

Available online at <http://www.ifgdg.org>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 10(4): 1666-1677, August 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>

Effets d'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sur *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae) et *Lipaphis erysimi* (Hemiptera : Aphididae) dans la production du chou au Sud du Togo

Abla Déla MONDÉDJI^{1*}, Boris Dodji KASSENEY¹, Wolali Seth NYAMADOR¹,
Georges Abbévi ABBEY², Komina AMÉVOIN¹, Guillaume Koffivi KETOH¹ et
Isabelle Adolé GLITHO¹

¹Laboratoire d'Entomologie Appliquée, Faculté des Sciences, Université de Lomé, 1 B.P. 1515 Lomé 1, Togo.

²Ecole Supérieure d'Agronomie (ESA), Université de Lomé ; 1 B.P. 1515, Lomé 1, Togo.

*Auteur correspondant, E-mail : monedith14@gmail.com; Tél. : +228 90 10 93 17.

RESUME

L'utilisation des pesticides botaniques dans le contrôle des insectes ravageurs des cultures constitue de nos jours, une alternative à l'utilisation abusive des pesticides de synthèse. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité d'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem dans la lutte contre *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae) et *Lipaphis erysimi* (Hemiptera : Aphididae), deux principaux insectes ravageurs du chou en milieu maraîcher au Sud du Togo. L'efficacité de cet extrait botanique a été comparée à celles de deux insecticides de synthèse, le Conquest Plus 388 EC et le Cydim Super, très utilisés par les producteurs en maraîchage au Togo. Les essais ont été effectués en zone maraîchère sur des parcelles de chou disposées en blocs complets randomisés et équilibrés. Les traitements à base d'extrait ont significativement réduit les populations de *P. xylostella* par rapport aux insecticides de synthèse. Les plants des parcelles traitées, ont tous été exempts d'infestation de *L. erysimi* par rapport à ceux du témoin. Les rendements moyens en pomme de chou ont été compris entre $1,72 \pm 0,77$ t / ha pour le témoin et $14,48 \pm 1,30$ t/ha pour des parcelles traitées avec l'extrait de neem. Le taux de perte en feuilles pommées perforées a varié entre $32,31 \pm 8,94\%$ sur des parcelles traitées avec l'extrait de neem et $49,56 \pm 8,99\%$ sur les parcelles traitées avec le Cydim Super. Cette étude montre que l'extrait de feuilles de neem peut être utilisé dans la gestion intégrée de *P. xylostella* et de *L. erysimi* au sud du Togo.

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : *Plutella xylostella*, *Lipaphis erysimi*, neem, chou, Sud du Togo.

Effects of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) leaves hydroethanolic extract on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and *Lipaphis erysimi* (Hemiptera: Aphididae) in cabbage production in Southern Togo

ABSTRACT

The use of botanical pesticides against insect pests is nowadays an alternative to the abusive use of synthetic pesticides. The objective of this study is to evaluate the efficacy of hydroethanolic extract of neem

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i4.18>

2678-IJBSC

leaves against *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and *Lipaphis erysimi* (Hemiptera: Aphididae), two main insect pests of cabbage in gardening field in Southern Togo. The effectiveness of this botanical extract was compared to those of two synthetic insecticides, Conquest Plus 388 EC and Cydim Super, very used by producers in gardening in Togo. The trials were conducted in vegetable area on cabbage plots arranged in randomized complete blocks. Treatments containing extract significantly reduced the populations of *P. xylostella* compared to synthetic insecticides. The plants of plots treated, were all free of *L. erysimi* infestation compared to control's. Cabbage yields were in average between 1.72 ± 0.77 t / ha for the control and 14.48 ± 1.30 t / ha for plots treated with neem extract. The loss rate of perforated cabbage leaves varied between $32.31 \pm 8.94\%$ in plots treated with the extract of neem and $49.56 \pm 8.99\%$ in plots treated with Cydim Super. This study shows that the extract of neem leaves can be used in the integrated management of *P. xylostella* and *L. erysimi* in Southern Togo.

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: *Plutella xylostella*, *Lipaphis erysimi*, neem, cabbage, Southern Togo.

INTRODUCTION

Les produits maraîchers, par leur richesse en vitamines et en sels minéraux divers, constituent un important facteur d'équilibre nutritionnel permettant de combattre la malnutrition. Parmi les cultures maraîchères, le chou pommé *Brassica oleracea* L. est un des légumes feuilles, le plus produit par le maraîcher (Dovlo, 2007) et apprécié par le consommateur au Togo (PROFEL, 2007). Cependant, les maraîchers sont généralement confrontés à d'énormes problèmes posés à la production du chou. La forte pression parasitaire exercée par les insectes et les pathogènes, pousse les maraîchers à l'utilisation abusive des pesticides de synthèse, souvent non destinés au maraîchage (Améwuamé, 2006 ; Agboyi et al., 2015). Cette lutte chimique inadéquate contre les insectes ravageurs des cultures, pose de sérieux problèmes environnementaux (Tano et al., 2011), entraîne la destruction des espèces utiles (Eziah et al., 2010) et constitue un risque majeur d'intoxication humaine (Vodouhê et Aboubacary, 2004 ; PAN-UK, 2005) et animale (Toé et al., 2002). Par ailleurs, l'usage incontrôlé des insecticides de synthèse se traduit par le développement de résistance au sein des populations de ravageurs et de pathogènes (Kranthi et al., 2001 ; Tewary et al., 2005).

L'utilisation abusive d'insecticides de synthèse dans la production des crucifères en

général et du chou pommé (*Brassica oleracea* L.) en particulier, a entraîné le développement d'une résistance à plusieurs classes d'insecticides chez *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera : Plutellidae), un des ravageurs majeurs de cette culture (Ayra-Pardo et al., 2015 ; Jiang et al., 2015 ; Liu et al., 2015 ; Ninsin, 2015), susceptible de causer jusqu'à 90% de perte de rendement (Mondédji, 2010). Des populations de pucerons sont aussi inféodées au chou (Gnago et al., 2010) et peuvent causer des dégâts importants à la culture. *Lipaphis erysimi* K. (Hemiptera : Aphididae) est susceptible de causer plus de 50% de perte de rendement de chou si aucun traitement n'est appliqué (Mondédji, 2010). Le développement de nouvelles méthodes de phytoprotection à moindre impact écologique constituerait une alternative potentielle (Glitho et al., 2008). Parmi les nouvelles technologies de protection des cultures, l'utilisation des insecticides botaniques efficaces moins toxiques serait une alternative à l'utilisation des pesticides de synthèse dans le contrôle des insectes ravageurs (Charleston et al., 2005a ; Mumtaz et al., 2013 ; Singh et al., 2014).

Des études ont montré que les pesticides botaniques étaient moins toxiques vis-à-vis des ennemis naturels des ravageurs des cultures (Charleston et al., 2005b) et des mammifères. Ils sont biodégradables et

sélectifs (Cloyd, 2004). Ces caractéristiques permettent de résoudre les problèmes de résidus posés par les pesticides de synthèse (Ripley et al., 2001 ; Tano et al., 2011) souvent à l'origine de l'intoxication alimentaire. Plusieurs études ont montré que les graines de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) contenaient une quantité élevée d'azadirachtine, composé régulateur de la dynamique des insectes ravageurs des cultures (Wondafraash et al., 2012). Le neem originaire de l'Asie du Sud-Est, poussent aujourd'hui dans de nombreux pays de par le monde y compris le Togo (Klu, 2008). Or, dans notre environnement, les graines de neem ne sont pas disponibles toute l'année. En revanche, les feuilles de neem sont accessibles à tout moment.

C'est dans ce contexte que notre recherche vise à contribuer à la gestion des ravageurs des cultures par la valorisation du neem, une ressource végétale disponible au Togo. Il s'agit spécifiquement d'évaluer les effets de l'extrait de feuilles de neem sur l'effectif de *P. xylostella*, l'abondance de *L. erysimi*, les rendements en pomme de chou et les taux de perte en feuilles pommées trouées en milieu maraîcher.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude et conditions expérimentales

L'étude a été menée à Lomé (Sud du Togo) jouissant d'un climat tropical de type guinéen marqué par deux saisons pluvieuses (avril-juillet et septembre-octobre) séparées par deux saisons sèches (août et novembre-mars). Les températures moyennes mensuelles varient de 25 à 29 °C au cours de l'année et les précipitations moyennes annuelles tournent autour de 932 mm. L'humidité relative moyenne annuelle est d'environ 82% et la photopériode avoisine 12 : 12 h LD. L'essai a été réalisé en milieu maraîcher d'avril à juillet 2007 dans l'agroécosystème du littoral à Kotokoukondji (Lomé) (6°13'N et 1°25'E) (Figure 1).

Dispositif expérimental

La culture du chou (variété KK-cross) a été installée en collaboration avec un maraîcher. Elle a été disposée en blocs complets randomisés et équilibrés (randomized complete blocs). La parcelle a été composée de 3 blocs ou répétitions : B1, B2 et B3. Chacun des trois blocs de la parcelle a été constitué de 5 parcelles élémentaires ou planches correspondant à 4 traitements (deux doses d'extrait de neem : NetOH II et NetOH III ; deux insecticides de synthèse : Conquest Plus 388 EC CP et Cydim Super CS) et un témoin T0 (Figure 2). Une distance de 0,4 m a séparé les parcelles élémentaires conformément aux habitudes des producteurs et en tenant compte de l'espace disponible. Chaque parcelle élémentaire (1,6 m × 3,2 m) a porté 4 lignes de 8 plants de chou espacés de 0,4 m sur les lignes et 0,4 m entre les lignes (Figure 3).

Préparation de l'extrait de neem (*Azadirachta indica* A. Juss)

De jeunes feuilles fraîches de neem ont été collectées pendant le jour et ont été finement broyées dans un mortier. Un kilogramme du broyat a été mélangé avec 1,5 l d'éthanol à 10% afin d'obtenir l'extrait hydroéthanolique de neem. Le mélange a été laissé macérer pendant 12 heures dans les conditions ambiantes. Enfin, il a été filtré à l'aide de toile à mailles fines (0,05 mm × 0,02 mm). Le filtrat obtenu, a constitué l'extrait de feuilles de neem. La concentration de l'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem en solides solubles a été de 40,4 g/l après évaporation du liquide.

Préparation des bouillies d'insecticides

Deux insecticides de synthèse (Conquest Plus 388 EC et Cydim Super) ont été utilisés. Le Conquest Plus 388 EC est un insecticide ternaire composé d'acétamipride (16 g/l), de cyperméthrine (72 g/l) et de triazophos (300 g/l), un pesticide utilisé en culture de coton, mais aussi utilisé par les

maraîchers au Togo pour son efficacité et son accessibilité. Par contre, Cydim Super est un insecticide binaire composé de cyperméthrine (36 g/l) et de diméthoate (400 g/l). C'est un insecticide destiné à la culture maraîchère. Ces deux insecticides de synthèse ont été choisis en fonction des habitudes des producteurs.

La préparation des bouillies des insecticides de synthèse a consisté à diluer une quantité de la formulation commercialisée (prélevée à l'aide d'une seringue graduée) avec une quantité déterminée d'eau (mesurée à l'aide d'éprouvettes graduées) suivant la dose recommandée par le fabricant pour le traitement phytosanitaire des cultures. Des dilutions de chaque insecticide de synthèse ont été réalisées pour obtenir les doses de matières actives par hectare.

Traitement phytosanitaire des parcelles

Au total, six applications insecticides ont été faites sur la culture du chou dans un intervalle de six semaines à raison d'une application tous les sept jours. Elles ont été effectuées à l'aide de pulvérisateurs à dos à pression entretenue de marque OSATU et de modèle Star 16 Agro. Les doses d'insecticides utilisées sont consignées dans le Tableau 1.

Inventaire des insectes ravageurs

Pour inventorier les insectes ravageurs présents dans la culture du chou, des observations ont été effectuées la veille de chaque traitement phytosanitaire hebdomadaire. Afin d'éviter les effets de bordure, seuls les plants de chou du milieu ont été minutieusement observés à la recherche des insectes ravageurs sur les faces inférieures et supérieures des feuilles. Ce qui correspond à 12 plants par parcelle élémentaire.

L'inventaire de *P. xylostella* a consisté à dénombrer les larves et à les estimer en termes de nombre moyen de chenilles par plant. Celui des pucerons a été effectué en

début de pomaison (après trois traitements phytosanitaires). A cette période, les effets des traitements ont été remarquables sur la culture et l'imbrication des feuilles n'a pas été avancée. L'inventaire des pucerons a été fait en choisissant de manière aléatoire la 2^{ème} ou 3^{ème} feuille à partir de l'apex de la plante. La surface totale (St) de la feuille et la surface occupée (So) par les pucerons ont été déterminées. Les résultats ont été exprimés en termes de recouvrement (R).

$$R = \frac{So}{St} \times 100$$

R : recouvrement ; St : surface totale ; So : surface occupée

Des intervalles ont été délimités afin d'appréhender le degré d'attaque de l'espèce au niveau de chaque traitement. Si:

- $R < 5\%$, alors l'espèce est rare
- $5\% \leq R < 25\%$, alors l'espèce est peu commune
- $25\% \leq R < 50\%$, alors l'espèce est assez abondante
- $50\% \leq R < 75\%$, alors l'espèce est abondante
- $R \geq 75\%$, alors l'espèce est très abondante.

Estimation des dégâts

Les données relatives aux rendements ont été obtenues par pesées des pommes récoltées (pommes entières) sur les surfaces utiles (surface portant les plants observés au milieu) des parcelles élémentaires. Les résultats obtenus sur les surfaces utiles ont été estimés à l'hectare. Les rendements en pommes débarrassées de feuilles trouées ont été également évalués par pesées dans le but de déterminer ensuite les taux de pertes (Tp) de rendement en feuilles pommées trouées. Les rendements moyens en pommes entières (Rpe) et en pommes débarrassées de feuilles trouées (Rps) ont permis de calculer le taux de pertes de rendement en feuilles pommées trouées par la formule suivante utilisée par Macharia et al. (2005).

$$Tp = \frac{Rpe - Rps}{Rpe} \times 100$$

Rpe : rendements moyens en pomme entière

Rps : rendements moyens en pomme débarrassée de feuilles trouées

Tp : taux de pertes de rendement en feuilles pommées trouées

Analyses statistiques des résultats

Les résultats obtenus ont été analysés grâce au logiciel SPSS Statistics Version 20. Les moyennes ont été pour chaque cas, comparées par l'analyse de variance (ANOVA). La séparation des moyennes a été faite par application du test de LSD au seuil de 5%.

RESULTATS

Effets des traitements sur l'effectif de *P. xylostella*

Sur le site maraîcher de Kotokoukondji, les effectifs moyens de *P. xylostella* ont varié entre $0,67 \pm 0,12$ chenilles par plant sur les parcelles traitées à la dose forte d'extrait de neem (NetOH III) et $4,07 \pm 2,41$ chenilles par plant sur les parcelles traitées au Conquest Plus (CP). Il n'y a pas de différences significatives entre les effectifs moyens de *P. xylostella* sur les parcelles traitées à l'extrait de neem et au Cydim Super et celui du témoin. Le Tableau 2 montre que les effectifs moyens de *P. xylostella* sont de $0,67 \pm 0,12$ chenilles par plant sur les parcelles traitées à la dose forte d'extrait de neem (NetOH III) ($P = 0,736$); $0,97 \pm 0,45$ chenille par plant sur les parcelles traitées à la dose faible d'extrait de neem (NetOH II) ($P = 0,933$); $3,60 \pm 1,93$ chenilles par plant sur les parcelles traitées avec Cydim Super ($P = 0,053$) et $1,07 \pm 0,50$ chenille par plant sur les parcelles témoins. Par contre, il y a une différence significative entre l'effectif moyen obtenu sur les parcelles traitées au Conquest Plus (CP) ($4,07 \pm 2,41$ chenilles par plant) ($P = 0,027$) et celui obtenu sur les parcelles témoins. L'extrait de neem a mieux réduit les populations de *P.*

xylostella par rapport aux insecticides de synthèse surtout le Conquest Plus.

Effets des traitements sur l'abondance de *L. erysimi*

Le Tableau 3 montre que l'espèce *L. erysimi* n'a été présente que sur les parcelles témoins, sur lesquels elle a été assez abondante (recouvrement égal à $30,26 \pm 4,14\%$). Les parcelles élémentaires traitées avec l'extrait de neem tout comme celles traitées avec les insecticides de synthèse n'ont pas été attaquées par *L. erysimi*.

Effets des traitements sur les rendements en pomme de chou

Les parcelles traitées à l'extrait de feuilles de neem et au Conquest Plus ont donné les rendements moyens les plus élevés (Figure 4). Le rendement moyen est de $5,94 \pm 5,61$ t/ha ($P = 0,190$) pour le traitement au Cydim Super; $10,59 \pm 3,57$ t/ha pour le Conquest Plus ($P = 0,014$); $13,13 \pm 4,60$ t/ha pour la dose faible de l'extrait de neem NetOH II ($P = 0,004$); $14,48 \pm 1,30$ t/ha pour la dose forte de l'extrait de neem NetOH III ($P = 0,002$) et aux parcelles témoins sur lesquelles le rendement moyen en pomme entière n'est que de $1,72 \pm 0,77$ t/ha.

Effets des traitements sur les taux de perte en feuilles pommées trouées

Le taux de perte en feuilles pommées est de $29,37 \pm 4,82\%$ sur les parcelles témoins; $46,87 \pm 7,55\%$ sur les parcelles traitées au Conquest Plus (CP) ($P = 0,029$); $49,56 \pm 8,99\%$ sur les parcelles traitées au Cydim Super (CS) ($P = 0,015$); $38,68 \pm 10,63\%$ sur les parcelles traitées à la dose faible d'extrait de neem (NetOH II) ($P = 0,205$) et $32,31 \pm 8,94\%$ sur les parcelles traitées à la dose forte d'extrait de neem (NetOH III) ($P = 0,678$) (Tableau 4). Il n'y a pas de différences significatives entre les taux de perte des différents traitements.

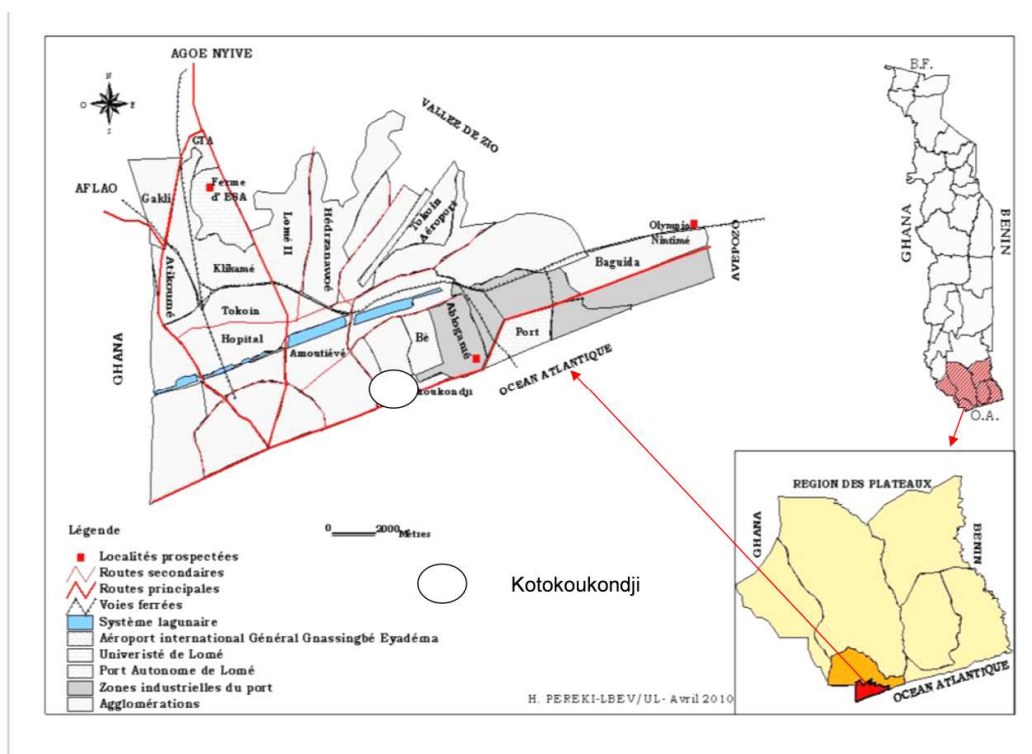
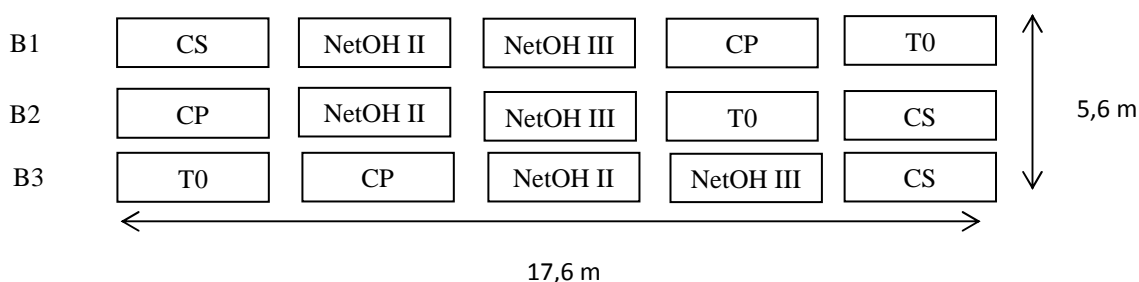


Figure 1 : Carte de Lomé et ses environs montrant la localité (Kotokoukondji) où la parcelle expérimentale a été installée.



Légende

T0	Parcelle n'ayant pas subi de traitement insecticide (Témoin)
CS	Parcelle élémentaire traitée avec l'insecticide chimique (Cydim Super)
CP	Parcelle élémentaire traitée avec l'insecticide chimique (Conquest Plus 388 EC)
NetOH II	Parcelle élémentaire traitée avec la dose moyenne de l'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem
NetOH III	Parcelle élémentaire traitée avec la dose forte de l'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem

Figure 2 : Dispositif expérimental en milieu maraîcher.

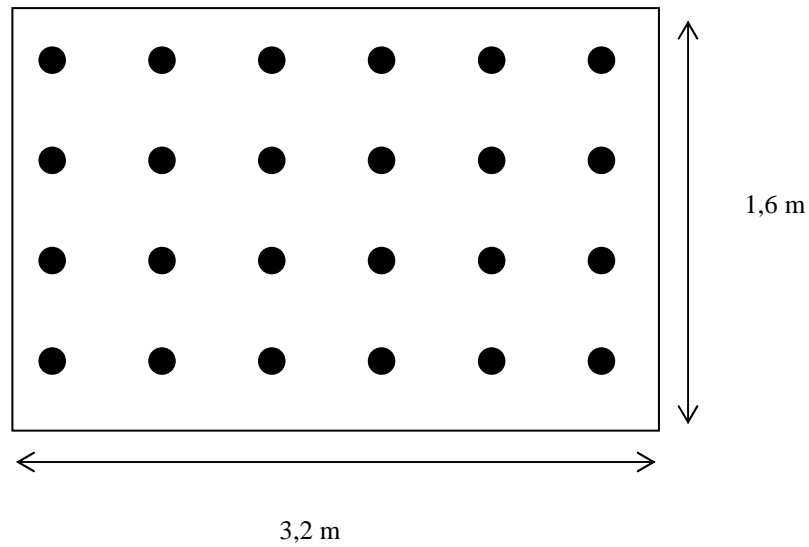


Figure 3 : Disposition des plants de chou (points alignés) sur les parcelles élémentaires (planches) de chou.

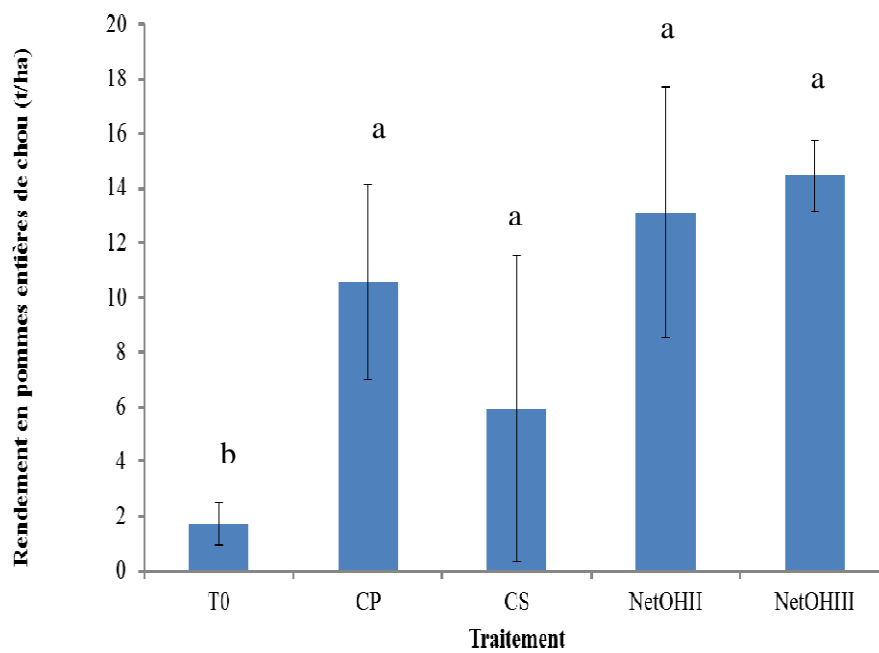


Figure 4 : Rendement en pomme entière en fonction du traitement.

Les barres affectées d'une lettre identique ne sont pas statistiquement différents pour tous les traitements. T0 : parcelle n'ayant pas subi de traitement insecticide (Témoin) ; CP : parcelle élémentaire traitée avec l'insecticide chimique (Conquest Plus 388 EC) ; CS : parcelle élémentaire traitée avec l'insecticide chimique (Cydim Super) ; NetOH II : parcelle élémentaire traitée avec 24240 g/ha de l'extrait de neem ; NetOH III : parcelle élémentaire traitée avec 36360 g/ha de l'extrait de neem.

Tableau 1 : Doses d'extrait et de pesticides de synthèse appliquées.

Traitements	Produits phytosanitaires utilisés	Doses (g/ha)
T0		0
CP	Conquest Plus	388 (m.a.)
CS	Cydim Super	436 (m.a.)
NetOH II	Neem hydroéthanolique (dose faible)	24240 (m.v.)
NetOH III	Neem hydroéthanolique (dose forte)	36360 (m.v.)

m.a. : matière active ; m.v. : matière végétale.

Tableau 2 : Effectifs moyens ($X \pm SD$) de *P. xylostella* en fonction du traitement.

Traitement	Effectif moyen de chenilles de <i>P. xylostella</i> / plant
T0	1,07 \pm 0,50a
CP	4,07 \pm 2,41b
CS	3,60 \pm 1,93a
NetOH II	0,97 \pm 0,45a
NetOH III	0,67 \pm 0,12a

Les valeurs possédant la même lettre ne sont pas significativement différentes. T0 : parcelle n'ayant pas subi de traitement insecticide (Témoin) ; CP : parcelle élémentaire traitée avec l'insecticide chimique (Conquest Plus 388 EC) ; CS : parcelle élémentaire traitée avec l'insecticide chimique (Cydim Super) ; NetOH II : parcelle élémentaire traitée avec 24240 g/ha de l'extrait de neem ; NetOH III : parcelle élémentaire traitée avec 36360 g/ha de l'extrait de neem.

Tableau 3 : Abondance ou recouvrement moyen ($X \pm SD$) de *L. erysimi* en fonction du traitement.

Traitements	Recouvrement moyen de <i>L. erysimi</i> (%)
T0	30,26 \pm 4,14
CP	0,00 \pm 0,00
CS	0,00 \pm 0,00
NetOH II	0,00 \pm 0,00
NetOH III	0,00 \pm 0,00

T0 : parcelle n'ayant pas subi de traitement insecticide (Témoin) ; CP : parcelle élémentaire traitée avec l'insecticide chimique (Conquest Plus 388 EC) ; CS : parcelle élémentaire traitée avec l'insecticide chimique (Cydim Super) ; NetOH II : parcelle élémentaire traitée avec 24240 g/ha de l'extrait de neem ; NetOH III : parcelle élémentaire traitée avec 36360 g/ha de l'extrait de neem.

Tableau 4 : Taux moyen de perte en feuilles pommées trouées ($X \pm SD$) en fonction du traitement.

Traitement	Taux moyen de perte en feuilles pommées trouées (%)
T0	29,37 \pm 4,82b
CP	46,88 \pm 7,55a
CS	49,56 \pm 8,99a
NetOH II	38,68 \pm 10,63b
NetOH III	32,31 \pm 8,94b

Les valeurs possédant la même lettre ne sont pas significativement différentes. T0 : parcelle n'ayant pas subi de traitement insecticide (Témoin) ; CP : parcelle élémentaire traitée avec l'insecticide chimique (Conquest Plus 388 EC) ; CS : parcelle élémentaire traitée avec l'insecticide chimique (Cydim Super) ; NetOH II : parcelle élémentaire traitée avec 24240 g/ha de l'extrait de neem ; NetOH III : parcelle élémentaire traitée avec 36360 g/ha de l'extrait de neem.

DISCUSSION

La forte dose de l'extrait de neem a réduit les effectifs de *P. xylostella* plus que tous les autres traitements. Le Conquest Plus (CP) a par contre augmenté l'effectif de ce Lépidoptère. Cet effectif plus élevé obtenu sur les parcelles élémentaires traitées au CP serait dû à la résistance de ce Lépidoptère à plusieurs classes d'insecticides (Liu et al., 2015 ; Jiang et al., 2015). Les ennemis naturels des ravageurs étant plus sensibles aux pesticides de synthèse, ils auraient été réduits en terme d'effectif sur les parcelles traitées aux insecticides de synthèse, notamment le Conquest Plus. Une telle réduction de la population d'ennemis naturels aurait favorisé l'augmentation de la population de *P. xylostella* sur ces parcelles (Eziah et al., 2010). Par contre, des études ont montré que les pesticides botaniques sont moins toxiques aux ennemis naturels des ravageurs de cultures (Ulrichs et al., 2001). Les extraits de neem sont sélectifs et permettraient ainsi aux ennemis naturels de jouer un rôle dans la réduction des populations de ravageurs (Cloyd, 2004 ; Charleston et al., 2005b). Ainsi, les ennemis naturels auraient eu en plus de l'effet de l'extrait de neem, une action complémentaire en détruisant les ravageurs. Ils favoriseraient la diminution des effectifs de *P. xylostella* sur les parcelles traitées à l'extrait et même les parcelles témoins. Selon Aggarwal et Brar (2006), le neem a un effet moindre sur les ennemis naturels de *Bemisia tabaci* ; ce qui fait de lui un bon moyen de lutte intégrée. Les composés d'extraits de neem ont aussi des effets régulateurs (antibioses et /ou anticénoses) sur les populations d'insectes ravageurs (Charleston et al., 2005a ; Mondédji et al., 2014a). *A. indica* renferme des composés agissant comme des inhibiteurs de l'enzyme digestive alpha-amylase chez l'insecte ravageur *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Tenebrionidae) (Amtul, 2014).

En revanche, tous les traitements ont contrôlé le puceron *L. erysimi*. L'espèce a été rare d'une manière générale sur les parcelles traitées et assez abondante sur les parcelles témoins. Cette espèce a affaibli les plants de

chou dont la majorité (80,33%) n'a pas pu produire assez de pommes de chou sur les parcelles témoins.

Les parcelles traitées à l'extrait de neem ont donné les meilleurs rendements. Les rendements en pomme de chou de ces parcelles dépassent de 3 à 8 t/ha ceux des parcelles traitées aux insecticides de synthèse. Les faibles rendements obtenus au niveau des parcelles traitées à l'insecticide de synthèse Cydim Super (CS) seraient dus à la destruction des bourgeons des jeunes plants de chou par les chenilles de *P. xylostella* (Mondédji, 2010). Cette espèce aurait développé une accoutumance à ce produit composé de cyperméthrine et de diméthoate (Kranthi et al., 2001 ; Jiang et al., 2015). Les faibles rendements obtenus sur les parcelles témoins sont dus aux effets conjugués des chenilles de *P. xylostella* et du puceron *L. erysimi*. Le puceron est un insecte piqueur-suceur phloémophage qui affaiblit les plants de chou en suçant leur sève. Ainsi, *L. erysimi* a entraîné le dessèchement des plants de chou voire la disparition de certains sur les parcelles témoins en plus des dégâts de *P. xylostella*. Cette espèce de puceron est susceptible d'entraîner 100% de perte de rendement en pomme de chou lorsqu'aucune méthode de lutte n'est appliquée (Mondédji, 2010).

Le taux de perte en feuilles pommées trouées a été faible au niveau des parcelles témoins et celles traitées à l'extrait de neem. Le faible taux de perte en feuilles pommées au niveau des parcelles témoins est dû au taux de perte (80,33%) de plants de chou et par conséquent au faible rendement en pommes à partir duquel le taux de perte a été calculé. Les choux des parcelles témoins débarrassés des feuilles trouées sont devenus minuscules. Ainsi, ils ont perdu leur valeur commerciale ; car selon une enquête effectuée au Togo par Mondédji et al. (2014b), sur six facteurs affectant la décision d'achat des légumes, l'apparence des légumes est prépondérante pour les consommateurs. Le faible taux de perte en feuilles pommées au niveau des parcelles traitées à l'extrait de neem est dû aux faibles effectifs de chenilles de *P.*

xylostella (Eziah et al., 2010) contrairement aux effectifs plus élevés au niveau des parcelles traitées avec les insecticides de synthèse. En effet, les chenilles ayant un appareil buccal de type broyeur perforent les feuilles de chou créant ainsi des galeries à l'intérieur des pommes qui sont donc dépréciées par les consommateurs.

La forte dose de neem a donc réduit les populations des insectes ravageurs et a conséquemment diminué les dégâts au niveau des rendements et des pertes en pommes de chou.

Conclusion

Cette étude a montré que l'extrait de neem a un effet régulateur sur les populations du Lépidoptère *P. xylostella* et celle du puceron *L. erysimi*, deux principaux ravageurs du chou pommé au Sud du Togo. Il a induit des rendements plus élevés et des taux de perte en feuilles pommées trouées plus faibles. Les résultats ont montré que l'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem possède des propriétés insecticides. Cet extrait peut donc être utilisé comme alternative à l'utilisation abusive des insecticides de synthèse dans la gestion des deux insectes ravageurs du chou au Sud du Togo.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas de conflits d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

ADM a suivi toutes les étapes de la réalisation de ce travail depuis la mise en place des parcelles jusqu'à la rédaction finale ; BDK a participé à la rédaction du manuscrit ; WSN a participé à la réalisation du travail par le suivi des expérimentations et la lecture du manuscrit ; GAA a participé à la réalisation du travail sur le terrain ; KA a fait de nombreux déplacements sur le terrain, des suggestions et remarques constructives ; GKK a consenti beaucoup d'efforts pour la réalisation de ce travail par les conseils scientifiques et les critiques constructives ; IAG a manifesté une attention constante à l'égard de ce travail réalisé dans son laboratoire.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le maraîcher monsieur Gaspard DESSOUASSI pour leur avoir facilité la conduite des expérimentations sur le site maraîcher de Kotokoukondji et monsieur B. Banibéa SANBENA pour son appui technique. Leurs remerciements vont également au Dr H. PEREKI pour la réalisation de la carte de Lomé et ses environs montrant la localité où la parcelle expérimentale a été installée.

Ce travail a été financé par le Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement Agricole (CORAF/WECARD) (Projet N°: Contrat FC/2003/27).

REFERENCES

- Agboyi LK, Djade KM, Ahadji-Dabla KM, Ketoh GK, Nuto Y, Glitho IA. 2015. Vegetable production in Togo and potential impact of pesticide use practices on the environment. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(2): 723-736.
- Aggarwal N, Brar DS. 2006. Effects of different neem preparations in comparison to synthetic insecticides on the whitefly parasitoid *Encarsia sophia* (Hymenoptera : Aphelinidae) and the predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on cotton under laboratory conditions. *J. Pest. Sci.*, **79**: 201-207.
- Améwuamé M. 2006. Analyse du niveau de perception des risques liés à l'utilisation des pesticides chimiques auprès des acteurs de la sous-filière maraîchère, cas du Togo. Mémoire d'Ingénieur Agronome, Université de Lomé, Togo, 79p.
- Amtul JS. 2014. *Azadirachta indica* derived compounds as inhibitors of digestive alpha-amylase in insect pests : Potential bio-pesticides in insect pest management. *Europ. J. Exp. Biol.*, **4**(1): 259-264.
- Ayra-Pardo C, Raymond B, Gulzar A, Rodríguez-Cabrera L, Morán-Bertot I, Crickmore N, Wright DJ. 2015. Novel

- genetic factors involved in resistance to *Bacillus thuringiensis* in *Plutella xylostella*. *Insect Mol. Biol.*, **24**(6):589-600.
- Charleston DS, Kfir R, Vet LEM, Dicke M. 2005a. Behavioural responses of diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) to extracts derived from *Melia azedarach* and *Azadirachta indica*. *B. Entomol. Res.*, **95**: 457-465.
- Charleston DS, Kfir R Dicke M, Vet LEM. 2005b. Impact of botanical pesticides derived from *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* on the biology of two parasitoid species of the diamond back moth. *Biol. Control*, **33**: 131-142.
- Cloyd RA. 2004. Natural instincts Are natural insecticides safer and better than conventional insecticides ? *Am. Nurseryman*, **200**(2): 38-41.
- Dovlo KA. 2007. Quelques aspects socioculturels et écologiques de l'utilisation des pesticides dans la production maraîchère de la zone portuaire de Lomé. *Mémoire de D.E.A.*, Université de Lomé, 58p.
- Eziah VY, Rose HA, Wilkes M, Clift AD, Mansfield S. 2010. Population dynamics of the diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the Sydney Region of Australia. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **4**(4): 1062-1082.
- Glitho IA, Ketoh GK, Nuto PY, Amevoin SK, Huignard J. 2008. Approches non toxiques et non polluantes pour le contrôle des populations d'insectes nuisibles en Afrique du Centre et de l'Ouest. In *Biopesticides d'Origine Végétale* (2^e édition), Regnault R, Philogène BJR, Vincent C (eds). Editeur Tec et Doc / Lavoisier : 207-217.
- Gnago JA, Danho M, Atcham Agneroh, Fofana IK, Kohou AG. 2010. Efficacité des extraits de neem (*Azadirachta indica*) et de papayer (*Carica papaya*) dans la lutte contre les insectes ravageurs du gombo (*Abelmoschus esculentus*) et du chou (*Brassica oleracea*) en Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **4**(4): 953-966.
- Jiang T, Wu S, Yang T, Zhu C, Gao C. 2015. Monitoring Field Populations of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) for Resistance to Eight Insecticides in China. *Fl. Entomol.*, **98**(1): 65-73.
- Klu K. 2008. Contribution à l'étude de l'envahissement de la flore forestière togolaise par les espèces végétales exotiques : cas du neem (*Azadirachta indica*). Mémoire de D.E.A., Université de Lomé, 61p.
- Kranthi KR, Jadhav D, Wanjari R, Kranthi S, Russel D. 2001. Pyrethroid resistance and mechanisms of resistance in field strains of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Econ. Entomol.*, **94**(1): 253-263.
- Liu X, Wang HY, Ning YB, Qiao K, Wang KY. 2015. Resistance Selection and Characterization of Chlorantraniliprole Resistance in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *J. Econ. Entomol.*, **108**(4): 1978-85.
- Macharia I, Löhr B, De Groote H. 2005. Assessing the potential impact of biological control of *Plutella xylostella* (diamondback moth) in cabbage production in Kenya. *Crop Prot.*, **24**(11): 981-989.
- Mondédji AD. 2010. Potentiel d'utilisation d'extraits de feuilles de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) et de papayer (*Carica papaya* L.) dans le contrôle des insectes ravageurs du chou (*Brassica oleracea* L.) en zones urbaines et périurbaines au sud du Togo. Thèse de doctorat, Université de Lomé, Togo, 295p.
- Mondédji AD, Ketoh GK, Amévoin K, Améline A, Giordanengo P, Glitho IA. 2014a. Evaluation of neem leaves-based preparations as insecticidal agents against the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sternorrhyncha : Aphididae). *Afr. J. Agric. Res.*, **9**(17): 1344-1352.

- Mondédji AD, Nyamador WS, Amévoin K, Abbey GA, Ketoh GK, Glitho AI. 2014b. Analyse des caractéristiques sociodémographiques et identification des perceptions des distributeurs de pesticides et des consommateurs sur l'utilisation d'extraits botaniques dans la gestion des insectes ravageurs des cultures maraîchères au sud du Togo. *Bulletin de l'IFAN Cheikh Anta Diop, Série A*, **53**(2): 135-150.
- Mumtaz, R, Bilgrami AL, Aldosari SA. 2013. Comparative toxicity of *Azadiracta indica* A. Juss and *Callistemon citrinus* D. C. against sugarcane borer *Chilo auricellus* Dudgeon (Lepidoptera: Crambidae). *J. Med. Plants Res.*, **7**: 2645-2656.
- Ninsin KD. 2015. Cross-resistance assessment in cartap and esfenvalerate selected strains of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *WAJAE*, **23**(2): 1-6.
- Pesticide Action Network-UK. 2005. The list of lists: a catalogue of lists of pesticides identifying those associated with particular harmful health or environmental impacts. PAN-UK Ed., 19p.
- PROFEL. 2007. Synthèse des réponses au questionnaire d'enquête sur la situation dans les pays d'Afrique francophone. Atelier pour la promotion des fruits et légumes dans les pays d'Afrique francophone. Yaoundé – Cameroun, 23-25 octobre 2007 ; 28p.
- Ripley BD, Ritcey GM, Harris CR, Denomme MA, Brown PD. 2001. Pyrethroid insecticide residues on vegetable crops. *Pest. Manag. Sci.*, **57**: 683-687.
- Singh DK, Verma TC, Aswal S, Aswani G. 2014. Effect of Different Botanical Pesticides Against *Thrips tabaci* on Garlic Crop. *Asian Agri-History*, **18**(1): 57-61.
- Tano BF, Abo K, Dembele A, Fondio L. 2011. Systèmes de production et pratiques à risque en agriculture urbaine : cas du maraîchage dans la ville de Yamoussoukro en Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**(6): 2317-2329.
- Tewary DK, Bhardwaj A, Shanker A. 2005. Pesticidal activities in five medicinal plants collected from mid hills of western Himalayas. *Ind. Crop Prod.*, **22**: 241-247.
- Toé AM, Ouédraogo V, Guissou IP, Héma OS. 2002. Contribution à la toxicologie agroindustrielle au Burkina Faso. Etude des intoxications d'agriculteurs par des pesticides en zone cotonnière du Mouhoun. Résultats, analyse et propositions de prise en charge du problème. *Revue de Médecine du Travail*, **29**: 59-64.
- Ulrichs C, Mewis I, Schnitzler WH. 2001. Efficacy of neem and diatomaceous earth against cowpea aphids and their deleterious effect on predating Coccinelidae. *J. Appl. Entomol.*, **125**: 571-575.
- Vodouhê SD, Aboubacary LI. 2004. Les pesticides au Bénin (2nd edn). Pesticide Action Network (PAN) Africa.
- Wondafrash M, Getu E, Terefe G. 2012. Neem, *Azadirachta indica* (A. Juss) Extracts Negatively Influenced Growth and Development of African Bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). *AJE*, **5**(1): 22-27.