



# Antennae

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'ENTOMOLOGIE DU QUÉBEC



**La mouche des sables joue-t-elle  
un rôle dans la leishmaniose ?**

**Visage d'aujourd'hui**

**Jacqueline Bede et les défenses des plantes**

**Sous la loupe**

**Les bleuets... et la mouche**

**L'origine de la métamorphose  
chez les insectes**

**INSECTARIUM**  
DE MONTRÉAL

UN MUSÉUM NATURE MONTRÉAL

Fourmis, mantes religieuses,  
araignées, scarabées...

Découvrez  
ce monde fascinant!



514 872-1400  
4581, rue Sherbrooke Est

[www.ville.montreal.qc.ca/insectarium](http://www.ville.montreal.qc.ca/insectarium)



Montréal

UNIVERSITÉ  
LAVAL

Centre de recherche  
en horticulture

Phytoprotection des espèces horticoles  
(entomologie et phytopathologie);

Productions maraîchères, fruitières et ornementales;

Formation de personnel hautement qualifié;

Intégration des connaissances et développement de  
nouvelles technologies.

Centre de recherche en horticulture  
Université Laval  
Pavillon de l'Environnement, local 1227  
Québec, Canada G1K 7P4

Téléphone : (418) 656-3742  
Télécopieur : (418) 656-3515  
crh@crh.ulaval.ca

**Une équipe spécialisée**  
en protection des forêts contre les insectes,  
les maladies et les incendies forestiers :

**La Direction de la protection des forêts**

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune  
880, chemin Sainte-Foy, 7<sup>e</sup> étage  
Québec (Québec) G1S 4X4  
Téléphone : (418) 627-8642  
Télécopieur : (418) 643-2368  
[protection.forêts@mrfn.gouv.qc.ca](mailto:protection.forêts@mrfn.gouv.qc.ca)

Ressources naturelles  
et Faune

Québec



- ▲ Dépistage des cultures maraîchères
- ▲ Expertise agronomique
- ▲ Salubrité et traçabilité
- ▲ Plan agroenvironnemental de fertilisation (PAEF)
- ▲ Plan de ferme géoréférencé
- ▲ Service agro-météo Horti-Fax sur abonnement

Tél. : (450) 454-3992  
Sans frais : 1-877-454-3992  
Télec. : (450) 454-5216  
Courriel : [prisme@phytodata.qc.ca](mailto:prisme@phytodata.qc.ca)  
Site web : [www.prisme.qc.ca](http://www.prisme.qc.ca)



## LE MOT DU PRÉSIDENT

Bonjour à tous. Un bon début d'automne, ou plutôt, lorsque vous lirez ce message, une bonne fin d'automne. La majorité d'entre vous serez, j'imagine, à l'hôtel Holiday Inn entre deux conférences. Je vous souhaite donc à l'avance un bon congrès.

La Société d'entomologie du Québec va bien, elle va même très bien. Elle regroupe près de 200 membres, les postes au CA sont la plupart du temps comblés sans trop de difficultés; les congrès sont organisés régulièrement et, depuis plusieurs années, ils sont excédentaires financièrement; le bulletin *Antennae* sort trois fois par année avec une régularité de métro-nome; quant au site Web, il est présenté de façon impeccable et tenu à jour. La Société d'entomologie du Québec remplit donc pleinement ses fonctions.

La Société se porte donc bien, et ce, en bonne partie grâce aux membres du CA qui, bien que se renouvelant de façon régulière, assurent un suivi efficace des dossiers. Je voudrais, en ce sens, remercier Jacques Brodeur qui nous quitte après trois années de bons et loyaux services. Ça aura été une fois encore un plaisir de travailler avec lui. J'ai également une pensée particulière pour les futures mamans, Annabelle Firlej, représentante étudiante, et Mireille Marcotte, secrétaire. Le CA remercie en outre Michèle Roy pour avoir assuré les fonctions de directrice générale en remplacement de Stéphane Le Tirant. Enfin, le CA souhaite par la même occasion la bienvenue à leurs remplaçants (il y a déjà des volontaires!) dont les noms seront divulgués lors de la prochaine assemblée.

Par ailleurs, plusieurs rendez-vous à venir. Vous assistez probablement au congrès conjoint SEQ-SEC 2006, je ne vous en parlerai donc pas. Simplement vous rappeler que le congrès 2007 est déjà en cours d'organisation par la solide équipe d'Alain Dupont, Richard Berthiaume et Christian Hébert. Le congrès 2008, pourrait être un congrès conjoint avec la Société de protection des plantes du Québec (SPPQ), probablement sur Québec, étant donné le 400<sup>e</sup> anniversaire de la ville. Un comité de la SPPQ déjà au travail à cet effet serait prêt à se jumeler avec un comité SEQ. Je lance donc un appel aux entomologistes de la région de Québec. L'année

2008 sera également l'année du Congrès international en entomologie à Durban, Afrique du sud. D'ailleurs, le projet d'un congrès international en entomologie à Montréal en 2012 est sur la table et est à la recherche d'un organisateur en titre (contacter Jacques Brodeur ou moi-même).

Pour terminer, et puisque c'est le dernier mot du président que j'écrirai, je vous dirais deux choses. En premier lieu, la SEQ, disais-je, va bien, mais ce succès est lié à l'implication de ses membres au CA ou ailleurs. Donc, venez-vous proposer au CA. Faites-le pour vous faire connaître, faites-le pour l'expérience pratique que vous en retirerez, faites-le parce que le devenir de la SEQ vous importe ou parce qu'un comité, poste ou dossier particulier vous intéresse, faites-le par simple curiosité (ne vous êtes-vous jamais demandé ce que faire partie d'un CA signifiait?!), ou encore faites-le pour voir du pays (Montréal-Québec-Montréal), faites-le pour toute autre raison, mais faites-le. Par contre, ne le faites pas pour de l'argent, vous serez déçu! Si le CA ne vous intéresse pas, vous pouvez néanmoins contribuer au fonctionnement de la Société par votre implication dans l'organisation d'un congrès, par la soumission ou la révision de textes à *Antennae*, par l'envoi d'information entomologique aux membres, ou en devenant membre d'un des comités permanents (étudiant, prix et décorations, élections...).

En second lieu, je vous dirais que les chenilles et chrysalides de monarques qui décorent ma cuisine achèvent leur développement en prévision de la métamorphose. Les papillons devraient sortir d'ici quelques jours et entreprendre leur long voyage au grand plaisir de mes filles. Tout ça pour vous dire de continuer à faire de l'entomologie, en amateur, en professionnel, en enseignement, en vulgarisation, en recherche ou en administration (au sein du CA par exemple...), avec un filet, des épingles, un appareil photo ou tout simplement avec vos yeux, de n'importe quelle manière, mais faites-en, et continuez ainsi à lutter contre les préjugés associés aux insectes : entomophobies ou autres.

Bonne fin d'année 2006!

Éric Lucas

# Propos de la rédaction

**E**ncore un numéro bien rempli pour terminer l'année! En effet, en 2006, la mise en pages du bulletin a souvent relevé du miracle! Les membres sont nombreux à nous transmettre des informations de toutes sortes. Mais je ne m'en plains pas, bien au contraire. Je pense qu'il s'agit plutôt d'un reflet de la vitalité d'*Antennae*. Soyons-en fiers!

Par contre, la participation directe des étudiants est plus tiède... Pour l'édition 2006 du concours de rédaction scientifique, j'ai reçu un seul texte. Je remercie très chaleureusement Rachid Sabbahi pour sa contribution. Son texte vous en apprendra certainement sur la mouche des sables et la transmission de la leishmaniose. Il est bien rarement question de parasitologie dans *Antennae*, mais ce sujet n'en est pas moins captivant.

Par ailleurs, la chronique Visage prend un nouveau tournant. En effet, à partir de maintenant, les « Visages d'aujourd'hui » seront le plus souvent présentés sous l'angle des travaux de recherche effectués par la personne « vedette », et ce, sans négliger l'équipe qui l'entoure. Ainsi, un texte concocté par Josée Boisclair nous fait connaître le parcours de Jacqueline Bede et les thèmes qui guident ses recherches sur les relations plantes-insectes.

À la chronique Sous la loupe, deux textes fort intéressants. D'une part, Payse Mailhot fait le point sur la situation de la mouche du bleuets qui a fait son apparition au Québec il y a une dizaine d'années. D'autre part, Geneviève Labrie nous « raconte » la passionnante histoire de l'évolution de la métamorphose chez les insectes.

Puis, les chroniques d'information régulières débordent : la Chronique du livre, les Publications récentes, le Babillard et quelques nouvelles en vrac.

Enfin, je voudrais profiter de la publication de ce dernier numéro de l'année 2006 pour remercier le MAPAQ et tous les parrains qui contribuent au financement d'*Antennae*. Sans leur support, le bulletin ne pourrait certainement pas être publié avec la même qualité.

Pour terminer, je ne peux passer sous silence le départ de Jean Thibault. Les miracles dont j'ai parlé au début de ce « propos », c'est lui qui les fait. Jean assure la mise en pages du bulletin depuis sa création. Toutefois, il m'a avisée au printemps dernier qu'il prenait sa « retraite » d'*Antennae* après le numéro d'automne... Et nous y sommes! Je remercie donc Jean très profondément pour tout le travail accompli pendant ces 13 années de loyaux services, pour sa patience à mon égard et pour sa grande disponibilité. Merci infiniment!

Bonne lecture et bon congrès,

Christine Jean

**Date de tombée du prochain numéro : 12 janvier 2007**

## Sommaire - Automne 2006

	page		page
Le mot du président	3	Sous la loupe	
Propos de la rédaction	4	L'origine de la métamorphose chez les insectes	15
La mouche des sables joue-t-elle un rôle dans la leishmaniose ?	5	Georges Brossard décoré	17
Sous la loupe		Chronique du livre	18
Les bleuets... et la mouche	10	Publications récentes	19
Visage d'aujourd'hui		Babillard	20
Jacqueline Bede et les défenses des plantes	12	Antennagenda	22

## La mouche des sables joue-t-elle un rôle dans la leishmaniose ?

par Rachid Sabbahi



### Introduction

Les protozoaires se retrouvent pratiquement dans tous les habitats terrestres. Plusieurs protozoaires sont responsables de maladies humaines très graves et touchent des millions d'individus à travers le monde. Parmi ces protozoaires, on trouve fréquemment le *Plasmodium* et le *Leishmania* qui causent respectivement la malaria et la leishmaniose (Prescott *et al.* 2003).

Dans le cycle de transmission d'une maladie, les parasites doivent obligatoirement passer par un insecte vecteur. Cependant, certains insectes vecteurs arrivent à se débarrasser de l'agent infectieux. Ainsi, l'efficacité de la réponse immunitaire de l'insecte à l'égard de l'agent infectieux peut jouer un rôle important dans la transmission de la maladie.

Les insectes fournissent un exemple particulier d'une immunité naturelle, dite non spécifique, qui n'implique pas les lymphocytes et les anticorps comme chez les mammifères. Par exemple, l'immunité induite à la suite de l'invasion de la cavité intérieure de l'insecte par des bactéries déclenche la synthèse de petits peptides puissants ayant une activité antibactérienne, antifongique et même antiparasitaire (Hoffmann et Reichhart, 2002). Malgré ces moyens de défense, de nombreux insectes vecteurs n'éliminent pas tous les parasites ou agents pathogènes envahisseurs.

La réponse immunitaire chez les insectes est constituée d'une réponse cellulaire facilitée par les hématocytes et d'une réponse humorale impliquant des peptides antibactériens. Les hématocytes sont dérivés de la glande lymphatique de l'insecte. Cette glande engendre trois types de cellules : les cellules à cristaux qui génèrent les enzymes impliquées dans des réactions de mélanisation, les lamellocytes et les plasmatocytes qui sont des phagocytes. La différenciation des lamellocytes n'aura lieu qu'après infection de l'hôte par des grands parasites (Hoffmann et Reichhart, 2002).

Le parasite *Leishmania* est l'agent étiologique de la leishmaniose qui est considérée comme l'une des six maladies infectieuses les plus importantes par l'Organisation mondiale de la santé (Prescott *et al.* 2003). L'infection par ce parasite peut provoquer

plusieurs types de pathologies qui semblent être liées spécifiquement à certains vecteurs de *Leishmania* (Roux, 1986). Par exemple, la leishmaniose cutanée est causée par *L. major*. Cette maladie se traduit par une forte inflammation au site d'infection. La leishmaniose viscérale, causée par *L. donovani*, se caractérise par peu d'inflammation au site d'infection et par une attaque des viscères tels que le foie, les reins et la rate. Plusieurs études suggèrent que les différences de pathologie causées par les espèces de *Leishmania* seraient dues, du moins en partie, aux oligosaccharides présents à la surface du parasite. Par exemple, un des oligosaccharides spécifiques à l'espèce *L. major* est l'épitope<sup>1</sup> poly- $\beta$ -galactosyl (Gal $\beta$ 1-3)<sub>n</sub> présent seulement dans les lipophosphoglycanes (LPG) de cette espèce. Il est intéressant de constater que cet épitope serait aussi impliqué dans le développement du parasite à l'intérieur de l'insecte vecteur. Les lectines de l'insecte (protéines reconnaissant des oligosaccharides spécifiques) reconnaissent les épitopes polygalactosyls du parasite (Pelletier et Sato, 2002). Elles peuvent être aussi impliquées dans la liaison des espèces du parasite à leurs vecteurs (Pelletier *et al.* 2003).

Au niveau de l'intestin de l'insecte, il a été démontré qu'une glycoprotéine nommée galectine agit comme récepteur des lipophosphoglycanes (LPG) de *L. major*. Cette molécule permettrait l'attachement de ce parasite aux cellules intestinales de l'insecte. L'interaction entre le LPG et la galectine serait cruciale pour la survie du parasite *L. major* dans l'intestin médian de son insecte vecteur, *Phlebotomus papatasi* (Diptera : Psychodidae). La surface cellulaire et la sécrétion des LPG par le parasite protègent ce dernier de l'activité protéolytique au niveau de l'intestin médian de l'insecte à la suite d'un repas sanguin. Cette protection facilite l'attachement du parasite aux cellules épithéliales intestinales de l'insecte et, conséquemment, aide à maintenir l'infection parasitaire durant l'excrétion du sang. Ceci contribue donc à la formation d'un réservoir biologique à l'intérieur de l'intestin qui peut promouvoir d'éventuelles transmissions à l'hôte principal (mammifère) par une simple piqûre.

1. Structure présente à la surface de la molécule d'antigène.

## Système immunitaire chez les insectes

Afin d'empêcher l'invasion par les agents pathogènes, les insectes ont développé, au cours de leur évolution, différents mécanismes de défense. L'arsenal défensif des insectes est constitué des barrières structurelles passives comme la cuticule. Le tégument chitineux de l'insecte constitue une barrière primaire efficace contre l'invasion d'une majorité des microorganismes. En absence de blessure, la plus importante voie d'infection des insectes par les bactéries, les virus et les parasites est le canal alimentaire. Cependant, les champignons entomopathogènes ont l'habileté de pénétrer à travers la cuticule pour établir l'infection.

En plus des barrières passives, il existe une cascade de réponses actives lorsque les pathogènes ont atteint l'hémocœle de l'insecte (Hoffmann et Reichhart, 2002). Ces réponses actives incluent la mélanisation, les réactions cellulaires, les réactions humorales et la production des inhibiteurs de protéases (Gillespie *et al.* 2000). Comme les mammifères, les insectes ont un système immunitaire naturel complexe et efficace qui leur fournit une grande résistance contre les infections par les microbes (Franc et White, 2000; Fugita, 2002; Hoffmann et Reichhart, 2002). Les antigènes microbiens sont reconnus par le système immunitaire naturel de l'insecte grâce à des unités répétitives constituées de polysaccharides trouvés dans les glycoprotéines de la surface microbienne. Parmi ces unités, on trouve les lipopolysaccharides (LPS) associés aux bactéries Gram-négatives, les peptidoglycanes associés aux bactéries Gram-positives, les glycanes riches en mannose associés aux levures et les lipophosphoglycanes (LPG) associés aux parasites (Pace et Baum, 2004). D'après Fugita (2002), ces unités répétitives de saccharides sont reconnues par des récepteurs de reconnaissance de formes (PRR). La reconnaissance des saccharides microbiens par les PRR des insectes induit la libération de peptides antimicrobiens (AMP) qui tuent directement les pathogènes (Hoffmann et Reichhart, 2002). Les AMP sont des molécules cationiques d'environ 10 kDa. Ils sont classés en trois groupes : (1) les peptides linéaires dépourvus de cystine; (2) les peptides riches en proline et en glycine; et (3) les peptides riches en cystéine (Dimarcq *et al.* 1998). Chaque AMP a une activité antimicrobienne spécifique. À titre d'exemple, la drosomycine et la metchnikowine ont exclusivement des propriétés antifongiques (Bulet *et al.* 1999) alors que la défensine, la drosocine, la dip-téricine et la cécropine affectent la croissance bactérienne (Boulanger *et al.* 2001). Alternativement,

les pathogènes peuvent aussi être phagocytés par les hémocytes à la suite de la reconnaissance de certains antigènes.

## La mouche des sables, *Phlebotomus papatasi*

La mouche des sables ou phlébotome appartient à la sous-famille des Phlebotominae de la famille des Psychodidae. Elle est le vecteur du parasite *Leishmania* infectant les humains et autres vertébrés (Feliciangeli, 2004). L'écologie et la biologie de la mouche des sables et ses stades de développement ont été documentées (Kettle, 1995; Rodhain et Perez, 1985). La mouche des sables est un hématophage dont les antennes, sont longues de six à quinze articles. Ce diptère a l'aspect d'un petit moustique velu, de couleur jaunâtre, à gros yeux noirs, aux ailes lancéolées, frangées de longs poils. Il appartient au groupe des holométaboles et est rencontré dans différents habitats (ex. habitat domestique ou sylvatique). Les adultes mesurent environ 3 mm de long et vivent dans les régions tropicales et tempérées. Les larves se développent en présence de matière organique, de chaleur et d'humidité. On les trouve dans les déchets domestiques, dans l'écorce de vieux arbres, dans les nids de fourmis et dans les fissures des murs des maisons (Feliciangeli, 2004).

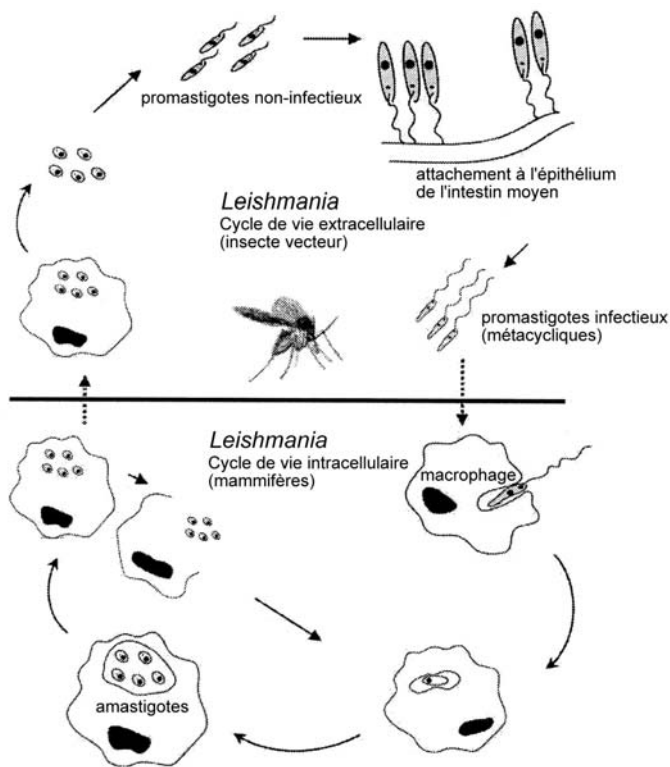
La mouche des sables s'alimente habituellement la nuit (Arias *et al.* 1996). Les mâles se nourrissent uniquement de la sève des plantes alors que seules les femelles ont besoin d'un repas sanguin afin de permettre le développement des œufs. Il semble que l'attraction des phlébotomes pour l'humain dépend de la production de CO<sub>2</sub> par ce dernier, mais également de son odeur (Pinto *et al.* 2001).

Plusieurs tentatives ont été envisagées pour contrôler les populations des phlébotomes dans les écosystèmes. Par contre, des applications d'insecticides organochlorés pour réduire les populations de *P. papatasi* n'ont pas mené à des résultats concluants (Vioukov, 1987).

## Le parasite, *Leishmania major*

Le cycle de vie de *Leishmania major* comporte plusieurs phases. *Leishmania major* se différencie dans le tube digestif de l'insecte en promastigotes. Ceux-ci sont d'abord au stade procyclique où ils se divisent activement, mais ne sont pas infectieux (Fig. 1).

Après quatre jours, des promastigotes plus allongés et motiles, appelés nectomonades, commencent à apparaître et s'attachent aux microvillosités des cellules épithéliales de l'intestin médian de l'insecte par leur flagelle. À partir du septième



**Figure 1.** Cycle de vie du parasite *Leishmania* (Kamhawi et al. 2004).

jour, les parasites migrent vers la partie antérieure de l'intestin médian, jusqu'à la valve du stomodaeum qui sépare l'intestin médian de l'avant du système digestif de l'insecte. Les nectomonades se transforment alors en haptomonades qui sont plus petits et plus arrondis. Finalement, les haptomonades se transforment en promastigotes métacycliques qui eux, ne se divisent plus, sont plus minces avec un long flagelle et hautement motiles. Ces derniers constituent la forme qui est infectieuse pour les mammifères. La valve du stomodaeum se dégrade et permet la migration des promastigotes métacycliques vers l'œsophage, le pharynx et le proboscis (Sacks et Kamhawi, 2001). La leishmaniose est transmise par la piqûre de phlébotomes femelles. Pendant qu'ils sucent le sang d'un humain, ces insectes transmettent l'infection en injectant dans leur hôte des parasites promastigotes. Ces parasites infectent l'humain et sont ingérés par des phagocytes du système réticulo-endothélial. Ils se transforment alors en parasites amastigotes ovoïdes de 2 à 5 µm de diamètre, avec un très court flagelle et ils ne sont plus mobiles. Ceux-ci se multiplient par fission binaire dans le phagolysosome du phagocyte qui est finalement lysé. Les parasites ainsi libérés sont phagocytés à leur tour par les cellules avoisinantes. Ils affectent ensuite

différents tissus en causant des manifestations cliniques correspondant aux types de leishmaniose.

Les phlébotomes peuvent également devenir porteurs de parasites lorsqu'ils sucent le sang d'un humain préalablement infecté en ingérant des macrophages envahis de parasites amastigotes. Dans l'intestin du phlébotome, les parasites changent à nouveau de forme, se multiplient et migrent de nouveau dans le proboscis de l'insecte.

### Transmission de la leishmaniose

On peut qualifier les leishmanioses d'anthroponoses ou de zoonoses selon que l'humain soit l'hôte direct ou l'hôte accidentel du vecteur (Forget, 2004). En effet, certains vecteurs sont attirés par l'humain alors que la majorité a plutôt tendance à infecter d'autres mammifères. Un grand nombre d'animaux sauvages et domestiques, dont le chien, peuvent constituer des réservoirs d'infection, tout comme l'homme. La maladie est très concentrée : sa répartition géographique se limite aux zones tropicales et tempérées où l'on rencontre des populations de phlébotomes. Elle est actuellement endémique dans 88 pays où elle menace 350 millions de personnes (OMS, 2002).

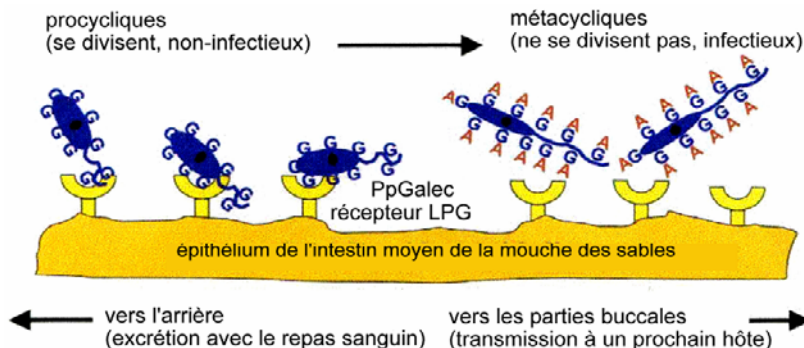
La taille de la population des phlébotomes transmettant la leishmaniose dépend principalement de la disponibilité des lieux favorables pour leur développement (des sols suffisamment humides avec des plantes qui se putréfient) et du nombre d'hôtes disponibles pour ces insectes. Une réduction de la population animale, à la suite de perturbations des écosystèmes, concentre d'abord les phlébotomes sur les animaux déjà infectés et intensifie ainsi la transmission à la population restante. De plus, les phlébotomes sont davantage obligés de chercher leurs hôtes pour en prélever le sang ce qui entraîne une augmentation des attaques chez les animaux domestiques et l'humain (Felicangeli, 2004). En effet, avec la destruction du réservoir animal, il peut y avoir une proportion de phlébotomes infectés plus importante et, ainsi, une augmentation des attaques chez l'homme. Dans ce cas, il y a accroissement de l'incidence des maladies humaines.

Lors d'un repas sanguin, la mouche des sables, qu'elle soit infectée ou non par le parasite, injecte de la salive au site de la piqûre. Les glandes salivaires jouent un rôle d'immunomodulateur (immunogène ou immunosuppresseur) lorsque le parasite *Leishmania* est injecté simultanément. Ceci entraîne une augmentation de la taille des lésions ou de la charge en parasites (Sacks et Kamhawi, 2001). Cette exacerbation de la pathologie est associée à une augmentation de l'IL-4

(interleukine 4) (Forget, 2004) et à une inhibition de plusieurs fonctions des macrophages (ex. présentation d'antigène et production de monoxyde d'azote) et la prolifération de lymphocytes T spécifiques aux parasites (Hall et Titus, 1995; Katz *et al.* 2000; Theodos et Titus, 1993). Le succès de l'insecte à transmettre la leishmaniose dépend des constitutions moléculaires de son parasite. Ces molécules jouent un rôle important pour la survie du parasite et aussi pour la compétence du vecteur.

### Compétence de l'insecte vecteur

Il existe une association spécifique entre les espèces d'insectes vecteurs et les parasites (Killick-Kendrick, 1990). La susceptibilité ou la résistance d'une espèce de phlébotome au développement d'un parasite en particulier dépend de la capacité de celui-ci à surmonter certaines barrières telles que les enzymes protéolytiques de l'intestin moyen, la membrane péritrophique entourant le repas sanguin et l'excrétion du contenu de l'intestin moyen lors de la digestion (Sacks et Kamhawi, 2001). À l'intérieur de la mouche des sables, le parasite doit être capable de s'attacher aux cellules épithéliales de l'intestin afin d'échapper à son élimination lors de l'excrétion du repas sanguin. Cet attachement est réalisé grâce à l'interaction entre les LPG et les cellules épithéliales intestinales (Kamhawi *et al.* 2000; Fig. 2).



**Figure 2.** Liaison du parasite *Leishmania* avec les cellules épithéliales de l'intestin du phlébotome *Phlebotomus papatasi* (Kamhawi *et al.* 2004).

Les ramifications de résidus galactose du LPG de *L. major* permettraient son attachement dans son vecteur naturel *P. papatasi* alors que *L. donovani* ne peut s'y fixer en raison de son LPG non ramifié (Pimenta *et al.* 1994). À l'inverse, *L. major* et *L. donovani* ne peuvent coloniser l'intestin moyen de *P. sergenti*, vecteur naturel de *L. tropica*. Le LPG de *L. tropica* contient beaucoup de glucose et d'arabinose (Kamhawi *et al.* 2000). Donc, les différences de structure entre les LPG des différentes espèces de *Leishmania* seraient responsables de leur survie dans leurs vecteurs respectifs (Forget, 2004).

*Leishmania* doit pouvoir s'évader rapidement de la membrane péritrophique pour sa survie. Cette membrane est, entre autres, composée de chitine et il semble que le parasite pourrait la lyser grâce à la production d'une chitinase (Schlein *et al.* 1991). Quant aux enzymes digestives, les protéophosphoglycane (PPG) et les phosphatases acides forment une matrice qui diminue la quantité des enzymes digestives de l'intestin et leurs charges négatives protègent le parasite de l'effet hydrolysant des enzymes protéolytiques à proximité (Sacks et Kamhawi, 2001).

L'interaction *Leishmania-Phlebotomus* est sujette à la liaison du parasite par ses LPG membranaires avec leur récepteur spécifique situé à l'intérieur de l'intestin de l'insecte. Il s'agit de la galectine dont les rôles sont multiples chez l'insecte. Ce récepteur appartient à la famille des lectines.

### Conclusion

Il est essentiel de décrire la réponse immunitaire de *P. papatasi* à l'infection par *L. major* et de fournir un nouveau modèle pour bien comprendre les bases moléculaires de la défense immunitaire naturelle du vecteur contre les parasites. Les réponses immunitaires chez tout insecte déclenchent la synthèse des peptides antibactériens. Malheureusement, peu d'études ont été réalisées pour élucider les processus par lesquels les phlébotomes synthétisent, transcrivent et sécrètent ces peptides devant une éventuelle infection par *Leishmania*. Les mécanismes moléculaires par lesquels un insecte contrôle sa susceptibilité à l'infection par *Leishmania* ne sont pas bien connus. Ainsi, il serait intéressant d'accroître nos connaissances sur la biologie du vecteur afin de bien connaître les réponses immunitaires induites par le parasite.

### Références

- Arias, J.R., Monteiro, P. et Zicker, F. 1996. The re-emergence of visceral leishmaniasis in Brazil. *Emerg. Infect. Dis.* 2 : 145-146.
- Boulanger, N., Ehret-Sabatier, L., Brun, R., Zachary, D., Bulet, P. et Imler, J.L. 2001. Immune response of *Drosophila melanogaster* to infection with the flagellate parasite *Crithidia* spp. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 31(2) : 129-37.
- Bulet, P., Hertu, C., Dimarcq, J.L. et Hoffmann, D. 1999. Antimicrobial peptides in insects; structure and function. *Dev. Comp. Immunol.* 23(4-5) : 329-44.
- Dimarcq, J.L., Bulet, P., Hertu, C. et Hoffmann, J. 1998. Cysteine-rich antimicrobial peptides in invertebrates. *Biopolymers* 47(6) : 465-77.

- Feliciangeli, I. 2004.** Natural breeding places of phlebotomine sandflies. *Med. Vet. Entomol.* 18 : 71-80.
- Forget, G. 2004.** Étude des mécanismes de régulation négative utilisés par *Leishmania* pour contrer la réponse immunitaire innée. Thèse de doctorat. Université Laval. 300 p.
- Franc, N.C. et White, K. 2000.** Innate recognition systems in insect immunity and development: new approaches in *Drosophila*. *Microbes Infect.* 2(1) : 243-250.
- Fugita, T. 2002.** Evolution of the lectin-complement pathway and its role in innate immunity. *Nature Rev. Immunol.* 2 : 346-353.
- Gillespie, J.P., Bailey, A.M., Cobb, B. et Villcinskis, A. 2000.** Fungi as elicitors of insect immune responses. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 44 : 49-68.
- Hall, L.R. et Titus, R.G. 1995.** Sand fly vector saliva selectively modulates macrophage functions that inhibit killing of *Leishmania major* and nitric oxide production. *J. Immunol.* 155 : 3501-3506.
- Hoffmann, J.A. et Reichart, J.M. 2002.** *Drosophila* innate immunity: An evolutionary perspective. *Nature Immunol.* 3 : 121-126.
- Kamhawi, S., Modi, G.B., Pimenta, P.F.P., Rowton, E. et Sacks, D.L. 2000.** The vectorial competence of *Phlebotomus sergenti* is specific for *Leishmania tropica* and is controlled by species-specific, lipophosphoglycan mediated midgut attachment. *Parasitology* 121 : 25-33.
- Kamhawi, S., Ortigao, R.M., Pham, V.M., Kumar, S., Lawyer, P.G., Turco, S.J., Mury, B.C., Sacks, D.L. et Valenzuela, J.G. 2004.** A role for insect galectins in parasite survival. *Cell* 119(3) : 329-41.
- Katz, O., Waitumbi, J.N., Zer, R. et Warburg, A. 2000.** Adenosine, AMP, and protein phosphatase activity in sandfly saliva. *Amer. J. Trop. Med. Hyg.* 62 : 145-150.
- Kettle, D.S. 1995.** Medical and Veterinary Entomology. 2<sup>e</sup> éd., CAB International, Wallingford, Angleterre. Chapitre 9 : « Psychodidae-Phlebotominae (sandflies) », pp. 177-191.
- Killick-Kendrick, R. 1990.** Phlebotomine vectors of the leishmaniasis: a review. *Med. Vet. Entomol.* 4 : 1-24.
- OMS, 2002.** Défense mondiale contre la menace des maladies infectieuses. Ouvrage préparé sous la direction de Mary Kay Kindhauser. 170 p.  
[www.who.int/infectious-disease-news/cds2002/cds2002fr.pdf](http://www.who.int/infectious-disease-news/cds2002/cds2002fr.pdf).
- Pace, K.E. et Baum, L.G. 2004.** Insect galectins: roles in immunity and development. *Glycoconj. J.* 19 : 607-614.
- Pelletier, I. et Sato, S. 2002.** Specific recognition and cleavage of galectin-3 by *Leishmania major* through species-specific polygalactose epitope. *J. Biol. Chem.* 277(20) : 17663-70.
- Pelletier, I., Hashidate, T., Urashima, T., Nishi, N., Nakamura, T., Futai, M., Arata, Y., Kasai, K., Hirashima, M., Hirabayashi, J. et Sato, S. 2003.** Specific recognition of *Leishmania major* poly-beta-galactosyl epitopes by galectin-9: possible implication of galectin-9 in interaction between *L. major* and host cells. *J. Biol. Chem.* 278(25) : 22223-30.
- Pimenta, P.F., Saraiva, E.M., Rowton, E., Modi, G.B., Garraway, L.A., Beverley, S.M., Turco, S.J. et Sacks, D.L. 1994.** Evidence that the vectorial competence of phlebotomine sand flies for different species of *Leishmania* is controlled by structural polymorphisms in the surface lipophosphoglycan. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 91 : 9155-9156.
- Pinto, M.C., Campbell, D.H., Lozovei, A.L., Teodoro, U. et Davies, C.R. 2001.** Phlebotomine sandfly responses to carbon dioxide and human odour in the field. *Med. Vet. Entomol.* 15 : 132-139.
- Prescott, L.M., Harley, J.P. et Klein, D.A. 2003.** Microbiologie. Traduction de la 5<sup>e</sup> éd. américaine par Claire-Michelle Bacq-Calberg et Jean Dusart. 2<sup>e</sup> éd. française. De Boeck, Bruxelles.
- Rodhain, F. et Perez, C. 1985.** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. S.A. Maloine, éditeur, Paris. Chapitre 5 : « Les phlébotomes : systématique, biologie, importance médicale », pp. 157-175.
- Roux, J.A. 1986.** Leishmania. Taxonomie-Phylogénèse. Institut Méditerranéen d'Études Épidémiologiques et Écologiques. J.A. Roux, éditeur, Montpellier. 537 pages.
- Sacks, D.L. et Kamhawi, S. 2001.** Molecular aspects of parasite-vector and vector-host interactions in Leishmaniasis. *Annu. Rev. Microbiol.* 55 : 453-83.
- Schlein, Y., Jacobson, R.L. et Shlomai, J. 1991.** Chitinase secreted by *Leishmania* functions in the sandfly vector. *Proc. R. Soc. Lond. Ser. B* 245 : 121-126.
- Theodos, C.M. et Titus, R.G. 1993.** Salivary gland material from the sand fly *Lutzomyia longipalpis* has an inhibitory effect on macrophage function *in vitro*. *Parasite Immunol.* 15 : 481-487.
- Vioukov, V.N. 1987.** Control of transmission. Pages 909-928 *in* W. Peters et R. Killick-Kendrick (éds.), *The Leishmaniasis in Biology and Medicine*, Vol. 2. Academic Press, London.

Rachid Sabbahi est étudiant au doctorat en biologie sous la direction du Dr Claude Guertin, INRS-Institut Armand Frappier.

en vrac – info en vrac – info en vrac – info en vrac – info

## RAPPEL

Le bulletin *Antennae* est disponible en **format PDF** par le biais du site web de la Société. Si vous désirez recevoir le format PDF au lieu de l'imprimé distribué par la poste, svp m'en aviser :

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

Sous la



**loupe**

## Les bleuets... et la mouche

par Payse Mailhot

La récolte du bleuët a été bonne cette année, rapportaient la *Terre de chez nous* et *La Presse* en août dernier. Les propriétaires d'une bleuëtière de Granby estiment que leur récolte, en 2006, est deux fois plus importante que celle de l'an passé. Si leurs affaires vont bien, c'est également parce que la mouche du bleuët est absente de leur plantation. Du moins, encore!

### Distribution

La mouche du bleuët (*Rhagoletis mendax*), petit diptère de la famille des Tephritidae, est indigène à l'est de l'Amérique du Nord. Jusqu'au début des années 1990, elle se trouvait en Nouvelle-Écosse, au Nouveau-Brunswick, à l'Île du Prince-Édouard et dans l'est des États-Unis. Mais depuis 1993, elle est présente en Ontario, et depuis 1996, au Québec. Actuellement, la mouche du bleuët se trouve dans quelques fermes ou bleuëtières naturelles situées dans les régions de la Montérégie, de Lanaudière, de la Mauricie, du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie.

### Biologie

La mouche du bleuët, aussi appelée mouche de l'airelle, passe l'hiver à l'état de puppe dans le sol et émerge entre la fin juin et la mi-juillet, selon les conditions climatiques. Après leur envol, les mouches adultes (un peu plus petites qu'une mouche domestique) se nourrissent de nectar, de miellat et des fientes d'oiseaux pour poursuivent leur développement sexuel. Ce n'est qu'une semaine ou deux après leur sortie que les femelles commencent à s'accoupler et à pondre leurs œufs. Les femelles pondent entre 25 et 100 œufs (un seul œuf par fruit), habituellement vers la fin de juillet et le début d'août, mais la ponte peut s'étendre jusqu'au début septembre.

À l'intérieur des baies, les larves ou asticots se nourrissent de la pulpe. Au terme de leur développement (8 mm à maturité), elles quittent les fruits et tombent au sol. Elles s'y enfoncent jusqu'à une profondeur de cinq centimètres où elles se transforment en puppe. La majorité des adultes émergent l'année suivante, mais les pupes peuvent demeurer dans le sol jusqu'à quatre ans avant de passer à l'état adulte.



Photo : Pierre Lemoyne, CRDH, AAAC

### Conséquences

Dans les champs infestés, un grand nombre de fruits tombent prématurément sur le sol et les fruits affectés ont de petites perforations sur la peau. Ces fruits sont également beaucoup plus mous et perdent rapidement de leur fermeté ce qui les rend inacceptables pour la vente sous forme de fruits frais, congelés ou en conserve.

Selon les données disponibles, la mouche du bleuët est abondante dans la plupart des bleuëtières du Maine et des Maritimes, mais pour l'instant, elle ne cause que des dégâts mineurs au Québec.

Son introduction dans les sites de production naturels, au Lac-Saint-Jean par exemple, aurait de graves conséquences. L'application d'insecticides dans ces milieux souvent composés de tourbières est très peu recommandable et affecterait un grand nombre d'organismes vivants. La production de bleuëts en forêt pourrait aussi être compromise en raison des difficultés d'effectuer des traitements ou d'autres interventions dans cet environnement.

L'expansion de l'aire de distribution de la mouche du bleuët pourrait nuire à la diversité, car celle-ci peut s'attaquer à des arbustes à petits fruits indigènes tels que les atocas (canneberges), le thé des bois, l'amélanchier de Bartram et le cornouiller du Canada.

Enfin, certaines régions du Québec actuellement non infestées, commercialisent leurs fruits sur le marché biologique. L'introduction du ravageur dans ces régions aurait donc un impact négatif étant donné que les bleuets devraient maintenant être traités, l'avantage de produire du bleuët biologique serait éliminé.

### Prévention

La mouche du bleuët se déplace rarement en vol sur de longues distances, sa dispersion naturelle se fait donc lentement. Malheureusement, la mouche du bleuët n'a pas d'ennemi naturel important et il est très difficile de l'éliminer d'une bleuëtère. Pour l'instant, des traitements insecticides sont effectués dans certaines régions contre ce ravageur. Par contre, d'autres techniques telles que le désherbage et le brûlage des champs contribuent, dans certains cas, à réduire les populations.

### Réglementation

La mouche du bleuët est un insecte de quarantaine régi par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). Les zones où des mouches du bleuët ont été observées sont maintenant soumises à une réglementation. L'Agence consacre une attention particulière au transport de plants, de fruits ou de matériel (comme les ruches d'abeilles et les contenants servant à la cueillette et au transport) d'une bleuëtère à une autre, dans le but d'éviter la propagation de la mouche du bleuët. Le transport de bleuëts congelés, déshydratés ou en conserve n'est pas réglementé.

Pour vendre leurs fruits dans les municipalités non réglementées, les producteurs situés dans des municipalités réglementées doivent, en collaboration avec le MAPAQ et l'ACIA, procéder à un dépistage soutenu de la mouche du bleuët. Le dépistage se fait à l'aide de pièges à phéromones et, lorsqu'une mouche est capturée dans un piège, des applications d'insecticides doivent être effectuées rapidement. Toutefois, une attention particulière est requise pour l'identification de la mouche du bleuët, car elle peut facilement être confondue avec la mouche de la pomme (*R. pomonella*). Avant d'être commercialisés, les bleuëts produits dans une municipalité réglementée et destinés à une municipalité qui ne l'est pas doivent être soumis au test à l'eau chaude ou au test à la cassonade. Ces tests sont effectués pour s'assurer de l'absence de larves de la mouche du bleuët dans les fruits. Si une larve est observée durant cette étape, les bleuëts ne peuvent être vendus dans une municipalité non réglementée, à moins d'avoir été fumigés, congelés pendant 40 jours ou destinés à une usine de transformation.

### Recherche et innovation

Une équipe de chercheurs du Québec (Charles Vincent) et de la Nouvelle-Écosse a testé une nouvelle méthode de lutte physique, appelée technologie pelliculaire ou kaolin, et vérifié son efficacité contre la mouche du bleuët. Les essais en laboratoire ont permis de déterminer que plus de femelles ont pondu dans les bleuëts non traités (et y ont passé plus de temps) que dans des fruits traités. Toutefois, le traitement au kaolin n'empêche pas la reconnaissance des fruits par les mouches du bleuët.

Des chercheurs travaillent également sur le développement de pièges à phéromones plus efficaces afin d'optimiser le dépistage de la mouche du bleuët. La détection précise et rapide de l'insecte permettra de poser des actions de manière efficace.

Heureusement, pendant que la recherche avance pour trouver des solutions au problème de la mouche du bleuët, la majorité des producteurs de bleuëts québécois peuvent encore limiter les traitements insecticides. Ils peuvent même avoir une régie biologique, si le petit diptère redouté ne s'est pas encore montré chez eux, tout en se préparant, hélas, à son arrivée éventuelle...

---

*Payse Mailhot termine une maîtrise en biologie végétale à l'Université Laval et est présentement à la recherche d'emploi.*



### DU NOUVEAU SUR LE SITE WEB DE L'AEAQ !

Le site de l'AEAQ est un succès! On y trouve depuis longtemps les activités et réunions à venir, mais ce qui y attire le plus les nombreux visiteurs est la section des forums de discussion. Depuis peu, un nouveau forum s'est ajouté pour permettre aux membres de l'Association d'y dévoiler leurs mentions particulières. Il sera alors aisé de faire connaître une nouvelle extension d'aire, un habitat inconnu pour une espèce donnée ou nous renseigner sur le régime alimentaire d'une espèce dont l'hôte est inconnu. Il ne s'agit donc pas uniquement de nouvelles espèces pour le Québec, mais bien d'un apport plus large à la connaissance que nous avons de nos insectes. L'information sera ultérieurement compilée dans le bulletin de liaison *Nouv'ailes* chaque année.

## Visage d'aujourd'hui

### Mieux comprendre les défenses des plantes... au laboratoire de Jacqueline Bede

par Josée Boisclair

Chaque année, l'agriculture et la foresterie subissent des pertes importantes en raison de l'activité d'insectes ravageurs : dommages à la récolte, infestations dans les forêts ou encore coûts encourus par les méthodes de lutte. Par contre, une meilleure compréhension des moyens utilisés par les plantes pour se défendre nous permettraient de développer des stratégies d'intervention contre les insectes nuisibles qui miseraient sur les défenses naturelles des plantes. C'est ce qui constitue l'objet des travaux réalisés au laboratoire de la Dre Jacqueline Bede, au département de sciences végétales de la Faculté de sciences de l'agriculture et de l'environnement de l'Université McGill.

#### Le parcours de Jacquie

Jacquie a tout d'abord obtenu un baccalauréat en biochimie de l'Université de Calgary, où elle a d'ailleurs grandi. Intéressée par les propriétés des plantes, Jacquie a commencé ses études supérieures à l'Université de Toronto. Elle y obtient une maîtrise en botanique. Elle étudie alors un précurseur de médicaments utilisés contre certaines formes de cancers; ces produits sont encore extraits d'une plante parce que la synthèse chimique en est très difficile. Puis, elle poursuit au doctorat en étudiant, cette fois, la production d'hormone juvénile chez une espèce de souchet, *Cyperus iria*. Elle axe sa recherche sur la distribution de cette hormone dans la plante, sa biosynthèse et ses fonctions biologiques potentielles. C'est là qu'est né son intérêt pour les interactions plantes-insectes.

Quels sont maintenant les intérêts de recherche de Jacquie ? Les travaux menés dans son laboratoire portent spécifiquement sur les réactions de défense des plantes en réponse à l'alimentation des chenilles. C'est dans le cadre d'un projet post-doctoral de recherche mené en collaboration avec Dr Kenneth L. Korth, du Département de pathologie végétale à l'Université d'Arkansas-Fayetteville, qu'elle a commencé à étudier plus spécifiquement ces aspects qui sont à la croisée de l'entomologie et de la biologie végétale.

#### Un peu de « background »

Les plantes possèdent de grandes capacités pour adapter leurs processus métaboliques en fonction de différents stress biotiques et abiotiques. On a longtemps cru que les réponses des plantes à des blessures mécaniques étaient similaires à celles résultant de l'attaque de chenilles défoliatrices. Des investigations plus récentes ont toutefois permis de comprendre que la situation n'est pas si simple. Les plantes réagissent différemment à des attaques d'espèces d'insectes différentes. Elles doivent ainsi utiliser des signaux uniques pour reconnaître les herbivores, comme par exemple les éliciteurs (stimulateurs) présents dans les sécrétions orales des chenilles. Reste à voir comment les plantes règlent leurs processus métaboliques en réponse à l'activité des chenilles.

#### Le modèle

Le modèle privilégié pour les investigations menées dans le laboratoire de Jacquie comprend une légumineuse, *Medicago truncatula*, plante diploïde apparentée à la luzerne. Plante fourragère d'importance économique, la luzerne est d'ailleurs fort utilisée pour des études physiologiques ou encore pour mieux comprendre les interactions végétales dans la famille des Fabacées. Par contre, les réponses de défense de *M. truncatula* contre les insectes herbivores sont encore peu connues. Du côté entomologique, un généraliste, la légionnaire de la betterave, *Spodoptera exigua*, constitue l'herbivore utilisé. À partir de ce modèle expérimental, trois principaux thèmes de recherche sont poursuivis dans le but de mieux comprendre les interactions plantes-insectes.



Larve mature de la légionnaire de la betterave, *Spodoptera exigua*

## Thème 1 : la résistance induite des plantes en réponse à l'herbivorisme des chenilles

L'échec de la plupart des études comparant les réponses des plantes au broutage des chenilles par rapport aux dommages mécaniques réside dans la difficulté d'imiter la « blessure » causée par le broutage. Les sécrétions salivaires labiales sont produites par la filière (*spinneret*). Ainsi, la cautérisation de la filière des chenilles donne un excellent moyen de vérifier des réactions spécifiques à l'insecte puisque que cette opération permet de différencier les réponses résultant de blessures mécaniques de celles provenant de substances salivaires stimulatrices.

Shireff Darwish, étudiant à la maîtrise dans le laboratoire de Jacquie, a mené une robuste expérience pour identifier les gènes de la plante qui sont induits tôt et spécifiquement en réponse à l'herbivorisme des chenilles. Des études à venir se pencheront sur l'analyse de l'expression des gènes dans les plantes soumises à différents traitements (i.e. plantes traitées au méthyl jasmonate, alimentation par des chenilles généralistes versus chenilles spécialistes, etc.). À partir de là, les changements métaboliques dans ces plantes seront évalués par chromatographie liquide à haute pression (HPLC).

En étudiant les premières réponses des plantes, on cible les protéines susceptibles de fournir des informations à savoir comment les plantes coordonnent et régularisent leur flux métabolique. La compréhension de ces processus permettra éventuellement de développer des stratégies de protection des plantes basées sur les réponses endogènes de défense de celles-ci.

## Thème 2 : les éliciteurs présents dans les sécrétions salivaires des chenilles

Il semble que les éliciteurs présents dans les sécrétions salivaires des chenilles auraient pour rôle de modifier les réponses de défense des plantes. En fait, une très grande plasticité des plantes est observée dans leur habileté à reconnaître différentes espèces d'insectes herbivores et à réagir aux attaques des ravageurs. Non seulement des éliciteurs présents dans les sécrétions orales jouent un rôle important dans la reconnaissance des herbivores et l'induction des réactions de défense, mais ces mêmes substances pourraient également interférer avec les réponses des plantes. En effet, des enzymes salivaires tels que la glucose-oxidase (GOX) pourraient supprimer les réponses de défense qui sont normalement induites (Musser *et al.*, 2002. *Nature* 416 : 599). C'est le cas chez la légionnaire de la betterave.



Les glandes salivaires de la légionnaire de la betterave

Les recherches menées dans le laboratoire de Jacquie démontrent également que, chez les chenilles de *S. exigua*, la GOX est fortement dépendante de la diète (Merks-Jacques et Bede 2005). Pour plusieurs insectes phytophages, la qualité nutritionnelle des plantes, particulièrement le ratio protéines-glucides digestibles (P:C), peut affecter la croissance, le développement et la fécondité de l'insecte herbivore. Une diète mal équilibrée peut résulter en une plus longue période de développement et peut ainsi augmenter l'exposition des insectes herbivores aux prédateurs et aux parasitoïdes. Il est généralement reconnu que les chenilles réagissent aux excès de glucides en augmentant leur respiration. Des études effectuées dans le laboratoire de Jacquie suggèrent que l'activité de la GOX est un mécanisme grâce auquel les chenilles pourraient manipuler les niveaux de glucides présents dans leur diète. Ceci revêt un intérêt particulier si nous considérons également que la GOX présente dans les sécrétions salivaires des chenilles agit comme agent suppresseur des réponses de défense des plantes. Ainsi, la qualité nutritionnelle d'un régime alimentaire végétal peut affecter les éliciteurs présents dans les sécrétions salivaires des chenilles qui, en retour, influencent les défenses des plantes.

Pour mieux comprendre la régulation endocrine de l'activité de la GOX salivaire, Jacquie poursuit des projets en collaboration avec des chercheurs de l'Institut de parasitologie de l'Université McGill et de l'Université de Toronto-Mississauga.

## Thème 3 : l'impact de l'augmentation du gaz carbonique sur les réponses des plantes aux chenilles herbivores

Une augmentation du niveau de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) atmosphérique peut entraîner des impacts importants sur les interactions entre les plantes et les autres organismes (ravageurs, symbiontes, etc).

Les espèces de plantes C3 répondent généralement positivement à l'augmentation des niveaux de CO<sub>2</sub> atmosphérique, c'est-à-dire par un taux de photosynthèse et une biomasse végétale plus élevés. Cependant, ces réponses sont souvent de courte durée et les plantes tendent à s'acclimater aux conditions atmosphériques au moyen d'une régulation homéostatique de l'équilibre C:N. Une des façons de renverser cette balance et d'augmenter la production de biomasse végétale est de perturber le système en exposant les plantes à des stress tels que l'herbivorisme, lequel résulte en un ajustement du ratio. Dans son laboratoire, Jacquie compare les réponses compensatoires des plantes à l'herbivorisme dans un environnement ambiant et dans des conditions de concentration élevée de CO<sub>2</sub>. Si les niveaux de glucides affectent l'activité de la GOX

salivaire, laquelle peut supprimer l'induction des défenses des plantes, il est alors primordial de déterminer si la composition en glucides et en azote des métabolites des plantes va changer sous différents régimes de CO<sub>2</sub> et de fertilisants pour ainsi prédire comment les futurs changements de niveaux atmosphériques de CO<sub>2</sub> peuvent affecter ces interactions plantes-insectes.

Les plantes et les chenilles ont mutuellement façonné certains processus physiologiques chez l'un et chez l'autre, et ce, à travers la sélection naturelle et la coadaptation. Les travaux de recherche menés dans le laboratoire de Jacqueline Bede tentent de mieux expliquer ces processus en mettant l'accent sur la régulation des réponses moléculaires et biochimiques tant chez la plante que chez la chenille.

### Équipe du laboratoire de Jacqueline Bede

Plusieurs personnes participent aux travaux de recherche qui ont cours au laboratoire de Jacquie actuellement :



Équipe du laboratoire de J. Bede. De gauche à droite : Li Pan, Magali Merckx-Jacques, Shireef Darwish, Khash Afshar, Alexandre Poisson et Jacqueline Bede.

#### Assistante de recherche :

Li Pan 1) Plant overcompensatory responses to caterpillar herbivory under elevated levels of carbon dioxide

2) Effect of diet on caterpillar salivary gene expression.

#### Étudiants à la maîtrise :

- Shireef Darwish : Early transcriptional responses of the model legume, *Medicago truncatula*, to caterpillar herbivory (projet terminé en 2006)
- Magali Merckx-Jacques : Nutritional regulation in the generalist caterpillar *Spodoptera exigua* (Hübner) (projet terminé en 2006)
- Taeko Sasaki : The identification and characterization of genes encoding proteins involved in the biogenesis of small RNAs in rice, *Oryza sativa* L.

#### Chercheuse invitée :

Cécile Bertin, Université de Cornell. Projet : Élaboration du mode d'action de la toxine m-tyrosine présente dans les racines de fétuque.

#### Étudiants au baccalauréat

- Branislav Babic : Effect of dietary nutritional quality on caterpillar performance
- Jean Lacasse : Effect of dietary nutritional quality on caterpillar performance and glucose oxidase gene expression
- Alexandre Poisson : Peptide regulation of digestive enzymes
- Marie-Hélène Weech : Regulation of plant defense pathways in response to caterpillar herbivory
- Khash Afshar : a travaillé au labo à l'été 2006 et entreprendra une maîtrise en janvier 2007.

Josée Boisclair est agronome-entomologiste à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA).

en vrac – info en vrac – info en vrac – info en vrac – info

Une version de l'ouvrage de R.E. Snodgrass (1930) ***Insects, their ways and means of living***, Smithsonian Scientific Series, Washington, D.C. peut-être téléchargée gratuitement en pdf (24,5 MB) du site suivant : [www.archive.org/details/39088001578236](http://www.archive.org/details/39088001578236).

La plupart des articles du numéro de juin 2006 du ***Bulletin of Insectology*** sont disponibles en format PDF : [www.bulletinofinsectology.org](http://www.bulletinofinsectology.org). *Bulletin of Insectology* est une publication du département d'Agroenvironnementales Sciences and Technologies de l'Alma Mater Studiorum - University of Bologna.

Sous la



**loupe**

## L'origine de la métamorphose chez les insectes

par Geneviève Labrie

La métamorphose chez les insectes est une adaptation biologique fascinante, elle leur a permis d'obtenir un très grand succès écologique. Les nombreux caractères morphologiques, physiologiques et comportementaux qui distinguent la forme larvaire et l'adulte permettent aux différents stades d'exploiter divers habitats et ressources, réduisant ainsi la compétition et la mortalité. La métamorphose n'a toutefois pas été présente chez les insectes avant une certaine époque et plusieurs fossiles montrent une absence de métamorphose ou une métamorphose partielle. Comment la métamorphose a-t-elle pu évoluer à partir d'insectes qui n'en présentaient pas? Beaucoup d'incertitudes subsistent sur la manière dont la métamorphose est apparue. Différentes hypothèses basées sur l'endocrinologie et la morphologie, certaines datant de près de 100 ans, ont été proposées pour expliquer l'évolution de la métamorphose.

La métamorphose est une des stratégies d'histoire de vie la plus utilisée chez les animaux. Chez les amphibiens et plusieurs invertébrés marins, la métamorphose est une condition ancestrale et ses origines sont trop anciennes pour permettre d'émettre des hypothèses sur son évolution. Chez les insectes d'aujourd'hui, par contre, les formes les plus vieilles présentent encore un développement direct (chez les Amétaboles) et l'évolution de la métamorphose à partir de ces groupes aurait généré une immense radiation évolutive.

### La métamorphose : récapitulatif

Il existe trois types de métamorphose chez les insectes. Les insectes sans métamorphose, les Amétaboles, comme les poissons d'argent (Thysanoures, que vous trouvez dans votre salle de bain), ressemblent grandement aux insectes ancestraux. Les stades juvéniles sont fortement semblables à l'adulte, en plus petits et sans organes reproducteurs, ceux-ci apparaissant quand le juvénile atteint une certaine taille. Les insectes à métamorphose incomplète, les Hémimétaboles,

forment un ensemble polyphylétique (taxon avec plusieurs ancêtres communs), qui inclue les blattes (nos fameuses coquerelles), les sauterelles, les grillons, les libellules (Odonates) et les punaises (Hémiptères). Les stades immatures, appelés nymphes, n'ont pas d'organes reproducteurs; ils portent des bourgeons alaires durant les derniers stades nymphaux, qui se transformeront en ailes fonctionnelles durant la dernière mue vers le stade adulte. Les insectes à métamorphose complète, les Holométaboles, ont été retrouvés dans les fossiles du Permien (-286 à -246 millions d'années) et constituent un groupe monophylétique, c'est-à-dire un groupe qui contient les ancêtres et tous les descendants. Ce groupe comprend les Coléoptères, les mouches, les papillons, les abeilles et les fourmis. Ils ont des stades larvaires, un stade de puppe et l'adulte qui sont très différents, ce qui leur permet de séparer les ressources nécessaires pour la croissance de celles pour la reproduction. Leurs cycles de vie sont aussi très rapides. On n'a qu'à penser aux moustiques qui profitent très rapidement de la moindre chaleur au début de l'été pour venir sucer notre sang!

### Les vieilles hypothèses

Mais comment le cycle en trois parties que nous connaissons bien chez nos mouches, Coléoptères, papillons et fourmis a pu évoluer à partir de la nymphe et de l'adulte des insectes plus archaïques? La première hypothèse sur l'évolution de la métamorphose chez les insectes a été émise par M. Berlese en 1913, celui qui nous a légué ce fameux entonnoir pour ramasser les insectes dans la litière du sol. Il avait noté des similitudes entre les différentes formes larvaires et les transitions morphologiques observées durant le développement embryonnaire (avant l'éclosion de l'œuf). Il avait proposé que la larve serait apparue à la suite d'un phénomène de « dé-embryonisation », de telle sorte que la larve serait un embryon se nourrissant librement. La larve prenant plus de responsabilité au niveau de la nutrition, la nymphe aurait été réduite au stade de puppe. Une hypothèse alternative avait proposé que la nymphe des Hémiméta-

boles et la larve des Holométaboles étaient équivalents, et que le stade pupal serait arrivé de façon naturelle à mesure que la disparité entre la larve et l'adulte grandissait. Cette dernière hypothèse a été la plus acceptée jusqu'à tout récemment. Des expériences récentes en endocrinologie suggèrent toutefois que l'hypothèse de Berlese serait la plus probable.

### **Les nouveautés : parlons d'hormones**

Un stade est peu connu chez les insectes Amétaboles et Hémimétaboles, c'est le stade pronymph. Ce début de nymphe se trouve à l'intérieur de l'œuf mais présente des caractéristiques physiques différentes de la nymphe du fait du peu d'espace disponible pour le développement. Par exemple, les pattes et appendices de la pronymph sont plus courts, elle ne possède pas de sclérites qui caractérisent habituellement la cuticule des nymphes et des adultes et les bourgeons alaires ne sont pas présents. De plus, ce stade ne se nourrit pas et les hormones sont différentes. Ce stade pronymph persiste de trois à quatre jours après l'éclosion chez les insectes Amétaboles et quelques minutes à quelques heures chez les Hémimétaboles. Une hypothèse récente par Truman et Riddiford (1999) propose que la pronymph des Hémimétaboles serait à l'origine de la larve des Holométaboles, ce qui rejoindrait l'hypothèse de M. Berlese, élaborée il y a presque 100 ans.

L'appui à cette hypothèse se situe principalement au niveau de l'endocrinologie des insectes. Deux familles d'hormones, les ecdystéroïdes et les hormones juvéniles (JH) contrôlent la mue et la métamorphose des insectes après leur éclosion. Les ecdystéroïdes induisent la production d'une nouvelle cuticule durant la mue, tandis que les hormones juvéniles régulent le caractère de la mue. Pour les nymphes Hémimétaboles aussi bien que pour les larves Holométaboles, la JH induit une mue où le prochain individu est encore de la même forme, mais en plus gros. La diminution de la JH amène la transformation directe à l'adulte chez les Hémimétaboles, l'individu acquiert alors des ailes et des organes reproducteurs. Chez les Holométaboles par contre, cette disparition de la JH induit le stade de pupe. Les études récentes ont montré que la JH est absente chez la pronymph des sauterelles ou des blattes, ce qui n'est pas le cas chez les embryons de chenilles. L'apparition précoce de cette hormone dans l'œuf donnerait naissance à une pronymph qui émergerait de l'œuf plutôt que de s'y développer. La larve des Holométaboles serait

donc cette pronymph, avec la présence d'hormone juvénile en grande quantité.

D'autres caractéristiques morphologiques viennent supporter cette hypothèse. En effet, la pronymph ne possède pas de bourgeons alaires, tout comme la larve des Holométaboles. De plus, les pattes des larves sont développées à un stade intermédiaire entre celles de l'adulte, ce qui est similaire au développement des appendices observés chez la pronymph des Hémimétaboles.

### **Ajoutons l'écologie à la recette**

Cette évolution de la métamorphose s'explique aussi par l'écologie des insectes. Les femelles des ancêtres Holométaboles auraient déposé leurs œufs dans des endroits protégés, comme dans le sol ou sous l'écorce, les rendant ainsi moins vulnérables à la prédation. Ce comportement aurait sélectionné des larves avec des adaptations leur permettant de sortir efficacement de ces endroits plus confinés. Cette larve aurait pu manger dans ces nouveaux habitats, lui permettant d'exploiter des ressources non disponibles à la nymphe ou à l'adulte. Si ces ressources étaient abondantes, il y aurait eu des avantages sélectifs à maintenir cette forme durant plusieurs stades. Au départ, cette croissance post-embryonnaire aurait été séparée entre la larve et la nymphe. Comme la nymphe entrait en compétition avec l'adulte pour la nourriture, la sélection pour croître sous la forme larvaire aurait été forte et aurait complètement séparé les ressources utilisées pour la croissance de celles utilisées pour la reproduction. Cela aurait réduit le stade nymphe à un seul stade qui n'avait plus besoin de se nourrir mais servirait de transition entre la larve et l'adulte et qui serait devenu la pupe. Il est intéressant de noter qu'au moins un groupe d'Hémimétaboles, les thrips (Thysanoptères), présentent cette transition : ils ont typiquement 2 stades larvaires suivis par 2 stades « nymphes » qui ne se nourrissent pas, avant de devenir adultes.

### **Finalement**

Ainsi, la métamorphose serait apparue à la suite d'un changement temporel de l'apparition de la JH, accompagné de comportements d'oviposition différents de la femelle. La pronymph des Hémimétaboles serait devenue la larve des Holométaboles, qui utilisait un habitat complètement différent des adultes. La nymphe étant réduite au stade de pupe, n'ayant plus besoin de se nourrir, les organes reproducteurs, les ailes et les membres caracté-

téristiques des adultes apparaissent, menant à l'adulte reproducteur. Bien sûr, de nombreuses recherches restent encore à effectuer, principalement en endocrinologie des Holométaboles, qui n'est encore qu'à ses débuts. Mais nous voilà tout de même éclairés sur une évolution de cette fascinante métamorphose chez les insectes.

*Pour en savoir plus :*

**Truman, J.W. et L.M. Riddiford. 1999.** The origins of insect metamorphosis. *Nature* 401 : 447-452.

Geneviève Labrie, étudiante au laboratoire d'Éric Lucas à l'UQAM, soutiendra sa thèse de doctorat dans les prochaines semaines : *Les mécanismes d'invasion de la coccinelle asiatique Harmonia axyridis Pallas au Québec.*

## Allégorie

*par Walter Dudley Cavert*

Au fond d'un vieux marécage

Vivaient quelques larves qui ne pouvaient comprendre pourquoi

Nulle du groupe ne revenait après avoir rampé le long des tiges du lys

Jusqu'à la surface de l'eau.

Elles se promirent l'une à l'autre

Que la prochaine qui serait appelée à monter

Reviendrait dire aux autres ce qui lui était arrivé.

Bientôt l'une se sentit poussée de façon irrésistible à gagner la surface.

Elle se reposa au sommet d'une feuille de lys

Et subit une magnifique transformation qui fit d'elle une libellule avec de fort jolies ailes.

Elle essaya en vain de tenir sa promesse volant d'un bout à l'autre du marais.

Elle voyait bien ses amies en bas.

Alors elle comprit que même si elles avaient pu la voir

Elles n'auraient pas reconnu comme une des leurs une créature si radieuse.

Le fait que nous ne pouvons voir nos amis et communiquer avec eux

Après la transformation que nous appelons la mort,

N'est pas une preuve qu'ils ont cessé d'exister.

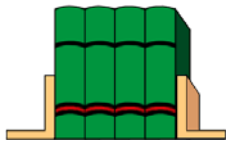
## Georges Brossard, récipiendaire de l'Ordre national du Québec

L'Insectarium de Montréal annonce avec joie la récente nomination de M. Georges Brossard à titre de Chevalier de l'Ordre national du Québec.

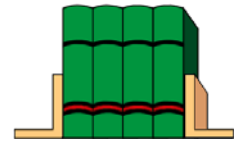
Le fondateur de l'Insectarium a ouvert au public une branche de la biologie qui autrefois n'était accessible qu'aux scientifiques. Il a sensibilisé des millions de personnes à l'environnement et au monde fascinant des insectes, les réconciliant avec le plus important groupe d'animaux sur terre.

M. Brossard a reçu de nombreuses distinctions au cours des dernières années : il est membre de l'Ordre du Canada (2002); il a reçu le Méritas de la Société d'entomologie du Québec, des États-Unis et du Canada (2000), le Magnolia blanc de la Ville de Shanghai (1998), l'Insecte d'argent de l'Association des entomologistes amateurs du Québec (1998), la Médaille Louis-Riel (1992), la Médaille d'or de l'Ordre du mérite de Saint-Bruno (1990) et le Prix Léon-Provancher de la Société d'entomologie du Québec (1989). Enfin, l'Université McGill et l'Université du Québec à Trois-Rivières lui ont décerné des doctorats honorifiques. Ses séries sur les insectes ont aussi été récompensées par plusieurs prix, dont deux prix Gémeaux.

La Direction de l'Insectarium tient à souligner l'excellent travail de Stéphane Le Tirant et Fernand Boivin qui ont tous deux travaillé à la préparation du dossier de candidature de Georges Brossard pour ce prestigieux prix.



# CHRONIQUE DU LIVRE



## Vulgarisation



**Traité d'entomologie forensique : les insectes sur la scène du crime**, par C. Wyss et D. Cherix. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2006, 318 p. 82,00 \$ - **M 75,45 \$** (118 figures et tableaux, 30 photos couleur)

L'entomologie forensique regroupe tous les aspects de l'utilisation des insectes nécrophages au service de la justice pénale. Cet ouvrage traite d'abord de l'historique de cette science et apporte aussi des connaissances récentes en entomologie et plus particulièrement sur les Diptères et les Coléoptères nécrophages. Au travers d'enquêtes judiciaires et d'expériences pratiques, les auteurs fournissent les bases indispensables à l'élaboration de la datation de la mort (intervalle post-mortem). Cet ouvrage s'adresse à toute personne désirant acquérir des connaissances originales dans le domaine des sciences forensiques.

**Les insectes et la santé**, par Jean-Louis, Pierre et Olivier Brunet. John Libbey, 2006, 124 p. 31,50 \$ - **M 29,00 \$**

Par leur piqûre, leur morsure et même par simple contact, les insectes peuvent être à l'origine de maladies et de réactions allergiques parfois sévères. L'ouvrage touche à ces divers aspects et bien d'autres. Sommaire : maladies transmises par les insectes et arachnides, réactions locales et générales aux piqûres, allergies et réactions d'intolérance, insectes et leurs produits, insectes et recherche, modifications des écosystèmes et avenir, ethnoentomologie, etc.



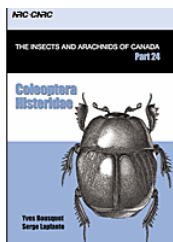
**Kaufman Field Guide to Butterflies of North America**, par J.P. Brock & K. Kaufman. Houghton Mifflin, 2006, 2<sup>e</sup> éd., 392 p. 24,95 \$ - **M 20,50 \$** (2300 photos)

Guide le plus accessible pour l'identification des papillons; mis à jour en tenant compte des dernières informations et suivant la dernière classification. Reconnaisant plus de 40 espèces additionnelles. Quatre nouvelles planches sont présentées pour les raretés à la frontière mexicaine. Cartes de distribution incluses dans les pages descriptives.

## Taxonomie

**Dragonfly Genera of the New World: An Illustrated and Annotated Key to the Anisoptera**, par R.W. Garrison, N. von Ellenrieder & J.A. Louton. John Hopkin's University Press, 2006, 384 p. 120,00 \$ - **M 110,00 \$** (1595 dessins au trait, 31 planches deux tons et 24 planches couleur)

Livre magnifiquement illustré sur la taxinomie et l'écologie des libellules du Nouveau Monde. Fournit des clés à jour et entièrement illustrées pour tous les genres de libellules avec texte descriptif de chacun des genres, accompagné de cartes de distribution et d'illustrations de diagnostic incluant patrons des ailes et caractéristiques des pièces génitales.



**Coleoptera Histeridae**, par Yves Bousquet et Serge Laplante. Presses du CNRC, coll. Les insectes et arachnides du Canada, partie 24, 2005, 486 p. 42,95 \$ - **M 38,70 \$**

Cet ouvrage traite de 135 espèces d'Histeridae répertoriées au Canada et de 11 autres qui pourraient être présentes. Sept nouvelles espèces décrites. Explications à propos des sous-familles, des genres et des espèces étudiés. Pour chaque espèce : liste des synonymes utilisés en Amérique du Nord, liste sélective de références, diagnostic et description, notes sur la répartition géographique et données sur l'habitat. Cartes de répartition et illustrations de caractères taxonomiques également incluses pour certaines espèces.

**Calendrier, Butterflies 2007**

Collectif; Firefly, 2006, 24 p. 15,00 \$ - **M 11,00 \$ (TPS + TVQ)** (24 photos couleur 33 x 28 cm)

**HORTI-CENTRE DU QUÉBEC INC.**

Division **CLUB DE LIVRES HORTIGRAF**, FLORALIES JOUVENCE  
2020, rue Jules-Verne, Sainte-Foy (Québec), CANADA G2G 2R2

Téléphone : (418) 877-2017 ou 1 800 463-4678

Télécopieur : (418) 872-7428

Pour information : [jean-denis.brisson@fapaq.gouv.qc.ca](mailto:jean-denis.brisson@fapaq.gouv.qc.ca)

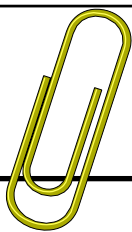




## PUBLICATIONS RÉCENTES



- Bede, J.C., R.O. Musser, G.W. Felton et K.L. Korth. 2006.** Caterpillar herbivory and salivary enzymes decrease transcript levels of *Medicago truncatula* genes encoding early enzymes in terpenoid biosynthesis. *Plant Mol. Biol.* 60 : 519-530.
- Boivin, G., U.M. Kölliker-Ott, J. Bale et F. Bigler. 2006.** Assessing the establishment potential of inundative biological control agents. Pages 98-113 in Bigler, F., D. Babendreier et U. Kuhlmann (éds), *Environmental impact of invertebrates for biological control of arthropods: methods and risk assessment*. CABI Publishing Wallingford, UK.
- Brown, A.O. et J.N. McNeil. 2006.** Fruit production in cranberry (*Ericaceae: Vaccinium macrocarpon*): a bet-hedging strategy to optimize reproductive effort. *Am. J. Bot.* 93(6) : 910-916.
- Buhl, J., D.J. Sumpter, I.D. Couzin, J. Hale, E. Despland, E. Miller et S.J. Simpson. 2006.** From disorder to order in marching locusts. *Science* 312 : 1402-1406.
- Cournoyer, M. et G. Boivin. 2005.** Short distance cues used by the adult parasitoid *Microctonus hyperodae* Loeb (Hymenoptera: Braconidae, Euphorinae) for host selection of a novel host *Listronotus oregonensis* (Coleoptera: Curculionidae). *J. Insect Behav.* 18 : 577-591.
- De Clerck-Floate, R.A., P.G. Mason, D.J. Parker, D.R. Gillespie, A.B. Broadbent et G. Boivin. 2006.** Guide for the importation and release of arthropod biological control agents in Canada. Rapport du Groupe de travail sur la lutte biologique, Agriculture et Agroalimentaire Canada, 52 pp.
- Despland, E. et S.J. Simpson. 2006.** Resource distribution mediates synchronization of physiological rhythms in locust groups. *Proc. R. Soc. Ser. B* 273 : 1517-1522.
- Fréchette, B., D. Coderre et É. Lucas. 2006.** *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae) females do not avoid ovipositing in the presence of conspecific eggs. *Biol. Control* 37(3) : 354-358 (en ligne).
- Gomez, S.K., M.M. Cox, J.C. Bede, K. Inoue, H.T. Alborn, J.H. Tumlinson et K.L. Korth. 2005.** Lepidopteran herbivory and oral factors induce transcripts encoding novel terpene synthases in *Medicago truncatula*. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 58 : 114-127.
- Labrie, G., É. Lucas et D. Coderre. 2006.** Can developmental and behavioral characteristics of the multicoloured Asian lady beetle *Harmonia axyridis* explain its invasive success? *Biol. Invasions* 8(4) : 743-754 (en ligne).
- Marcotte, M., J. Delisle et J.N. McNeil. 2006.** Impact of male mating history on the postmating resumption of sexual receptivity and lifetime reproductive success in *Choristoneura rosaceana* females. *Physiol. Entomol.* 31 : 227-233.
- McCullough, D.G., T.T. Work, J.F. Cavey, A.M. Liebhold et D. Marshall. 2006.** Interceptions of nonindigenous plant pests at US ports of entry and border crossings over a 17-year period. *Biol. Invasions* 8(4) : 611-630 (en ligne).
- Merkx-Jacques, M. et J.C. Bede. 2005.** Influence of diet on larval *Spodoptera exigua* glucose oxidase activity. *J. Insect Sci.* 5 : 48-56.
- Mignault, M.-P., M. Roy et J. Brodeur. 2006.** Soybean aphid predators in Québec and the suitability of *Aphis glycines* as prey for three Coccinellidae. *Biocontrol* 51 (1) : 89-106.
- Sabbahi, R., D. de Oliveira et J. Marceau. 2006.** Does the honeybee (Hymenoptera : Apidae) reduce the blooming period of canola? *J. Agron. Crop Sci.* 192 (3) : 233-237.
- Shik, J.Z., A. Francoeur et C.M. Buddle. 2005.** The effect of human activity on ant species richness (Hymenoptera: Formicidae) at the Mont St. Hilaire Biosphere Reserve (Québec). *Can. Field-Nat.* 119 : 38-42.
- Wajnberg, E., P. Bernhard, F. Hamelin et G. Boivin. 2006.** Optimal patch time allocation for time-limited foragers. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 60 : 1-10.



# BABILLARD

## Université Laval

### Laboratoire de Conrad Cloutier

Émilie Bilodeau a entrepris une maîtrise en biologie. Son projet est en développement, il portera sur la variation intraspécifique chez les parasitoïdes de pucerons.

Collaboration spéciale : Hervé Colinet, étudiant au doctorat au laboratoire du Dr Thierry Hance de l'Université catholique de Louvain en Belgique, effectue un stage à l'Université Laval. Hervé s'intéresse aux stress thermiques des insectes et s'initiera dans les prochains mois à la protéomique des parasitoïdes. Cette collaboration implique en particulier le laboratoire du Dr Dominique Michaud de l'Institut des nutraceutiques et aliments fonctionnels, Faculté des sciences de l'agriculture de l'Université Laval.

### Laboratoire de Jacques Brodeur

Sophie Rochefort a soutenu avec succès sa thèse de doctorat : Impact de différents types d'entretien de pelouses sur l'abondance et la diversité des arthropodes, et potentiel des graminées endophytiques dans la lutte aux insectes ravageurs. Son co-directeur était Dr. D. Shetlar (University of Ohio, É.-U.).

Deux étudiantes ont complété leur maîtrise :

- Mylène Blais : Le charançon de la racine du fraisier : les bases d'une stratégie de lutte dans les fraisières du Québec.
- Payse Mailhot : Écologie de la cécidomyie du sapin (*Paradiplosis tumifex*) : relations avec la cécidomyie inquiline (*Dasineura balsamicola*) et ses parasitoïdes. Conrad Cloutier était son co-directeur.

## Université de Montréal

Au laboratoire de Jacques Brodeur, à l'Institut botanique de Montréal, Annabelle Firlej a entrepris en juin dernier un stage post-doctoral portant sur les interactions entre les carabes, les coccinelles et le puceron du soya.

## Centre de foresterie des Laurentides

### Nouvelle équipe de recherche

L'arpeuse de la pruche, *Lambdina fiscellaria*, rassemble une nouvelle équipe de chercheurs-entomologistes. Une subvention CRSNG-Industrie, d'une durée de trois ans, a été récemment attribuée à une équipe d'entomologistes composée de deux chercheurs universitaires (Dan Quiring de l'Université du Nouveau-Brunswick et Éric Bauce de l'Université Laval) et de trois chercheurs du Service canadien des forêts (Johanne Delisle, Christian Hébert et Lucie Royer) afin d'étudier divers aspects de la biologie saisonnière de l'arpeuse de la pruche, un important ravageur des forêts de conifères de l'Amérique du Nord. Dans le cadre

de ce projet de recherche, trois étudiant(e)s aux études supérieures se verront attribuer une bourse d'étude de 2<sup>e</sup> ou 3<sup>e</sup> cycle. À l'Université Laval, Marie-Hélène Brière, codirigée par J. Delisle et É. Bauce, étudiera l'influence du réchauffement climatique sur le développement et la physiologie de la diapause des oeufs de cette espèce. À l'Université du Nouveau-Brunswick, Drew Carleton, codirigée par L. Royer et D. Quiring, examinera la réponse fonctionnelle de divers parasitoïdes attaquant les oeufs de l'arpeuse. Un(e) autre étudiant(e) (dont le nom reste à déterminer) se joindra à cette équipe afin d'examiner le degré de synchronie entre l'éclosion des jeunes larves et le débourrement du sapin baumier sous différentes conditions écologiques.

## Université McGill

### Laboratoire de Jacqueline Bede

Deux étudiants ont complété leur maîtrise au cours des derniers mois :

- Magali Merckx-Jacques : Nutritional regulation in the generalist caterpillar *Spodoptera exigua* (Hübner).
- Shireef Darwish : Early transcriptional responses of the model legume, *Medicago truncatula*, to caterpillar herbivory.

## Université du Québec à Montréal

### Laboratoire d'Éric Lucas

*Nouveaux projets et nouveaux étudiants à la maîtrise*

- Julie-Éléonore Maisonhaute a commencé une maîtrise en juin dernier. Son projet : Influence du paysage agricole sur les guildes d'ennemis naturels. Pedro Peres-Neto (UQAM) est son co-directeur.
- Olivier Morisset a également entrepris une maîtrise en juin. Ses travaux portent sur l'utilisation du virus de la granulose et de trichogrammes comme moyens de lutte contre le carpocapse de la pomme en verger de pommier. (voir section IRDA)
- Un autre projet de maîtrise réalisé par Jennifer de Almeida a débuté en septembre : Aménagement d'une haie composite pour favoriser l'établissement et le maintien de la faune auxiliaire dans les vergers de pommiers. Ce projet est effectué sous la co-direction de Daniel Cormier (IRDA).

*Trois projets de maîtrise terminés*

- Benoît Guénard : Interactions entre un système mutualisme fourmis-pucerons et différents types de prédateurs aphidiphages.
- Mircea Béjan : Évaluation de la résistance de différentes espèces de *Solanum* apparentées à la pomme de terre, au puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*) et au puceron de la pomme de terre (*Macrosiphum euphorbiae*).

- Samuel Pinna : Biodiversité urbaine et invasion biologique : le cas de l'entomofaune de Montréal.

*Des projets de doctorat qui s'achèvent*

- Claudio Nunes a soutenu avec succès sa thèse de doctorat : Lutte intégrée contre la mouche blanche *Bemisia tabaci* en milieu tropical.
- Annabelle Firlej et Geneviève Labrie ont déposé leur thèse qu'elles soutiendront dans les prochaines semaines.

## Université Concordia

### Laboratoire d'Emma Despland

- Chris Adlam commence une maîtrise sur les polyphémisme densité-dépendants chez les acariens.
- Nadia Colasurdo a soutenu avec succès sa thèse de doctorat intitulée : Larval performance, adult reproductive traits and pattern of feeding of the forest tent caterpillar (*Malacosoma disstria*) on artificial and natural diets.

## CRDH - Saint-Jean-sur-Richelieu

### Laboratoire de Guy Boivin

Une collaboration se poursuit avec le laboratoire de Thierry Hance à l'Université Catholique de Louvain en Belgique par l'échange d'étudiants.

Dans le cadre d'une autre collaboration, cette fois avec le laboratoire d'Anne-Marie Cortesero de l'Université de Rennes 1, Anne Lizé effectue un stage d'août à novembre 2006.

Dr Bernie Roitberg, en année sabbatique, était en visite en septembre 2006.

### Laboratoire de Charles Vincent

En septembre 2006, Dominique Fleury, toujours inscrit au Ph.D. à l'UQAM sous la direction de Charles Vincent et Yves Mauffette, a accepté un emploi de professeur d'arboriculture et de viticulture à l'École d'Ingénieur de Changins en Suisse.

## IRDA - Saint-Hyacinthe

### Laboratoire du Réseau - pommier

Malgré un été très humide, les expérimentations en verger se sont bien déroulées. Deux nouveaux projets ont d'ailleurs démarré :

- Élaboration d'un programme de lutte biologique contre le carpocapse de la pomme en vergers commerciaux à régie PFI. Pour ce projet, Olivier Morisset réalisera sa maîtrise sous la direction de Silvia Todorova et la co-direction de Gérald Chouinard et Éric Lucas. Collaboration : IRDA, UQAM, Anatis Bioprotection inc., Syndicat des producteurs de pommes du Sud-Ouest de Montréal, Club des Producteurs du Sud-Ouest, Fédération des producteurs de pommes du Québec et CDAQ.
- Lutte au charançon de la prune par l'utilisation de *Beauveria bassiana*. Collaborateurs : IRDA, INRS Institut Armand-Frappier (Dr Claude Guertin) et le Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel.

Sur un air de musique « Demain l'hiver, Gérald Chouinard s'en fout, il s'enfuit vers le sud au soleil... » En effet, il s'absentera du laboratoire du 1<sup>er</sup> octobre au 1<sup>er</sup> mars pour un congé sabbatique en été austral au Centre for plant and food science avec le Dr R. Spooner Hart, University of Western Sydney en Australie. Il en profitera pour faire une présentation à la International Fruit Tree Association à Hobart, Tasmanie en février 2007.

## INRS - Institut Armand-Frappier

### Laboratoire de Claude Guertin

Le laboratoire de recherche en lutte biologique dirigé par le Dr Claude Guertin a entrepris deux nouveaux projets de recherche en entomologie. Le premier, en collaboration avec le CRAM (Centre de recherche de Mirabel) et l'IRDA, a pour objectif d'évaluer la susceptibilité du charançon de la prune à différents isolats de *Beauveria bassiana*. De plus, au cours de la saison estivale, nous avons entrepris une étude visant la mise au point d'outils de lutte biologique contre les insectes ravageurs des pépinières forestières. En collaboration avec plusieurs équipes de recherche du Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada (Robert Lavallée), de l'UQAM (Yves Mauffette), de l'Université Laval (Éric Bauge), du Centre de recherche en horticulture d'Agriculture Canada (Charles Vincent), nous ciblons plus particulièrement le charançon de la racine du fraisier, la punaise terne et le scarabée japonais.

Une nouvelle étudiante à la maîtrise, Narin Srei, vient de se joindre à notre équipe de recherche. D'origine cambodgienne, Narin est récipiendaire d'une bourse d'excellence de la francophonie. Sous la supervision des Drs Claude Guertin et Robert Lavallée (SCF), elle travaillera à déterminer les conditions optimales pour la production des champignons entomopathogènes.

Sous la direction des Drs Claude Guertin et Richard Trudel, Louis-Philippe Caron vient de terminer son mémoire de maîtrise portant sur le contrôle des populations de la pyrale des cônes du sapin. Cette étude a été réalisée dans les vergers à graines servant à la récolte de semences pour le reboisement.

## AEAQ - Section Montréal

Comme à l'habitude, les activités saisonnières reprennent avec les réunions mensuelles qui se tiendront, encore cette année, à l'Insectarium de Montréal, à partir de 19 h, les derniers vendredis de chaque mois (sauf décembre, juin, juillet et août). La liste des conférences n'est pas encore complétée. Un atelier d'identification d'insectes devrait aussi se tenir au début décembre. Tous ces détails seront affichés sur le site Web : [www.aeq.ca](http://www.aeq.ca).

De plus, des ateliers d'initiation à l'entomologie devraient être repris en mars ou avril; les informations seront également disponibles sur le site en temps opportun.

# Antennagenda

**10-12 novembre** : 31<sup>e</sup> congrès annuel de la Société québécoise pour l'étude biologique du comportement, au Département des sciences biologiques du Complexe des sciences de l'UQAM.

Pour info : [www.er.uqam.ca/nobel/sqebc/Congres.html](http://www.er.uqam.ca/nobel/sqebc/Congres.html).

**16 novembre** : L'entreposage sous la neige du bois affecté par le feu : une protection efficace contre les insectes. Conférence présentée par Joseph Nader au Centre de foresterie des Laurentides à 10 h 30.

**18-22 novembre** : Réunion conjointe de la Société d'entomologie du Québec et de la Société canadienne d'entomologie, à Montréal. Le thème est *Diversité*.

Thèmes des symposiums :

- L'impact écologique des espèces invasives (Dave Langor);
- Le symposium des étudiants gradués (Chris Borkent et Greg Smith);
- Nouvelles tendances en protection de la pomme de terre (Philippe Giordanengo et Yvan Pelletier);
- Arachnologie : un hommage à Charles Dondale (Nadine Duperré et Pierre Paquin);
- Les arthropodes des canopées (Chris Buddle).

Pour info : [www.seq.qc.ca](http://www.seq.qc.ca).

**24 novembre** : « Expédition entomologique en Australie », conférence de l'AEAQ, section Montréal, présentée par Alexandre Banko à l'Insectarium de Montréal à 19 h.

**10-13 décembre** : Congrès annuel de la Entomological Society of America à Indianapolis, Indiana. Thème du congrès : Give something back : Time • Skills • Resources.

Pour info : [www.entsoc.org/annual\\_meeting/current\\_meeting/index.htm](http://www.entsoc.org/annual_meeting/current_meeting/index.htm).

## Site Web SEQ :

<http://www.seq.qc.ca>

Gestionnaire du site :

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

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

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

La date de tombée du prochain numéro a été fixée au **12 janvier 2007**. Si vous avez des textes ou informations à nous transmettre, faites-les parvenir par courrier électronique (sans virus, en caractère TIMES NEW ROMAN ou ARIAL avec une mise en page simple) à la rédactrice en chef (voir coordonnées ci-contre).

# ANTENNAE

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

Centre de foresterie des Laurentides  
1055, rue du PEPS  
Québec (Québec) G1V 4C7

### Rédactrice en chef

Christine Jean  
Tél. : 418 529-7735  
Courriel : [antennae@seq.qc.ca](mailto:antennae@seq.qc.ca)

### Comité de rédaction

Josée Boisclair, Simon Boudreault,  
Annie-Ève Gagnon, Geneviève Labrie,  
Marie-Pierre Mignault, Marie-Lyne  
Pelletier, Michèle Roy

### Ont collaboré à ce numéro

J. Boisclair, J. D. Brisson, C. Chantal,  
M. Cusson, J. de Almeida, Y. Dubuc,  
A.-È. Gagnon, G. Labrie, É. Lucas,  
P. Mailhot, M.-P. Mignault, R. Sabbahi,  
J. Vaillancourt, F. Vanoosthuysse,  
C. Vincent

### Révision linguistique

France Bourgoïn, Christine Jean,  
Marie-Pierre Mignault

### Mise en pages

Jean Thibault      esprit200@videotron.ca

### Correspondants

Paul Albert	U. Concordia
Guy Charpentier	UQTR
A.-Ève Gagnon	U. Laval et CFL
Robert Loïselle	UQAC
Jennifer de Almeida	UQAM
F. Vanoosthuysse	IRDA, St-Hyacinthe
J. Vaillancourt	CRDH
Charles Vincent	CRDH
Terry Wheeler	U. McGill

### Photo de la page couverture

Émergence nocturne d'une cigale  
[Homoptera : Cicadidae] en forêt tropicale  
humide au Costa Rica, mai 1994.

© René Limoges, Insectarium de  
Montréal

ISSN 1198-9823

Dépôt légal: 4<sup>e</sup> trimestre 2006  
Bibliothèque nationale du Québec  
Bibliothèque nationale du Canada


pièges et  
phéromones  
pour le dépistage  
d'insectes



distributions  
**SOLIDA**

Tél.: (418) 826-0900  
Télec.: (418) 826-0901  
solida@clic.net

PROTECTION ENVIRONNEMENT PRÉVENTION



**SOPFIM**  
Société de protection  
des forêts contre  
les insectes et maladies

1780, rue Simple  
QUÉBEC (Québec)  
G1N 4B8

Téléphone : 418.681.3381  
Télécopieur : 418.681.0994  
www.sopfim.qc.ca

INSTITUT DE RECHERCHE ET DE DÉVELOPPEMENT EN AGROENVIRONNEMENT INC.



SIÈGE SOCIAL ET CENTRE DE RECHERCHE  
DE SAINT-HYACINTHE

3300, rue Sicotte, C. P. 480  
Saint-Hyacinthe (Québec)  
J2S 7B8, CANADA

Téléphone : (450) 778-6522, poste 222  
Télécopieur : (450) 778-6539  
Courriel : info@irda.qc.ca

www.irda.qc.ca

**ATELIER JEAN PAQUET**



**MATÉRIEL ENTOMOLOGIQUE  
ENTOMOLOGICAL SUPPLIES**

Courriel: jeanpaquet@webnet.qc.ca


www.quebecinsectes.com

**Desjardins**  
Caisse populaire de  
Notre-Dame-du-Chemin

**Denis Moineau,**  
Directeur général

**Siège social**  
900, avenue des Érables  
Québec (Québec) G1R 2M5  
(418) 687-1844 ou  
(418) 687-1845, poste 260

Télécopieur : (418) 687-0914  
denis.u.moineau@desjardins.com



**CODENA**

426, Chemin des Patriotes  
Saint-Charles-sur-Richelieu  
(Québec) Canada J0H 2G0

☎ 450.584.2207  
☎ 450.584.2523

www.codena.ca



**Partenaire** des gens et  
du développement  
du milieu depuis 1908

Deux adresses,  
une seule Caisse

19, rue des Jardins  
550, rue Saint-Jean  
Tél.: (418) 522-6806  
Fax: (418) 522-2365  
www.desjardins.com/caissedequebec

**Desjardins**  
Caisse populaire  
de Québec

Saint-Jean-Baptiste, Vieux-Québec