

# Evaluation de la diversité entomologique dans un verger de pommiers selon le mode de gestion de la ligne

Loïc MOCELLIN<sup>1</sup> et Dominique FLEURY<sup>2</sup>, avec la collaboration de Noémie GAGNON-LUPIEN<sup>3</sup> et Mirella AOUN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>hepia, 1254 Jussy, Suisse

<sup>2</sup>CHANGINS, 1260 Nyon, Suisse

<sup>3</sup>CETAB<sup>+</sup>, G6P 4B3 Victoriaville, Canada

Renseignements: Dominique Fleury, e-mail: dominique.fleury@etat.ge.ch, tél. +41 22 546 97 91, www.changins.ch



Verger expérimental du CETAB<sup>+</sup>.

## Introduction

Avec 90 200 tonnes, la province de Québec se classe au deuxième rang des plus grands producteurs de pommes du Canada, ce qui en fait un des principaux acteurs dans ce domaine (AAC 2010). Cependant, la pomiculture est l'une des plus grandes consommatrices de pesticides par hectare (ha), avec  $\pm 15$  traitements par année au Québec pour un coût de  $\pm 1000$  USD/ha (Morel *et al.* 2013). Les pesticides sont la cause de nombreux problèmes environnementaux, de santé publique et agronomique dont le développement de résistances aux matières actives de certaines populations phytophages (Etilé 2012).

Pour limiter le recours récurrent aux pesticides, de nombreux autres moyens de lutte existent. La lutte biologique par conservation est une branche de la lutte biologique qui consiste à modifier l'agroécosystème et changer les pratiques culturales pour protéger et augmenter la densité d'auxiliaires dans les cultures. Les bandes florales en sont des aménagements types, permettant d'améliorer le contrôle naturel des ravageurs dans les cultures pérennes, telles que les vergers de pommiers (Gurr *et al.* 2004). Elles peuvent être implantées en périphérie ou à l'intérieur du verger comme dans le système «Sandwich» (De Almeida 2012).

Les objectifs de ce travail étaient de comparer l'abondance, la diversité et la richesse entomologique de trois gestions de la ligne différentes, dont deux systèmes «Sandwich», dans un verger de pommiers.

## Matériel et méthodes

### Site expérimental

Le Verger du Boisé des Frères est situé à Victoriaville (Québec, Canada). Ce verger de pommiers de 4 ha en production biologique appartient au Centre d'expertise et de transfert en agriculture biologique et de proximité (CETAB<sup>+</sup>) de Victoriaville. L'étude a été menée dans deux blocs du verger: le bloc III planté de pommiers semi-nains et le bloc IV de pommiers nains. Les variétés présentes sont deux variétés commerciales tolérantes à la tavelure, Honey Crisp et Redfree, et une variété ancienne nommée Rubi par le CETAB<sup>+</sup>. Ces variétés sont greffées sur M106, M9, M26 et B9 selon un dispositif de recherche. Tous les interlignes ont été semés avec un mélange composé de 50 % de *Festuca rubra*, 30 % de *Poa pratensis*, 10 % d'*Agrostis gigantea* et 10 % de *Lolium perenne*, à raison de 150 kg/ha. Seule la bande florale centrale a été plantée fin juillet 2015 avec des arbustes, des vivaces et des annuelles essentiellement indigènes.

### Traitements des lignes

Les différents traitements (fig. 1) étaient quatre lignes avec le système «Sandwich», dont deux avec un mé-

**Résumé** L'abondance, la diversité et la richesse entomologiques liées à trois modes de gestion de la ligne d'arbres ont été comparées dans un verger de pommiers en production biologique à Victoriaville (Québec, Canada). Les traitements étudiés étaient le système «Sandwich» avec *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* et *Festuca ovina* (TLF), le système «Sandwich» avec *Pilosella officinarum* (EP) et le paillis de bois de taille fragmenté (BRF). Pour l'étude, des relevés hebdomadaires d'insectes ont été effectués au filet et avec des pièges Barber entre le 13 juillet et le 8 septembre 2015. La faune entomologique capturée aux pièges Barber dans le traitement EP était significativement plus diversifiée et plus riche, tandis que la faune entomologique capturée au filet était significativement plus diversifiée et plus riche dans la variante TLF. Le système «Sandwich» semble un bon moyen d'augmenter la diversité entomologique mais, à ce stade, aucun des deux systèmes «Sandwich» ne peut être conseillé pour lutter biologiquement contre les ravageurs.

lange semé le 17 juin 2014 composé de *Trifolium repens* 'Huïa' (0,3 g/m<sup>2</sup>), *Lotus corniculatus* (1 g/m<sup>2</sup>) et *Festuca ovina* (2 g/m<sup>2</sup>) (TLF) (fig. 3) et deux autres plantées le 30 septembre 2014 avec *Pilosella officinarum* (3 plants/m

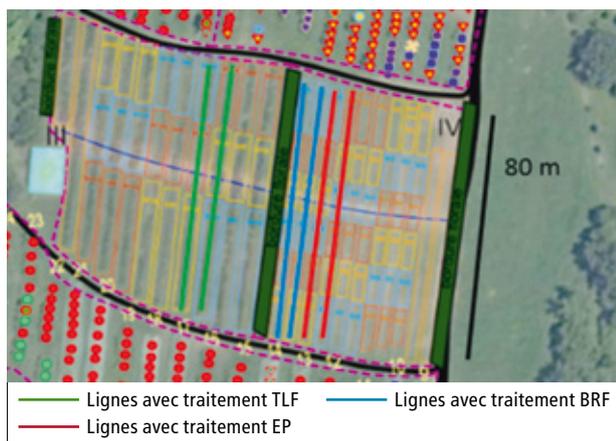


Figure 1 | Plan des lignes sélectionnées et des traitements.



Figure 3 | Variante de traitement TLF de la ligne d'arbres.

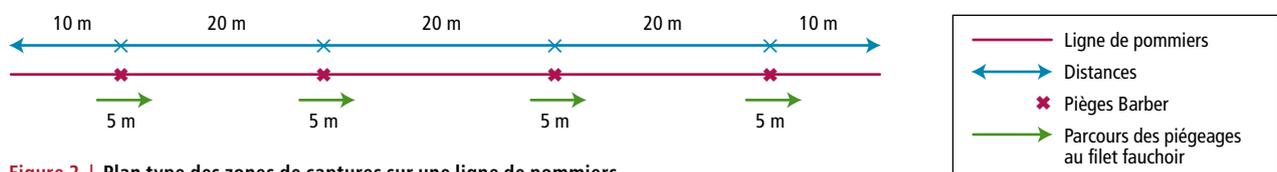


Figure 2 | Plan type des zones de captures sur une ligne de pommiers.

linéaire) (EP) (fig. 4). Deux lignes avec un paillis de bois raméal fragmenté de 20 cm d'épaisseur (BRF) complétaient le dispositif (fig. 5).

### Modes de capture des insectes

Dans chaque ligne, des pièges Barber ont été installés pour capturer les insectes se déplaçant à la surface du sol. Ils étaient constitués d'un pot en plastique de 10 cm de diamètre enterré dans le sol de façon à ce que son bord supérieur soit à la hauteur du sol et forme une sorte de puits. Ils ont été remplis au tiers avec un mélange d'eau et de savon non attractif. Vingt-quatre pièges ont été installés sur les six lignes, soit quatre pièges par ligne, et espacés de 20 m. Les premiers et les derniers pièges étaient à 10 m des extrémités des lignes pour limiter les effets de bordure. Chaque semaine, ils ont été relevés après 24 heures de piégeage entre le 13 juillet et le 8 septembre 2015 (fig. 2).

En outre, dans chacune des lignes, des captures hebdomadaires d'insectes ont été effectuées au filet fauchoir (arceau de 40 cm de diamètre) en quatre points de chaque ligne (les mêmes zones que pour les pièges Barber) du 13 juillet au 8 septembre 2015. En chaque point, le filet a été passé sur la ligne de pommiers sur une longueur de 5 m à une vitesse de  $\pm 5$  km/h.



Figure 4 | Variante de traitement EP de la ligne d'arbres.



Figure 5 | Variante de traitement BRF de la ligne d'arbres.

### Relevés floristiques

Dans les six lignes, un relevé hebdomadaire du taux de floraison a été effectué dans les mêmes 5 m que les captures au filet. Une note a été attribuée en fonction du nombre de fleurs ou de bouquets floraux, indépendamment de l'espèce. Seules les fleurs complètement ouvertes ont été prises en compte.

L'échelle de notation de la floraison était la suivante:

- Aucune fleur ou bouquet floral = 0
- 1 à 10 fleurs ou bouquets floraux = 1
- 11 à 30 fleurs ou bouquets floraux = 2
- 31 à 50 fleurs ou bouquets floraux = 3
- 51 à 100 fleurs ou bouquets floraux = 4
- > 100 fleurs ou bouquets floraux = 5.

### Outils et analyses statistiques

Le logiciel R a été utilisé pour effectuer les analyses statistiques et les graphiques exécutés avec le logiciel Excel 2010, dont les histogrammes ont des barres représentant l'erreur-type (ER) et non l'écart-type (EC) ( $ER = EC / (\sqrt{N - 1})$ ) ici  $N = 64$ .

Les analyses utilisées étaient l'ANOVA aléatoire à deux facteurs selon le modèle mixte (1) ou l'ANOVA selon le modèle mixte linéaire généralisé (2), suivies de tests de comparaisons multiples de Tukey (tabl. 1).

Le seuil de significativité choisi était de 5 %. Les résultats avec une p-valeur entre >0,05 et 0,1, bien que non significatifs, sont considérés comme démontrant de fortes tendances. Les p-valeurs >0,1 démontrent qu'il n'y a pas de différence entre les traitements.

Tableau 1 | Analyses statistiques mises en œuvre

Facteurs ou familles	Analyses statistiques (n)	Transformations
Abondance Barber	2	$(\sqrt{(x + 0,5)})$
Abondance filet	2	$(\log(x + 1))$
Diversité Barber	2	Aucune
Diversité filet	2	Aucune
Richesse Barber	2	Aucune
Richesse filet	2	$(\log(x + 1))$
<i>Staphylinidae</i> Barber	1	Aucune
<i>Anthocoridae</i> Barber	1	Aucune
<i>Carabidae</i> Barber	1	Aucune
<i>Curculionidae</i> Barber	1	Aucune
<i>Aphididae</i> Barber	1	Aucune
<i>Aphididae</i> filet	1	Aucune
<i>Hymenoptera</i> parasitoïde filet	2	$(\sqrt[3]{(x + 0,33)})$
<i>Miridae</i> filet	1	Aucune
<i>Drosophilidae</i> filet	2	$(\log(x + 1))$
<i>Cecidomyiidae</i> filet	1	Aucune

En ce qui concerne la diversité, elle a été calculée avec l'indice de Shannon dont la formule est :

$H' = -\sum ((N_i / N) \times \log_2 (N_i / N))$ , où  $N_i$  est le nombre d'individus d'une famille donnée et  $N$  le nombre total d'individus.

## Résultats et discussion

### Floraison

Dans la variante TLF, *T. repens* a eu une floraison extrêmement abondante du 13 juillet au 3 août. Il était également possible de voir quelques taches de fleurs de *L. corniculatus*. A partir du 3 août, la floraison de *T. repens* a chuté. Dans le procédé EP, *P. officinarum* a eu son pic de floraison du 10 au 24 août. Le paillis BRF a bien joué son rôle de protection contre les adventices.

### Pièges Barber

#### Effectif des captures

Sur l'ensemble de la période, 4438 insectes ont été capturés, répartis dans 42 familles appartenant à sept ordres différents (sauf dans l'ordre des *Thysanoptera*, où les familles des six individus n'ont pas été identifiées) (tabl. 2).

#### Abondance entomologique

Les traitements BRF et EP ont enregistré des abondances significativement plus grandes que le TLF ( $p$ -valeurs  $<0,001$ ). Le traitement à couverture végétale la plus dense au sol est aussi celui où la faune entomologique au sol est la moins grande.

#### Diversité et richesse entomologiques

Pour la diversité, tous les traitements ont été significativement différents les uns des autres. Les captures dans EP ont été significativement plus diversifiées que dans BRF et TLF ( $p$ -valeur  $<0,001$ ). Les captures de BRF ont quant à elles été significativement plus diversifiées que dans TLF ( $p$ -valeur  $<0,001$ ) (fig. 6). Pour la richesse,

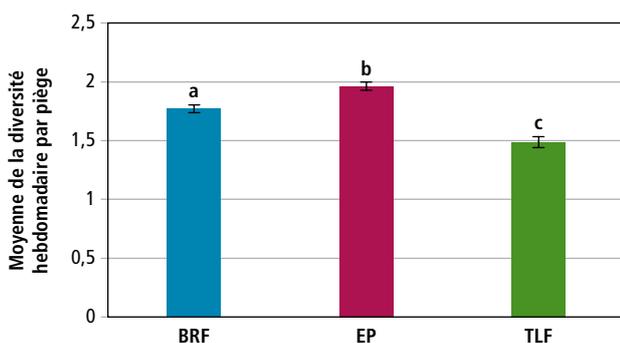


Figure 6 | Diversité de la faune entomologique par piège Barber (moyenne hebdomadaire) selon le traitement de la ligne d'arbres.

tous les traitements ont été significativement différents entre eux ( $p$ -valeurs  $<0,001$ ).

### Staphylinidae

Le nombre de *Staphylinidae* était significativement plus élevé dans le traitement EP que dans BRF ( $p$ -valeur = 0,045). Les staphylins semblent avoir une préférence pour les lignes avec couvert végétal et particulièrement avec *P. officinarum*.

Tableau 2 | Effectifs globaux des familles d'insectes capturés du 13 juillet au 8 septembre 2015 dans les pièges Barber

Ordre	Famille	Effectif (n)
<i>Orthoptera</i>	<i>Acrididae</i>	7
	<i>Gryllidae</i>	217
<i>Hemiptera</i>	<i>Alydidae</i>	2
	<i>Anthocoridae</i>	81
	<i>Aphididae</i>	175
	<i>Cercopidae</i>	4
	<i>Cicadellidae</i>	1322
	<i>Lygaeidae</i>	43
	<i>Miridae</i>	10
<i>Pentatomidae</i>	1	
<i>Diptera</i>	<i>Anthomyiidae</i>	80
	<i>Calliphoridae</i>	3
	<i>Cecidomyiidae</i>	55
	<i>Chironomidae</i>	8
	<i>Drosophilidae</i>	673
	<i>Muscidae</i>	17
	<i>Platystomatidae</i>	4
	<i>Chloropidae</i>	144
	<i>Sciaridae</i>	238
	<i>Syrphidae</i>	3
	<i>Tephritidae</i>	1
	<i>Tipulidae</i>	1
<i>Hymenoptera</i>	<i>Apidae</i>	3
	<i>Braconidae</i>	43
	<i>Cynipidae</i>	14
	<i>Eulophidae</i>	9
	<i>Formicidae</i>	147
	<i>Mymaridae</i>	4
	<i>Pteromalidae</i>	435
	<i>Sphecidae</i>	5
	<i>Torymidae</i>	72
	<i>Trichogrammatidae</i>	11
	<i>Vespidae</i>	1
<i>Coleoptera</i>	<i>Carabidae</i>	216
	<i>Chrysomelidae</i>	28
	<i>Coccinellidae</i>	5
	<i>Curculionidae</i>	100
	<i>Nitidulidae</i>	20
	<i>Scarabaeidae</i>	2
	<i>Staphylinidae</i>	224
<i>Dermoptera</i>	<i>Forficulidae</i>	2
<i>Thysanoptera</i>		6
<i>Lepidoptera</i>	<i>Tortricidae</i>	2
<b>Total</b>		<b>4438</b>

Certaines espèces de cette famille sont des insectes auxiliaires, carnivores généralistes ou ectoparasites, reconnus en arboriculture fruitière. Parmi leurs proies de prédilection figurent de nombreux insectes ravageurs qui passent une partie de leur cycle au sol: diverses mouches à fruits lors de la pupaison dont *Rhagoletis pomonella*, *Cydia pomonella* au dernier stade de la chenille et de nombreux *Aphididae* qui accomplissent une partie de leur développement dans les strates herbacées du verger ou y chutent par inadvertance (Garcin et Mouton 2006).

### **Anthocoridae**

Les *Anthocoridae* ont été significativement plus nombreux dans la variante EP que dans les deux autres traitements (p-valeurs <0,001) (fig. 7).

La plupart des *Anthocoridae* sont des prédateurs au stade de nymphe et d'adulte de ravageurs comme les *Aphididae*, les *Psyllidae* et les œufs de nombreux insectes de divers ordres (Schmid et al. 2005). La floraison de *P. officinarum* semble clairement attirer les *Anthocoridae*, qui ont été de plus en plus nombreux tout au long de la saison. Cette évolution suit l'augmentation du nombre d'*Aphididae* sur *P. officinarum*, avec quelques semaines de décalage. Leur présence importante dans la variante EP est peut-être due au fait qu'elle a été la seule à attirer des *Aphididae* en grand nombre.

### **Carabidae**

Pour les *Carabidae*, auxiliaires généralistes reconnus en arboriculture fruitière (Garcin et Mouton 2006), l'effet des traitements indique des tendances (p-valeur = 0,056). Les moyennes de captures étaient plus élevées dans les procédés TLF et EP (p-valeurs = 0,016 et 0,085).

La mise en place de ces systèmes semble bénéfique pour la colonisation des *Carabidae* dans le verger, conformément à l'étude de Garcin et al. (2004), qui men-

tionnent l'attractivité des bandes florales dans l'interligne pour ces auxiliaires. La majorité des *Carabidae* étant hygrophiles (Garcin et al. 2004), il est très possible que les lignes avec systèmes «Sandwich» favorisent leur développement.

### **Curculionidae**

Le nombre de captures du traitement TLF était significativement supérieur à celui du BRF (p-valeur = 0,003), tandis que celui d'EP tend fortement à le surpasser (p-valeur = 0,074).

Les *Curculionidae*, phytophages pour la plupart, semblent plus nombreux sur les lignes avec végétation. Certains sont des ravageurs de la pomme, comme *Conotrachelus nenuphar*. Les producteurs désirant gérer leurs lignes en système «Sandwich» doivent tout particulièrement veiller à la gestion et au dépistage des *Curculionidae* dans leurs vergers, même si tous ne sont pas des ravageurs, car la végétation au pied des arbres constitue un lieu d'hivernage idéal pour les adultes (Morel et al. 2013).

### **Aphididae**

Dans les pièges Barber, les *Aphididae* ont été significativement plus nombreux dans la variante EP que dans TLF (p-valeur = 0,001) et BRF (p-valeur <0,001), une tendance qui se retrouve dans les captures au filet fauchoir (p-valeurs <0,001) (fig. 8).

*P. officinarum* semble très attractif pour la famille des *Aphididae*, qui compte de nombreuses espèces nuisibles en pomiculture comme *Aphis pomi*, *Dysaphis plantaginea* et *Eriosoma lanigerum*. Ces pucerons étant piqueurs-suceurs, ils peuvent aussi transmettre des virus et des phytoplasmes (Morel et al. 2013). L'effet attractif sur les pucerons milite contre l'utilisation de *P. officinarum* en système «Sandwich», dans l'optique d'augmenter la biodiversité pour mieux gérer les ravageurs. Une identification au niveau des espèces per-

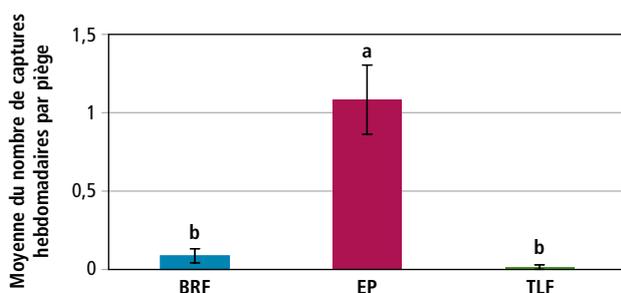


Figure 7 | Nombre de captures d'*Anthocoridae* par piège Barber (moyenne hebdomadaire) selon le traitement de la ligne d'arbres.

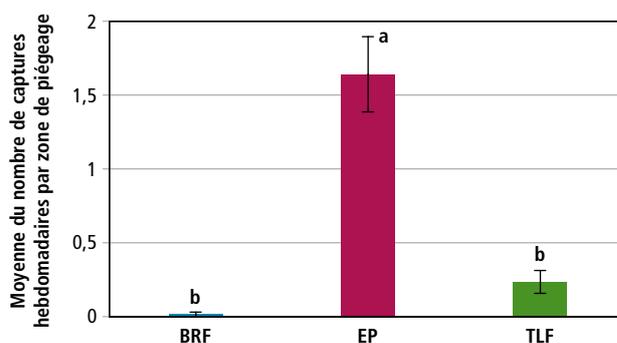


Figure 8 | Nombre de captures d'*Aphididae* par zone de piégeage au filet fauchoir (moyenne hebdomadaire) selon le traitement de la ligne d'arbres.

mettrait de savoir avec certitude si les individus présents sur la ligne EP appartiennent à des espèces néfastes pour les pommiers.

### Captures au filet fauchoir

#### Effectif des captures

Sur l'ensemble de la période, 1543 insectes ont été capturés, répartis dans 37 familles identifiées appartenant à six ordres différents (sauf pour les ordres des *Ephemeroptera* et des *Thysanoptera*, avec respectivement un et huit individus, dont les identifications aux familles n'ont pas été faites) (tabl. 3).

**Tableau 3 | Effectifs globaux des familles d'insectes capturés du 13 juillet au 8 septembre 2015 au filet fauchoir**

Ordre	Famille	Effectif (n)
<i>Orthoptera</i>	<i>Acrididae</i>	4
	<i>Gryllidae</i>	2
<i>Hemiptera</i>	<i>Alydidae</i>	2
	<i>Anthocoridae</i>	3
	<i>Aphididae</i>	121
	<i>Cercopidae</i>	13
	<i>Cicadellidae</i>	134
	<i>Lygaeidae</i>	1
	<i>Membracidae</i>	1
	<i>Miridae</i>	61
	<i>Nabidae</i>	2
<i>Diptera</i>	<i>Acroceridae</i>	1
	<i>Anthomyiidae</i>	21
	<i>Cecidomyiidae</i>	69
	<i>Chironomidae</i>	37
	<i>Chloropidae</i>	7
	<i>Drosophilidae</i>	530
	<i>Muscidae</i>	2
	<i>Sciaridae</i>	175
	<i>Syrphidae</i>	20
	<i>Tephritidae</i>	6
	<i>Tipulidae</i>	2
	<i>Hymenoptera</i>	<i>Apidae</i>
<i>Braconidae</i>		98
<i>Cynipidae</i>		27
<i>Eulophidae</i>		22
<i>Formicidae</i>		4
<i>Pteromalidae</i>		105
<i>Sphecidae</i>		4
<i>Trichogrammatidae</i>		3
<i>Vespidae</i>		1
<i>Coleoptera</i>	<i>Chrysomelidae</i>	3
	<i>Coccinellidae</i>	5
	<i>Curculionidae</i>	39
	<i>Nitidulidae</i>	3
	<i>Scarabaeidae</i>	2
<i>Ephemeroptera</i>		1
<i>Thysanoptera</i>		8
<i>Lepidoptera</i>	<i>Tortricidae</i>	2
<b>Total</b>		<b>1543</b>

### Abondance entomologique

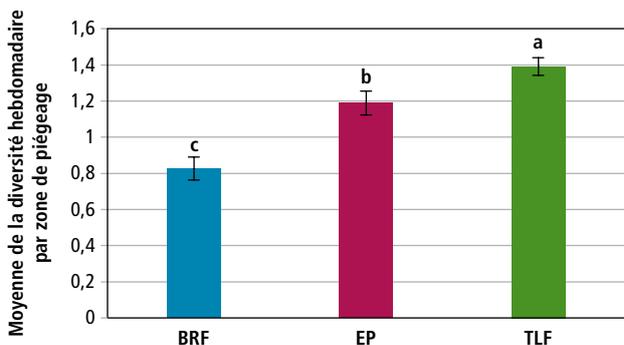
Les traitements TLF et EP ont fourni significativement plus de captures que BRF (p-valeurs <0,001), sans toutefois se différencier significativement entre eux. Une forte tendance montre néanmoins une abondance plus importante dans TLF que dans EP (p-valeur = 0,076).

### Diversité et richesse entomologiques

Les diversités en familles ont été significativement plus élevées dans les variantes TLF et EP que dans BRF (p-valeurs <0,001). Les captures dans TLF ont été quant à elles plus diversifiées que celles de EP (p-valeur = 0,020) (fig. 9). La richesse du TLF a été significativement supérieure à EP (p-valeur = 0,009) et BRF (p-valeur <0,001) et EP significativement plus riche que BRF (p-valeur <0,001). Ces résultats semblent confirmer les propos de Garcin *et al.* (2005), qui qualifient le système «Sandwich» de bon aménagement pour favoriser la biodiversité fonctionnelle dans les vergers.

### Hymenoptera parasitoïdes

Les parasitoïdes de l'ordre des *Hymenoptera* ont été significativement plus abondants dans les traitements EP et TLF que dans BRF (p-valeurs <0,001). Ce groupe rassemble des familles d'insectes auxiliaires (*Braconidae*, *Eulophidae*, *Pteromalidae* et *Trichogrammatidae*), dont certains ont déjà confirmé leur efficacité contre *C. pomonella* en vergers de pommiers nains et semi-nains au Québec en lâchers inondatifs (Aubry 2008). Cet effet attractif de EP et TLF sur les *Hymenoptera* parasitoïdes montre que le système «Sandwich» peut sûrement participer au contrôle de certains ravageurs des pommiers au même titre que les bandes florales. Ce groupe d'insectes a été fortement attiré lors des périodes de floraison des trois plantes à fleurs, qui peuvent donc être conseillées pour augmenter la présence et la colonisation de parasitoïdes indigènes à l'intérieur du verger.



**Figure 9 | Diversité de la faune entomologique par zone de piégeage au filet fauchoir (moyenne hebdomadaire) selon le traitement de la ligne d'arbres.**

### Miridae

Les *Miridae* étaient significativement plus nombreux dans le procédé TLF que dans EP (p-valeur = 0,010) et BRF (p-valeur <0,001) (fig. 10).

Bien que, dans cette famille, il y ait autant d'espèces prédatrices que de phytophages, elle compte parmi elles certains ravageurs phares de la pomme au Québec, tels que *Lygus lineolaris* (Morel et al. 2013). Les identifications ayant été faites jusqu'à la famille, il est seulement possible de dire que ce traitement a attiré plus de *Miridae* que les deux autres. Carrier (2013) affirme que *L. lineolaris* est attiré par les légumineuses, ce qui va dans le même sens que les résultats obtenus. Il est très probable que ce soit *T. repens* qui attire les *Miridae* et donc qu'il soit potentiellement attractif pour *L. lineolaris*. A ce stade, aucune conclusion ne peut être tirée. L'identification des *Miridae* au niveau de l'espèce est indispensable pour confirmer cette hypothèse et voir s'il est adéquat de mettre en place le système TLF dans cette situation.

### Drosophilidae

Les variantes TLF et EP ont significativement plus de *Drosophilidae* que dans BRF (p-valeurs <0,001). TLF et EP ne se distinguent pas significativement entre eux, mais on tend à observer une abondance plus élevée dans TLF (p-valeur = 0,077).

Les lignes avec végétation semblent avoir davantage attiré cette famille, ce qui n'est pas forcément positif, car certains drosophilidés sont nuisibles en

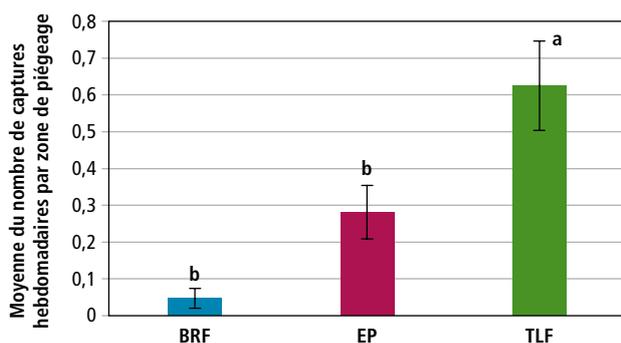


Figure 10 | Nombre de captures de *Miridae* par zone de piégeage (moyenne hebdomadaire) selon le traitement de la ligne d'arbres.

### Bibliographie

- Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), 2010. Un aperçu de l'industrie canadienne de la pomme. <http://www.agr.gc.ca/fra/industrie-marches-et-commerce> [10 octobre 2014].
- Aubry O., 2008. Lutte attracticide et lâchers inondatifs de trichogrammes contre le carpocapse de la pomme, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, 103 p.
- Carrier A., 2013. La punaise terne fait des dégâts. *Réseau d'avertissement phytosanitaire Québec* 8, 1–4.

culture fruitière. Cependant, de nombreuses espèces s'attaquent uniquement aux fruits en décomposition au sol (Decoin et al. 2011).

### Cecidomyiidae

Pour les *Cecidomyiidae*, sans être significatif, l'effet des traitements a montré la tendance suivante (p-valeur = 0,051): le nombre de captures a été moins important dans le traitement EP que dans les deux autres (p-valeurs = 0,066).

Cette famille, à laquelle appartiennent quelques ravageurs des feuilles du pommier (*Dasineura mali*) (Laroche et Aoun 2013), semble sensible à l'augmentation de la diversité. *P. officinarum* attire peut-être un cortège d'auxiliaires efficaces qui permet de réguler ces ravageurs potentiels.

## Conclusions

- Le système «Sandwich» semble intéressant pour augmenter la diversité de la faune entomologique en vergers de pommiers.
- Comme pour les bandes florales, les plantes de l'interligne doivent être soigneusement choisies en fonction des conditions locales pour éviter d'attirer ou d'abriter des ravageurs.
- A ce stade de l'étude, les deux systèmes «Sandwich» testés ne peuvent être formellement conseillés pour lutter biologiquement contre les ravageurs pomicoles.
- Les traitements avec couverture végétale TLF et EP ont tous deux attiré autant d'insectes auxiliaires que d'insectes potentiellement ravageurs.
- Dans les années à venir, l'identification des insectes au niveau des espèces dans les interlignes semble indispensable pour pouvoir conseiller précisément les producteurs, en particulier pour les familles des *Miridae* et des *Aphididae*.
- L'aménagement en système «Sandwich» semble favoriser la biodiversité. Des études complémentaires sont nécessaires pour que celle-ci devienne la plus fonctionnelle possible. ■

- De Almeida J., 2012. Aménagement d'une plate-bande de fleurs pour améliorer la lutte naturelle contre deux ravageurs du pommier, *Hoplocampa testudinea* (Tenthredinidae) et *Aphis pomi* (Aphididae). Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, 77 p.
- Decoin M., Balmes V., Streito J.-C. & Picard C., 2011. *Drosophila suzukii* nouveau ravageur en France. *Phytoma-La Défense des végétaux* 640, 19–20.
- Etilé E., 2012. Pratiques agricoles favorisant la répression des ravageurs des cultures par leurs prédateurs naturels. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Montréal, 38 p.

**Summary****Evaluation of entomological diversity in an apple orchard according to the line management mode**

The entomological abundance, diversity and richness of three methods of tree line management were compared in an orchard under organic husbandry in Victoriaville (QC, Canada). The tested treatments were the “Sandwich” system with *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* and *Festuca ovina* (TLF), the “Sandwich” system with *Pilosella officinarum* (EP) and the mulch of ramial chipped wood (BRF). For that purpose and from July 13th until September 8th, 2015, insect surveys were carried out weekly using nets and Barber traps. The insect fauna captured in the Barber traps was significantly more diverse and richer in the EP treatment, while the insect fauna caught in sweeping net was significantly more diverse and richer in the TLF. The “Sandwich” system seems to be a good way to increase the entomological diversity but, at this stage, none of the investigated “Sandwich” systems is to be recommended for biological pest control.

**Key-words:** entomological diversity, grass strip management, “Sandwich” system, organic apple orchard.

**Zusammenfassung****Bewertung der entomologischen Vielfalt in einer Apfelplantage nach der Linie Management-Modus**

Entomologische Fülle, Vielfalt und Reichtum von dreier Bewirtschaftungsmodi der Baumlinien waren in einem biologisch geführten Obstgarten in Victoriaville (Quebec, Kanada) verglichen. Die Behandlungen waren das «Sandwich-System» mit *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* und *Festuca ovina* (TLF), das «Sandwich-System» mit *Pilosella officinarum* (EP) und die Streu aus zerkleinertem Schnittholz (BRF). Hierzu wurden zwischen dem 13. Juli und dem 8. September 2015 wöchentliche Erhebungen der Insektenmengen mit Netzen und Barber Fallen vorgenommen. Die Insektenfauna erfasst in die Barber Fallen war deutlich vielfältiger und reicher in der EP Behandlung, während die TLF Behandlung deutlich vielfältiger und reicher für die Netzgefangene Insektenfauna war. Insgesamt scheint das «Sandwich-System» ein gutes Mittel zu sein, um die entomologische Vielfalt zu steigern. Auf dem aktuellen Stand der Studie, zur biologischen Schädlingsbekämpfung kann für keines der beiden untersuchten «Sandwich-Systeme» eine formelle Empfehlung abgegeben werden.

**Riassunto****Valutazione della diversità entomologica in un frutteto di meli, sulla base della modalità di gestione della linea**

L'abbondanza, la diversità e la ricchezza entomologica di tre modi di gestire la linea di alberi sono state paragonate in un frutteto di meli gestito secondo i principi dell'agricoltura biologica a Victoriaville (Quebec, Canada). I trattamenti studiati erano il sistema «Sandwich» con *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* e *Festuca ovina* (TLF), il sistema «Sandwich» con *Pilosella officinarum* (EP) e la pacciamatura chiamata BRF (cippato di ramaglie fresche). Per questo studio, sono stati eseguiti prelievi settimanali con una rete e con delle trappole a caduta «Barber» tra il 13 luglio e l'8 settembre 2015. La fauna entomologica catturata con le trappole a caduta «Barber» era, in modo significativo, più diversificata e ricca nel trattamento EP per mentre era, in modo significativo, più diversificata e ricca la fauna entomologica catturata con la rete nel TLF. Il sistema «Sandwich» sembra essere un buon mezzo per aumentare la diversità entomologica. A questo stadio, nessuno dei due sistemi «Sandwich» può essere consigliato per lottare biologicamente contro gli insetti devastatori.

- Garcin A., Demarle O. & Soldati F., 2004. Les carabes, indicateurs de biodiversité et auxiliaires généralistes. *Infos CTIFL* 209, 42–47.
- Garcin A., Jay M. & Mandrin J.-F., 2005. Les aménagements du verger pour une biodiversité fonctionnelle. *Infos CTIFL* 217, 38–41.
- Garcin A. & Mouton S., 2006. Le régime alimentaire des carabes et staphylin. *Infos CTIFL* 218, 19–24.
- Gurr G. M., Wratten S. D. & Altieri M. A., 2004. Ecological Engineering for Pest Management: Advances in Habitat Manipulation for Arthropods. CSIRO Publishing, Collingwood, 225 p.

- Laroche M. & Aoun M., 2013. Calendrier de dépistage des principaux insectes ravageurs du pommier au Québec. CETAG<sup>+</sup>, Victoriaville, 4 p.
- Morel M., Chouinard G. & Bellerose S., 2013. Méthodes alternatives de protection des pommiers. Nature-Action Québec, Québec, 123 p.
- Schmid C., Thentz M., Rossier J., Herminjard P. & Chapuis P., 2005. Commission intercantonale romande et tessinoise d'arboriculture: Arboriculture fruitière. LmZ Moyens d'enseignement, terre et nature, Zollikofen, 272 p.