

# Gestion intégrée du puceron *Pentalonia nigronervosa* par la stratégie push-pull dans la région de Bengamisa, RD Congo

M. LOFINDA LIFAKE<sup>1</sup>, T. HANCE<sup>2</sup>, G. MONDE TE KAZANBGA<sup>3</sup>

(Reçu le 05/02/2018; Accepté le 05/03/2018)

## Résumé

De cette étude, il a été question de tester l'hypothèse selon laquelle la stratégie push-pull rendrait disponible au sein ou à proximité des cultures à protéger, des ressources qui contribuent à leur efficacité telles que des refuges physiques, des hôtes alternatifs, des sources de nourriture ou des signaux attractifs. De ce fait, les résultats de l'étude montrent que la tomate s'est révélée meilleure plante attractive des aphidiphages en relation avec la culture de bananier dans la région de Bengamisa par son effet Bottom-Up, renforcé par l'effet Top Down et par l'effet de confusion lors des relations push-pull. Enfin, la lutte biologique par conservation peut être considérée comme une meilleure stratégie de lutte contre *P. nigronervosa* à Bengamisa en République Démocratique du Congo.

**Mots-clés:** Lutte biologique, Push-pull, *Pentalonia nigronervosa*

## Integrated management of *Pentalonia nigronervosa* aphid by the push-pull strategy in Bengamisa region, DR Congo

### Abstract

This study was set up to test the hypothesis according to which the push-pull strategy would make available with in or near crops to be protected, of resources that contribute to their effectiveness such as physical shelters, alternative hosts, food sources or attractive signals. Therefore, the results of the study show that tomato was the best attractive plant of aphidiphagous in relation with the banana in the Bengamisa region by its Bottom Up effect enhanced by the Top Down effect and the confusing effect during the push-pull relationships. Finally, the biological control by conservation might be used as the best strategy control against *P. nigronervosa* in Bengamisa region in the Democratic Republic of the Congo.

**Keywords:** Biological control, Push-pull, *Pentalonia nigronervosa*

## INTRODUCTION

L'agriculture paysanne doit s'appuyer sur des pratiques existantes pour protéger et favoriser les populations d'ennemis naturels (dits auxiliaires) contre d'autres organismes phytophages des plantes principales cultivées par l'utilisation de la stratégie « Push-pull ».

Les stratégies Push-Pull impliquent la manipulation comportementale des insectes ravageurs et leurs ennemis naturels par le biais de l'intégration des stimuli qui agissent pour rendre la ressource protégée non attractive aux ravageurs (push) tout en les attirant vers une source intéressante (pull) (Samantha *et al.*, 2007).

La stratégie « Push-pull » favorise et conserve la biodiversité et par ricochet, les écosystèmes agricoles se retrouvent améliorés suite au cycle des matières nutritives en augmentant le rendement, la réduction de l'érosion.

Elle peut procurer du fourrage pour les animaux domestiques là où la pression foncière est élevée. A ce titre, la stratégie « Push-pull » s'insère dans la lutte biologique par conservation qui s'intègre dans le contexte le plus large de l'ingénierie écologique (Gurr *et al.*, 2004).

L'ingénierie écologique est définie comme « une activité humaine qui modifie l'environnement selon des principes écologiques ».

On peut la considérer précisément comme « la manipulation de l'environnement par l'homme utilisant une petite quantité d'énergie supplémentaire pour contrôler des systèmes dans lesquels les principaux flux d'énergie proviennent toujours de sources naturelles » (Odum, 1962).

Elle nécessite de ce fait des connaissances à la fois en écologie théorique et en écologie appliquée.

Plusieurs modifications ont été envisagées pour favoriser les populations d'ennemis naturels notamment l'apport de ressources nutritives sous forme de nectar (Baggeb et Gurr, 1998); apport de ressources nutritives sous forme de pollen (Hickman et Wratten, 1996) ou la création de refuges physiques pour l'hivernation (Halaji *et al.*, 2000).

Ces aménagements peuvent se faire à plusieurs endroits du paysage et doivent être adaptés à l'espèce que l'on souhaite favoriser (Kareiva, 1990).

En plus, la stratégie « Push-pull » dans la lutte biologique n'est pas une panacée pour résoudre les problèmes des

<sup>1</sup> Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques de Bengamisa B.P 202 Kisangani, RD Congo. correspondance: masterlofinda@gmail.com

<sup>2</sup> Faculté des Sciences, Université Catholique de Louvain, Belgique

<sup>3</sup> Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi, B.P 1235 Kisangani, RD Congo

paysans mais elle offre des possibilités de diversification des moyens d'une agriculture de subsistance.

Ainsi, il est important d'étudier les différentes espèces végétales de la région qui peuvent être utilisées dans la stratégie « Push-pull » pour les principales cultures telles que le bananier, le riz, le manioc, le maïs et le palmier à huile.

### Les stratégies de la lutte biologique

La lutte biologique peut se scinder en quatre stratégies de lutte: la lutte biologique classique, la lutte biologique inoculative, la lutte biologique inondative et la lutte biologique par conservation.

#### La lutte biologique classique

La lutte biologique classique, ou lutte biologique par acclimatation, est la stratégie la plus ancienne.

Elle consiste en l'introduction intentionnelle d'un auxiliaire exotique, habituellement co-évolué avec le ravageur, dans le but d'un établissement permanent et du contrôle à long terme du ravageur. Ce type de lutte est principalement utilisé pour maîtriser un ravageur exotique introduit ou une espèce invasive et rétablir ainsi l'équilibre hôte-ennemi naturel (Eilenberg *et al.*, 2001).

#### La lutte biologique par importation ou par inoculation

Cette stratégie se distingue de la première par son caractère temporaire. Elle vise à libérer, en nombre limité, un auxiliaire qui se multipliera et contrôlera le ravageur durant une période prolongée mais non permanente. Bien souvent, il sera nécessaire de répéter l'opération. L'effet de ce type de lutte est donc différé à l'inoculation et repose sur la descendance des individus lâchés. Cette stratégie est utilisée principalement en serre.

#### La lutte biologique par inondation ou par augmentation

Cette stratégie peut se comparer à l'application d'un produit phytosanitaire classique sauf qu'il s'agit ici

d'employer des organismes vivants. De ce fait, le succès de ce type de lutte dépend principalement du lâcher, contrairement à la méthode inoculative.

#### La lutte biologique par conservation

La conservation se focalise sur l'aménagement du biotope et sur la modification des pratiques culturales dans le but d'améliorer l'action des ennemis naturels indigènes contre les populations nuisibles (Hance, 2001).

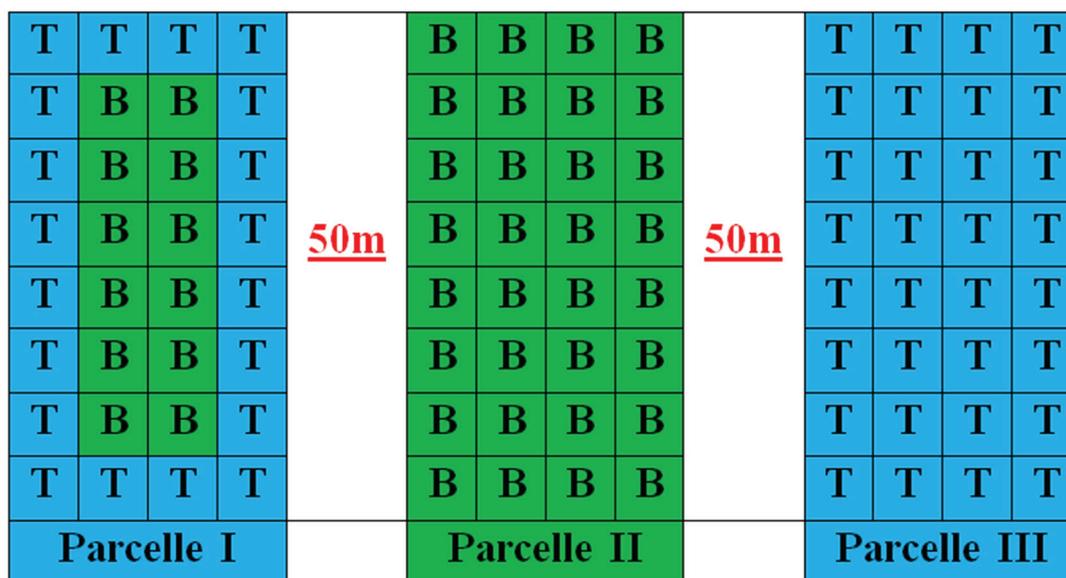
Sa mise en place nécessite que des ennemis naturels efficaces pour contrôler les populations de ravageurs soient déjà présents localement. Cette stratégie se distingue de la lutte culturale qui vise à influencer directement la population de ravageur. Ces différentes stratégies ne présentent pas le même degré de risque pour l'environnement et les organismes non-cibles.

La présente étude a pour objectif d'évaluer la stratégie « Push-pull » dans le système de production agricole telle que culture intercalaire et/ou de plantes cultivées mixtes dans la région de Bengamisa.

Nous partons de l'hypothèse que la stratégie push-pull rendrait disponible au sein ou à proximité des cultures à protéger, des ressources qui contribuent à leur efficacité telles que des refuges physiques, des hôtes alternatifs, des sources de nourriture ou des signaux attractifs.

### MATÉRIELS ET MÉTHODES

La méthodologie consistant à tester la stratégie push-pull a été appliquée dans un dispositif de parcelles simples. Ce dispositif expérimental a consisté à aménager les écosystèmes agricoles pour favoriser les populations d'ennemis naturels de *P. nigronervosa* et piéger celui-ci par apport de ressources nutritives sous forme de nectar (Baggen et Gurr, 1998); l'apport de ressources nutritives sous forme de pollen, du miellat (Hickman et Wratten, 1996), la ponte ou la création de refuges physiques (Halaji *et al.*, 2000) et des composés organiques volatils émis.



Légende : T : Tomate ; B : Bananier

Figure 1: Dispositif expérimental de trois parcelles (bananier plantain+tomate, bananier plantain seul et tomate seule)

Ainsi, chaque unité expérimentale a eu la chance égale de recevoir un traitement quelconque.

Les observations ont été faites en rapport avec la présence des insectes auxiliaires et aphididés capturés dans le temps.

Dans la première parcelle, les 12 plants de bananier ont été mis ensemble avec 20 plants de tomate, une deuxième parcelle a été constituée uniquement de 32 plants de bananier. Par contre, la troisième parcelle a été constituée aussi uniquement de 32 plants de la tomate (Figure 1).

La distance de 50 mètres entre les différentes parcelles a été utilisée afin de réduire toute forme de migration spontanée d'insectes entre les plantes. Les écartements entre les plants ont été de 80 cm x 80 cm. Par contre, la superficie emblavée par parcelle a été de 204.800 cm<sup>2</sup>. Les plants de bananier en étude étaient issus de fragments de tiges et synchronisés dès le premier jour de la plantation.

Les écartements pour la tomate ont été aussi de 80 cm x 80 cm. Ces plants de tomate provenaient d'un germe mis en place, semé à la volée sur une plate-bande de 2 m<sup>2</sup>.

La durée de l'expérience a été de 10 mois, soit de 01 juillet 2013 au 30 avril 2014 afin d'observer la dynamique des *Aphididae* et des Aphidiphages pendant qu'il pleut beaucoup, pendant qu'il ne pleut pas beaucoup et pendant qu'il pleut moins beaucoup dans la région d'étude (Figure 1).

Ce dispositif s'est consacré à tester les différentes solutions adaptées à la technique «push-pull», par l'analyse de l'influence d'attraction de la tomate dans les champs de bananier plantain sur des insectes nuisibles (pucerons) et des espèces bénéfiques entomophages (auxiliaires) par rapport au temps.

### Collecte des insectes

Les techniques de capture manuelle et de piégeage nous ont permis de faire la récolte des pucerons, d'auxiliaires et des momies dans les parcelles expérimentales. La récolte se faisait uniquement le matin sur les feuilles, les tiges, les fleurs, et les collets de trois plantes hôtes.

Un relevé hebdomadaire a été effectué pendant 3 mois avec trois répétitions, c-à-d que chaque mois de relevé a été répété trois fois pour avoir la moyenne mensuelle.

Les insectes collectés ont été placés dans des bocaux en plastique contenant de l'alcool éthylique à 75 %.

### Identification des insectes

Leur identification a été faite soit directement à l'œil nu ou soit grâce à l'utilisation de deux clés de détermination proposées par Haubruge, (2009) et Hance, (2009). Ces clés ont constitué un outil interne qui a permis de déterminer le plus aisément possible les principales familles et espèces des insectes. En plus, le catalogue d'insectes de Michael Chinery, (2005) a été également utilisé pour cette fin.

C'est grâce aux illustrations des insectes se trouvant dans ce livre en position de repos que l'identification des insectes capturés a été facilitée.

Il a fallu attendre 10 à 15 jours pour constater l'émergence des individus à partir des momies placées dans des boîtes de Pétri et passer à leur identification.

Les données de capture ont été analysées au moyen du logiciel SAS version 9, par la comparaison des moyennes et l'analyse de la variance. L'évaluation de la diversité a été réalisée par l'Indice de Shannon (Shannon, 1948; Shannon et Weaver, 1963; Gray, 2003), et par contre, l'Indice de Jaccard (Jaccard, 1901) et la Distance de Jaccard (Jaccard, 1908; Real *et al.*, 1992) ont été utilisés lors des mesures des affinités entre les espèces d'insectes capturés dans les différentes parcelles expérimentales.

### RÉSULTATS ET DISCUSSION

La liste complète des Aphidiphages et *Aphididae* lors des relations push-pull dans des unités expérimentales par rapport aux différentes parcelles mises en place (Tableau 1).

Il ressort du tableau 1 que 5 espèces aphidiphages et 2 espèces d'*Aphididae* ont été capturées et identifiées. Ces espèces représentant 4 ordres principaux dans lesquels nous avons identifié 3 ordres aphidiphages (Coléoptère, Hyménoptère, et Diptère).

Dans l'ensemble, le puceron *P. nigronervosa* est l'espèce la plus abondante (35,3 %) dans la famille des *Aphididae* et l'espèce *Calvia 14-guttata* est la plus abondante des auxiliaires (10,1 %).

On remarque cependant la présence de *Macrosiphum euphorbiae* exclusivement sur la tomate. Il y a lieu de noter que *P. nigronervosa* a été signalé à la fois sur la tomate et sur le bananier.

La parcelle 3 constituée uniquement de tomate a beaucoup attiré les insectes auxiliaires suivis de la parcelle 1 constituée de tomate et bananier.

**Tableau 1: Liste des Aphidiphages et Aphididae identifiés dans le dispositif expérimental**

Nom espèce	Ordre/Famille	Parc. 1	Parc. 2	Parc. 3	Tot.	%
<i>Adalia 10-punctata</i>	Coléoptère/ <i>Coccinellidae</i>	12	10	20	42	9,63
<i>Aphidius ervi</i>	Hyménoptère/ <i>Aphidiidae</i>	8	0	14	22	5,04
<i>Calvia 14-guttata</i>	Coléoptère/ <i>Coccinellidae</i>	18	10	16	44	10,1
<i>Coccinela 7-punctata</i>	Coléoptère/ <i>Coccinellidae</i>	10	10	16	36	8,27
<i>Episyrphus baltaetus</i>	Diptère/ <i>Syphiridae</i>	8	8	12	28	6,42
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Homoptère/ <i>Aphididae</i>	58	0	52	110	25,2
<i>Pentalonia nigronervosa</i>	Homoptère/ <i>Aphididae</i>	26	106	22	154	35,3
<b>TOTAL</b>		<b>140</b>	<b>144</b>	<b>152</b>	<b>436</b>	<b>100</b>

Légende: Parc: Parcelle.

Parcelle 1: Bananier + Tomate; Parcelle 2: Bananier; Parcelle 3: Tomate.

La parcelle 2 constituée uniquement de bananier a beaucoup plus attiré le puceron *Pentalonia nigronervosa*, à l'exception du puceron *Macrosiphum euphorbiae* et l'Hyménoptère *Aphidius ervi* qui n'ont pas été capturés dans cette parcelle. On comprend que le niveau d'attraction des insectes est différentiel par rapport aux plantes hôtes en présence.

### Évolution des Aphidiphages et *Aphididae* par rapport aux parcelles

L'analyse des relations push-pull dans des unités expérimentales par rapport aux différentes parcelles mises en place est visualisée dans la figure 2.

La figure 2 montre que la parcelle 3 constituée uniquement de tomate a beaucoup attiré les insectes auxiliaires (45,3 %) suivis de la parcelle 1 constituée de tomate+bananier (32,5 %) et en dernière position la parcelle constituée uniquement de bananier (22,1 %).

Par contre, la parcelle 2 constituée uniquement de bananier a beaucoup plus attiré le puceron *Pentalonia nigronervosa* (40,1 %). La parcelle 1 n'a pas beaucoup attiré le puceron noir du bananier (31,8 %).

Ceci prouve l'efficacité de la tomate dans les relations

push-pull suite au nectar produit par ses fleurs, des trichomes sur les écorces ainsi que la qualité des composés organiques volatils qu'elle émet dans la nature.

L'Indice de Shannon a été de 0,24, 0,55 et 0,19 respectivement pour la première parcelle, la seconde parcelle et la troisième parcelle.

Ces résultats prouvent qu'il y a eu une forte diversité d'insectes dans la parcelle 3 qui n'était constituée que de tomates, suivie de la parcelle 1 constituée de bananiers et tomates. Enfin, la parcelle 2 a été la moins diversifiée par rapport aux autres parcelles mises en évidence.

En plus, l'Indice de Jaccard a été de 0,29, 0,33 et 0,29 respectivement pour les parcelles 1 et 2, parcelles 1 et 3 et enfin pour les parcelles 2 et 3. Ceci prouve que les trois parcelles ne sont pas semblables.

Par contre, la distance de Jaccard calculée a été de 0,71, 0,67 et 0,71 respectivement pour les parcelles 1 et 2, parcelles 1 et 3 et enfin pour les parcelles 2 et 3. Ceci prouve l'existence de dissimilarité entre les différentes parcelles observées et par ricochet une forte dissemblance entre toutes ces parcelles expérimentales en termes de nombre d'espèces d'insectes observées.

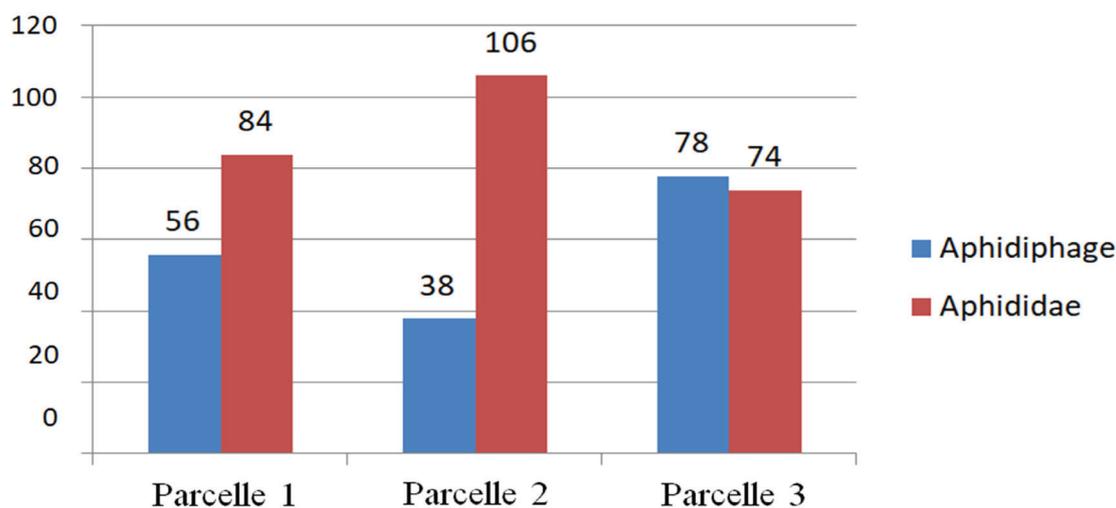


Figure 2: Évolution des Aphidiphages et *Aphididae* par rapport aux parcelles

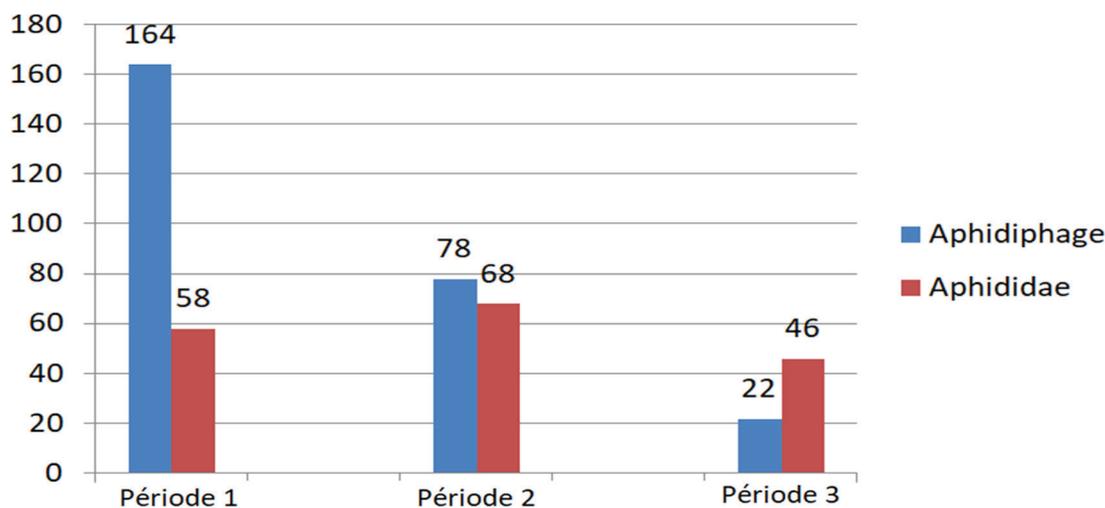


Figure 2: Évolution des Aphidiphages et *Aphididae* par rapport aux parcelles

## Évolution des Aphidiphages et *Aphididae* par rapport au temps

L'analyse des relations push-pull dans des unités expérimentales par rapport au temps est visualisée par la figure 3.

La figure 3 montre que l'évolution des *Aphididae* et Aphidiphages n'a pas été la même pendant toutes les périodes expérimentales, à savoir période 1 (Août, septembre et Octobre), période 2 (Novembre, Décembre et Janvier), période 3 (Février, Mars, Avril), c.-à-d. du 01 juillet 2013 au 30 avril 2014.

Il ressort que la première période a connu une faible présence des insectes aphidiphages dans les unités expérimentales.

De cette période, les pucerons ont évolué en termes d'abondance par rapport aux auxiliaires. Ceci pourrait expliquer l'incapacité adaptative de ces auxiliaires suite à l'immobilisme, la faible quantité des COVs émis et la présence des pluies qui a permis le développement des *Aphididae* en champs et la réduction de la mobilité des aphidiphages.

Par contre, la moyenne de la deuxième période a donné la situation contraire en termes d'abondance des pucerons et des auxiliaires où il n'y a pas eu des différences significatives.

La moyenne de la troisième période prouve la capacité adaptative des auxiliaires de la région face aux pucerons.

Ceci pourrait s'expliquer par la qualité et la quantité des composés volatils émis dans la nature par ces insectes, ainsi que la qualité et la quantité du nectar produit par les plantes (tomates) en champs. Le puceron se nourrit exclusivement de la sève produite par la plante hôte.

La stratégie push-pull a pour but de limiter l'utilisation des insecticides et/ou des insectes exotiques et d'accroître la biodiversité végétale par la modification du paysage agricole. Cette modification a été faite par l'implantation des cultures intercalaires ou marginales afin de réduire le développement des ravageurs, notamment celui de *Pentalonia nigronervosa* Coquerel en culture de bananier et ce, de façon durable.

Les stimuli délivrés par des plantes intercalaires ou marginales viennent certainement modifier le comportement des insectes et des végétaux dans les champs paysans.

La stratégie push-pull a permis de détourner les insectes ravageurs de bananier que nous cherchons à protéger vers la culture de la tomate sacrifiée et surtout aussi l'attraction des auxiliaires par celle-ci.

On a constaté dans la stratégie push-pull que, les trichomes (défenses physiques) chez *Solanum sisymbriifolium* augmentent la mortalité des larves de *Gratiana spadicea* (Medeiros et Moreira, 2005). De même, les défenses chimiques rencontrées chez certaines espèces de plantes comme les alcaloïdes ou les glycosides peuvent réduire les performances des phytophages *Manduca sexta* et *Trichoplusiani* (Lampert et Bowers, 2010; Barbosa *et al.*, 1991).

Les interactions entre l'insecte et la plante sont spécifiques et parfois multiples (Godfray, 1994a; Jervis et Kidd, 1996). Par contre, la sélection de l'hôte a fait l'objet de nombreuses études (Godfray, 1994b; Vinson *et al.*, 1998).

C'est ainsi que les défenses des plantes peuvent également attirer les ennemis naturels en émettant des composés volatiles.

Les ennemis naturels sont capables de reconnaître de manière spécifique les composés émis par les plantes attaquées par leurs phytophages hôtes (Agbogba et Powell, 2007). Ainsi, l'effet « Bottom Up » des plantes sur les ennemis naturels peut indirectement réduire l'effet « Top Down », ou au contraire le renforcer par attraction des ennemis naturels.

L'effet « Top Down » a longtemps été supposé plus important que l'effet « Bottom Up » (Berryman, 2002), la croissance des populations phytophages étant supposée limitée par l'action des prédateurs « Top Down ») et non par la disponibilité de la ressource en plantes « Bottom up » qui apparaît virtuellement illimitée (Hairston *et al.*, 1960). Néanmoins, de plus en plus d'études montrent que les populations de phytophages pourraient être fortement dépendantes des plantes hôtes et que ces effets « Bottom Up » influenceraient à la fois les phytophages et les ennemis naturels.

La recherche des mécanismes dans la reconnaissance de la proie ou de l'insecte hôte par le prédateur ou par le parasitoïde a vu le jour sur l'ontogénèse des comportements (Thorpe, 1956).

En plus nous avons utilisé la culture de bananier plantain bordée des plantes marginales cultivées soit à la volée, soit en lignes sur des parcelles expérimentales, tout en reconnaissant qu'il existe plusieurs méthodes de culture, notamment la méthode couvre-sol, les plates-bandes de fleurs, des boisés en bordure des vergers, l'agroforesterie, la polyculture (Paoletti, 1999) susceptibles d'attirer ou de repousser les insectes.

La présence des prédateurs et de parasitoïdes observée en champ expérimental a contribué dans la dynamique de population de puceron *Pentalonia nigronervosa*. Cette idée est confirmée par Hassell (1978), qui dit que la mise au point de l'utilisation d'insectes prédateurs en lutte biologique contribue à la dynamique des interactions proies-prédateurs (Müller et Brodeur, 2002; Symondson *et al.*, 2002).

## CONCLUSION

L'étude a montré que l'environnement proche d'une plante peut également influencer le choix d'une plante hôte par des phytophages.

La colonisation d'une plante cible par des phytophages spécialistes et généralistes pourrait être influencée par la présence de plantes voisines attractives ou répulsives.

Des études ont montré que les plantes voisines, par l'intermédiaire de leurs composés chimiques toxiques ou de leurs caractéristiques physiques pouvaient repousser ou attirer des phytophages généralistes.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Agbogba B.C., Powell W. (2007). Effect of the presence of a nonhost herbivore on the response of the aphid parasitoid *Diaeretiella rapae* to host-infested cabbage plants. *Journal of Chemical Ecology*, 33: 2229-2235.

- Bagge L.R., Gurr G.M. (1998). The influence of food on *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae), and the use of flowering plants as a habitat management tool to enhance biological control of potato moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Biological control*, 11: 9-17.
- Barbosa P., Gross P., Kemper J. (1991). Influence of plant allelochemicals on the tobacco hornworm and its parasitoid, *Cotesia congregata*. *Ecology*, 72:1567-1575.
- Berryman A. (2002). Population cycles: the case for trophic interactions. Oxford, UK: Oxford university press. *Chemical Ecology*, 33: 2229-2235.
- Chirney M. (2005). Insectes de France et d'Europe occidentale. Ed. Flammarion. France. 320 p.
- Eilenberg J., Hajek A., Lomer C. (2001). Suggestions for unifying the terminology in biological control. *Bio Control*, 463: 87-400.
- Godfray H.C.J. (1994). Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 473 p.
- Gray B. (2003). Economic tropical forest entomology. *Ann. Rev. Ent.*, 17: 313-354.
- Gurr G.M., Wratten S.D., Altieri M.A. (2004). Ecological engineering for pest management: Advances in habitat manipulation for arthropods. Australia: CSIRO Publishing.
- Hairston N.G., Smith F.E., Slobodkin L.K. (1960). Community structure, population control and competition. *Amer. Nat.*, 54: 412- 425.
- Halaji J., Cady A.B., Uet G.w. (2000). Modular habitat refugia enhance generalist predators and lower plant damage in soybeans. *Environmental Entomology*, 29: 383-393.
- Hance T., Haubruge E. (2009). Clés de détermination des ordres et familles d'insectes. Unité d'entomologie-Belgique.
- Hance T. (2001). Insectes: partenaires efficaces contre ravageurs gourmands. Un nouveau défi en agriculture. *Probio-Revue*.
- Hassel, M.P. (1978). The Dynamics of Athropoda predator-prey systems. Princeton university press, Preceton, New Jersey.
- Hickam J.M., Wratten, S.D. (1996). Use of *Phaceilla tanacetifolia* strips to enhance biological control of aphids by hover flies in cereal fields. *Journal Econ. Entomol.*, 89: 832-840.
- Jaccard P., (1901). Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura « Bulletin Société » Vandoise des sciences naturelles 37: 547-579.
- Jaccard P. (1908). Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bull.Soc.Vand.Sci. Nat.*, 44 :223-270.
- Jervis M.A., Kidd N.A.C. (1996). Insect Natural Enemies: Practical Approaches to Their Study & Evaluation. Chapman & Hall. 491p.
- Kareiva P. (1990): Population dynamics in spatially complex environments: theory and data. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B* 330: 175-190.
- Lampert E.C., Bowers M.D. (2010). Host plant species affects the quality of the generalist *Trichoplusia ni* as a host for the polyembryonic parasitoid *Copidosoma floridanum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 134: 287-295.
- Medeiros L., Moreira G.R.P. (2005). Larval feeding behavior of *Gratiana spadicea* (Klug) (Coleoptera: chrysomelidae: cassidinae) on its host plant, *Solanum sisymbriifolium* Lamarck (Solanaceae): Interaction with trichomes. *Coleopterists Bulletin*, 59: 339-350.
- Müller C.B., Brodeur J. (2002). Intraguild predation in biological control and conservation biology. *Biological Control*, 25: 216-223.
- Odum H.T. (1962). "Man in the ecosystem". In Proceedings Lockwood Conference on the Suburban Forest and Ecology, Bulletin of the Connecticut Agricultural Station 652, Storrs CT Pp. 57-75.
- Paoletti M.G. (1999). Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 74:1-18.
- Real R., Vargas J.M., Guerro J.C. (1992). Analisis biogeografico the clasificacion de areas y de especies. In: objetivos y metodos biogeograficos aplicaciones en Herpetologia. Monogr. Herpetol, 2:73-84 (J.M.Vagas, R.Real & A.Antunez, Eds.). Asociacion Herpetologica Espanola, Valencia.
- Samantha M.C., Zeyaur R.C., John A., Pickett J.A. (2007). The use of Push-Pull Strategies in Integrated Pest Management. *Annual Review of Entomology*, 52: 375-400. Rothamsted Research, Harpenden, Hertfordshire, AL5 2JQ, United Kingdom.
- Shannon C.E., Weaver W. (1963). The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press.
- Shannon C.E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal* 27: 379-423, 623-656.
- Symondson W.O.C., Sunderland K.D., Greenstone M.H. (2002). Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Ann. Rev. Entomol.*, 47: 561-594.
- Thorpe W.H. (1956). Learning and instinct in animals. Harvard University Press, Pp1956 -493.
- Vinson J.A., Hao Y., Su X., Zubik L. (1998). Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. *J. Agric. Food Chem.*, 46: 3630- 3634.