



**Efficacité d'extraits de feuilles de neem *Azadirachta indica* (Sapindale) sur *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae), *Hellula undalis* (Lepidoptera : Pyralidae) et *Lipaphis erysimi* (Hemiptera : Aphididae) du chou *Brassica oleracea* (Brassicaceae) dans une approche « Champ Ecole Paysan» au sud du Togo**

Abla Déla MONDEDJI\*, Wolali Seth NYAMADOR, Komina AMEVOIN,  
Guillaume Koffivi KETOH et Isabelle Adolé GLITHO

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

\*Auteur correspondant, E-mail : [monedith14@yahoo.fr](mailto:monedith14@yahoo.fr); BP. 1515 Lomé, Togo ; Tél. : +228 90 10 93 17.

---

## RESUME

Cette étude vise à évaluer l'efficacité d'extrait hydroéthanolique de feuilles de *Azadirachta indica* dans la lutte contre *Plutella xylostella*, *Hellula undalis* et *Lipaphis erysimi*, insectes ravageurs du chou dans une approche champ école paysan en milieu maraîcher au sud du Togo. L'efficacité de l'extrait hydroéthanolique a été comparée à celle d'un insecticide de synthèse (Cydim Super) et à celles d'un extrait aqueux de feuilles de *A. indica* et de deux pratiques paysannes. Les parcelles de chou ont été disposées en blocs complets randomisés et équilibrés. Les traitements à base d'extraits de feuilles de *A. indica* ont significativement réduit les populations de *P. xylostella* et de *H. undalis* par rapport à l'insecticide de synthèse et une pratique paysanne. Par contre, l'insecticide de synthèse a mieux contrôlé *L. erysimi*. Les rendements moyens en pommes de chou commercialisables sont compris entre  $4,68 \pm 1,63$  t/ha pour le témoin, et  $17,38 \pm 0,98$  t/ha pour les parcelles traitées avec l'extrait hydroéthanolique. Cet extrait a donné le double ou le triple du rendement des autres traitements. L'extrait hydroéthanolique peut être utilisé dans la gestion intégrée de *P. xylostella*, *H. undalis* et de *L. erysimi* sur le chou.

© 2014 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** *Azadirachta indica*, insectes ravageurs, chou, Togo.

---

## INTRODUCTION

Un quart de la population mondiale sous-alimentée vit en Afrique sub-saharienne, une région où la production alimentaire continue de chuter depuis 1970 (Williamson, 2002 ; FAO, 2012). Pour assurer une sécurité alimentaire à la plupart des populations des villes africaines, le développement de l'agriculture maraîchère demeure une approche de solution. L'agriculture

maraîchère emploie une frange importante des citadins (Delamarche, 2007), souvent sortis trop tôt du système scolaire (Mondédji, 2010) en leur assurant un revenu. Ce développement du maraîchage dans les zones urbaines et périurbaines, a pour avantage de rapprocher les sources de ravitaillement des consommateurs urbains dont la demande ne cesse de croître en légumes frais (Koné et al., 2000).

© 2014 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i5.30>

Les cultures maraîchères sont centrées essentiellement sur la production de légumes. De nos jours, elles prennent de plus en plus d'importance tant sur le plan nutritionnel, économique et social que sur le plan des superficies emblavées. En Afrique, elles jouent un rôle important en améliorant le régime alimentaire des populations mais surtout en réduisant de façon significative le chômage (Olanrewaju et al., 2004). Parmi les cultures maraîchères, les légumes feuilles comme le chou sont mieux représentés par rapport aux légumes produits pour leurs fruits, racines, bulbes ou tubercules (Muzingu, 2007 ; Kanda et al., 2014). Cependant, les maraîchers sont généralement confrontés à d'énormes problèmes posés à la production maraîchère. Au Togo, la plupart des maraîchers sont défavorisés en matière d'accès au foncier, aux crédits, à l'information et sont confrontés à la pression parasitaire (Mondédji, 2010 ; Kanda et al., 2014). La forte pression parasitaire exercée par les insectes et les pathogènes, pousse les maraîchers à l'utilisation abusive des pesticides de synthèse, surtout sur le chou (Dovlo, 2007). Cette lutte chimique inadéquate contre les insectes ravageurs des cultures, pose de sérieux problèmes environnementaux (Devine and Furlong, 2007), entraîne la destruction des espèces utiles et constitue un risque majeur d'intoxication humaine et animale (Djaneyé-Boundjou et al., 2000 ; Toé et al., 2001). Par ailleurs, l'usage incontrôlé des insecticides de synthèse se traduit par le développement de la résistance au sein des populations de ravageurs et de pathogènes (Kranthi et al., 2001 ; Anstead et al., 2005).

Dans le cas du chou, l'utilisation abusive d'insecticides de synthèse 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 (Kim et al., 2001 ; Beak et al., 2005), susceptible de causer jusqu'à 90% de perte de rendement (Mondédji, 2010). Le développement de

nouvelles méthodes de phytoprotection à moindre impact écologique constitue une alternative potentielle. Parmi les nouvelles technologies de protection des cultures, l'utilisation des insecticides botaniques efficaces et moins toxiques serait une alternative à l'utilisation des pesticides de synthèse dans le contrôle des insectes ravageurs (Philogène et al., 2003 ; Charleston, 2004 ; Charleston et al., 2005a). L'utilisation des biopesticides à base de neem peut devenir effective par la sensibilisation et la formation des producteurs par une approche participative nommée « Champ Ecole Paysan (CEP)».

Des études ont montré que les pesticides botaniques 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). Plusieurs études ont montré que les composés de neem en général et des graines de cette espèce végétale en particulier, contenaient une quantité élevée d'azadirachtine, composé régulateur de la dynamique des insectes ravageurs des cultures et des stocks, mais aussi des insectes vecteurs (Liang et al., 2002 ; Aggarwal et Brar, 2006 ; Siddiqui et al., 2009 ; Degri et al. 2013 ; Shannag et al., 2014). 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. Le neem originaire de l'Asie du Sud-Est, pousse aujourd'hui dans de nombreux pays de par le monde y compris le Togo (Anonyme, 2007 ; Klu, 2008).

C'est dans ce contexte que notre recherche vise à contribuer à la gestion des insectes ravageurs des cultures par la valorisation du neem, une ressource végétale disponible au Togo. Il s'agit spécifiquement de valider l'efficacité d'extraits de feuilles de neem sur les principaux insectes ravageurs rencontrés sur la culture du chou et d'évaluer l'effet des extraits sur le rendement de chou

en milieu maraîcher par l'approche participative « Champ Ecole Paysan (CEP) ».

## **MATERIEL ET METHODES**

### **Mise en place de la culture du chou**

L'essai a été réalisé dans l'agroécosystème du littoral sur le site maraîcher d'Ablogamé à Lomé. La culture du chou (variété Oxylus) a été installée en collaboration avec les maraîchers. Elle a été disposée en blocs complets randomisés et équilibrés. La parcelle a été composée de 3 blocs ou répétitions : B1, B2, B3. Chacun des trois blocs de la parcelle a été constitué de 6 parcelles élémentaires ou planches correspondant à 5 traitements et un témoin. Les traitements phytosanitaires ont été réalisés avec l'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem (NetOH III) ; l'extrait aqueux de feuilles de neem (NE III); le Cydim Super (CS) proposé par les maraîchers à cause de son efficacité et très utilisé en maraîchage au Togo; une parcelle réservée à la pratique paysanne (PP) et une autre pour la Gestion Intégrée (GI) proposée aussi par les maraîchers. L'extrait aqueux de feuilles de neem a été testé en milieu maraîcher pour évaluer son efficacité en comparaison avec celle de l'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem, pour diminuer le coût de la préparation de l'extrait. Afin de comparer les méthodes habituelles de traitements utilisés par les maraîchers (PP) pour la production de chou aux autres traitements (NetOH III, NE III, CS, GI) et au témoin (T0), des parcelles élémentaires ont été réservées pour la pratique habituelle des maraîchers (PP). Le traitement (GI) a été fait en fonction des proportions d'espèces d'insectes présentes dans les parcelles. Le traitement a été fait avec l'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem et/ou l'insecticide de synthèse.

Une distance de 0,4 m a séparé les parcelles élémentaires. Chaque parcelle élémentaire (1,6 m × 2,4 m) a porté 4 lignes de 6 plants de chou espacés de 0,4 m sur les lignes et 0,4 m entre les lignes.

### **Préparation des extraits de neem**

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 ou 1,5 l d'eau pour obtenir l'extrait aqueux de feuilles de neem. Le mélange a été laissé infuser 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 constitue l'extrait de feuilles de neem. La concentration des extraits hydroéthanolique et aqueux de feuilles de neem en solides solubles était de 40,4 g/l après évaporation.

### **Préparation de la bouillie d'insecticide**

L'insecticide de synthèse (Cydim Super) a été utilisé. Le 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. Il a été choisi en fonction des habitudes des producteurs. La préparation de la bouillie insecticide 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. La dilution de l'insecticide de synthèse a été réalisée pour obtenir la dose de matières actives par hectare.

### **Traitement phytosanitaire des parcelles**

Au total, six applications d'insecticides ont été faites sur la culture dans l'intervalle de six semaines à raison d'une application tous les sept jours. Elles ont été effectuées à l'aide d'un pulvérisateur 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.

Les parcelles de Gestion Intégrée (GI) ont été traitées avec l'extrait hydroéthanolique et l'insecticide de synthèse (Cydim Super). Sur ces parcelles GI, le Cydim Super a été utilisé durant trois (3) séances à la dose recommandée et l'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem durant trois séances. Pour les parcelles de pratiques paysannes PP, les maraîchers ont toujours décidé librement après concertation entre eux des produits et des doses à utiliser. Ainsi, les parcelles PP ont été traitées à l'extrait de graines de neem (100 g de broyat pour 1,5 l d'eau) mélangé avec du Cydim Super (3 l par ha). Le mélange de l'extrait de graines de neem et de Cydim Super a été utilisé pendant trois séances et le Cydim Super (3 l par ha) a été exclusivement utilisé pendant trois séances. Le protocole expérimental des parcelles de pratiques paysannes (PP) est basé sur les pratiques agricoles habituelles des maraîchers. A part les parcelles PP et GI, des parcelles de recherches participatives (CS, NetOH III et NE III) ont été disposées. Sur ces dernières, les effets des différents traitements ont été aussi évalués. Le but est de s'assurer que les technologies proposées par la recherche sont adaptées aux conditions agroécologiques locales et économiques des producteurs. Des parcelles témoins ont été également installées.

#### **Inventaire des insectes ravageurs**

Pour inventorier les insectes ravageurs présents dans la culture du chou, des observations ont été effectuées. Elles ont toujours précédé d'une heure chaque traitement phytosanitaire qui a été hebdomadaire. Les observations ont consisté à dénombrer les chenilles des Lépidoptères sur les faces inférieures et supérieures des feuilles de chou. Afin d'éviter les effets de bordure, seuls les plants du milieu ont été l'objet d'une observation minutieuse à travers l'inventaire des insectes ravageurs, ce qui correspond à 8 plants par parcelle élémentaire.

L'inventaire de Lépidoptères 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). L'inventaire des pucerons a été fait en choisissant de manière aléatoire la 2<sup>ème</sup> ou 3<sup>ème</sup> feuille à partir de l'apex de la plante. La surface totale de la feuille et celle occupée par les pucerons ont été déterminées. Les résultats ont été exprimés en terme de recouvrement  $R = (\text{surface occupée par les pucerons} / \text{surface totale}) \times 100$ . Des intervalles ont été délimités afin d'appréhender le degré d'attaque de l'espèce au niveau de chaque traitement (Mondédji, 2010). Si on a :

- $R < 5\%$ , 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 au rendement ont été obtenues par pesées des pommes commercialisables (chou entier sans trou ou chou portant des trous tolérables ou chou débarrassé totalement de feuilles trouées) appréciées par les maraîchers.

#### **Analyses statistiques des résultats**

Les résultats obtenus ont été analysés grâce au logiciel STATISTICA Edition 1999. Les moyennes ont été pour chaque cas, comparées par l'analyse de variance (ANOVA). La séparation des moyennes a été faite par l'application du test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5%.

### **RESULTATS**

#### **Effets des traitements sur les effectifs de Lépidoptères ravageurs**

*P. xylostella* et *H. undalis* ont été les Lépidoptères retrouvés et inventoriés dans la culture de chou. La Figure 1 montre que les extraits de feuilles de neem ont significativement mieux contrôlé les

populations de *P. xylostella* que l'insecticide de synthèse Cydim Super (CS) et les pratiques paysannes (PP) ( $F_{(5,12)} = 4,97$  ;  $df = 5$  ;  $P = 0,0107$ ). Les effectifs de *P. xylostella* ont été de  $2,60 \pm 2,46$  chenilles/plant sur les parcelles traitées à l'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem (NEtOH III) ;  $1,00 \pm 0,46$  chenille/plant sur les parcelles traitées avec l'extrait aqueux de feuilles de neem (NE III) ;  $6,20 \pm 4,94$  chenilles/plant sur les parcelles GI et  $9,50 \pm 4,92$  chenilles/plant sur les parcelles PP. L'effectif de *P. xylostella* a été faible  $1,63 \pm 1,15$  chenilles/plant sur les parcelles témoins que sur celles ayant été traitées avec l'insecticide de synthèse CS où il est de  $17,77 \pm 9,60$  chenilles/plant.

*H. undalis* a été le Lépidoptère ravageur mineur du chou au cours de l'essai. Cette espèce a été retrouvée au niveau du témoin et de deux traitements. Il s'agit de l'extrait aqueux de feuilles de neem (NE III) et du mélange de l'insecticide de synthèse et d'extrait de graines de neem (PP). L'effectif de *H. undalis* est significativement élevé  $4,60 \pm 1,15$  chenilles/plant sur les parcelles PP que sur NE III où il est de  $0,32 \pm 0,10$  chenille/plant et sur le témoin où il est égal à  $0,55 \pm 0,25$  chenille/plant ( $F_{(5,12)} = 42,54$  ;  $df = 5$  ;  $P = 0$ ).

#### Effets des traitements sur les populations de *L. erysimi*

L'effet des traitements sur les populations du puceron ravageur rencontré a été évalué en terme de recouvrement (surface

moyenne occupée par les pucerons / surface totale)  $\times 100$ . A la valeur du recouvrement, sont attribués des degrés d'abondance. L'espèce *L. erysimi* a été rare sur les parcelles traitées exclusivement à l'insecticide de synthèse Cydim Super (Tableau 2). Elle a été assez abondante sur les parcelles PP et GI, mais très abondante sur les parcelles témoins et celles traitées aux extraits de feuilles de neem.

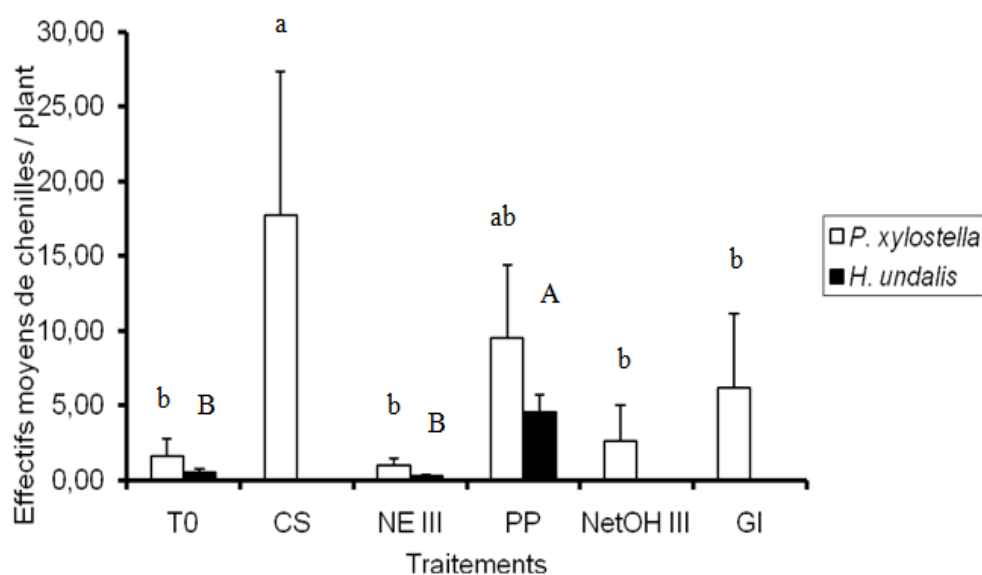
#### Evaluation des effets des traitements sur les rendements de chou en pommes commercialisables

Les rendements de chou en pommes commercialisables ont été significativement différents pour les divers traitements ( $F_{(5,12)} = 10,08$  ;  $df = 5$  ;  $P = 0,0007$ ). La Figure 2 montre que le rendement est plus élevé et est de  $17,38 \pm 0,98$  t/ha sur les parcelles traitées à l'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem (NetOH III). Il est suivi de ceux des parcelles de la Gestion Intégrée (GI) et de l'extrait aqueux de neem (NE III). Leurs rendements respectifs sont de  $10,55 \pm 3,16$  t/ha et  $9,37 \pm 1,07$  t/ha. Ensuite, les rendements des parcelles traitées à l'insecticide de synthèse Cydim Super (CS), ceux des parcelles ayant subi la pratique paysanne (PP) et des parcelles témoins (T0) ont donné  $8,07 \pm 1,79$  t/ha ;  $6,38 \pm 0,78$  t/ha et  $4,68 \pm 1,63$  t/ha respectivement. Les plus faibles rendements ont donc été obtenus sur les parcelles de la pratique paysanne et sur les parcelles témoins.

**Tableau 1** : Les doses d'extraits et de pesticide de synthèse appliquées.

Traitements	Produits phytosanitaires utilisés	Doses (en litre/ha)
T0	Témoin	0
CS	Cydim Super	428 (1 m.a.)
NetOH III	Neem hydroéthanolique (dose forte)	900
NE III	Neem aqueux (dose forte)	900
PP	Extrait de graine de neem	1300
	Cydim Super	3 (m.a.)
GI	Extrait hydroalcoolique de feuilles de neem	900
	Cydim Super	1 (m.a.)

m.a. : matière active

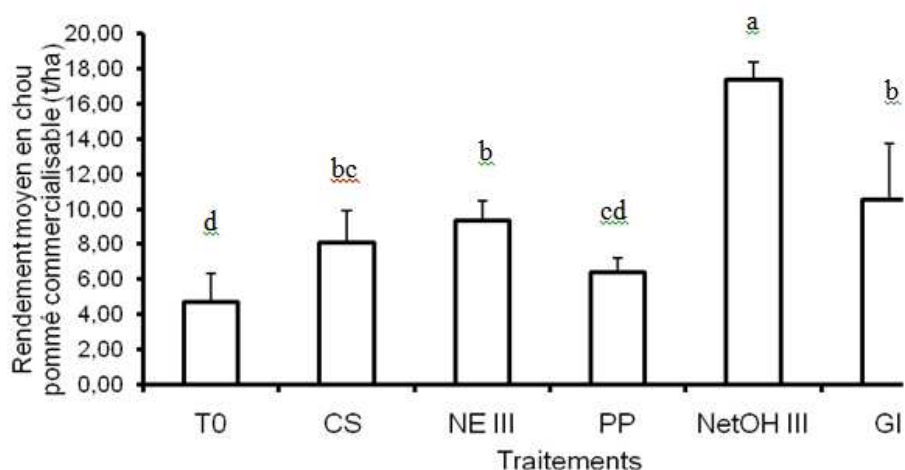


**Figure 1 :** Effectif des chenilles de *P. xylostella* et de *H. undalis* par plant de chou en fonction du traitement. Les barres affectées d'une lettre identique ne sont pas statistiquement différents au seuil de 5% par espèce. T0 : parcelle n'ayant pas subi de traitement insecticide (Témoin) ; CS : parcelle élémentaire traitée avec l'insecticide chimique (Cydim Super) ; NE III : parcelle élémentaire traitée avec l'extrait aqueux de feuilles de neem ; PP : parcelle élémentaire avec pratiques paysannes ; NetOH III : parcelle élémentaire traitée avec l'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem ; GI : parcelle élémentaire avec Gestion Intégrée.

**Tableau 2 :** Recouvrement moyen ( $X \pm SD$ ) et abondance de *L. erysimi* en fonction du traitement.

Traitements	Recouvrement (%)	Abondance
T0	81,05 ± 4,71	Très abondante
CS	0,07 ± 0,01	Rare
NE III	83,15 ± 5,77	Très abondante
PP	29,55 ± 3,78	Assez abondante
NetOH III	76,88 ± 1,21	Très abondante
GI	33,12 ± 4,96	Assez abondante

T0 : parcelle n'ayant pas subi de traitement insecticide (Témoin) ; CS : parcelle élémentaire traitée avec l'insecticide chimique (Cydim Super) ; NE III : parcelle élémentaire traitée avec la dose forte de l'extrait aqueux de feuilles de neem ; PP : parcelle élémentaire avec pratiques paysannes ; NetOH III : parcelle élémentaire traitée avec la dose forte de l'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem ; GI : parcelle élémentaire avec Gestion Intégrée.



**Figure 2 :** Rendement de chou en pomme commercialisable en fonction du traitement. Les barres affectées d'une lettre identique ne sont pas statistiquement différents (ANOVA suivie du classement des moyennes par le test de SNK au seuil de 5%). T0 : parcelle n'ayant pas subi de traitement insecticide (Témoin) ; CS : parcelle élémentaire traitée avec l'insecticide chimique (Cydim Super) ; NE III : parcelle élémentaire traitée avec la dose forte de l'extrait aqueux de feuilles de neem ; PP : parcelle élémentaire avec pratiques paysannes ; NetOH III : parcelle élémentaire traitée avec la dose forte de l'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem ; GI : parcelle élémentaire avec Gestion Intégrée.

## DISCUSSION

Les résultats obtenus au cours de l'essai sur la culture du chou à travers le CEP ont montré que l'extrait hydroéthanolique des feuilles de neem (NetOH III) a été le meilleur produit de traitement phytosanitaire. La gestion intégrée (GI) et l'extrait aqueux des feuilles de neem (NE III) ont également fait leurs preuves dans la gestion des insectes ravageurs (*P. xylostella*, *H. undalis* et *L. erysimi*) et l'amélioration du rendement. Les parcelles des pratiques paysannes n'ont pas donné de bons résultats malgré l'utilisation des intrants de manière abusive par les paysans. Les maraîchers ont noté que l'utilisation exclusive de l'insecticide de synthèse et la pratique paysanne (PP) étaient inefficaces dans le contrôle de *P. xylostella*. Cette espèce a développé une résistance à plusieurs classes d'insecticides (Kim et al., 2001 ; Beak et al., 2005). Mais, les extraits de feuilles de neem ont mieux contrôlé les populations de cette espèce. Les traitements à base d'insecticide de synthèse contrôlent mieux les populations de pucerons. Néanmoins, les extraits de feuilles de neem

ont été plus efficaces sur le puceron par rapport au témoin. Les maraîchers ont affirmé que les doses excessives en pesticide de synthèse des parcelles PP n'ont pas permis de contrôler le ravageur résistants du chou, *P. xylostella*.

Nos résultats corroborent ceux d'Agboyi (2009) qui a obtenu l'efficacité d'extrait de graines de neem sur *P. xylostella* et une espèce de puceron dans les cultures de chou au Togo. Les composés d'extraits de neem ont des effets régulateurs (antibioses et /ou anticénoses) sur les populations d'insectes ravageurs (Charleston et al., 2005a ; Mondédji et al., 2014). Amtul (2014) a rapporté que *A. indica* renferme des composés agissant comme des inhibiteurs de l'enzyme digestive alpha-amylase chez l'insecte ravageur *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Tenebrionidae). En plus de ces effets régulateurs, les extraits de neem sont sélectifs et moins toxiques pour les ennemis naturels des insectes ravageurs qui jouent un rôle dans la réduction des populations de ravageurs (Cloyd, 2004 ; Charleston et al., 2005b). Au cours des observations sur les

parcelles de chou, les maraîchers ont observé aussi dans les parcelles traitées aux extraits de neem, la présence importante des insectes auxiliaires. Il s'agit de *Cotesia plutellae* Kurdjumov (Braconidae) et d'une espèce de Syrphidae. Ce sont les effets complémentaires des extraits botaniques et des ennemis naturels qui semblent être à la base des rendements plus élevés obtenus sur les parcelles traitées aux extraits de neem. Par contre, les traitements exagérés en insecticide de synthèse sont toxiques pour les ennemis naturels des ravageurs, ce qui fait augmenter plutôt le nombre de ravageurs Lépidoptères qui occasionnent plus de dégâts sur la culture. Ceci démontre clairement que l'utilisation des pesticides botaniques à base de neem contribue à la protection de l'environnement (Philogène et al., 2003) par rapport à celle des insecticides de synthèse tout en prouvant son efficacité sur les insectes ravageurs.

En revanche, l'insecticide de synthèse a été plus efficace dans la réduction des populations de *L. erysimi*. Toutefois, les dégâts causés au chou par les Lépidoptères ont diminué sa valeur commerciale. Par conséquent, les parcelles traitées avec les extraits de feuilles de *A. indica* ont donné les meilleurs rendements en chou commercialisable. Les extraits de feuilles de neem peuvent donc être utilisés dans un programme de lutte intégrée contre ces deux ravageurs majeurs du chou au sud du Togo.

### Conclusion

Les résultats obtenus avec les maraîchers sur l'efficacité d'extraits de *A. indica* sur des insectes ravageurs du chou ont montré que les traitements avec les extraits de feuilles de neem en général et celui avec l'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem en particulier, ont été plus efficaces sur les Lépidoptères. Les parcelles de chou traitées avec les extraits ont également donné les meilleurs rendements. Les extraits de feuilles de neem testés peuvent donc être utilisés en milieu maraîcher comme une alternative à

l'utilisation abusive des insecticides de synthèse dans la gestion intégrée des insectes ravageurs du chou au sud du Togo.

### REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont au Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement Agricole (CORAF/WECARD) pour son appui financier (Projet N°: Contrat FC/2003/27).

### REFERENCES

- Agboyi LKBA. 2009. Vulnérabilité des agroécosystèmes maraîchers du Togo et essai de biocontrôle de deux ravageurs *Brevicoryne brassicae* et *Plutella xylostella* sur le chou à l'aide de *Beauveria bassiana* 5653 et de l'extrait aqueux d'amandes de graines de neem (*Azadirachta indica* A. Juss). Mémoire de D.E.A., Université de Lomé, 61p.
- 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.
- 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.
- Anonyme 2007. Etude Biologique et Ecologique (Faune et Flore) de l'Environnement Marin et Côtier affecté par l'exploitation des mines de Phosphates: Délimitation de la zone affectée. Rapport FEM du Projet GP/RAF/04/004/21-09, 70p.
- Anstead JA, Williamson MS, Denholm I. 2005. Evidence for multiple origins of identical insecticide resistance mutations in the aphid *Myzus persicae*. *Insect Biochem. Mol. Biol.*, **35**: 249-256.



- Baek JH, Kim JI, Lee D-W, Chung BK, Miyata Tadashi, Lee SH. 2005. Identification and characterization of ace1-type acetylcholinesterase likely associated with organophosphate resistance in *Plutella xylostella*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, **81**: 164-175.
- Charleston DS. 2004. Integrating biological control and botanical pesticides for management of *Plutella xylostella*. PhD Thesis, Wageningen University, 176p.
- 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*. *Bulletin of Entomological Research*, **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. *Biological Control*, **33**: 131-142.
- Cloyd R. 2004. Natural instincts: Are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? *Am. Nurseryman*, **200**(38): 41.
- Degri MM, Mailafiya DM, Wabekwa JW. 2013. Efficacy of aqueous leaf extracts and synthetic insecticide on pod-sucking bugs infestation of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) in the Guinea Savanna Region of Nigeria. *Advances in Entomology*, **1**(2): 10-14.
- Delamarche M. 2007. Agriculture urbaine, les villes qui se ruralisent. *Marchés Tropicaux et Méditerranéens : Stratégies et investissement en Afrique*, **3212**: 5-6.
- Devine G, Furlong M. 2007. Insecticide use: Contexts and ecological consequences. *Agriculture and Human Values*, **24**: 281-306.
- Djaneyé-Boundjou G, Bawa LM, Boukary Y. 2000. Résidus de pesticides organochlorés dans quelques denrées alimentaires d'origine végétale. *Microb. Hygiène Alimentaire*, **12**(35): 42-46.
- Dovlo KA. 2007. Quelques aspects socio-culturels 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.
- FAO. 2012. La sous-alimentation dans le monde en 2012. [www.fao.org/docrep/017/i3027f/i3027f02.pdf](http://www.fao.org/docrep/017/i3027f/i3027f02.pdf)
- Kanda M, Akpavi S, Wala K, Djaneyé-Boundjou G, Akpagana K. 2014. Diversité des espèces cultivées et contraintes à la production en agriculture maraîchère au Togo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(1): 115-127.
- Kim SM, Hur JH, Han DS, Cho JM, Kim KJ. 2001. Diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) resistance to organophosphorus and carbamate insecticides in Kangwon alpine vegetable croplands. *Korea Soc. Pestic. Sci.*, **5**: 24-30.
- 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., Univ. de Lomé, 61p.
- Koné D, Cissé G, Seigneur C, Holliger C. 2000. Le lagunage à macrophytes et l'irrigation en maraîchage : étude d'une station expérimentale à Ouagadougou. *Info CREPA*, **31**: 4-10.
- 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). *Journal Econ. Entomol.*, **94**(1): 253-263.
- Liang G.-M, Chen W, Liu TX. 2003. Effects of three neem-based insecticides on diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Crop Protection.*, **22**: 333-340.
- Monedji 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, 195p.
- Moneddji AD, Ketoh GK, Amévoïn K, Améline A, Giordanengo P, Glitho IA. 2014. Evaluation of neem leaves-based preparations as insecticidal agents against the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sternorrhyncha : Aphididae). *African Journal of Agricultural Research*, **9**(17): 1344-1352.
- Muzingu BN. 2007. Comportement organisationnel des sites de coopératives maraîchères de Kinshasa vis-à-vis des contraintes environnementales. In *Les Performances des Organisations Africaines. Pratiques de Gestion en Contexte Incertain, coll. Conception et Dynamique des Organisations*, Nizet J, Pichault F (eds). L'Harmattan: Paris; 89-106.
- Olanrewaju BS, Moustier P, Mougeot LJA, Fall A. 2004. *Développement Durable de l'Agriculture Urbaine en Afrique Francophone*. Edit Cirad et Crdi, 173 p.
- Philogène BJR, Regnault-Roger C, Vincent C. 2003. Produits phytosanitaires insecticides d'origine végétale: promesses d'hier et d'aujourd'hui. In *Biopesticides d'Origine Végétale*, Roger C, Philogène BJR, Vincent C (eds). Lavoisier TEC & DOC : Paris ; 1-15.
- Ripley BD, Ritcey GM, Harris CR, Denomme MA, Brown PD. 2001. Pyrethroid insecticide residues on vegetable crops. *Pest Management Science*, **57**: 683-687.
- Shannag HS, Capinera JL, Freihat NM. 2014. Efficacy of different neem-based biopesticides against green peach aphid, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *International Journal of Agricultural Policy and Research*, **2**(2): 061-068.
- Siddiqui BS, Ali SK, Ali ST, Naqvi SNU, Tariq RM. 2009. Variation of major limonoids in *Azadirachta indica* fruits at different ripening stages and toxicity against *Aedes aegypti*. *Nat. Prod. Commun.*, **4**: 473-476.
- 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*, tome XXIX, numéro unique, 2002, p. 59-64.
- Williamson OE. 2002. The Theory of the Firm as Governance Structure: From choice to Contract. *Journal of Economic Perspectives*, **16**(3). <http://groups.haas.berkeley.edu/bpp/ow/choicetocontract.pdf>