



Available online at <http://www.ifg-dg.org>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 10(2): 497-505, April 2016

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

International Journal
of Biological and
Chemical Sciences

Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Efficacité de l'huile de neem (*Azadirachta indica*) et de *Bacillus thuringiensis* (Biobit 2X) sur la dynamique de la population de *Bemisia tabaci* (Gennadius 1889) et *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) dans une plantation de tomate au Niger

Zakari ABDOUL HABOU^{1*}, Mahamadou CHAIBOU IBRAHIM¹,
Hachimou ZABEIROU² et Toudou ADAM³

¹Institut National de Recherche Agronomique (INRAN) BP 429, Niamey, Niger.

²Centrale d'Approvisionnement en Intrants et Matériels Agricoles (CAIMA) BP 11364, Niamey, Niger.

³Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté d'Agronomie, BP 10960, Niamey, Niger.

*Auteur correspondant; E-mail : abdoulhabou_zakari@yahoo.fr; Tel: +227 90272420

RÉSUMÉ

Dans un champ école paysans à Dogaraoua, zone de production de tomate au Niger, lors d'une séance de réunion hebdomadaire, un facilitateur et son groupe de 25 producteurs apprenants décident de mettre en place un essai GIPP (Gestion Intégrée Protection Production) de la tomate sous la supervision d'un entomologiste. L'objectif de cet essai est d'évaluer l'efficacité de l'huile de neem et le biobit dans la lutte contre la mouche blanche *Bemisia tabaci* et la chenille mineuse de la tomate *Helicoverpa armigera*. Ainsi, des concentrations de 1g de poudre de biobit ont été mélangées à 200 ml d'eau et une concentration de 10% de l'huile de neem sont comparés à un insecticide de référence (le déci) dont la matière active est la deltaméthrine (25 g/l). Le dispositif expérimental est un bloc de Fischer à quatre répétitions. Une parcelle non traitée a servi de témoin dans chaque répétition. Dans chaque parcelle, deux pièges collants et un piège assiette à eau sont installés pour collecter les insectes. Les résultats obtenus montrent que l'huile de neem permet de contrôler *Bemisia tabaci* à 70% et le biobit réduit l'infestation de *Helicoverpa armigera* de 50% par rapport au témoin non traité. Les producteurs peuvent utiliser l'huile de neem pour contrôler la mouche blanche afin de réduire à 80% le cas d'attaque du TYLC et le biobit dans le contrôle de la noctuelle de la tomate.

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: Efficacité, huile de neem, biobit, *Bemisia tabaci*, *Helicoverpa armigera*, tomate.

Effectiveness of neem oil (*Azadirachta indica*) and *Bacillus thuringiensis* (Biobit 2X) on the population dynamics of *Bemisia tabaci* (Gennadius 1889) and *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) in a tomato plantation in Niger

ABSTRACT

This study was carried out within the framework of the project "Promotion of Small-scale Irrigation (PPI-Ruwanmu) in Niger" which aims at increasing in a durable way the productivity of irrigation systems by reinforcing the capacity of production through the establishment of the farmer fields schools in order to

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.
DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i2.4>

2614-IJBCS

increase outputs and the diversification of the production. Thus in Dogaraoua (Niger area of tomato production) at a weekly meeting, a facilitator and his group (25 learning producers) decided to set up a test of integrated Management of protection and production (GIPP) of tomato under the supervision of an entomologist. The objective of this test is to evaluate the efficacy neem seed oil and the biobit in the control of white fly *Bemisia tabaci* and fruit borer of tomato *Helicoverpa armigera*. The concentrations of 1 g of biobit powder are mixed with 200 ml of water and 10% of neem oil concentrations are compared with a reference insecticide deltamethrin (25 g/l). These two products are compared to deltaméthrine in a block of Fischer with four repetitions. An untreated plot was used as control in each repetition. In each plot, two sticky traps and a water plate trap, are installed to collect the insects. The results obtained show that the neem seed oil makes it possible to control *Bemisia tabaci* by 70% and the biobit reduces the infestation of *Helicoverpa armigera* by 50% compared to the control untreated. The producers can use the neem seed oil to control the white fly in order to reduce 80% of attack of the TYLC and the biobit in the control of *Helicoverpa armigera* of tomato.
© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Effectiveness, neem oil, biobit, *Bemisia tabaci*, *Helicoverpa armigera*, tomato.

INTRODUCTION

La tomate (*Solanum lycopersicum* (L.)), est le légume le plus consommé au monde (Philouze et Laterrot, 1992). Elle est riche en éléments minéraux et en vitamines A, C et E (Philouze et Laterrot, 1992) et en antioxydants phénoliques (Vinson et al., 1998). La consommation de ses fruits contribue à un régime alimentaire sain et équilibré pour l'homme (Willcox et al., 2003).

La tomate est la deuxième culture maraîchère au Niger avec une superficie emblavée de 9 722,68 ha (MDA, 2013). Elle est cultivée principalement dans les régions de : Tahoua (2 815,7 ha), Maradi (1927,7 ha), Niamey (1830,7 ha) et Zinder (1688,10 ha) (MDA, 2013). Cependant, cette culture souffre d'une pression parasitaire non négligeable dont les principaux ravageurs sont pour toutes les régions : la mouche blanche (*Bemisia tabaci* Genn.), vecteur de la sévère maladie de l'enroulement jaunissant des feuilles de la tomate ou *Tomato Yellow Leaf Curl* (TYLC) qui limite considérablement la production et la noctuelle de la tomate, *Helicoverpa armigera* (Hübner 1808), ravageur polyphage, qui infeste le cotonnier, le maïs, le sorgho, le gombo et les cultures maraîchères comme la tomate, le piment et le haricot vert. Ce ravageur à une grande mobilité, il peut se déplacer sur plusieurs

centaines de kilomètres (Feng et al., 2009) ou sur de courtes distances de l'ordre de quelques kilomètres (Lu et Baker, 2013).

En protection des cultures, l'utilisation des biopesticides se présente comme une alternative en Afrique. En effet, l'Afrique utilise moins de 10% de la production mondiale de pesticides mais totalise 75% des cas mortels dus aux pesticides (Bambara et Tiemtore, 2008).

Vu l'impact des pesticides sur la santé humaine, ainsi que sur l'environnement, l'agriculture biologique utilise les biopesticides qui sont des éléments organiques qui remplacent les pesticides de synthèse jugés dangereux pour la planète. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité de l'huile de neem et le biobit dans la lutte contre les principaux ravageurs de la culture de la tomate au Niger.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le choix s'est porté sur le site de Dogaraoua (13° 57' N ; 5° 35' E) dans la région de Tahoua où la tomate est la principale spéculation de culture de saison sèche. Le matériel végétal utilisé est la variété Tropimech cultivée dans la vallée de la Maggia à Dogaraoua.

Le dispositif expérimental utilisé est le bloc de Fischer à randomisation complète à 4

répétitions. Chaque parcelle élémentaire est constituée de trois billons de 5m de long. Les écartements utilisés sont de 0,5 cm entre les plants et 0,80 cm entre les billons. Chaque parcelle comprend en moyenne 30 plants en raison de 10 plants par billon. Les observations sur le rendement sont effectuées sur cinq plants du billon central afin d'éviter les effets de bordure.

Les Produits appliqués

Formulation à base de l'huile de neem

La formulation à base d'huile de neem est composée de 50% d'huile, 30% d'éthanol à 96% et de 20% de gomme arabique (diluée à 10%). L'éthanol a un rôle stabilisateur tandis que la gomme arabique est un adjuvant pour fixer les molécules actives sur les feuilles de la plante. A partir de cette solution standard une solution de 10% est préparée. Chaque plant de tomate a reçu 40 ml de cette solution.

Le biobit 2 X

C'est une poudre à base *Bacillus thuringiensis* : 1g de poudre est mélangé à 200 ml d'eau pour une parcelle élémentaire de trois lignes. Trois traitements ont été effectués aux 45, 60 et 75 jours après le repiquage.

Le décis

La matière active est la deltaméthrine (famille des pyréthrinoides) dosée à 25 g/l.

Collecte des insectes

La collecte des insectes a commencé vers mi-décembre, période où les plants de la tomate ont commencé à fleurir. Deux types de pièges ont été installés dans chaque parcelle.

Pièges jaunes assiettes

Ces pièges étaient placés dès la levée de la culture au milieu de chaque parcelle. Les assiettes étaient relevées à 15 cm au dessus des plantes au fur et à mesure du développement des plants. Dans chaque parcelle, un piège assiette a été installé sur la ligne centrale.

Pièges collants

Ils sont très pratiques lors de la détection et du contrôle des insectes volants. Dans chaque parcelle, deux pièges collants séparés par trois plants de tomate sont installés.

Les observations entomologiques étaient hebdomadaires et se passaient sur les cinq plants de la ligne centrale. Le dénombrement de tous les insectes collés sur les pièges jaunes ou collectés dans les assiettes à eau est effectué sur place. Ensuite, ils sont mis dans des flacons d'alcool éthanol à 70° pour leurs identifications au laboratoire. Les insectes collectés ont été identifiés au laboratoire au moyen des clés d'identification de Delvare et Aberlenc (1989), Mike et al. (2004), Launois et Launois-Luong (1989), Launois-Luong et Lecoq (1989) et Zahradnik (1984).

Analyse des données

Les données sont soumises à une analyse de variance (ANOVA), avec le logiciel Minitab 16.0. La séparation des moyennes a été effectuée par le test de Turkey au seuil $\alpha = 5\%$.

RÉSULTATS

L'analyse de variance montre qu'il y a une différence significative entre les produits appliqués par rapport à l'infestation de *H. armigera* sur les fruits ($P \leq 0,05$). Le nombre moyen d'adultes de *H. armigera* collectés par les pièges par semaine est 56 ± 23 pour les parcelles témoin alors qu'il a été dénombré 28 ± 7 , 37 ± 14 et 17 ± 2 individus pour les parcelles traitées avec le décis, l'huile de neem et le Biobit respectivement. Le nombre de larve de *H. armigera* dénombré dans les fruits de tomate infestés est en moyenne 33 ± 16 individus pour les parcelles non traitées et 8 ± 6 , 23 ± 4 , 9 ± 1 individus pour les parcelles traitées avec le décis l'huile de neem et le biobit 2X respectivement (Tableau 1).

Une différence hautement significative est observée par rapport au nombre d'adultes de *B. tabaci* collectés dans les parcelles. La probabilité obtenue est inférieure à 5% ($P \leq 0,01$). Le nombre d'individus moyen récolté par semaine est de 72 ± 19 dans les parcelles témoins et 19 ± 7 , 22 ± 11 , 33 ± 16 individus dans les parcelles traitées avec le décisis, l'huile de neem et le biobit respectivement.

Le nombre des plants attaqués par le TYLC est en moyenne 11 ± 3 dans les parcelles témoins alors qu'il a été dénombré en moyenne 4 ± 2 ; 7 ± 2 ; 8 ± 1 plants attaqués par la virose dans les parcelles traitées avec le décisis, l'huile de neem et le biobit respectivement (Tableau 1).

L'évolution des insectes collectés montre que *B. tabaci* commence à apparaître dans les parcelles de tomate dès le mois de décembre (Figure 1). Le nombre des individus de *B. tabaci* capturés est de 128 en décembre, il ne cesse de croître jusqu'à la fin de l'étude pour atteindre 371 individus en mars. Dans les parcelles ayant reçu le traitement avec le biobit, le nombre d'individus de *B. tabaci* varie entre 70 et 165 insectes en décembre et mars respectivement. Bien que ce nombre n'atteint pas celui obtenu dans les parcelles témoins, la courbe qu'il décrit ne cesse de croître. Par contre, les parcelles ayant été traitées avec l'huile de neem, leur infestation par *B. tabaci* reste faible. Elle est similaire à celle des parcelles traitées par la deltaméthrine.

Les adultes de *H. armigera* commencent à apparaître en janvier dans les parcelles de la tomate. Le nombre moyen d'adultes de *H. armigera* capturé dans les parcelles témoins est de 43 et 32 individus en janvier et mars respectivement (Figure 2).

Dans les parcelles traitées avec le biobit, l'infestation par *H. armigera* est faible, le nombre d'insectes adultes de *H. armigera* capturé dans ces parcelles est de 21 et 13 en janvier et mars respectivement. Alors que

dans les parcelles traitées avec l'huile de neem, ce nombre est de 29 et 22 pour la même période respectivement. Les traitements des parcelles de la tomate avec le biobit et le décisis permettent de réduire l'infestation de la tomate par *H. armigera* de 50 et 70% respectivement. L'analyse de variance de poids de fruits récoltés par parcelle unitaire (cinq plants de la ligne centrale) montre qu'il y a une différence significative entre les produits apportés à la tomate ($p < 50\%$). En effet, le nombre de fruits présentant les attaques de la chenille de *H. armigera* est plus important dans les parcelles non traitées que dans les parcelles traitées. Ces attaques entraînent une réduction de rendement de la tomate de 2790 g par parcelle soit $5,5 \text{ t.ha}^{-1}$. D'autres insectes visiteurs ou ravageurs ont été capturés par les pièges collants et assiettes à eau. Les plus importants appartiennent à l'ordre des Lépidoptères et Coléoptères.

La majorité de ces insectes sont des ravageurs de la tomate, seuls deux espèces d'hyménoptères (*Habrobracon hebetor* et *Trichogramma* sp) parasites des chenilles de certaines lépidoptères. La pression parasitaire est importante sur la tomate car sur 17 espèces inventoriées, 15 ont un statut de ravageur.

L'analyse statistique des données obtenues sur le nombre de fruits sains ou attaqués par *H. armigera* montre une différence significative entre les traitements. Ainsi le nombre de fruits sains récoltés sur la ligne centrale de cinq plants est en moyenne 15, 58, 50, 64 sur les cinq plants de la ligne centrale correspondant à 2 m^2 , soit 75000, 290000, 250000 et 320000 fruits par hectare respectivement pour les parcelles non traitées, traitées avec le décisis, l'huile de neem et le biobit. Le poids moyen à l'hectare de ces fruits sains est respectivement 6, 75; 26,32; 22,72; et 28,91 t.ha^{-1} pour les parcelles témoins, traitées avec le décisis, l'huile de neem et le biobit (Tableau 2).

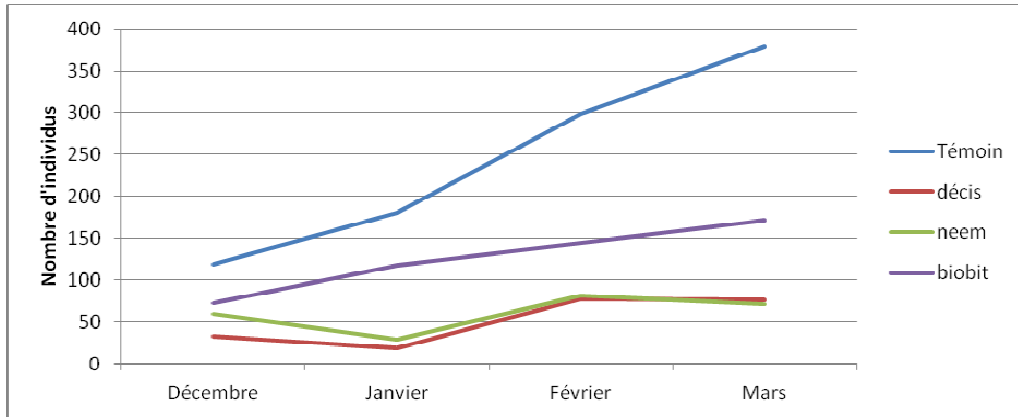


Figure 1 : Evolution du nombre des adultes de *Bemissia tabaci* capturés dans chaque traitement (décis, neem, biobit et témoin) en fonction de mois.

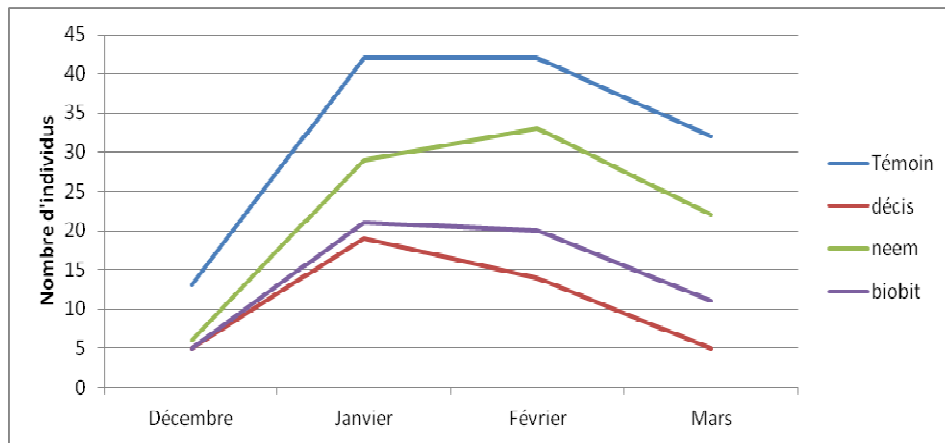


Figure 2 : Evolution du nombre des adultes *Helicoverpa armigera* capturés dans chaque traitement (décis, neem, biobit et témoin) en fonction de mois.

Tableau 1 : Nombre moyen d'individus capturés et de plants attaqués par la virose en fonction des traitements.

Traitements	<i>H. armigera</i> (larves)	<i>B. tabaci</i> (adultes)	<i>H. armigera</i> (adultes)	Nombre moyen de plants viroses
Témoin	33±16A	72±19A	56±23A	11±3A
Décis	8±6B	19±7C	28±7B	4±2B
Neem	23±4 AB	22±11B	37±14AB	7±2AB
Biobit	9±1B	33±16B	17±2B	8±1AB
Probabilité	0,00	0,003	0,00	0,01

(Les valeurs suivies des lettres différentes (a, b, c, d, e) sont significativement différentes au seuil de 5% d'après le test de Turkey)

Tableau 2 : Nombre et poids de fruit par parcelle unitaire en fonction des traitements.

Traitement	Nombre de Fruits attaqués	poids fruits attaqués (g)	Nombre de Fruits sains	Poids de fruits sains (g)	Rendement de fruits sains (T/ha)
Témoin	31±2A	2790±22A	15±6B	1350±5 B	6,75±0,02B
Décis	17±3B	1507±26B	58±15A	5265±13A	26,32±0,6A
Neem	24±5AB	2182±45AB	50±28A	4545±25A	22,72±12A
Biobit	20±8B	1800±68B	64±23A	5783±20A	28,91±10A
Probabilité	0,009	0,001	0,019	0,00	0,00

(Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (a, b, c, d, e) au seuil de 5% d'après le test de Turkey).

Tableau 3 : Insectes collectés dans une plantation de la tomate à Dogaraoua au Niger entre décembre 2014 et mars 2015.

Ordre	Famille	Genre espèces	Abondance	Statuts
Coléoptères	Scarabaeidae	<i>Anomala tibialis</i> (Schaeffer, 1906)	120	ravageur
	Chrysomelidae	<i>Aulacophora africana</i> (Weise, 1892)	18	ravageur
	Trogidae	<i>Trox sp</i>	9	ravageur
Hémiptères	Cicadellidae	<i>Cofana spectra</i> (Distant, 1908)	16	ravageur
	Cicadellidae	<i>Empoasca sp</i>	39	ravageur
Homoptères	Aphididae	<i>Aphis sp</i>	126	ravageur
Diptères	Tephritidae	<i>Ceratitis capitata</i> (Wied, 1971)	32	ravageur
	Muscidae	<i>Musca domestica</i> (Linnaeus, 1758)	25	ravageur
Hyménoptères	Braconidae	<i>Habrobracon hebetor</i> (Say, 1866)	10	utile
	Trichogrammatidae	<i>Trichogramma sp</i>	7	utile
Lépidoptères	Noctuidae	<i>Spodoptera littoralis</i> (Boisduval, 1833).	41	ravageur
	Noctuidae	<i>Spodoptera exempta</i> (Walker, 1856)	90	ravageur
	Noctuidae	<i>Agrotis Ipsilon</i> (Hufnagel, 1766)	33	ravageur
	Noctuidae	<i>Sesamia calamistis</i> (Hampson 1910)	8	ravageur
Hétéroptères	Coreidae	<i>Anoplocnemis curvipes</i> (Fabricius, 1781)	31	ravageur
	Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i> (Linnaeus, 1758)	46	ravageur
	Miridae	<i>Creontiades pallidus</i> (Rambur, 1839)	5	ravageur
Total			656	

DISCUSSION

L'utilisation de l'huile de neem a permis de réduire l'infestation des parcelles de tomate par *B. tabaci* par rapport aux parcelles témoin. La présence d'autres plantes hôtes telles que le gombo et le manioc et aussi le tabac dans les parcelles voisines, a sans doute favorisé la présence de *B. tabaci* sur les plants de tomate durant toute la période de l'essai. Dans toutes les parcelles, des attaques d'acariens ont été observées. Selon Fargette (1994) et Hanafi (2000), les ennemis naturels de *B. tabaci* sont les araignées ou acariens, les coccinelles, etc. Le nombre de plants ayant la virose n'est pas significativement différent dans les parcelles traitées à l'huile de neem et au biobit du fait de la mobilité de ce ravageur. La lutte contre *B. tabaci* vecteur du TYLC reste difficile avec l'utilisation des pesticides car les populations de *B. tabaci* ont développé très tôt des résistances aux divers insecticides utilisés (Perring, 2001; Byrne et al., 2003).

Une étude menée par Onzon et al. (2012) au Bénin sur l'utilisation de l'acarien prédateur *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) dans la lutte contre la mouche blanche *B. tabaci* a montré des résultats positifs sur les deux types de populations exotiques et endogènes car ce prédateur est capable de s'alimenter sur les larves L1 de *B. tabaci*.

Les résultats obtenus avec l'utilisation de *Bacillus thuringiensis* (Biobit 2x) ne sont pas très concluants sur *B. tabaci* mais le *Bacillus thuringiensis* s'est montré très efficace dans la lutte contre *H. armigera*. En effet, l'application de biobit à intervalle de 15 jours a permis de réduire l'infestation des adultes de *H. armigera* de 70% par rapport au

témoin. Le mécanisme conduisant à la mort des insectes est encore mal connu. *Bacillus thuringiensis* est une bactérie Gram positive qui a la particularité de synthétiser un cristal protéique lors de la sporulation. L'activité entomopathogène de ce germe est liée à la présence de cette inclusion parasporale (cristal) constituée de protoxines, appelées également delta endotoxines. Les cristaux ont, selon les souches, une activité larvicide sur différentes espèces d'insectes appartenant à trois ordres : Lépidoptères, Coléoptères et Diptères. Les cristaux synthétisés par les bactéries sont constitués de protoxines qui, une fois ingérés par l'insecte, sont digérés à pH alcalin par les protéases digestives et transformés en toxines polypeptidiques actives. Les δ -endotoxines activées par les protéases de l'insecte se fixent sur des récepteurs spécifiques. Des tests menés par Valadez-Lira et al. (2011) et Sow et al. (2013) ont montré l'efficacité de l'utilisation de formulation à base de *Bacillus thuringiensis* dans la lutte contre *H. armigera*. Selon Sow et al. (2013), une combinaison de l'huile de neem et de *Bacillus thuringiensis* est aussi efficace que le diméthoate dans la lutte contre *H. armigera*. Des résultats semblables ont été démontrés auparavant par (Prasad et al., 2007; Roh et al., 2007).

Conclusion

Les résultats obtenus de cette étude montrent que l'huile de neem permet de réduire l'infestation de *B. tabaci* sur la tomate. Mais, il est moins efficace dans le contrôle de *H. armigera*. Par contre, l'utilisation de *Bacillus thuringiensis* (Biobit 2x) s'est montrée très efficace dans la lutte

contre *H. armigera*. En effet, l'application de biobit a permis de réduire l'infestation des adultes de *H. armigera* de 50% par rapport au témoin.

RÉFÉRENCES

- Bambara D, Tiemtore J. 2008. Efficacité biopesticide de *Hyptisspicigera* Lam, *Azadirachta indica* A. Juss et *Euphorbia balsamifera* Ait. Sur le niébé [(*Vigna unguiculata* (L) Walp.)]. *Tropicultura*, **26**(1): 53-55.
- Byrne FJ, Castle S, Prabhaker N, Toscano NC. 2003. Biochemical study of resistance to imidacoprid in *Bemisia tabaci* biotype B from Guatemala. *Pest. Manag. Sci.*, **59**: 347-352.
- Delvare G, Aberlenc HP. 1989. *Les Insectes d'Afrique et d'Amérique Tropicale: Clé de Reconnaissance des Familles d'Insectes* CIRAD-GERDAT : Montpellier ; 302p.
- Feng H-Q, Wu X, Wu B, Wu K. 2009. Seasonal migration of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) over the Bohai Sea. *Journal of Economic Entomology*, **102**: 95-104
- Fargette D. 1994. Les maladies virales des plantes transmises par aleurodes en Afrique de l'Ouest. Rapport de synthèse, Projet CEE (TS2A-0137C). Document ORSTOM, Côte d'Ivoire, 44 p.
- Hanafi A. 2000. La mouche blanche et le virus des feuilles en cuillère de la tomate (TYLC). Transfert de technologie en Agriculture. Bulletin Mensuel d'Information et de Liaison du PNTTA N° 73, Rabat, Maroc: MADREF/DERD, 4 p
- JGRC. 2001. Guide technique de l'utilisation des ressources en eau, bulletin de la Société Japonaise des Ressources Vertes, **4**: 29.
- Launois MHL, Lecoq M. 1989. Vade-mecum des criquets du sahel, *Collection Acridologie Opérationnelle* (V), CIRAD/PRIFAS, 82p.
- Launois M, Launois-Luong MH. 1989. *Oedaleus senegalensis* (krauss 1877) sauteriau ravageur du sahel, *Collection Acridologie Opérationnelle* (IV), CIRAD/PRIFAS, 36 p.
- Lu ZZ, Baker G. 2013. Spatial and temporal dynamics of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera, Noctuidae) in contrasting agricultural landscapes in northwestern China. *International Journal of Pest Management*, **59**: 25-34.
- MDA. 2013. Résultats définitifs de l'enquête sur la production agricole au Niger, rapport, 46 p.
- Mike P, Charles G, Alan W. 2004. *Field Guide to Insects of South Africa*. Edition Struik; 443 p.
- Perring TM. 2001. The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Prot.*, **20**: 725-737.
- Philouze J, Laterrot H. 1992. Amélioration variétale de la tomate: Objectifs et critères de sélection. In *Amélioration Variétale des Espèces cultivées*, Gallais A, Bennerot H (eds). INRA : Paris, France ; 379-391.
- Prasad A, Wadhvani Y, Jain M, Vyas L. 2007. Pathological alteration in the protein content of *Helicoverpa armigera* (hubner) induced by *Bacillus thuringiensis*, npv and neem treatments. *J. Herbal Med. Toxicol.*, **1**: 51-53.

- Roh JY, Choi JY, Li MS, Jin BR, Je YH. 2007. *Bacillus thuringiensis* as a specific, safe, and effective tool for insect pest control. *J. Microbiol. Biotechnol.*, **17**: 547-559.
- Sow1 G, Niassy S, Sall-Sy D, Arvanitakis L, Bordat D, Diarra K. 2013. Effect of timely application of alternated treatments of *Bacillus thuringiensis* and neem on agronomical particulars of cabbage. *African Journal of Agricultural Research*, **8**(48): 6164-6170.
- Valadez-Lira. JA, Alcocer-Gonzalez JM, Damas G, Nuñez-Mejía G, Oppert B, Rodriguez-Padilla C, Tamez-Guerra P. 2012. Comparative evaluation of phenoloxidase activity in different larval stages of four lepidopteran pests after exposure to *Bacillus thuringiensis*, *Journal of Insect Science*, **12**: 11.
- Willcox JK, Catignani GL, Lazarus S. 2003. Tomatoes and cardiovascular health. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **43**(1): 1-18
- Zahradnik S. 1984. *Guide des Insectes*. Hatier ; 264 p.