspects de cette stratégie de transmission restent encore inconnus, notamment ceux concernant les coûts que représentent ces manipulations pour les parasites. L'absence actuelle de ces données constitue un obstacle majeur pour notre compréhension de l'évolution de cette stratégie (Thomas *et al.* 2010b). L'étude de Maure *et al.* (sous presse) est, dans ce contexte, très pertinente, car elle apporte la première mise en évidence expérimentale de l'existence de tels coûts. Il semble donc qu'il soit important de ne plus sous-estimer ces coûts nécessaires à l'accomplissement de comportements manipulés et, dans cette optique, cette très récente étude

incite à la réalisation de travaux similaires sur d'autres systèmes dans lesquels les comportements manipulés semblent tout aussi coûteux.

## Références

- Adamo, S.A. 2002. Modulating the modulators: parasites, neuro-modulators and host behavioral change. *Brain Behav. Evol.* 60 : 370-377.
- Aeby, G. 1998. A digenean metacercaria from the reef coral, *Porites compressa*, experimentally identified as *Podocotyloides stenometra*. *J. Parasitol.* 84 : 1259-1261.
- Biron, D., L. Marché, F. Ponton, H. Loxdale, N. Galéotti, L. Renault, *et al.* 2005. Behavioural manipulation in a grasshopper harboring hairworm: a proteomics approach. *Proc. R. Soc. B: Biol. Sci.* 272 : 2117-2126.
- Bush, A.O. 2001. Parasitism: the diversity and ecology of animal parasites. Cambridge University Press. 566 p.
- Clayton, D.H. et J. Moore. 1997. Host-parasite evolution: general principles and avian models. Oxford University Press, Oxford. 473 p.
- Combes, C. 1995. Interactions durables. Écologie et évolution du parasitisme. Collection écologie n° 26, Masson, Paris. 524 p.
- Dawkins, R. 1982. The Extended Phenotype. Oxford University Press, Oxford. 307 p.
- De Meeûs, T. 2010. Le parasitisme : une réussite évolutive. Pages 579-580 dans F. Thomas, T. Lefèvre et M. Raymond (éds.), Biologie évolutive, chapitre Évolution des interactions entre espèces. De Boeck, Bruxelles.
- Grosman, A.H., A. Janssen, E.F. De Brito, E.G. Cordeiro, F. Colares, J.O. Fonseca, *et al.* 2008. Parasitoid increases survival of its pupae by inducing hosts to fight predators. *PLoS ONE* 3: e2276. doi:10.1371/journal.pone.0002276





- Helluy, S. 1981.** Parasitisme et comportement. Étude de la métacercarie de *Microphallus papillorobustus* (Rankin 1940) et de son influence sur les gammares. Thèse de doctorat, USTL, Montpellier.
- Holmes, J. et W. Bethel. 1972.** Modification of intermediate host behaviour by parasites. Pages 123-149 dans Canning, E.U. et C.A. Wright (éds.), Behavioural aspects of parasite transmission. Zool. J. Linn. Soc. suppl 1, Londres.
- Lefèvre, T., B. Roche, R. Poulin, H. Hurd, F. Renaud et F. Thomas. 2008.** Exploiting host compensatory responses: the 'must' of manipulation? Trends Parasitol. 24 : 435-439.
- Lefèvre, T., C. Lebarbenchon, M. Gauthier-Clerc, D. Missé, R. Poulin, et F. Thomas. 2009.** The ecological significance of manipulative parasites. Trends Ecol. Evol. 24 : 41-48.
- Leung, T.L.F., D.B. Keeney et R. Poulin. 2010.** Genetics, intensity dependence, and host manipulation in the trematode *Curtuteria australis*: following the strategies of others? Oikos 119 : 393-400.
- Maure, F., J. Brodeur, N. Ponlet, J. Doyon, A. Firlej, É. Elguero et al. 2011.** The cost of a bodyguard. Biol. Lett. (sous presse).
- Metcalfe, N. et P. Monaghan. 2001.** Compensation for a bad start: grow now, pay later? Trends Ecol. Evol. 16 : 254-260.
- Moore, J. 2002.** Parasites and the behavior of animals. Oxford University Press, É-U. 315 p.
- Ponton, F., D. Biron, J. Moore, A. Møller et F. Thomas. 2006.** Facultative virulence: A strategy to manipulate host behaviour? Behav. Processes 72 : 1-5.
- Poulin, R. 1994.** The evolution of parasite manipulation of host behaviour: a theoretical analysis. Parasitology 109 : S109.
- Poulin, R. 1995.** "Adaptive" changes in the behaviour of parasitized animals: A critical review. Int. J. Parasitol. 25 : 1371-1383.
- Poulin, R. 2007.** Evolutionary ecology of parasites. Princeton University Press. 332 p.
- Poulin, R. 2010.** Parasite manipulation of host behavior: an update and frequently asked questions. Adv. Study Behav. 41 : 151-186.
- Poulin, R., B.L. Fredensborg, E. Hansen et T.L.F. Leung. 2005.** The true cost of host manipulation by parasites. Behav. Processes 68 : 241-244.
- Robinson, E.J. 1947.** Notes on the life history of *Leucochloridium fuscostriatum* n. sp. *provis* (Trematoda: Brachylaemidae). J. Parasitol. 33 : 467-475.
- Sanchez, M., F. Ponton, A. Schmidt-Rhaesa, D. Hughes, D. Misse et F. Thomas. 2008.** Two steps to suicide in crickets harbouring hairworms. Anim. Behav. 76 : 1621-1624.
- Soler, M. 1999.** Genetic and geographic variation in rejection behavior of cuckoo eggs by European magpie populations: an experimental test of rejecter-gene flow. Evolution 53 : 947-956.
- Soler, M., J. Soler, J. Martinez et A. Moller. 1995.** Magpie host manipulation by great spotted cuckoos: evidence for an avian mafia? Evolution 49 : 770-775.
- Thomas, F., E. Guldner et F. Renaud. 2000.** Differential parasite (Trematoda) encapsulation in *Gammarus aequicauda* (Amphipoda). J. Parasitol. 86 : 650-654.
- Thomas, F., A. Schmidt-Rhaesa, G. Martin, C. Manu, P. Durand et F. Renaud. 2002.** Do hairworms (Nematomorpha) manipulate the water seeking behaviour of their terrestrial hosts? J. Evolution. Biol. 15 : 356-361.
- Thomas, F., S. Adamo et J. Moore. 2005.** Parasitic manipulation: where are we and where should we go? Behav. Processes 68 : 185-199.
- Thomas, F., R. Poulin et J. Brodeur. 2010a.** Host manipulation by parasites: a multidimensional phenomenon. Oikos 119 : 1217-1223.
- Thomas, F., T. Rigaud et J. Brodeur. 2010b.** Evolution of parasite-induced behavioral alterations. Pages 661-669 dans M. Breed et J. Moore (éds.), Encyclopedia of Animal Behaviour. Elsevier.
- Trail, D.R.S. 1980.** Behavioral interactions between parasites and hosts: host suicide and the evolution of complex life cycles. Am. Nat. 116 : 77-91.
- Yanoviak, S., M. Kaspari, R. Dudley et G. Poinar Jr. 2008.** Parasite-induced fruit mimicry in a tropical canopy ant. Am. Nat. 171 : 536-544.
- Zahavi, A. 1979.** Parasitism and nest predation in parasitic cuckoos. Am. Nat. 113 : 157-159.

.....  
*Fanny Maure est étudiante au doctorat en écologie comportementale à l'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) de Montréal. Ses travaux sont effectués sous la direction de Jacques Brodeur de l'Université de Montréal (IRBV) et de Frédéric Thomas, chercheur de Montpellier, France. C'est au cours de la deuxième partie de sa maîtrise à l'IRBV qu'elle a abordé la problématique du modèle Dinocampus coccinellae - Coleomegilla maculata et qu'elle a « accroché » sur ce sujet.*

## Haïkus sur les insectes

En trois courts vers, le haïku immortalise un instant, un peu comme une photographie. Il saisit un moment de nature ou d'une saison, quelques fois les travers humains. En voici quelques-uns d'auteurs québécois portant sur les insectes

expo de photos  
 tout apprendre sur le sexe  
 des libellules  
 Claire Du Sablon

dans les spirées  
 ce bourdonnement  
 reculer  
 Monique Lévesque

cueillir des framboises  
 sur la plus belle  
 une guêpe  
 Monique Lévesque

coucher de soleil  
 à genoux devant une flaque d'eau  
 l'entomologiste  
 Joanne Morency



# NOUS, LES INSECTES...

## La nouvelle exposition permanente de l'Insectarium de Montréal

par Anne Charpentier

Le 23 juillet dernier, l'Insectarium de Montréal rouvrait ses portes au public avec sa toute nouvelle exposition permanente sur la biodiversité des insectes.

La mission de l'Insectarium, Un Espace pour la vie, est d'accompagner l'humain pour mieux vivre la nature... et, dans son cas, mieux vivre avec les insectes!

Je ne vous apprends rien en disant que parmi toutes les espèces vivantes, animales et végétales, identifiées sur Terre au nombre de 1,9 million, les insectes représentent 1 million! Cette grande diversité des insectes est essentielle à notre qualité de vie et même à notre survie sur cette planète.

Comment témoigner de cette biodiversité au public, comment l'y intéresser, quelle histoire lui raconter? Là était notre premier défi. L'exposition *NOUS, LES INSECTES...* répond à deux questions: Pourquoi donc y a-t-il autant d'insectes sur la planète? En quoi les insectes sont-ils si importants?

Le concept de l'exposition tire son inspiration de ces questions. Il y a beaucoup d'insectes pour plusieurs raisons: ils sont là depuis 420 millions d'années, ils sont petits, ils ont « inventé » le vol, ils vivent partout, ils vivent le jour et la nuit, ils se reproduisent en grand nombre, ils se défendent, ils mangent de tout... En somme, les insectes forment un univers quasi surréaliste tant leurs formes, leurs couleurs et leurs stratégies de survie sont surprenantes et improbables à nos yeux. Et cela encore davantage pour un public qui les découvre.

Nous avons souhaité donner la voix aux insectes pour qu'ils nous parlent eux-mêmes (pourquoi pas!) de la diversité de leur monde si coloré. Ainsi, un sympathique personnage-insecte nommé PROSCO (un Proscopiidae) nous accompagne dans des épisodes de bandes dessinées humoristiques, réalisées par le bédéiste québécois Jean-Paul Eid. Par ailleurs, la scénographie de l'exposition, de facture très contemporaine, offre une ambiance immersive dans une évocation de nature, toute verte.

De plus, pour l'occasion, et comme deuxième défi de taille, la collection naturalisée de l'exposition a été entièrement renouvelée. Les quelque 3 000 nouveaux spécimens ont été patiemment sélectionnés. Une fois acquis, ils ont fait l'objet d'une inspection, d'un nettoyage, d'un montage et d'un collage avant d'être mis en valeur avec grand art et raffinement par l'équipe des collections de l'Insectarium.

Il faut venir admirer les spectaculaires insectes des forêts tropicales du monde et les rares papillons *Agrias* qui ne vivent



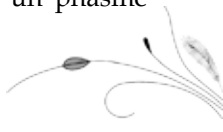
© André Payette, Insectarium de Montréal

Plan général de l'exposition.

que dans la canopée; une magnifique vitrine mettant en valeur 861 Coléoptères plus splendides les uns que les autres; des insectes et papillons de jour et de nuit dont le *Chrysidia rhipheus* Drury, décrété par certains entomologistes comme le plus beau papillon du monde; une sélection d'Ornithoptères, ces papillons aux ailes d'oiseau; les plus grands scarabées à cornes exposés dorsalement et latéralement. En outre, plusieurs primeurs sont présentées, dont des cycles complets de métamorphose des insectes, de l'oeuf jusqu'à la forme adulte en passant par les larves lyophilisées, de même que plusieurs autres raretés que les entomologistes sauront certainement repérer...

Cette profusion de spécimens exceptionnels tient aux nombreux liens que l'Insectarium cultive avec des musées et des collectionneurs de partout dans le monde, ainsi qu'à l'expertise que nous développons par notre collection scientifique, nos chercheurs associés et les publications spécialisées qui en découlent.

Plusieurs nouveautés se trouvent également du côté des collections vivantes que nous acquérons et élevons patiemment: ne manquez pas le petit phasme noir aux ailes rouges du Pérou (*Peruphasma schultzei*), deux espèces de scarabées (*Allomyrina dichotomus* et *Xylotrupes gideon*) et un phasme





Section « Les as de la reproduction ».

géant de la forêt de Malaisie (*Phobaeticus serratipes*), ainsi que l'un des plus beaux et rares Coléoptères (*Phalacrognathus muelleri*), un Lucanidé exclusif à l'Australie, protégé par l'Annexe 1 de la CITES.

Enfin, comme troisième défi, nous souhaitons que la rencontre du public avec les insectes soit positive et vécue dans la joie! Nous offrons donc des animations entièrement réinventées aux couleurs de cette exposition, où l'accent est mis sur la qualité de l'accompagnement. Les animateurs guident

les visiteurs avec humour, dans des jeux de rôles, des « pop capsules » spontanées et, bien sûr, la rencontre d'insectes vivants. Puis, les visiteurs peuvent faire une pause éducative à la nouvelle salle « Pattes-à-pattes », où animations (« Ils sont bien faits de nature »), « Mythes busters », anecdotes sur les « Insectes d'ici » et « Blagues-à-pattes » les attendent. Une expérience amusante et mémorable en présence d'insectes garante d'un petit pas vers un changement d'attitude et de comportement envers eux.

Tous les défis à la réalisation de cette exposition étaient une étape vers un projet encore plus grand et excitant pour l'équipe de l'Insectarium : celui de sa métamorphose complète, qui consiste en l'agrandissement du musée prévu pour 2015. Ce projet qui s'amorce fait partie des nombreux projets du plan de développement de l'Espace pour la vie, qui vise, d'ici 2017, à créer le premier endroit au monde dédié à l'humain et à la nature. Ambitieux? Certes, mais notre survie sur cette planète ne le mérite-elle pas?

.....  
Anne Charpentier est directrice de l'Insectarium de Montréal.

L'exposition *NOUS, LES INSECTES...* a reçu l'appui financier du ministère de la Culture, des Communications et de la Condition féminine du Québec.

## UNE NOUVELLE PUBLICATION D'ENTOMOFAUNE QUÉBEC

Le cahier n° 3 de la série Léon-Provancher  
*Insectes et autres organismes décrits par Léon Provancher*  
par Jean-Marie Perron

### Description :

68 pages, format 21 x 27 cm, carton mince, piqué à cheval, quelques illustrations

Prix : 20 \$

Entre 1869 et 1892, Provancher publia 1 216 descriptions d'espèces nouvelles d'insectes; ses dernières descriptions paraîtront dans son *Naturaliste* quelques années après son décès. Aujourd'hui, 1 081 spécimens-types ont été localisés :

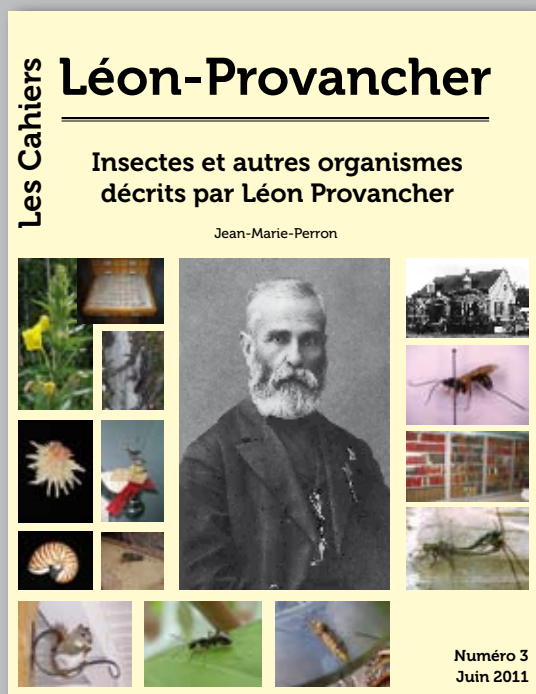
- 935 d'entre eux sont conservés à l'Université Laval;
- 69 à la Collection nationale du Canada;
- 7 au United States National Museum de Washington;
- 47 ne sont pas encore localisés;
- 23 sont considérés comme disparus.

L'ensemble des types est réuni pour la première fois sur une liste regroupant le nom original de l'espèce, son statut taxinomique, l'année de sa publication, la référence, le sexe, son numéro de catalogue, sa localisation et quelques notes historiques.

Cette analyse vient jeter un éclairage nouveau sur l'héritage entomologique que Provancher nous a légué.

Pour commander :

Entomofaune du Québec inc. - 637-108, boul. Talbot, Saguenay (Québec) G7H 6A4



## Une visite au laboratoire d'Éric Lucas

par Annabelle Firlej

Éric Lucas dirige un laboratoire de recherche en lutte biologique à l'Université du Québec à Montréal (UQAM) depuis 2002. Pucerons, coccinelles, cécidomyies, parasitoïdes trichogrammes et punaises mirides se côtoient dans l'insectarium pour permettre à l'équipe d'étudier de plus près l'écologie des herbivores et de leurs ennemis naturels dans le cadre de la lutte biologique en milieu agricole.

Les sujets de recherche du laboratoire s'articulent autour de deux grands thèmes :

- L'étude des interactions intraguilides existant dans les guildes aphidiphages (organismes s'alimentant de pucerons);

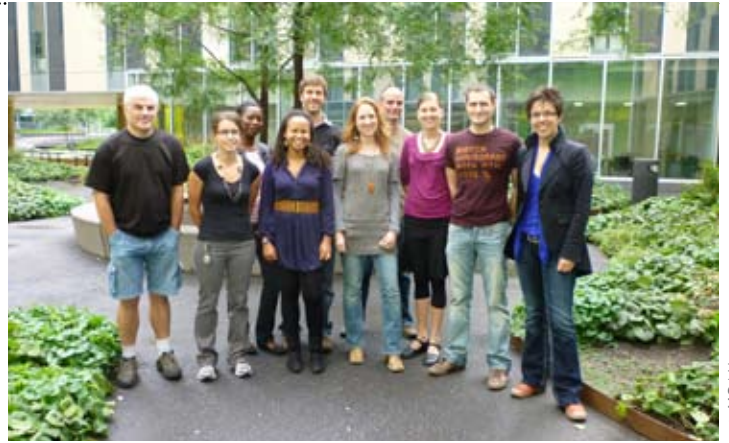
- L'étude de méthodes de lutte biologique ou culturelles telles que la lutte biologique par augmentation ou conservation, ou encore l'étude de l'influence du paysage sur les problématiques phytosanitaires.

### Les interactions intraguilides existant dans les guildes aphidiphages

La première thématique fait appel à de la recherche fondamentale et s'intéresse à l'écologie comportementale de prédateurs arborant des comportements pour le moins originaux et qui peuvent influencer les interactions trophiques et leur direction et, ultimement, l'efficacité de la lutte biologique contre les herbivores : il s'agit de la prédation intraguilde, la prédation furtive et la zoophytophagie.

La prédation intraguilde représente la consommation d'un individu par un autre individu qui partage la même ressource (guilde). Il peut s'agir, par exemple, de prédateurs, parasitoïdes ou champignons qui se nourrissent d'un puceron. Le puceron constitue alors la proie intraguilde et l'individu du niveau trophique supérieur se faisant manger constitue la proie extraguilde. La prédation intraguilde peut jouer un rôle important dans l'efficacité de la lutte biologique car, quand plusieurs ennemis naturels sont introduits en même temps dans la même culture, ces comportements peuvent diminuer ou augmenter l'efficacité de répression d'un ravageur. C'est durant son doctorat sous la direction du Dr Jacques Brodeur qu'Éric documente pour la première fois les facteurs influençant la présence de la prédation intraguilde entre les coccinelles. Il s'est intéressé notamment à vérifier l'influence de la densité de proies extraguilides sur la réalisation de ce comportement. Depuis, ses étudiants ont documenté d'autres facteurs pouvant influencer ce comportement, tels que la mobilité des proies extraguilides, leurs valeurs nutritionnelles ou l'influence des pesticides.

La prédation furtive est un comportement tout à fait original, exprimé par un prédateur qui va se déplacer très lentement



De gauche à droite : Éric Lucas, Marilou Goyer, Dieynaba Diop, Elsa Etilé, François Dumont, Julie-Éleonore Maisonnaute, Marc Fournier, Élise Bélanger, Olivier Aubry et Mylène St-Onge.

pour rencontrer et consommer ses proies, en évitant ainsi que celles-ci n'adoptent des comportements de défense (voir le texte d'Arnaud Sentis dans *Antennae* 17(1), Hiver 2010). Comme ces prédateurs ont une capacité de déplacement limitée, ils se trouvent au sein de colonies de pucerons, ce qui leur procure aussi l'avantage d'être moins accessibles aux autres prédateurs, c'est ce qui s'appelle un effet de dilution. Au cours de son doctorat, Éric a documenté ce comportement pour la cécidomyie *Aphidoletes aphidimiza* Rondani dont les larves présentent un comportement de prédation furtive au sein de colonies de pucerons et bénéficient ainsi d'une prédation moins élevée par la chrysope *Chrysoperla rufilabris* Burmeister. Actuellement, son étudiante Élise Bélanger étudie l'incidence de la fréquence de rencontre d'une colonie de pucerons par un prédateur intraguilde sur les chances de survie d'un prédateur furtif. Le comportement de prédation furtive a aussi été récemment observé chez un autre diptère, *Leucopis annulipes* Zetterstedt de la famille des Chamaemyiidae. Cet ennemi naturel est présent naturellement au sein des colonies de pucerons dans les vergers de pommiers, mais son écologie est pour l'instant mal connue. La découverte de ce nouveau modèle d'étude offre de nouvelles perspectives de recherche intéressantes pour le laboratoire.

Dans le cadre de son postdoctorat en Espagne, avec les D<sup>rs</sup> Oscar Alomar et Christina Castagné, Éric s'est intéressé à l'écologie de punaises mirides utilisées en lutte biologique dans les productions de tomates, il s'agissait de *Macrolophus caliginosus* (Wagner) et de *Dicyphus tamaninii* Wagner. Ces deux punaises sont zoophytophages : elles peuvent s'alimenter à la fois de la plante ou de l'herbivore, et se consommer entre elles. Ce régime alimentaire omnivore complexifie beaucoup les interactions trophiques et pose de multiples questions et hypothèses intéressantes à vérifier concernant les facteurs influençant cette zoophytophagie et leur implication en lutte biologique. Avec ses étudiants Olivier Aubry et François Dumont, Éric poursuit ses recherches sur la zoophytophagie avec pour modèle la punaise de la molène, *Campylomma verbasci* Meyer. L'objectif ultime est de vérifier s'il est possible de sélectionner des lignées de punaises de la molène plus zoophages que phytophages.

## Les méthodes de lutte biologique ou culturales

La deuxième thématique de recherche développée au laboratoire implique des recherches de terrain sur différentes méthodes de lutte non chimiques efficaces contre des ravageurs des cultures : la lutte biologique par augmentation et par conservation, et l'étude de l'influence du paysage. Ces projets de recherche sont développés directement pour répondre à des besoins spécifiques du milieu agricole québécois et essayent de trouver des solutions, à plus ou moins long terme, pour les producteurs aux prises avec des problèmes importants.

La lutte biologique par des lâchers inondatifs d'ennemis naturels est une méthode très connue et utilisée depuis longtemps en agriculture. En collaboration avec l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Éric s'est intéressé à l'utilisation de parasitoïdes trichogrammes en association avec d'autres moyens de lutte (pièges attractifs et virus de la granulose), pour lutter contre le carpocapse de la pomme, *Cydia pomonella* L. en vergers de pommiers. Récemment, un projet en collaboration avec le Centre de recherche sur les grains (CÉROM) a été développé pour étudier la possibilité d'utiliser des coccinelles convergentes, *Hippodamia convergens* Guérin en lâchers inondatifs pour lutter contre le puceron du soya, *Aphis glycines* Matsu-mura, ravageur exotique observé pour la première fois en 2001 au Québec, qui provoque de lourdes pertes de rendement pour les producteurs de soya.

Les méthodes utilisées pour attirer et conserver les ennemis naturels dans une culture peuvent passer, par exemple, par l'implantation de haies composées de plantes herbacées offrant du pollen et du nectar pour maintenir une population résidente de prédateurs et de parasitoïdes. Des projets sur cette technique ont été développés, en collaboration avec l'IRDA, afin d'étudier le bénéfice de différents couvre-sols et de haies composites sur les populations d'ennemis naturels du puceron vert du pommier, *Aphis pomi* DeGeer, en vergers de pommiers. En outre, le projet de Jennifer De Almeida a réussi à démontrer que la présence de bandes florales réduisait les abondances du carpocapse de la pomme en vergers.

Enfin, un dernier volet consiste à comprendre l'impact de la structure du paysage rural sur la pression phytosanitaire en milieu agricole. Cette approche implique des études de terrain à très grande échelle. Par exemple, les projets de Julie-Éléonore Maisonhaute et de Nathalie Roullé portent sur l'effet des caractéristiques du paysage sur les infestations des cultures par des ravageurs et sur les populations de leurs ennemis naturels. Ils permettent de savoir comment la configuration spatiale des éléments du paysage (champs, forêts, bandes non cultivées...) influence la colonisation des champs par les ravageurs et la lutte biologique. Ces études pourraient permettre de formuler des recommandations, non plus au producteur lui-même, mais aux municipalités quant à l'aménagement de leur territoire afin de diminuer la pression des ravageurs sur les cultures.

## Éric Lucas, le professeur et directeur

Depuis 2010, Éric est directeur des études de 1<sup>er</sup> cycle en sciences biologiques à l'UQAM; cette fonction est très exigeante, mais elle reflète aussi son grand intérêt pour les étudiants et leur formation. Il est, par ailleurs, un directeur de laboratoire et un professeur dynamique, passionné, exigeant et « bourré d'idées ». Il n'hésite pas à donner aux étudiants de son laboratoire l'occasion de collaborer entre eux, de dispenser des charges d'enseignement, de présenter des conférences, de superviser des étudiants en initiation à la recherche, ou même de rédiger des demandes de subvention pour financer leur projet. Entrer dans son laboratoire, c'est bénéficier de formidables opportunités, mais c'est aussi signer un « pacte de communautarisme » : chacun, en plus de son projet de recherche, exerce des tâches au sein du laboratoire pour en assurer son bon fonctionnement. Son laboratoire est loin d'être une horde égoïste...  
eric.lucas@uqam.ca

## Les personnes suivantes composent le laboratoire d'Éric Lucas actuellement :

### Marc Fournier

Marc a obtenu une maîtrise en biologie de l'Université Laval avec le D<sup>r</sup> Gérard Fitzgerald en 1994. Son projet portait sur la sélection de partenaire chez un poisson, l'épinoche à trois épines. Il a été « formaté » à l'entomologie dans le laboratoire du D<sup>r</sup> Jacques Brodeur où il a travaillé comme professionnel de recherche. Entre autres, il a aidé Éric dans la réalisation des expériences de son projet de doctorat. Présent au labo à l'UQAM depuis 2010, Marc s'occupe de la gestion et du bon fonctionnement du laboratoire; il participe également à un projet évaluant l'effet de deux pesticides à risque réduit utilisés contre le carpocapse de la pomme sur les populations d'ennemis naturels présents en verger de pommier.  
odonate@hotmail.com

### Jennifer de Almeida

Jennifer a obtenu, en 2006, un baccalauréat en sciences biologiques de l'UQAM. Elle a ensuite entrepris une maîtrise sous la direction d'Éric et du D<sup>r</sup> Daniel Cormier de l'IRDA. Son sujet porte sur l'étude de l'aménagement de haies composites pour favoriser l'établissement et le maintien des ennemis naturels dans les vergers de pommiers. Elle a mesuré l'effet de l'installation d'une haie composée de trois plantes herbacées, l'achillée millefeuille *Achillea millefolium* L., la verge d'or *Solidago canadensis* L. et la grande berce *Heracleum maximum* Bartr. sur les populations de six ravageurs d'importance économique, et celles de leurs ennemis naturels. Jennifer termine actuellement son mémoire de maîtrise et travaille depuis 2009 comme chargée de projet au CÉROM de Beloeil.  
jen\_jude@yahoo.ca

### Élise Bélanger

Élise a obtenu, en 2007, un baccalauréat de l'UQAM spécialisée en écologie et en sciences de l'environnement. Elle termine

actuellement, sous la direction d'Éric, une maîtrise en sciences de l'environnement dont le sujet de stage porte sur l'effet de rencontre et la prédation furtive. L'espèce qu'elle étudie, la cécidomyie *A. aphidimyza*, est un prédateur furtif, peu mobile, qui vit à l'intérieur des colonies de pucerons sans être détecté, et qui bénéficie d'un effet de dilution lorsque vivant dans de grandes colonies. Élise vérifie si l'effet de rencontre (la probabilité de détection d'une colonie par un prédateur) par un prédateur intragilde peut bénéficier au prédateur furtif. [elibelanger@hotmail.com](mailto:elibelanger@hotmail.com)

### Dieynaba Diop

Dieynaba a obtenu un baccalauréat en biologie cellulaire et physiologie de l'Université de Bretagne occidentale à Brest. Elle prépare actuellement une maîtrise sous la direction d'Éric et de la D<sup>re</sup> Geneviève Labrie du CÉROM. Son sujet d'étude vise à évaluer l'effet d'introduction de coccinelles convergentes sur les populations du puceron du soya, ceci afin de procurer une méthode alternative, efficace, accessible et rentable pour les producteurs. Entre autres, elle a comparé l'introduction de coccinelles convergentes dans des champs de soya biologique à différents seuils d'interventions (150 pucerons/plant et 350 pucerons/plant) et à différents taux d'introduction du prédateur (0,5, 2 ou 4 coccinelles/m<sup>2</sup>), afin de déterminer la meilleure stratégie à adopter pour un producteur. [diop.dieynaba@hotmail.ca](mailto:diop.dieynaba@hotmail.ca)

### Marilou Goyer

Marilou a obtenu un baccalauréat en sciences biologiques de l'UQAM. Elle réalise actuellement une maîtrise sous la direction d'Éric et de la D<sup>re</sup> Geneviève Labrie du CÉROM. Son sujet porte sur l'effet des bandes alternées de cultures sur l'abondance des insectes ravageurs, notamment la cécidomyie orangée du blé, *Sitodiplosis mosellana* Géhin, et des ennemis naturels dans le blé. Marilou compare une monoculture de blé à des cultures en bandes de 18 ou de 36 mètres de largeur où le blé est en alternance avec le soya, le maïs et la vesce. Pour l'instant, les résultats démontrent un effet positif des bandes alternées sur les populations d'ennemis naturels et une diminution significative des populations de cécidomyie orangée du blé, un ravageur majeur de cette culture. Ces résultats permettront de démontrer le potentiel de l'utilisation de bandes alternées en tant que méthode de lutte préventive contre les insectes ravageurs du blé. [goyer.marilou@courrier.uqam.ca](mailto:goyer.marilou@courrier.uqam.ca)

### Olivier Aubry

Olivier a obtenu, en 2008, une maîtrise en biologie à l'UQAM sous la direction d'Éric et du D<sup>r</sup> Daniel Cormier de l'IRDA. Son sujet portait sur l'effet de la lutte attracticide et de lâchers inondatifs de parasitoïdes trichogrammes contre le carpocapse de la pomme. Il prépare actuellement un doctorat sous la direction d'Éric et du D<sup>r</sup> Gérald Chouinard de l'IRDA sur le comportement alimentaire de la punaise de la molène en vergers de pommiers. Son projet porte sur l'influence du type de cultivar, de la phénologie du pommier,

de la présence de proies extraguildes et de prédateurs intra-guildes sur la phytophagie de la punaise de la molène. Il tente également d'évaluer la signature isotopique de la punaise selon son type de ressource au cours de la saison et de vérifier l'influence des ressources animales et végétales sur le développement de la punaise. Ultimement, une charte de gestion de la punaise de la molène sera élaborée. Olivier est impliqué bénévolement au sein de la Société d'entomologie du Québec où il est directeur régional pour Montréal. [aubry.olivier@courrier.uqam.ca](mailto:aubry.olivier@courrier.uqam.ca)

### François Dumont

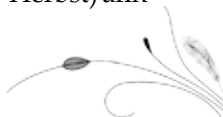
François a obtenu, en 2010, une maîtrise en biologie de l'UQAM sous la direction du D<sup>r</sup> Denis Réale. Son projet portait sur le comportement social des marmottes alpines. François est actuellement au doctorat sous la direction d'Éric et du D<sup>r</sup> Denis Réale. Il étudie l'héritabilité de l'approvisionnement chez la punaise de la molène, en vue de la sélection de lignées spécialisées. La punaise de la molène est un zoophytophage observé dans les vergers de pommiers à la floraison; elle y est bénéfique lorsqu'elle s'attaque à des ravageurs comme le tétranyque rouge, *Panonychus ulmi* (Koch), mais elle est aussi néfaste lorsqu'elle s'alimente de la pomme en développement. L'objectif du projet de François est d'exploiter le potentiel de la punaise de la molène en lutte biologique contre le tétranyque rouge. François étudiera la variabilité interindividuelle au niveau du comportement alimentaire de la punaise afin de produire des lignées sélectionnées pour leur haut niveau de voracité pour le tétranyque rouge ou pour leur bas niveau de phytophagie (piqûre sur les pommes). L'efficacité de ces sélections artificielles, ainsi que leurs effets sur d'autres interactions trophiques (prédation intragilde en tant que prédateur et en tant que proie, cannibalisme, phytophagie), seront aussi étudiés. [dumont.francois.3@courrier.uqam.ca](mailto:dumont.francois.3@courrier.uqam.ca)

### Elsa Étilé

Elsa a obtenu une maîtrise en biologie de l'UQAM, en 2008, sous la direction du D<sup>r</sup> Yves Mauffette. Son sujet portait sur le comportement alimentaire de la livrée des forêts (*Malacosoma disstria* Hbn), ravageur notoire de forêts décidues au Québec. Depuis 2008, elle effectue un doctorat sous la direction d'Éric et de Josée Boclair de l'IRDA. Ses travaux portent sur la lutte biologique contre les principaux ravageurs du maïs sucré. L'objectif est d'optimiser la lutte biologique contre la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* (Hübner), et les pucerons grâce à la combinaison de divers agents comme les parasitoïdes trichogrammes, le *Bacillus thuringiensis*, et les prédateurs furtifs de pucerons. [elsa.etile@gmail.com](mailto:elsa.etile@gmail.com)

### Virginia Hock

Virginia réalise un doctorat sous la direction du D<sup>r</sup> Gérald Chouinard de l'IRDA et la codirection d'Éric et du D<sup>r</sup> Daniel Cormier. Son projet porte sur l'étude de l'écologie chimique du charançon de la prune (*Conotrachelus nenuphar* Herbst) afin



de développer un attractif synthétique. Elle étudie la réponse comportementale des différents âges et statuts sexuels des charançons mâles et femelles des souches univoltines et multivoltines en présence d'odeurs synthétiques (acide grandisoïque) ou naturellement émises par leurs congénères (phéromone agrégative). Le projet vise à établir une corrélation entre les niveaux de pureté du composant principal de la phéromone agrégative du charançon et leur pouvoir attractif sur les charançons adultes. Les composés primaires et secondaires émis seront identifiés ainsi que les périodes d'émission de la phéromone agrégative émise par les mâles du charançon de la prune. En outre, son étude évalue le pouvoir attractif de la molécule synthétique (acide grandisoïque) durant les périodes d'émission de la phéromone. virginia.hock@gmail.com

### Julie-Éléonore Maisonhaute

Julie-Éléonore a obtenu une maîtrise en biologie de l'UQAM sous la direction d'Éric et du D<sup>r</sup> Pedro Perès-Neto. Son projet portait sur l'influence de la structure du paysage sur l'assemblage des prédateurs terricoles dans les zones agricoles non cultivées. Elle prépare maintenant un doctorat sous la direction d'Éric et de la D<sup>re</sup> Geneviève Labrie du CÉROM. Son projet vise à comprendre comment la structure du paysage agricole peut influencer la dynamique de population du puceron du soja et sa répression par les ennemis naturels. L'objectif est de déterminer quels sont les variables paysagères (diversité, zones non cultivées, fragmentation...) favorisant ou non les infestations du puceron du soja et sa répression par les ennemis naturels, depuis son arrivée au Québec en 2001 jusqu'à aujourd'hui. Au final, le but est de créer des modèles de prédiction qui pourront être utilisés par les conseillers et les producteurs agricoles pour accroître la répression naturelle du puceron du soja dans les champs et réduire, par là même, l'utilisation d'insecticides. Julie-Éléonore est impliquée bénévolement au sein de la Société d'entomologie du Québec dont elle est la secrétaire. jemaisonhaute@gmail.com

### Nathalie Roullé

Nathalie détient un diplôme d'études approfondies en écologie, éthologie et évolution qu'elle a réalisé à Rennes (France) sous la direction des D<sup>rs</sup> Yannick Outreman et Manuel Plantagenest. Elle prépare actuellement un doctorat sous la direction d'Éric et du D<sup>r</sup> Gérald Domon de l'Université de Montréal. Son projet porte sur l'étude de l'effet de la structure du paysage agricole sur la lutte contre les pucerons du maïs. Cette recherche a pour objectif d'identifier les caractéristiques paysagères qui favorisent la répression des pucerons afin d'émettre des recommandations d'aménagement du paysage agricole. nathalieroulle@yahoo.com

### Mylène St-Onge

Mylène a obtenu une maîtrise en sciences de l'environnement de l'Université du Québec à Trois-Rivières, sous la direction des D<sup>rs</sup> Guy Charpentier et Bernard Larue. Son sujet portait sur l'étude écologique et moléculaire des mermithides parasites de mouches noires. Elle est actuellement au doctorat sous la direction d'Éric et du D<sup>r</sup> Daniel Cormier de l'IRDA, en collaboration avec la D<sup>re</sup> Silvia Todorova d'Anatis Bioprotection. Son sujet porte sur l'optimisation de la production de masse de *Trichogramma ostriniae* Pang and Chen, un parasitoïde de la pyrale du maïs. Elle étudie la qualité des œufs de l'hôte d'élevage *Ephestia kuehniella* Zeller lors de leur stérilisation et de leur conservation afin de maximiser les taux de parasitisme. Aussi, elle détermine et vérifie les critères de contrôle de qualité des trichogrammes produits afin de maximiser leur performance en champ. stongem@uqtr.ca

.....  
Annabelle Firlej est stagiaire postdoctorale au laboratoire de Jacques Brodeur à l'Université de Montréal. Ses travaux de recherche portent sur l'effet des changements climatiques sur les interactions tritrophiques.

libellule  
à travers ses ailes  
le ciel en cage

Christine Gillet

ville verticale  
dans une vieille souche  
un million de fourmis

Claude Marceau\*

une toile d'araignée  
tout emperlée de gouttes  
contre-jour

Claude Marceau\*

un nid de guêpes  
presque sous mon pied  
ouf!

Claude Marceau\*

\*Balade en Boréalie, Éd. David, 2010



# La drosophile à ailes tachetées à l'assaut de l'Amérique du Nord!

par Jean-Philippe L egar 

Communément appelé mouche à fruits, le genre *Drosophila* (Diptera : Drosophilidae) regroupe plus de 1 500 espèces de petites mouches dont plusieurs sont attirées par les fruits très mûrs ou pourris. Aucune espèce de drosophile n'était encore reconnue comme un ravageur agricole d'importance en Amérique du Nord. Cependant, la situation est en train de changer radicalement avec l'arrivée de la drosophile à ailes tachetées (DAT), *Drosophila suzukii* (Matsumura). Contrairement aux autres espèces de ce genre, la DAT pond ses œufs dans les fruits encore sains d'une vaste gamme de plantes hôtes, représentant par le fait même une menace très importante pour l'ensemble des cultures fruitières de l'Amérique du Nord.

## Une invasion spectaculaire

La drosophile à ailes tachetées ou *spotted wing drosophila* (SWD) en anglais, est une espèce d'Asie. Trouvée à l'origine dans les régions de la Chine, du Japon et de la Corée, cette mouche a  t e introduite en Europe et sur le continent américain il y a quelques années à peine. Observée pour la première fois en sol nord-américain en 2008, en Californie, elle s'est rapidement répandue dans les  tats-Unis. Elle a  t e détectée en 2009 en Floride, en Oregon et dans l'état de Washington ainsi qu'en 2010 dans la Louisiane, la Caroline du Nord et du Sud, le Michigan et l'Utah.

Au Canada, c'est en septembre 2009 que la drosophile à ailes tachetées fait son entrée dans la région de la vallée du fleuve Fraser, sur le bleuet et la vigne, ainsi que dans la vallée d'Okanagan sur le cerisier.   la suite de cette découverte, l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) a conduit une enquête pancanadienne à l'été 2010 afin de connaître l'étendue de l'invasion. Résultats : des spécimens ont été détectés en Colombie-Britannique (24 sites positifs), au Manitoba (2 sites positifs), en Alberta (1 site positif), en Ontario (1 site positif) ainsi qu'au Québec (1 site positif). Au Québec, l'unique spécimen a été capturé   proximité d'un site de compost dans la zone urbaine de la ville de Québec, laissant supposer qu'il s'agissait d'un individu isolé, émergé d'un fruit importé. Devant l'étendue de son aire de distribution au Canada et la difficulté à limiter sa dissémination par l'importation, l'ACIA a décidé de ne pas réglementer la DAT. Par conséquent, la gestion de ce ravageur relève dorénavant des provinces et aucune mesure de quarantaine n'est en vigueur advenant sa capture.

En 2011, les divers réseaux de dépistage provinciaux ont révélé que *Drosophila suzukii* est maintenant bien établie en Colombie-Britannique et qu'elle conquiert rapidement l'est du pays. En effet, dix spécimens adultes ont été capturés en Ontario durant les mois de juillet et d'août et neuf des spécimens ont été capturés en milieu agricole. En date du 9 septembre 2011, aucune capture n'a encore été rapportée pour les provinces de l'Alberta, du Québec et de la Nouvelle-

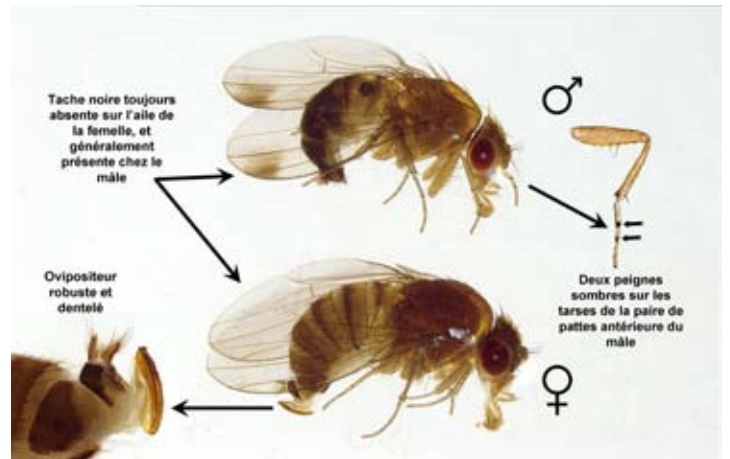


Photo 1. Adultes m le et femelle de la drosophile à ailes tachetées.

 cosse. Sur la côte ouest canadienne, la DAT engendre des dommages considérables et sa détection entraîne automatiquement le recours aux traitements insecticides.

## Description

  première vue, les adultes et les larves de la drosophile à ailes tachetées sont très similaires à ceux des autres espèces du genre *Drosophila*. L'identification à l'espèce nécessite des spécimens adultes et des connaissances avancées en taxinomie. Il est d'ailleurs impossible de procéder à une identification en champ.

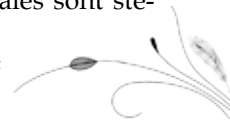
Les adultes ont les yeux rouges et un corps brun-jaunâtre avec des bandes noires transversales sur l'abdomen. Le m le mesure de 2,6 à 2,8 mm, il possède généralement une petite tache foncée à l'apex des ailes et deux peignes sexuels sombres sur les pattes antérieures. La femelle mesure de 3,2 à 3,4 mm, elle possède des ailes claires sans tache et est munie d'un ovipositeur dentelé bien apparent (Photo 1). L'œuf, de forme elliptique, ne mesure que 0,6 mm, sa surface est microsculpt e et il est muni de deux longs filaments de 0,9 fois sa longueur (Photo 2). La larve mesure de 2 à 3 mm, elle est blanchâtre et apode (Photo 3). Finalement, la pupe mesure de 2 à 3 mm, elle est brun rougeâtre et son extrémité antérieure présente deux excroissances (stigmates) avec de petites projections (Photo 4).



Photo 2. Œuf.

## Un peu de biologie

Originaire d'Asie, la drosophile à ailes tachetées préfère un climat tempéré et est adaptée aux régions relativement froides, notamment les régions nordiques du Japon. La température idéale pour cette espèce se situe entre 20 C et 25 C; toutefois, une température inférieure à 10 C ou supérieure à 30 C inhibe son oviposition. De plus, les mâles sont st -



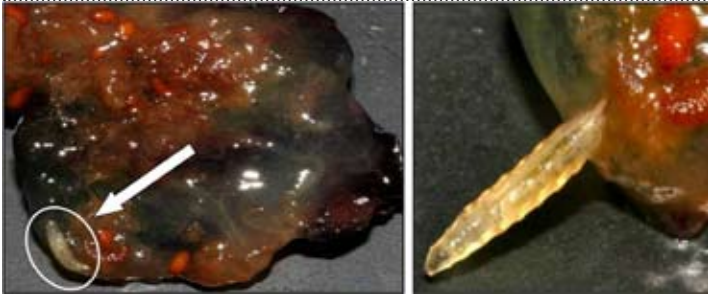


Photo 3. Larves se développant dans un bleuët.

riles à 32 °C. Le climat du Canada est donc adéquat pour cette espèce, comme le témoigne son établissement rapide en Colombie-Britannique. Cependant, au Québec, nos hivers rigoureux seraient potentiellement un facteur limitatif à sa propagation, car les œufs, les larves et les adultes sont très sensibles au gel. Au Japon, la durée du cycle peut s'étendre sur une période aussi courte que 8 à 14 jours, engendrant potentiellement jusqu'à 13 générations par année. Selon les modèles de prédictions climatiques, il pourrait y avoir 5 générations par année en Colombie-Britannique.



Photo 4. Extrémités antérieures de pupes dans un bleuët.

La DAT hiberne au stade adulte dans la litière, se protégeant ainsi du gel. Au printemps, les mouches s'activent et s'accouplent quand la température atteint 10 °C. Pouvant voler sur quelques kilomètres, la capacité de dispersion des adultes est relativement élevée. Une fois fécondée, la femelle pond de un à trois œufs sur un fruit sain, mûr et encore attaché à la plante. C'est grâce à son ovipositeur imposant qu'elle réussit à percer la pelure des fruits sains. Une femelle pond en moyenne 384 œufs au cours de sa vie au rythme de 7 à 16 par jour. Les œufs éclosent très rapidement, soit de 2 à 72 heures après la ponte et les larves se nourrissent de la pulpe à l'intérieur du fruit durant 3 à 13 jours. Après avoir traversé trois stades, la larve se transforme en pupa à l'intérieur ou à l'extérieur du fruit. Une nouvelle génération d'adultes émerge de 3 à 15 jours plus tard.

## Plantes hôtes et dommages

*Drosophila suzukii* est extrêmement polyphage et peut pratiquement s'alimenter sur tous les fruits à pelure tendre, incluant plusieurs cultures ainsi que de nombreuses espèces de plantes non commerciales. Les principaux hôtes sont la cerise, la fraise, le bleuët, la framboise, la mûre, la pêche, la nectarine et le raisin, mais elle a également été observée sur la pomme, l'abricot, la prune, le kiwi et bien d'autres. Parmi les hôtes non commerciaux, on trouve un grand nombre de plantes indigènes telles que les rosacées dont les pommiers et les cerisiers, le cornouiller, le sorbier, etc.



Photo 5. Cicatrice de ponte sur la cerise (gauche) et dommages secondaires de moisissures (droite).

Les premiers dommages observables sur les fruits sont de petites cicatrices causées par les adultes femelles lors de l'oviposition (Photo 5). Cependant, c'est sans nul doute l'alimentation des larves qui engendre des dommages considérables alors que l'épiderme des fruits infestés s'affaisse autour du site d'alimentation. Les dommages causés par la drosophile à ailes tachetées sont aussi des portes d'entrée pour les agents pathogènes (infections fongiques ou bactériennes) et les ravageurs secondaires. Les dégâts causés par une attaque de *D. suzukii* peuvent provoquer une perte de la totalité de la production.

## Une menace bien réelle sous haute observation

Ce n'est pas sans raison que la drosophile à ailes tachetées est actuellement sous haute surveillance au Canada. Le développement des populations s'est fait d'une façon exponentielle sur la côte ouest américaine et en Colombie-Britannique et ce ravageur est devenu une menace sérieuse en moins d'un an après les premières captures. Cette colonisation spectaculaire découlerait de plusieurs facteurs dont le taux de reproduction élevé, l'adaptabilité à notre climat, la présence de cultures qui mûrissent à des périodes différentes, offrant des sites de ponte en continu, et la capacité de dispersion accrue, notamment par le transport de fruits infestés. Malheureusement, les récentes captures en Ontario laissent présager que le Québec ne sera pas épargné. Pour cette raison, un réseau de dépistage a été instauré à l'échelle de la province par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) durant l'été 2011 afin de surveiller l'évolution de la situation. Les sites sélectionnés regroupaient à la fois des zones agricoles ainsi que des sites



urbains à fort potentiel d'introduction, soit les importateurs et distributeurs de fruits. Tel que mentionné précédemment, aucun spécimen n'a été capturé.

### En conclusion

Il est encore difficile de prévoir comment la situation évoluera au Québec. Présentement, le dépistage, la gestion des fruits mûrs et au sol ainsi que la lutte chimique semblent être les seuls outils disponibles pour contrer ou ralentir la progression de ce nouveau ravageur. Les différentes provinces travaillent de concert afin d'échanger leurs connaissances sur l'insecte et d'établir des stratégies de lutte efficaces. Ce ravageur étant une espèce nouvellement introduite en Amérique du Nord, il reste encore beaucoup à apprendre sur lui. Mieux comprendre les mécanismes et la dynamique de son invasion est peut-être la clé pour lutter contre la drosophile à ailes tachetées.

### Références

- Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA).** 2010. *Drosophila suzukii* (Matsumura) Spotted wing drosophila. Plant Health Risk Assessment.
- Agri-réseau.** 2011. Fiche technique sur la drosophile à ailes tachetées. [www.agrireseau.qc.ca/lab/documents/Drosophila\\_suzukii\\_JPL\\_MR\\_V6.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/lab/documents/Drosophila_suzukii_JPL_MR_V6.pdf)
- Agri-réseau.** 2011. Présentation de la drosophile à ailes tachetées. [www.agrireseau.qc.ca/lab/documents/SWD\\_JP\\_V6\\_DP\\_AGRI-RESEAU\\_Compresse.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/lab/documents/SWD_JP_V6_DP_AGRI-RESEAU_Compresse.pdf)
- British Columbia Ministry of Agriculture and Lands (BCMAL).** 2009. Spotted Wing Drosophila (Fruit Fly) Pest Alert. [www.al.gov.bc.ca/cropprot/swd.htm](http://www.al.gov.bc.ca/cropprot/swd.htm)
- Biosecurity Australia.** 2010. Draft pest risk analysis report for *Drosophila suzukii*. Biosecurity Australia, Canberra, Australia. 102 p.
- Kanzawa T.** 1939. Studies on *Drosophila suzukii* Mats. Kofu, Yamashiro Agric. Exp. Sta. 49 p.
- Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA).** 2010. Pest Alert - Spotted Wing Drosophila. Hort Matters, OMAFRA Specialists in Horticulture and Specialty Crops, Vol. 10 (26), OMAFRA, 14 p. [www.omafra.gov.on.ca/english/crops/hort/news/hortmatt/2010/26hrt10.pdf](http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/hort/news/hortmatt/2010/26hrt10.pdf)
- Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA).** 2011. Ontario Trap Catches: Spotted Wing Drosophila. [www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/swd-catches.htm#update](http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/swd-catches.htm#update)
- Oregon State University (OSU).** 2010. Spotted Wing Drosophila (SWD) web site. <http://swd.hort.oregonstate.edu/>
- Walsh, D.B. et al.** 2011. *Drosophila suzukii* (Diptera : Drosophilidae) : Invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential. J. Integr. Pest Manag. (sous presse). <http://extension.wsu.edu/swd/Documents/Drosophila%20suzukii%20Invasive%20Pest%20of%20Ripening.pdf>

.....  
*Jean-Philippe Légaré est biologiste-entomologiste. Il a complété sa maîtrise à l'Université Laval sous la direction de Jean-Claude Ruel et de Christian Hébert. Il travaille actuellement au laboratoire de diagnostic en entomologie du MAPAQ et pour la Banque d'image scientifique et technique en phytoprotection Iriis, une initiative du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ) et du MAPAQ.*



FONDATION  
COMMUNAUTAIRE  
DU GRAND QUÉBEC

## Le Fonds de la Société d'entomologie du Québec

Le « Fonds Société d'entomologie du Québec » a été créé au printemps dernier par le biais de la Fondation communautaire du grand 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 \$. La bourse s'adresse à un étudiant inscrit à un programme de maîtrise ou de doctorat d'une université québécoise et dont le projet d'étude et de recherche est directement associé à l'entomologie.

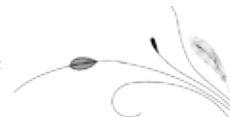
### Pour contribuer au Fonds SEQ par un don...

La SEQ a investi 5000 \$ comme montant de départ pour la création de ce Fonds et a comme objectif d'atteindre 15 000 \$. 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 suivant : [www.fcommunautaire.com/pages\\_fonds/societedentomologie.php](http://www.fcommunautaire.com/pages_fonds/societedentomologie.php), ou en communiquant directement avec Annie-Ève Gagnon ([annie-eve.gagnon@partenaires.mapaq.gouv.qc.ca](mailto:annie-eve.gagnon@partenaires.mapaq.gouv.qc.ca) ou 418-643-5027 poste 2712).

Des reçus vous seront remis pour l'impôt.

Un grand merci!

*Le comité responsable du Fonds Société d'entomologie du Québec*





# Publications Récentes

- Aubry, O., D. Cormier, G. Chouinard et É. Lucas. 2010. Influence du cultivar de pommier et de l'intégrité du fruit sur le développement de la punaise omnivore *Campylomma verbasci* (Hemiptera : Miridae). *Entomologie faunistique* 63 : 91-96.
- Azeria, E.T., J. Ibarzabal, C. Hébert, J. Boucher, L. Imbeau et J.-P.L. Savard. 2011. Differential response of bird functional traits to post-fire salvage logging in a boreal forest ecosystem. *Acta Oecol.* 37 : 220-229.
- Boiteau, G., C. Vincent, F. Meloche, T.C. Leskey et B. Colpitts. 2011. Harmonic radar efficacy at detecting and recovering agricultural insects on host plants. *Pest Manag. Sci.* 67 : 213-219.
- Boiteau, G., C. Vincent, F. Meloche, T.C. Leskey et B. Colpitts. 2011. Evaluation of tag entanglement as a factor in harmonic radar studies of insect dispersal. *Environ. Entomol.* 40 : 94-102.
- Despland, E., M. Gundersen, S. P.-Daoust, B.J. Mader, N. Delvas, P.J. Albert et É. Bauce. 2011. Taste receptor activity and feeding behaviour reveal mechanisms of white spruce natural resistance to Eastern spruce budworm *Choristoneura fumiferana*. *Physiol. Entomol.* 36 : 39-46.
- Hampton, S.E. et T.A. Wheeler. 2011. Fostering the rebirth of natural history. *Biol. Lett.* (en ligne) : doi: 10.1098/rsbl.2011.0777
- Lucas, É. et J.A. Rosenheim. 2011. Influence of extraguild prey density on intraguild predation by heteropteran predators: A review of the evidence and a case study. *Biol. Control* (en ligne) : doi:10.1016/j.biocontrol.2011.05.01
- McClure, M. et E. Despland. 2011. Defensive responses by a social caterpillar are tailored to different predators and change with larval instar and group size. *Naturwissenschaften* 98 : 425-434.
- McClure, M., M. Ralph et E. Despland. 2011. Group leadership depends on energetic state in a nomadic collective foraging caterpillar. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 65 : 1573-1579.
- Prado, A, J. Ledezma, L. Cubilla-Rios, J. Bede et D. Windsor. 2011. Two genera of Aulacoscelinae beetles reflexively bleed azoxyglycosides found in their host Cycads. *J. Chem. Ecol.* 37 : 736-740.
- Rochefort, S., R. Berthiaume, C. Hébert, M. Charest et É. Bauce 2011. Effect of temperature and host tree on cold hardiness of hemlock looper eggs along a latitudinal gradient. *J. Insect Physiol.* 57 : 751-759. doi:10.1016/j.jinsphys.2011.02.013
- Saguez, J. et C. Vincent. 2011. A method for continuous rearing of grapevine leafhoppers, *Erythroneura* spp. (Hemiptera: Cicadellidae). *Can. Entomol.* 143 : 102-104.
- Savage, J., T.A. Wheeler, A.M.A. Moores et A. Grégoire-Taillefer. 2011. Effects of habitat size, vegetation cover, and surrounding land use on Diptera diversity in temperate Nearctic bogs. *Wetlands* 31 : 125-134. DOI 10.1007/s13157-010-0133-8
- Vincent, C. 2011. Mon alphabet professionnel, assaisonné de remarques personnelles / My Professional Alphabet, Seasoned with personal remarks. *Bull. Soc. Entomol. Canada* 43(2) : 58-67. (Allocution du Médaille d'or 2010 de la Société d'entomologie du Canada. Version courte : [www.esc-sec.ca/bulletin.html](http://www.esc-sec.ca/bulletin.html); version complète : [www.esc-sec.ca/fr/f-goldmedal.html](http://www.esc-sec.ca/fr/f-goldmedal.html)).





# Babillard

## Université Laval

### Laboratoire de Valérie Fournier

**Andrée Rousseau** entreprend une maîtrise avec Valérie Fournier en codirection avec Pierre Giovannazo sur la qualité des mâles dans la sélection de reines en apiculture.

## UQAM

### Des abeilles à l'UQAM

Depuis l'été 2011, les serres du Complexe des sciences Pierre-Dansereau de l'UQAM abritent deux ruches où bourdonnent des milliers de petites abeilles. Le collectif de recherche en aménagement paysager et agriculture urbaine durable (CRAPAUD) est l'instigateur du projet, en collaboration avec l'Institut des sciences de l'environnement (ISE).

### Laboratoire d'Éric Lucas

#### Nouveaux projets de recherche

Un étudiant à la maîtrise sera recruté pour un nouveau projet de recherche (utilisation judicieuse d'insecticides à risque réduit en pomiculture) réalisé sous la supervision de Daniel Cormier et d'Éric Lucas, et subventionné par le CDAQ (programme PCAA) et le MAPAQ (programme Prime-Vert). Le but du projet est d'évaluer les effets toxiques, létaux et sublétaux de deux insecticides à risque réduit (Rimon et Altacor) sur 12 espèces de la faune auxiliaire observées en vergers de pommiers au Québec.

**Julien Baylet** a commencé un projet d'initiation à la recherche (1<sup>er</sup> cycle) sur la diversité des insectes nécrophages de la région de Montréal. Son projet fait partie d'un projet plus vaste initié par Marjolaine Giroux de l'Insectarium de Montréal, et réalisé en collaboration avec Jade Savage de l'Université Bishop, Robert Loisel de l'UQAC et Éric Lucas de l'UQAM. Trois autres étudiants sont également impliqués : **Érik L'Heureux** (Université Bishop) pour la région de Sherbrooke ainsi que **David-Alexandre Gauthier** (UQAC) et **Maxime Tremblay** (UQAC) pour la région du Saguenay.

#### Mémoires de maîtrise déposés

**Jennifer De Almeida** a déposé son mémoire de maîtrise sur l'aménagement d'une haie composite pour favoriser l'établissement et le maintien de la faune auxiliaire dans les vergers de pommiers. Son projet était réalisé sous la supervision d'Éric Lucas et de Daniel Cormier.

**Élise Bélanger** a également déposé son mémoire de maîtrise intitulé « Guildes aphidiphages en milieu ouvert non perturbé; impact de l'arrivée d'un prédateur intragilde envahissant et stratégies défensives d'un prédateur furtif ».

#### Aides de terrain et stagiaires

Quatre étudiantes ont travaillé au laboratoire au cours de l'été : **Aurélien Lagueux-Beloin**, **Lauriane Gosselin** et **Amélie Ladouceur** (aides de terrain) et **Caroline Paradis** (stagiaire du cégep St-Laurent).

## Université McGill

### Laboratoire de Jacquie Bede

**Zhiyi Lan**, étudiant à la maîtrise, étudie les mécanismes moléculaires d'une interaction plante-insecte. Il explorera les relations entre la voie métabolique des jasmonates après herbivorie et les relations entre jasmonates, protéine DELLA, acide gibbérélique et la salive des chenilles. Il utilisera des mutants d'*Arabidopsis thaliana* et la légionnaire de la betterave, *Spodoptera exigua*.

**Cinthya Leyva Mancilla**, également étudiante à la maîtrise, examine l'effet du seigle d'hiver roulé par rouleuse-crêpeuse sur les populations d'insectes, les mauvaises herbes et la productivité de légumes transplantés dans le contexte de l'horticulture biologique.

### Laboratoire d'Ehab Abouhief

**Ab. Matteen Rafiqi**, stagiaire postdoctoral, étudie les interactions complexes entre gènes et environnement durant le développement et l'évolution. Plus spécifiquement, il étudie comment évoluent les patrons d'expression et les frontières des gènes de développement chez *Drosophila melanogaster*, cela en réponse à des mutations dans les régions régulatrices de ces gènes. Il utilise à cet effet des expériences de sélection artificielle dans des environnements permissifs ou stressants.

## Université Concordia

### Laboratoire d'Emma Despland

**Michael Gasse** commence une maîtrise sur l'écologie nutritionnelle et la physiologie digestive des populations de livrée des forêts sur des plantes hôtes différentes.

**Mélanie McClure** complète sa thèse de doctorat intitulée « Ecological Advantages and Behavioural Mechanisms of Aggregation in the Nomadic Social Forager *Malacosoma disstria* ». Elle entreprend un stage postdoctoral qui se déroulera au Pérou, en lien avec la D<sup>r</sup> Marianne Elias du Muséum national d'histoires naturelles de Paris. L'objectif de la recherche sera d'élucider les causes et les processus évolutifs ayant conduit à une diversification extrêmement rapide chez les papillons mimétiques péruvien du genre *Melinaea*, et de déterminer comment celle-ci est maintenue spatialement et temporellement.



### Projets de recherche et collaboration

Le laboratoire a accueilli cet été, pour trois mois, une étudiante de doctorat originaire du Laboratory of Nutrition and Feeding Behaviour of Insects, de l'Université de Sao Paulo au Brésil. **Alessandra Santana** a travaillé en collaboration avec Mélanie McClure sur la livrée des forêts. Elle intégrera ce stage dans sa thèse de doctorat qui porte sur le comportement grégaire de différentes espèces de chenilles.

**Jessica Éthier**, doctorante au labo d'Emma collabore avec une étudiante de doctorat en art et communication, **Alison Loader**, qui s'intéresse à différents aspects du cycle de vie des insectes. Elles feront une présentation commune au prochain congrès de la SEQ.

## CRDH / St-Jean-sur-Richelieu

### Laboratoire de Charles Vincent

Liste des stagiaires présents au labo pendant l'été 2011 : **Astrid Honvault** et **Aurélien Baussart**, Institut universitaire de technologie d'Amiens (France); **Caroline Charrier**, **Coline Robin** et **Kim-Anh Ho-Chi**, Institut universitaire de technologie de Créteil-Vitry (France); **Sarah Elalami**, École supérieure d'ingénieurs et de techniciens pour l'agriculture de Rouen (France); **Élodie Quehen**, Institut universitaire professionnalisé d'Amiens (France); **Ariane Chabert**, École nationale supérieure agronomique de Toulouse (France).

## IRDA – St-Hyacinthe/St-Bruno

### Laboratoire du Réseau-Pommier

Le réseau pommier a accueilli au sein de son équipe **Annabelle Firlej** qui travaille, entre autres, sur un nouveau projet : « Validation d'un outil moléculaire novateur pour l'identification des lépidoptères ravageurs des cultures ». Collaboration : Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ).

Un autre projet de recherche a démarré en 2011 : « Implantation d'un module d'efficacité des insecticides à risque réduit dans un modèle phénologique prévisionnel du carpocapse de la pomme (*Cydia pomonella* L.) ». Réalisé en collaboration avec le Club Agro-pomme, ce projet est financé par le MAPAQ.

L'IRDA agit également à titre de partenaire du Club des producteurs du sud-ouest pour la réalisation d'un projet ayant pour titre :

« Confusion sexuelle du carpocapse de la pomme : un projet interrégional pour l'essai en vergers commerciaux ». Un autre partenariat est réalisé avec le Club environnemental et techniques atocas Québec (CETAQ) pour le projet « Évaluation de l'efficacité d'insecticides biologiques sur la tordeuse des canneberges ».

Par ailleurs, le 14 juillet dernier, l'IRDA a tenu sa journée « Portes ouvertes » au verger du parc national du Mont-Saint-Bruno. Cette activité a été un vif succès avec 170 participants.

### Lutte intégrée et agriculture biologique

Le laboratoire d'entomologie maraîchère collabore à un projet mené sous la supervision de David Wees du département des sciences végétales de l'Université McGill : « Amélioration de la régée de la patate douce : une nouvelle culture pour le Québec ». Le laboratoire assure le suivi entomologique afin de répertorier les insectes nuisibles de cette nouvelle culture sous nos conditions. Ce projet d'une durée de deux ans est financé par le Programme de soutien à l'innovation horticole du MAPAQ.

Dans le cadre d'un projet mené à la Plateforme d'innovation en agriculture biologique (Saint-Bruno-de-Montarville), **Cinthya Leyva Mancilla** entreprend des travaux de maîtrise. Sous la supervision de Jacqueline Bede, Maryse Leblanc, Josée Boisclair et Katrine Stewart, ces travaux visent à étudier l'impact d'un paillis de seigle roulé sur la faune entomologique dans les cultures du brocoli et de l'oignon. Son projet de maîtrise fait partie d'un volet d'un projet de l'IRDA intitulé : « Aménagement de l'agro-écosystème à des fins de lutte aux ennemis des cultures en production maraîchère biologique ». D'une durée de trois ans, ce projet est financé par Agriculture et Agroalimentaire Canada (Grappe agro-scientifique biologique-Activité 1).

## AEAQ - Montréal

L'AEAQ a tenu sa réunion générale annuelle les 1<sup>er</sup>, 2 et 3 juillet dernier. Tous les membres sortants du CA ont été réélus, à l'exception du secrétaire dont le poste était vacant. Tous les membres des comités ont aussi été réélus.

La section Montréal reprendra ses réunions mensuelles à partir de septembre (sauf janvier), habituellement le premier vendredi du mois, soit à l'Insectarium, soit au Jardin botanique, selon les besoins. Le calendrier d'activités sera affiché sur le site Web.

[www.aeq.ca](http://www.aeq.ca)

Rares sont les entomologistes dont la mort est soulignée par un article dans le New York Times. C'est le cas de Thomas Eisner, professeur en entomologie de l'Université Cornell, qui est décédé le 25 mars 2011 à l'âge de 81 ans (Angier 2011). Il a été un chercheur prolifique (500 articles et huit livres) très inventif. Son ouvrage « For Love of Insects » est un témoignage convaincant de son originalité et des efforts qu'il a déployés au cours de son illustre carrière pour comprendre le monde merveilleux des insectes.

**Angier, N. 2011.** Paths of Discovery, Lighted by a Bug Man's Insights. New York Times (4 April 2011-internet).

*Charles Vincent*

# ANTENNAGENDA

13-14 octobre 2011



Congrès annuel de la SEQ  
Thème : Relations plantes-insectes  
Lieu : Centre de villégiature Jouvence, Orford  
Info : [www.seq.qc.ca](http://www.seq.qc.ca)

4 novembre 2011



Journée de conférences organisée par la Fédération  
des apiculteurs du Québec  
Hôtel Best Western Drummondville  
Info : [apiculteur@upa.qc.ca](mailto:apiculteur@upa.qc.ca)

4 novembre 2011, 19 h



« Les abeilles et l'apiculture »  
Conférence de l'AEAQ par Michel Lauzon  
Insectarium de Montréal

4 au 6 novembre 2011



Congrès annuel de la Société québécoise  
de l'étude biologique du comportement  
Université de Sherbrooke  
Info : [www.er.uqam.ca/nobel/sqebc/Congres.html](http://www.er.uqam.ca/nobel/sqebc/Congres.html)

6 au 9 novembre 2011



Congrès annuel de SEC et Société acadienne  
d'entomologie  
Thème : Beauté et impact  
Lieu : Halifax, Nouvelle-Écosse  
Info : [www.acadianes.ca/2011jam/indexf.html](http://www.acadianes.ca/2011jam/indexf.html)

13 au 16 novembre 2011



Congrès annuel de ESA  
Thème : Identity... Clarity... Speak out!  
Lieu : Reno, Nevada  
Info : [www.entsoc.org/entomology2011](http://www.entsoc.org/entomology2011)

2 décembre, 19 h



Titre à déterminer  
Conférence de l'AEAQ par Victor Vermette  
Insectarium de Montréal

## Correspondants d'Antennae

Thomas Bourdier	U. Concordia
Jean-Frédéric Guay	U. Laval
Olivier Aubry	UQAM
Guy Charpentier	UQTR
Terry Wheeler	U. McGill, Campus Macdonald
Guillaume Dury	U. McGill, Campus Macdonald
Léna Durocher-Granger	U. McGill, Campus Macdonald
Josée Doyon	U. de Montréal
Olivier Norvez	CFL
Francine Pelletier	IRDA, Saint-Hyacinthe
Josiane Vaillancourt	CRDH-Saint-Jean
Charles Vincent	CRDH-Saint-Jean
Olivier Aubry	Dir. régional SEQ - Montréal
Sylvie Bellerose	Dir. régionale SEQ - Montérégie
Simon Daoust	Représentant étudiant SEQ
Claude Chantal	AEAQ - Montréal
Robert Loiselle	Corporation Entomofaune
André Payette	Insectarium de Montréal
Élaine Boileau	Insectarium de Montréal
Yvon Ménard	Maison des Insectes
Michèle Roy	MAPAQ, Québec
Jean Denis Brisson	Horti-Centre



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 et le ministère des Ressources naturelles et de la Faune 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 13 janvier 2012.

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).



**Antoine D. Séguin (1923 - 2011)**

Le 5 février dernier est décédé M. Antoine D. Séguin, membre honoraire de la Société d'entomologie du Québec. M. Séguin, agronome, a travaillé pendant 35 ans au service de la Division des plantes à Agriculture et Agroalimentaire Canada à Montréal.

**Vernon R. Vickery (1921 - 2011)**

Le 30 août dernier est décédé D<sup>r</sup> Vernon R. Vickery, membre honoraire de la Société d'entomologie du Québec. M. Vickery a fait toutes ses études à l'Université McGill et il y a ensuite enseigné l'entomologie jusqu'à sa retraite officielle en 1986, et même plus... Il était un spécialiste internationalement reconnu de la taxinomie, de la morphologie et du comportement des Orthoptères. De 1985 à 1989, il a été président de la *Orthopterists Society*.

De plus, M. Vickery était curateur émérite du musée Lyman d'entomologie de l'Université McGill. En fait, lui et son collègue et ami D<sup>r</sup> Keith McE. Kevan avaient propulsé le musée au rang de centre de renom de la systématique et de la biologie des insectes. Entre autres, la collection d'Orthoptères du musée Lyman est l'une des meilleures au monde, cela en grande partie grâce aux efforts de MM. Vickery et Kevan.

**René Béïque (1924 - 2011)**

**Décès d'un « géant » de l'entomologie québécoise!**

L'entomologie québécoise vient de perdre tout un monument... René Béïque s'est éteint paisiblement chez lui entouré de ses enfants, à la mi-juin, emporté par la leucémie. Selon ses volontés, il n'y a pas eu d'annonce officielle, ni de cérémonie religieuse, et ses cendres ont été dispersées le 22 juin dans une forêt qu'il aimait bien à Ste-Anne-de-la-Pérade, propriété d'un de ses bons amis.

Tel que raconté dans un numéro précédent d'*Antennae* (Vol 15, no 2, Printemps 2008), René Béïque a eu un parcours exceptionnel comme entomologiste au Québec et il a marqué plusieurs générations d'étudiants et de collaborateurs.

Chercheur, professeur, conférencier, conteur, animateur, il était reconnu comme un bon vivant et il a été à l'avant-plan des étapes les plus marquantes de l'entomologie québécoise. Sans aucun doute, sa contribution la plus significative fut son « aventure » au Musée du Québec à l'automne 1963, là où se trouvait la célèbre collection d'insectes de l'abbé Léon Provancher. Dès qu'il a eu la « permission » d'y avoir accès, il a été catastrophé de voir dans quel état elle se trouvait... abandonnée à son sort et dévorée par les dermestes. Grâce à lui, cette collection d'une valeur inestimable fut sauvée cette première fois *in extremis*. Elle le fut une seconde fois, lors du démantèlement des collections de sciences naturelles en 1964, à la création du ministère des Affaires Culturelles alors que le premier titulaire, Georges-Émile Lapalme, avait pris ces « bibittes » en horreur et avait ordonné leur expulsion du Musée sur le champ! René lui trouva alors un endroit sûr, au département de biologie de l'Université Laval, là où il continua de transmettre ses récoltes d'insectes provenant d'un peu partout au Québec et contribua à la formation académique des étudiants de biologie.

Merci René pour ton implication à la sauvegarde de ce trésor entomologique, lors de cet épisode peu glorieux de nos politiciens québécois...

Ceux et celles qui t'ont connu désirent te rendre hommage aujourd'hui. Ils saluent chaleureusement le blagueur, le conteur, le tendre, l'ami, le copain et, surtout, l'homme de sciences que tu as incarné pour nous tous. Fais un bon voyage et veille sur nous!

*Gilles Bonneau*

Québec, septembre 2011