

Évaluation de la diversité des *Aphididae* et leurs ennemis naturels en culture de bananier à proximité de plantes de bordure

M. LOFINDA LIFAKE¹, G. MONDE TE KAZANBGA², T. HANCE³

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

Résumé

Une évaluation des populations de pucerons et de leurs ennemis naturels sous culture de bananier plantain bordée de plants de tomate et de piment a été réalisée de mars à octobre 2012 dans la région de Bengamisa, en RD Congo. Des différences significatives sur la diversité et l'abondance des populations aphidiennes et aphidiphages ont été observées entre les espèces végétales hôtes expérimentées à $P < 0,05$. Les familles principales (*Aphididae*, *Aphidiidae* et *Coccinellidae*) ont été identifiées; dont la famille des *Coccinellidae* a été la plus importante en termes d'espèces prédatrices regroupant 9 espèces aphidiphages, soit 23 %. De cette étude, la tomate attire les populations de pucerons et d'insectes aphidiphages les plus diversifiés (3 espèces de pucerons et 9 espèces d'insectes auxiliaires). Le bananier (1 seule espèce de pucerons et 7 espèces d'insectes auxiliaires) et le piment (3 espèces de pucerons et 7 espèces d'insectes auxiliaires), en attirent moins. Ces résultats suggèrent une attraction spécifique entre auxiliaires et plantes due à la reconnaissance des molécules spécifiques émises par les plantes. La tendance à une distribution préférentielle d'insectes aux plantes hôtes s'est conservée pendant les deux saisons, ce qui traduit une inféodation différentielle d'espèces aux plantes et une spécialisation dans l'alimentation d'insectes

Mots-clés: Lutte biologique, *Aphididae*, plante marginale, insecte auxiliaire

Diversity assessment of *Aphididae* and their natural enemies in banana culture near border plants

Abstract

An assessment of aphid populations and their natural enemies in a banana field bordered by tomato and pepper plants was conducted from March to October 2012 in the region of Bengamisa, DR Congo. Significant differences in the diversity and the abundance of aphids and aphidophagous populations have been observed between the host plants tested at $P < 0.05$. Three main families (*Aphididae*, *Aphidiidae* and *Coccinellidae*) have been identified in which the *Coccinellidae* family was the most important in terms of predator species. Out of three host plants tested, tomato attracts the most diversified aphid and aphidophagous insect populations (3 *Aphididae* species and 9 aphidophagous species). Banana (1 *Aphididae* species and 7 aphidophagous species) and pepper (3 *Aphididae* species and 7 aphidophagous species) were less attractive. The results suggest a specific attraction between predators or parasitoids and plants due to the recognition of specific molecules emitted by plants. The tendency to a preferential distribution of insects in relation to host plants has been preserved in both seasons, indicating a differential species allegiance to plants and food specialization in insects.

Keywords: Biological control, *Aphididae*, marginal plant, auxiliary insect.

INTRODUCTION

Les écosystèmes sont des milieux complexes régis par de très nombreuses interactions entre espèces appartenant à des niveaux trophiques différents. Dans les écosystèmes agricoles, les interactions entre les plantes et les insectes phytophages reposent sur trois niveaux trophiques (Pascal *et al.*, 2009), à savoir: les plantes-hôtes avec des métabolites secondaires, notamment des terpènes (De Moraes *et al.*, 2001); les ravageurs avec des phéromones d'agrégation, sexuelles et d'alarmes (Stamps et Linit, 1998), et les insectes auxiliaires (parasitoïdes et prédateurs).

Le bananier plantain constitue une source alimentaire pour des millions de personnes dans le monde (Orellana *et al.*, 2002). Sa culture s'étend sur plus de 120 pays des régions tropicales et subtropicales à travers les cinq continents (Jen-

ny *et al.*, 2002). Sa mise en culture nécessite une grande protection contre les agents phytopathogènes et les ravageurs.

Les dégâts provoqués par les pucerons sont de plusieurs ordres. La succion de la sève affaiblit le végétal ; l'injection de salive toxique provoque des déformations des organes attaqués; l'alimentation peut s'accompagner d'une transmission de maladies virales (Wäckers, 2000). A titre exemplatif, les piqûres de pucerons favorisent la transmission de virus de sommet touffu (BBTV) chez le bananier (Malais et Ravensberg, 1993).

Les champs de cultures annuelles sont souvent entourés par des habitats semi-naturels occupés par des végétations pérennes ou annuelles (Greaves et Marshall, 1987) fournissant des refuges temporaires et des réservoirs permanents pour une grande diversité d'insectes notamment auxiliaires.

¹ Institut Supérieur d'Études Agronomiques de Bengamisa B.P 202 Kisangani, RD Congo. Correspondance: masterlofinda@gmail.com

² Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi, B.P 1235 Kisangani, RD Congo

³ Faculté des Sciences, Université Catholique de Louvain, Belgique

Les auxiliaires peuvent favoriser la réduction de la pression des ravageurs dans les agro-écosystèmes (Altieri, 1991; Stamps et Linit, 1998). Le rôle des plantes de bordure sur les insectes utiles a été étudié (Van Emden, 1965; Kemp et Barrett, 1989). Une grande diversité des plantes sauvages ou cultivées peut être utilisée pour favoriser les populations des parasitoïdes et de prédateurs des ravageurs dans le cadre des mesures agro-environnementales (Francis *et al.*, 2005). C'est dans cette optique que s'inscrit la présente étude.

L'objectif de l'étude est d'évaluer l'abondance et la diversité des populations de pucerons dans les champs de bananier en relation avec la présence des plantes cultivées telles que les parcelles de tomate (*Lycopersicon esculentus*) et de piment (*Capsicum frutescens*) implantées en bordure des champs.

MATÉRIELS & MÉTHODES

Dans le cadre de cette étude, les matériels biologiques utilisés ont été le bananier plantain, la tomate (variété locale) et le piment. Par contre, les matériels non biologiques utilisés étaient constitués d'un décimètre, une machette, une bêche, une houe, des bocaux en plastique, un filet à papillons, des pièges, de l'alcool éthylique à 75 % et de l'acétone.

Dispositif expérimental

L'essai s'est déroulé de février à octobre 2012 à Bengamisa dans la Province orientale en RD Congo. Les coordonnées géographiques du milieu d'étude sont les suivantes: 0°56' et 0°94' latitude Nord, et 25°12' longitude Est, son altitude s'élève à 438 m.

Deux parcelles de bananier plantain (*Musa sapientum*) ont été installées en relation avec deux espèces de plantes de bordure (Figure 1).

La surface occupée par la culture de bananier était de 128 m² par parcelle. Par contre, celle occupée par la plante de bordure par parcelle était de 112 m². La surface totale de la parcelle était de 240 m². Une distance de 250 m a séparé les deux parcelles expérimentales. Les rejets de bananier ont été plantés en lignes simples aux écartements de 2 m x 2 m,

sur un sol meuble et riche en matière organique. Le nombre total de pieds de bananier mis en pleine culture était de 32 par parcelle et chaque pied avait en moyenne 3 à 4 feuilles avec une taille moyenne de 60 à 80 cm. Par contre, les 2 kg de semences (graines) ont été suffisantes pour produire la plante de bordure par parcelle. Le semis de ces graines a été à la volée (sans écartement approprié) sur une bordure de 2 m et cela sur chaque côté afin de constituer un écosystème semi-naturel comme l'exige les caractéristiques des plantes marginales.

Collecte et conservation des insectes

La récolte se faisait uniquement le matin sur les feuilles, tiges, fleurs, collets de trois plantes hôtes par la main ou par l'utilisation des pièges et filets à papillons.

Un relevé hebdomadaire a été effectué de mars à mai 2012, ce qui constitue un total de 12 relevés effectués pendant la saison A. Par contre, pour la saison B (période allant du mois d'août à octobre 2012), un relevé hebdomadaire a également été effectué. Au total 12 relevés effectués en saison B. Après la capture, les insectes ont été placés directement dans des bocaux en plastique contenant de l'alcool éthylique à 75 %. Par contre, pour les Lépidoptères, la conservation se faisait à sec, dans des petits sachets en polyéthylène.

Identification des insectes collectés et traitement des données

L'identification des insectes collectés a été faite au laboratoire grâce à l'utilisation de deux clés de détermination des principaux ordres et familles d'insectes. En plus, le catalogue d'insectes de Michael Chinery (Chinery, 2005) a été également utilisé pour cette fin. Les données de capture et de piégeages ont été analysées au moyen du logiciel Statistica version 10, par la comparaison des moyennes, écart-type, analyse de la variance et test de Student. Par contre, l'évaluation de la diversité a été rendue possible par l'utilisation de l'Indice de la diversité de Shannon (Shannon et Weaver, 1963); Shannon, 1948), l'utilisation de l'indice de Jaccard ainsi que la Distance de Jaccard.

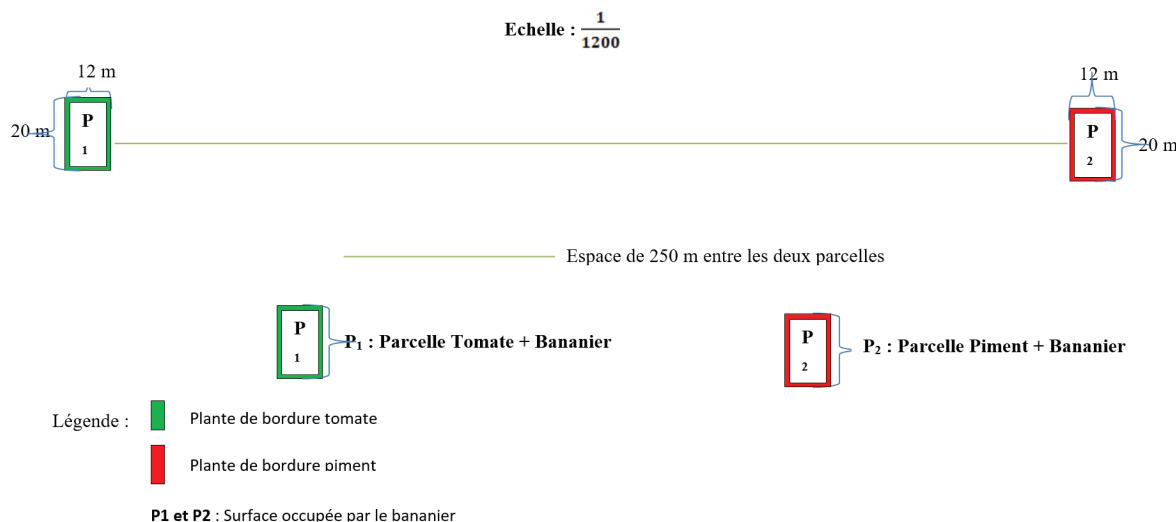


Figure 1: Dispositif expérimental

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Population entomologique identifiée

Notre étude a identifié 24 familles d'insectes dans 23 ordres et 39 espèces de pucerons et d'insectes auxiliaires (Tableau 1). Parmi ces 39 espèces identifiées, 12 sont des auxiliaires aphidiphages, soit 30,7 % de la population d'insectes identifiée. Toutes ces espèces auxiliaires sont susceptibles de jouer un rôle dans la protection des plantes contre les pucerons.

Les espèces de pucerons capturées

Les 5 espèces de pucerons ont été capturées et identifiées (Tableau 2) (*Pentalonia nigronervosa*; *Aphis gossypii*; *Rhodobium porosum*; *Myzus persicae*; *Macrosiphum*

euphorbiae); ces espèces appartiennent toutes à l'ordre de Homoptères, elles représentent 20,4 % du nombre total d'espèces identifiées. Le bananier a plus attiré les individus de pucerons avec 497 individus, soit 54,7 %.

Les Insectes auxiliaires capturés

Les insectes auxiliaires aphidiphages capturés et identifiés sont repartis en 3 grandes familles (Tableau 3). La plus importante est la famille des Coccinellidae regroupant 9 espèces aphidiphages, soit 23 % (*Hippodamia 13-punctata*; *Coccinella 7-punctata*; *Adalia 10-punctata*; *Calvia 14-guttata*; *Epilachna chrysolina*; *Anatis ocellata*; *Endomychus coccineus*; *Adalia bipunctata*; *Propylea 14-punctata*). La tomate a attiré plus d'insectes auxiliaires avec 241 individus, soit 38,6 % par rapport aux autres plantes hôtes.

Tableau 1: Diversité et abondance des insectes capturés sur les différentes plantes hôtes

Nom espèce	Famille	Tomate	Piment	Bananier	Total	%
<i>Adalia 10-punctata</i>	Coccinellidae (A, B)	75	81	38	194	4,36
<i>Adalia bipunctata</i>	Coccinellidae (B)	0	0	22	22	0,49
<i>Aleyrodes proletella</i>	Aleyrodidae (A, B)	112	16	20	148	3,33
<i>Anatis ocellata</i>	Coccinellidae (A, B)	14	0	0	14	0,31
<i>Ancyrosoma albolineatum</i>	Pentatomidae (A, B)	53	13	0	66	1,48
<i>Andrena sp</i>	Andrenidae (A, B)	57	33	22	112	2,52
<i>Anisolabis maritima</i>	Carcinophoridae (A)	12	0	0	12	0,27
<i>Aphidius colemani</i>	Aphidiidae (A, B)	8	12	0	20	0,45
<i>Aphidius ervi</i>	Aphidiidae (A, B)	6	8	2	16	0,36
<i>Aphis gossypii</i>	Aphididae (A, B)	227	0	0	227	5,10
<i>Calvia 14-guttata</i>	Coccinellidae (A)	12	8	20	40	0,90
<i>Clonopsis gallica</i>	Bacillidae (B)	0	47	0	47	1,06
<i>Coccinella 7-punctata</i>	Coccinellidae (A,B)	20	18	07	45	1,01
<i>Cosmopolites sordidus</i>	Curculionidae (A, B)	0	0	506	506	11,38
<i>Doclostaurus maroccanus</i>	Acrididae (A, B)	203	107	0	310	6,97
<i>Endomychus coccineus</i>	Coccinellidae (B)	0	6	0	6	0,13
<i>Epilachna chrysolina</i>	Coccinellidae (A, B)	26	0	0	26	0,58
<i>Geotrupes stercorarius</i>	Geotrupidae (A, B)	18	0	0	18	0,40
<i>Hippodamia 13-punctata</i>	Coccinellidae (A, B)	29	0	0	29	0,65
<i>Ichneumon suspiciosus</i>	Ichneumonidae (A, B)	12	18	0	30	0,67
<i>Ledra aurita</i>	Ledridae (B)	0	0	22	22	0,49
<i>Leptophyes punctatissima</i>	Tettigoniidae (B)	45	21	0	66	1,48
<i>Leucorrhinia dubia</i>	Libellulidae (A, B)	11	94	241	346	7,78
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Aphidiidae (B)	23	49	0	72	1,62
<i>Mantis religiosa</i>	Mantidae (A, B)	46	109	0	155	3,49
<i>Myrmica laevinodis</i>	Myrmicinae (A, B)	23	33	0	56	1,26
<i>Myzus persicae</i>	Aphididae (B)	28	62	0	90	2,02
<i>Ophyra leucostoma</i>	Muscidae (A, B)	51	50	30	131	2,95
<i>Panorpa communis</i>	Panorpidae (A, B)	32	37	0	69	1,55
<i>Paracinema tricolor bisignata</i>	Acrididae (A,B)	26	44	0	70	1,58
<i>Pentalonia nigronervosa</i>	Aphididae (A, B)	0	0	497	497	11,18
<i>Planococcus citri</i>	Coccidae (A, B)	100	32	0	132	2,98
<i>Platycnemis pennipes</i>	Platycnemidae (A, B)	28	96	29	153	3,44
<i>Platycnemis pennipes</i>	Platycnemidae (B)	20	132	0	152	3,42
<i>Praon volucre</i>	Aphidiidae (A, B)	35	17	9	61	1,38
<i>Propylea 14-punctata</i>	Coccinellidae (B)	4	12	7	23	0,52
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	Coenagrionidae (A, B)	88	140	8	236	5,31
<i>Rhodobium porosum</i>	Aphididae (A, B)	0	0	23	23	0,53
<i>Zeythia rumina</i>	Papilionidae (A, B)	174	26	4	204	4,60
TOTAL		1618	1321	1507	4446	100

(A, B): Saison A et B; (A): Saison A; (B): Saison B

En plus, il ressort que la pullulation des insectes auxiliaires a été constatée en B par rapport à la saison A. Les 315 aphidiphages ont été capturés et identifiés en saison B, soit 50,4 %. Par contre, chez les plantes hôtes, la tomate a attiré plus d'insectes aphidiphages en saison A (56 %) et en saison B (44 %) par rapport aux autres plantes hôtes.

Coexistence et fluctuation des populations proies-prédateurs

Les moyennes des captures obtenues à partir de la coexistence de la population d'auxiliaire et celle des pucerons inféodés aux trois cultures mises en expérience par rapport au temps ont été analysées statistiquement (Figure 2).

La coexistence entre la population des *Aphididae* et leurs ennemis naturels a été observée. Globalement, sur 4446

insectes qui ont été capturés, 909 individus ont été des pucerons (*Aphididae*), soit 20,4 % de la population totale et 625 individus auxiliaires aphidiphages (*Coccinellidae* et *Aphidiidae*), soit 14,1 %. Par contre, 2912 ont été des insectes qui n'ont pas directement intéressés notre étude, soit 65,5 %.

Dans cette cohabitation, 909 pucerons (*Aphididae*) et 625 ennemis naturels de pucerons de famille des *Coccinellidae* et des *Aphidiidae* ont été capturés. On peut remarquer un maintien des pucerons à niveau bas en saison A. Par contre, en saison B, le niveau du maintien de pucerons n'a pas été révélé bas.

En plus, les résultats obtenus de cette coexistence montrent une croissance linéaire de la population de pucerons en saison B (d'août à octobre) et ce, en présence de deux familles

Tableau 2: Diversité et abondance des pucerons capturés sur les différentes plantes hôtes en saison A et B. Les chiffres () donnent les valeurs enregistrées en saison B

Espèces des pucerons	Tomate	Piment	Banancier	Total	%
<i>Aphis gossypii</i>	71 (156)	0 (0)	0 (0)	71 (156)	7,81 (17,16)
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	0 (23)	0 (49)	0 (0)	0 (72)	0 (7,92)
<i>Myzus persicae</i>	0 (28)	0 (62)	0 (0)	0 (90)	0 (9,90)
<i>Pentalonia nigronervosa</i>	0 (0)	0 (0)	94 (403)	94 (403)	10,34 (44,33)
<i>Rhodobium porosum</i>	0 (0)	0 (23)	0 (0)	0 (23)	0 (2,53)
Total	278	134	497	909	100

Tableau 3: Diversité et abondance des insectes auxiliaires capturés sur les différentes plantes hôtes en saison A et B. Les chiffres () donnent les valeurs enregistrées en saison B

Espèces des auxiliaires	Tomate	Piment	Banancier	Total	%
<i>Adalia 10-punctata</i>	36 (39)	10 (71)	9 (29)	55 (139)	8,8 (22,24)
<i>Adalia bipunctata</i>	0 (0)	0 (0)	0 (22)	0 (22)	0 (3,52)
<i>Anatis ocellata</i>	6 (8)	0 (0)	0 (0)	6 (8)	0,96 (1,28)
<i>Aphidius colemani</i>	2 (6)	5 (7)	0 (0)	7 (13)	1,12 (2,08)
<i>Aphidius ervi</i>	0 (6)	0 (8)	0 (2)	0 (16)	0 (2,56)
<i>Calvia 14-guttata</i>	45 (0)	46 (0)	73 (0)	164 (0)	26,24 (0)
<i>Coccinella 7-punctata</i>	7 (13)	2 (4)	7 (12)	16 (29)	2,56 (4,64)
<i>Endomychus coccineus</i>	0 (0)	0 (6)	0 (0)	0 (6)	0 (0,96)
<i>Epilachna chrysomelina</i>	10 (6)	0 (0)	0 (0)	10 (6)	1,6 (0,96)
<i>Hippodamia 13-punctata</i>	17 (12)	0 (0)	0 (0)	17 (12)	2,72 (1,92)
<i>Praon volucre</i>	12 (12)	15 (19)	8 (10)	35 (41)	5,6 (6,56)
<i>Propylea 14-punctata</i>	0 (4)	0 (12)	0 (7)	0 (23)	0 (3,68)
TOTAL	241	205	179	625	100

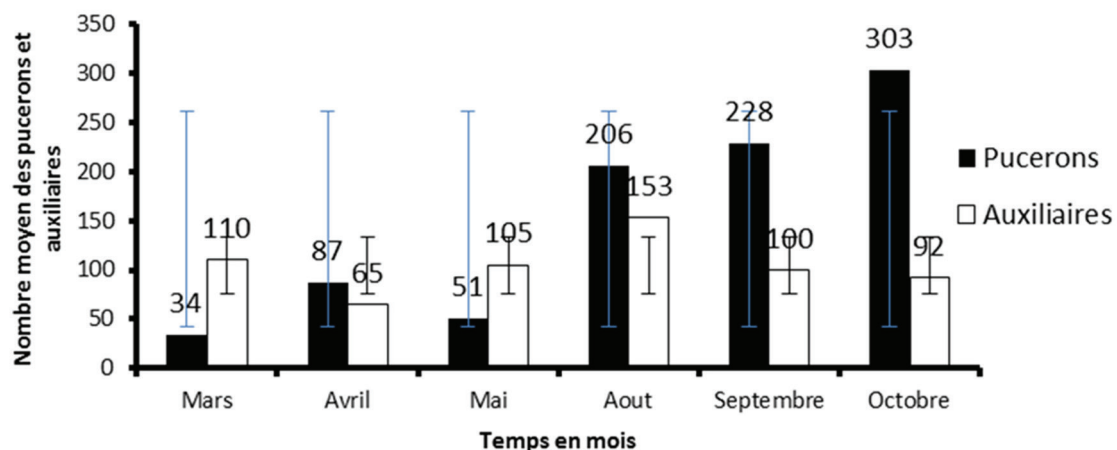


Figure 2: Coexistence et fluctuation des populations des pucerons et des auxiliaires aphidiphages sur les trois plantes expérimentées à Bengamisa par rapport au temps

d'auxiliaires. Cette situation peut s'expliquer soit par l'effet de bascule ou de satiété des prédateurs dû par une forte population des *Aphididae* dans les parcelles expérimentales ou soit par l'abondance des pluies pendant cette période.

L'Indice de diversité de Shannon a été de petite valeur en saison B, (0,28 ou 28 %) d'où une forte diversité en saison B par rapport à la saison A et l'Indice de Jaccard a été de faible valeur, d'où l'inexistence de ressemblance pendant les deux saisons de l'expérience (0,3352), par ricochet, la Distance de Jaccard était plus grande de 68,5 %.

L'affirmation selon laquelle les prédateurs ne limiteraient pas la taille des populations (Jenny *et al.*, 2002) de proies n'est cependant pas généralisable. Dans notre étude, la coexistence proie-prédateur a montré amplement du fait que les auxiliaires ont maintenu les pucerons à un niveau bas dans nos unités expérimentales en saison A.

L'originalité de cette étude a été de prouver le rôle joué par les plantes marginales dans la lutte biologique en grande culture de bananier dans la région de Bengamisa. Les études récentes faites par (Colignon, 2001) pour évaluer l'abondance et la diversité des insectes dans les agro-écosystèmes ont prouvé le rôle majeur joué par des plantes marginales en drainant un nombre important des auxiliaires utiles dans la lutte biologique.

Cependant, le phénomène d'accélération du taux de consommation aux basses et moyennes densités qui caractérisent la réponse fonctionnelle de type III (Holling, 1973) résulterait d'une modification de comportement du prédateur; ce dernier étant sensibilisé par l'accroissement de densité d'une espèce proie.

Les résultats obtenus confirment cette observation en montrant une coexistence des *Aphididae* ravageurs de cultures et des auxiliaires sur trois plantes hôtes testées en champs expérimentaux dans la région de Bengamisa.

Les résultats de notre étude ont montré également les effets de bascules pendant la coexistence entre pucerons et auxiliaires occasionnés par les variations du taux de préférence d'un prédateur ou parasitoïde suite aux variations de l'occurrence de cette proie par rapport à une autre.

Cet effet de bascule « switching » a également été observé par (Barbault, 2008) chez la Notonecte en présence de larves d'Ephémères et d'Aselles.

On note que la mobilité des insectes est aussi souvent fonction de l'espèce entomologique. De plus, elle peut varier sous l'influence de motivations internes (physiologiques ou éthologiques) et/ou de motivations externes (pluie, soleil).

L'affirmation selon laquelle les prédateurs ne limiteraient pas la taille des populations (Hairston *et al.*, 1960) de proies n'est cependant pas généralisable. Dans notre étude, la coexistence proies-prédateurs a montré amplement le fait que les auxiliaires avaient contrôlé efficacement les pucerons dans nos unités expérimentales en saison A. Donc, il existe des populations d'insectes qui peuvent être limitées dans le temps par la présence des prédateurs.

L'efficacité de l'impact des auxiliaires est réelle sur les colonies de pucerons en pleine croissance en champs tel que l'affirme (Rabasse *et al.*, 2001).

Il a été observé dans la présente étude une forte diminution de la population de pucerons sous culture de bananier en saison A.

Ce comportement a freiné même la reproduction des pucerons, suite à la présence des parasitoïdes et prédateurs qui se sont retrouvés dans ces agrosystèmes.

CONCLUSION

Des expériences en champs ont permis de tester directement cette hypothèse et les analyses statistiques des données révèlent l'existence d'un effet significatif sur l'augmentation de l'activité des insectes auxiliaires chez les différentes espèces marginales, de ce fait, notre hypothèse a été vérifiée. Du point de vue de diversité, nous avons déterminé 23 ordres, 24 familles et 39 espèces d'insectes dont 12 espèces auxiliaires aphidiphages avec deux ordres principaux (Coléoptères et Hyménoptères) et deux familles principales (*Coccinellidae* et *Aphididae*) ont été identifiés avec respectivement 9 et 3 espèces.

Un seul ordre comprenant les pucerons (Homoptère) a été mis en évidence, cet ordre comprenant une seule famille d'*Aphididae* a présenté 5 espèces de pucerons où *Pentalonia nigronervosa* a été la plus abondante (54,7 %).

En termes d'abondance des auxiliaires, l'espèce *Adalia 10-punctata* a été la plus abondante dans la famille des *Coccinellidae* (31 %) et par contre, *Aphidius ervi* a été l'espèce la plus abondante de la famille des *Aphididae* (2,56 %). Une présence abondante de pucerons et de leurs ennemis naturels sous culture de bananier à proximité des plantes marginales témoigne d'une certaine coexistence dans un agro-écosystème complexifié.

L'Analyse de la variance montre que la population des Hyménoptères parasitoïdes et Coccinelles prédatrices n'a pas évolué de la même façon sur les plantes hôtes, donc $P < 0,05$, il y a lieu de conclure à l'efficacité de la tomate dans l'attraction des prédateurs et/ou parasites utiles pour le contrôle de la population de pucerons. Ces observations renforcent l'hypothèse du rôle de complexification de l'environnement dans l'augmentation de l'activité des ennemis naturels en lutte biologique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Altieri M.A. (1991). Increasing biodiversity to improve insect pest management in agro-ecosystems. In: Hawksworth DL (ed) the biodiversity of microorganisms and invertebrates: its role in sustainable agriculture. CAB International, Wallingford, P. 165-182.
- Barbault R. (2008). Écologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère. 6^{ème} édition. Dunod, Paris. Pp. 308-310.
- Chinery M. (2005). Insectes de France et d'Europe occidentale, 2^{ème} Edition, ISBN: 978-2-0820-1375-8.
- Colignon P., Hastir P., Gaspar C., Francis, F. (2001). Effet de l'environnement proche sur la biodiversité entomologique en cultures maraîchères de plein champ. *Parasitica*, 56: 59-70.
- De Moraes C.M., Mescher M.C., Tumlinson J.H. (2001). Caterpillar-induced nocturnal plant volatiles repel conspecific females. *Nature*, 410: 577-580.

- Francis F., Geoffrey F., Haubruge E. (2005). Effet des tournières enherbées sur les populations de syrphes en grandes cultures. *Notes fauniques de Gembloux* 56: 7-10.
- Greaves M.P., Marshall E.J.P. (1987). Field margins: definitions and statistics. In: Way, J.M., Greig-smith, P.J. (Eds.), *Field Margins*. Monograph N.35. British Crop Protection Council, Thornton Heath, Surrey, P.3-10.
- Hairston N.G., Smith F.E., Slobodkin, L.K., (1960). Community structure, population control and competition. *Amer. Nat.*, 54: 412- 425.
- Holling, C.S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 4: 1-23.
- Jenny C., Carreel F., Tomekpe K., Perrier X., Tézenas du Montcel H. (2002). Banana in: Hannon et al: Genetic diversity of tropical plants; *Sciences Publishers inc*, 2002.
- Kemp J.C., Barrett G.W. (1989). Spatial patterning: impact of uncultivated corridors on arthropod populations within soybean agro-ecosystems. *Ecology*, 70: 114-28.
- Malais M., Ravensberg W.J. (1993). Connaître et reconnaître. Mode de vie des ravageurs de serres et de leurs ennemis naturels. Koppert BV, P 109.
- Orellana P.P., Bermudez C.I., Garcia R.L., Veitia N. (2002). Évaluation des caractéristiques agronomiques d'hybrides de bananiers plantain (*Musa spp.*). *Infomusa*, 11: 34-35.
- Pascal L., Quentin C., Eric H. (2009). L'impact du miellat de puceron au niveau des relations tritrophiques entre les plantes-hôtes, les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 13: 325-334.
- Rabasse J.M., Trouve C., Geria A., Quignou A. (2001). Aphid pests of strawberry crops and their parasitoids in France. *Meded Rijksuniv Gent Fak Landbouwkd Toegep Biol Wet.* 66: 293-301.
- 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.
- Stamps W.T., Linit M.J. (1998). Plant diversity and arthropod communities: implications for temperate agroforestry. *Agroforestry systems*, 39: 73-89.
- Symondson W.O.C., Sunderland K.D, Greenstone M.H. (2002). Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Ann. Rev. Entomol.*, 47: 561-594.
- Van Emden H.F. (1965). The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. *Horticultural Science*, 17: 121-136.
- Wäckers F.L. (2000). Do oligosaccharides reduce the suitability of honeydew for predators and parasitoids? A further facet to the function of insect-synthesized honeydew sugars. *Oikos*, 90: 197-201.