



Etude comparée de l'efficacité des extraits aqueux de feuilles d'eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) et des graines de neem (*Azadirachta indica* Juss) contre les principaux ravageurs de chou

Brou Lazare YAO^{1*}, Dessan Obed GOGOUE², Paul Marius NANDO NANDO¹ et Kablan TANO³

¹Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA), Laboratoire Central d'Agrochimie et d'Ecotoxicologie (LCAE). 04 BP 2365 Abidjan 04, Côte d'Ivoire.

²Centre National de Recherche Agronomique (NCAR), Station de Recherche sur le Palmier à Huile La Mé, 13 BP 989 Abidjan 13 Côte d'Ivoire.

³Université Nangui Abrogoua, UFR des Sciences et Technologie des Aliments, Laboratoire de Technologie Alimentaire des Produits Tropicaux, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant ; E-mail : lazarelainyao@yahoo.fr ; Tél. : 00225 0758040246.

Received: 27-07-2021

Accepted: 02-12-2021

Published: 30-04-2022

RESUME

Cette étude a été conduite afin d'évaluer l'efficacité des extraits aqueux de feuilles d'eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) et des graines de neem (*Azadirachta indica* Juss) contre les principaux ravageurs de chou. A cet effet, une parcelle disposée en 3 blocs complets, randomisés et équilibrés constitués de 4 parcelles élémentaires correspondant à 3 traitements et 1 témoin sans traitement a servi de dispositif expérimental. Après analyse des résultats, il ressort que l'extrait de graines de neem a un effet significatif sur tous les ravageurs ciblés. L'extrait de feuilles d'eucalyptus s'est montré inefficace sur *Plutella xylostella* et *Brevicoryne brassicae*. L'insecticide de synthèse a eu un effet immédiat sur *Brevicoryne brassicae*, un effet remarquable sur *Spodoptera littoralis*, mais s'est montré moins efficace sur *Hellula undalis* et *Plutella xylostella*. Les meilleurs rendements ont été obtenus sur les parcelles élémentaires (PE) traitées avec l'extrait aqueux de graines de neem et la solution aqueuse de K-OPTIMAL. Des extraits aqueux de grains neem et des feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* ont été préparés séparément en introduisant respectivement 40 g dans 0,5 litre d'eau et 22,5 g dans 0,5 litre d'eau, puis appliqués sur des cultures de chou en comparaison avec deux témoins dont un insecticide de synthèse le K-OPTIMAL dosé à 2ml/l et un témoin sans traitement. Contrairement aux extraits aqueux de feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis*, les extraits de graines de neem, ont été efficace sur la plupart des ravageurs. Ces extraits peuvent donc être utilisés dans un programme de lutte intégrée contre les ravageurs majeurs du chou.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Biopesticides, ravageurs, chou, graines de neem, feuilles d'*Eucalyptus*.

Comparative study of the efficiency of aqueous extracts of eucalyptus leaves (*Eucalyptus camaldulensis*) and neem seeds (*Azadirachta indica* Juss) against the main pests of cabbage

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effectiveness of aqueous extracts of eucalyptus leaves (*Eucalyptus camaldulensis*) and neem seeds (*Azadirachta indica* Juss) against the main pests of cabbage. To this end, a plot arranged in 3 complete, randomized and balanced blocks made up of 4 elementary plots corresponding to 3 treatments and 1 control without treatment served as an experimental device. After analyzing the results, it appears that the neem seed extract has a significant effect on all the target pests. Eucalyptus leaf extract has been shown to be ineffective against *Plutella xylostella* and *Brevicoryne brassicae*. The synthetic insecticide had an immediate effect on *Brevicoryne brassicae*, a remarkable effect on *Spodoptera littoralis*, but was less effective on *Hellula undalis* and *Plutella xylostella*. The best yields were obtained on elementary plots (EP) treated with the aqueous extract of neem seeds and the aqueous solution of K-OPTIMAL. Aqueous extracts of neem seeds and leaves of *Eucalyptus camaldulensis* were prepared separately by introducing respectively 40 g in 0.5 liter of water and 22.5 g in 0.5 liter of water, then applied to cabbage cultures. in comparison with two controls including a synthetic insecticide K-OPTIMAL dosed at 2ml / l and a control without treatment. Unlike the aqueous extracts of the leaves of *Eucalyptus camaldulensis*, the extracts of neem seeds have been effective against most pests. These extracts can therefore be used in an integrated pest management program against major cabbage pests.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Biopesticides, pests, vegetable crops, cabbage, neem seeds, *Eucalyptus* leaves.

INTRODUCTION

La protection des cultures et des récoltes contre les ravageurs constitue en Côte d'Ivoire, un enjeu capital pour la sécurité alimentaire des populations de plus en plus grandissantes (Seck, 1994). Certes, les progrès enregistrés dans la protection des plantes ont largement contribué à l'augmentation des rendements et à la régularité de la production dans les pays industrialisés. Cependant sous les tropiques et particulièrement en Côte d'Ivoire le taux de satisfaction en matière de protection des plantes cultivées et des denrées stockées reste faible. Hormis les mauvaises conditions de conservation des denrées (Mondedji et al., 2014), la perte des récoltes et des semences est en grande partie liée à la forte pression parasitaire exercée par les insectes et les champignons sur les cultures (Youdeowei, 2004). Dans le cas du chou, les pertes de récoltes ont été évaluées à 53,8% de la

production, dans la région de Bukavu (Seck, 1994). Selon Foua-Bi (1992), les pertes post-récoltes dues aux ravageurs se situent entre 20 à 40% sous les tropiques. Il est évident que la lutte chimique est un moyen efficace pour la sauvegarde des récoltes, pourtant ces dernières années, de nombreux scientifiques contestent l'usage des insecticides de synthèse en agriculture. Selon eux, les pesticides constituent une réelle menace de santé pour les utilisateurs et les habitants des cités (Philogène et al., 2003).

Les eaux de surfaces aux abords des plantations et les organismes qui y vivent ont été contaminés. L'air a été également pollué par effet de pollution diffuse lors des traitements. A cela s'ajoute la résistance des insectes vis-à-vis de la plupart des molécules chimiques. C'est le cas de *Plutella xylostella*, ce lépidoptère de la famille des plutellidae, devenu quasi invulnérable à la plupart des

molécules chimique (PAN Africa, 2003). Il constitue d'ailleurs la principale menace de la culture des choux, plus de 90% des pertes de la production seraient à son actif (N'goran et al., 2014). Conscient des dangers que représente l'utilisation non raisonnée des insecticides de synthèse et de la menace de santé publique, de nombreuses études proposent des mesures alternatives par l'utilisation des biopesticides à base d'extraits de plantes telles que le neem, l'eucalyptus, le callistemon etc. en agriculture. Ces insecticides peuvent être fabriqués de manière locale par les producteurs et réduire ainsi le coût de la production des vivriers et même présenter moins de risques de santé sur les utilisateurs et les consommateurs. Cette étude s'est proposée de mettre en évidence l'efficacité des extraits aqueux d'amandes d'*Azadirachta indica* Juss (neem) et des feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* sur les principaux ravageurs de chou en comparaison avec un insecticide de synthèse le K-OPTIMAL (lambda-cyhalothrine 15g/l + l'acétamipride 20g/l), couramment utilisé par les maraîchers périurbains de la ville de Sassandra contre les ravageurs du chou.

MATERIEL ET METHODES

Matériel biologique

Le matériel biologique se compose, des plants de chou de la variété KK Cross hybride F1 et des insectes ravageurs.

Pesticides utilisés

Produits chimiques

Le K-OPTIMAL qui a été utilisé est un insecticide de synthèse faisant partie de la liste actualisée des pesticides homologués et autorisés en Côte d'Ivoire (Anonyme, 2009). Les matières actives contenues dans ce produit sont la Lambda-cyhalothrine 15g/l et l'Acétamipride 20g/l.

Extraits végétaux

Pour cette catégorie de produit, deux extraits aqueux ont été utilisés:

- les extraits de graines de neem ;
- les extraits de feuilles d'eucalyptus.

Matériel technique

- Le matériel de laboratoire était constitué de balance électronique de marque SHIMAZU, de mortier, de réfrigérateur et de la verrerie.
- Le matériel technique de terrain était constitué de ruban métrique pour le dimensionnement des planches et le piquetage, de houe pour la confection des planches, de trois seaux de 5 litres pour la préparation des différentes bouillies de pesticides et de trois pulvérisateurs à main de marque Shogun.

Dispositif expérimental

La parcelle a été disposée en blocs complets, randomisés et équilibrés, comprenant 3 blocs ou répétitions B1, B2 et B3. Chaque bloc a été constitué de 4 parcelles élémentaires (PE) correspondant à 3 traitements et 1 témoin sans traitement. Les traitements phytosanitaires ont été réalisés à partir des extraits aqueux de graines de *Azadirachta indica juss* (T₂), des extraits aqueux de feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* (T₃), de la bouillie de K-OPTIMA (T₁) un insecticide qui a pour matières actives la lambda-cyhalothrine de teneur 15g/l et l'acétamipride 20g/l. Chaque parcelle élémentaire de 6 m² (5 m x 1,2 m) a porté 3 lignes de choux (36 plants) espacé de 0,4 m sur les lignes et 0,4 m entre les lignes. Les PE étaient distants de 1 m (Figure 1).

Mise en place de la culture de chou

Une planche de 5 m² conçue pour abriter la pépinière a été désinfectée avec 50 g de Diafuran 10 G. Trois jours plus tard, la planche a été ensemencée après arrosage. Le semis a été réalisé selon un écartement de 10

cm x 5 cm. Le paillage de la planche avec des feuilles de palme a été relevé à 60 cm de haut au-dessus de la planche, 3 jours après la levée des semences afin de constituer un ombrage pour la pépinière. Cet ombrage a été progressivement réduit au fil des jours pour être définitivement supprimé 3 jours avant la transplantation des jeunes plants. L'entretien de la pépinière a consisté au sarclage à la demande et à l'apport quotidien d'eaux. 612 plantules ont été obtenues après 30 jours de pépinière. Après les opérations de nettoyage, de dessouchage et de confection des planches s'en est suivi le piquetage puis le repiquage (Figure 2) des plantules de choux de 30 jours d'âge. Toute la période de l'expérimentation, l'apport en eau se faisait matin et soir, et le sarclage de la parcelle à la demande.

Préparation des solutions de biopesticide

Extraction aqueuse des graines de neem

Des graines de neem ont été collectées sur trois arbres de neem à Sassandra d'Août à septembre, puis séchées à l'ombre durant trois semaines. Pour la préparation des solutions de pesticide, 40 g de graines séchées ont été broyées dans un mortier. Huit broyats de 40 g de graines de neem ont été conservées au réfrigérateur sur la période de l'expérimentation. A la veille de chaque traitement, un broyat a été trempé dans 0,5 l d'eau de robinet pendant 24 h puis filtré à l'aide de tissu. Le filtrat a été par la suite transvasé dans un pulvérisateur à main.

Extraction aqueuse des feuilles d'Eucalyptus

22,5 g de feuilles d'*Eucalyptus* récoltées tôt le matin (6 h 00 à 6h 30) ont été broyées dans un mortier puis macérées dans 0,75 l d'eau tiède. Le mélange obtenu a été filtré à partir d'un tissu. La solution a été transvasée dans le pulvérisateur à main. A la différence de l'extraction aqueuse des amandes de neem, les différentes étapes de cette

opération se sont déroulées le jour même du traitement.

Préparation de la bouillie de K-OPTIMAL

La bouillie a été préparée à la concentration de 2,67 ml/l d'eau soit 2ml de K-OPTIMAL dans 0,75 l d'eau (Tableau 1).

Application des différents insecticides

L'application des traitements insecticides a débuté 7 jours après le repiquage soit 37 jours après les semis. Au total 8 traitements espacés de 6 jours ont été réalisés sur chaque parcelle élémentaire. L'application des pesticides se situait entre 16 h et 18 h et la même dose a été appliquée sur toute la période de l'expérimentation. Pour chacun des cas, le traitement a été renouvelé le lendemain lorsqu'une pluie est survenue moins de 24 h après application des insecticides. Le calibrage des pulvérisateurs a été identique pour tous les traitements.

Méthode d'échantillonnage

Sur chaque parcelle élémentaire, 10 plantes ont été observées sur la ligne médiane afin de minimiser les effets de bordure (Figure 3). Les échantillonnages ont porté sur la population des insectes ravageurs présents 3 jours après les traitements. S'agissant des pommes récoltées, l'échantillonnage a porté sur la totalité des plants repiqués.

Analyses statistiques des données

La comparaison de l'efficacité des solutions d'insecticide a été réalisée à partir du test de Friedman. Ce test a été effectué par le logiciel XLSTAT 7.5, au seuil de significativité statistique fixée à 5%. Le test de Friedman est un test non paramétrique utilisé pour comparer k échantillons appariés, avec $k > 2$.

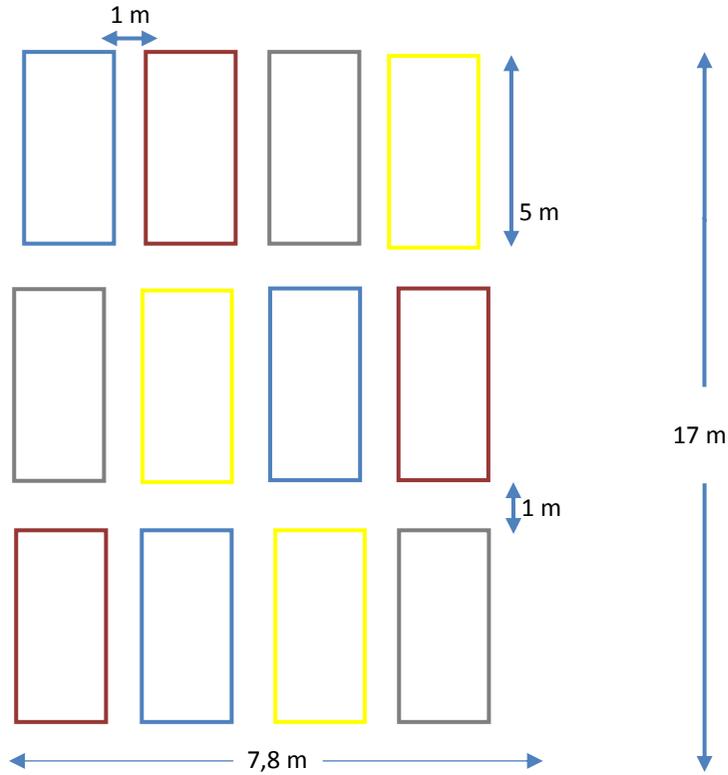


Figure 1 : Dispositif expérimental.

Légende :

- Traitement à la bouillie de K-OPTIMAL (T₁) 
- Traitement aux extraits de graines de neem (T₂) 
- Traitement aux extraits de feuilles d'*Eucalyptus* (T₃) 
- Sans traitement (T₀) 

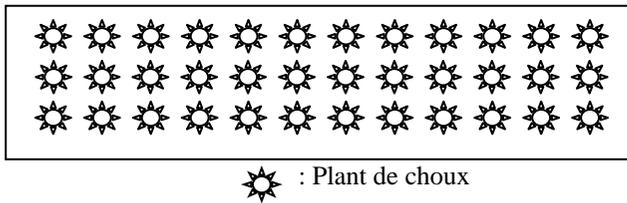


Figure 2 : Densité de la parcelle élémentaire.

Tableau 1 : Récapitulatif des doses de traitement appliquées.

Pesticides	Quantité	Volume d'eau (l)	Surface à traiter m ²
K-optimal	2 ml	0,75	18
Graines de neem	40 g	0,5	18
Feuille d' <i>Eucalyptus</i>	22,5 g	0,75	18

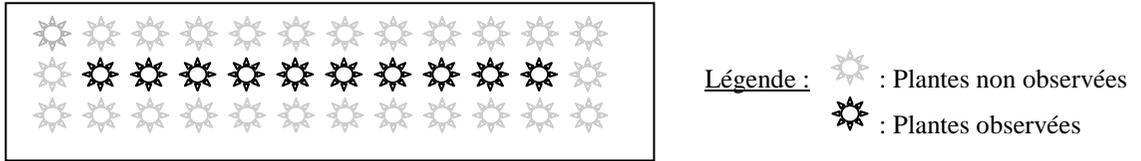


Figure 3: Méthode d'échantillonnage.

RESULTATS

Les principaux ravageurs identifiés sur le site sont les pucerons, les criquets verts et les laves de lépidoptères telles : *Plutella xylostella*, *Hellula undalis* et *Spodoptera littoralis*.

Les insecticides ont un effet sur la population des insectes ravageurs, lave de *Plutella xylostella*. La taille de la population était plus élevée en T₀ et T₃, avec une forte variation en T₀ qui a indiqué un pic de 1,5 individu en moyenne à 79 JAS (Jour Après Semi) et 0,7 individu à 73 JAS en T₃. En T₁, la population moyenne de *Plutella xylostella* est restée stable à 0,4 individu 55 JAS jusqu'en fin d'expérimentation. C'est en T₂ qu'on a enregistré la plus faible population du ravageur avec moins de 0,2 individu par plant sur la durée de l'expérimentation (Figure 4).

Le test de comparaison multiple au seuil de 5% a indiqué que la différence entre les traitements était significative. Cette analyse a été confirmée par la matrice de comparaison par paire, qui a relevé qu'entre T₁ / T₂ et T₂ / T₃, il existait une différence significative, mais entre T₁/T₃ et T₀/T₃, la différence n'était pas significative.

La population moyenne de *Hellula undalis* a atteint son pic 55 JAS sur les parcelles élémentaires T₀; T₂ et T₃. Elle a

décru pour se stabiliser à moins de 0.1 individu en moyenne sur les PE de T₃. En T₃ la croissance de la population a évolué en dent de scie, elle a oscillé entre 0 et 0,1 individu en moyenne. En T₁ cette population s'est stabilisée entre 0,1 et 0,2 individu à partir de 55 JAS (Figure 5).

Le test de comparaison multiple au seuil de 5% a indiqué qu'il existait une différence significative entre les traitements. La matrice de comparaison par paires, a indiqué qu'il existait une différence significative seulement entre T₁ et T₂.

Contrairement aux autres populations, La population de *Spodoptera littoralis* a décré de manière générale jusqu'à 0 individu pour tous les traitements y compris sur la PE (Parcelle Élémentaire) témoin. La dynamique de cette décroissance était irréversible en T₂ et T₁. Elle était très accélérée sur les PE de T₂, 49 JAS, la population de *Spodoptera littoralis* est passée à 0 individu. En T₁ ce n'était qu'après le sixième traitement soit 67 JAS que la population a chuté à 0 individu. En T₀ et T₃ la décroissance n'était pas linéaire, on a observé une hausse de la population 55 JAS, avant de chuter à 0 individu 61 JAS en T₃ et 67 JAS en T₀ (Figure 6).

Le test de comparaison multiple au seuil de 5% a indiqué qu'il n'existait aucune différence significative entre les traitements. La matrice de comparaison par paires, a confirmé bien ce résultat.

La population des pucerons décroît de manière irréversible pour tous les traitements y compris sur les PE témoins (T₀). On a enregistré 0 individu 49 JAS en T₁, et 61 JAS en T₂. En T₃ et T₀, la population a chuté de 150 à 25 individus en moyenne 85 JAS sans toutefois être totalement anéantie (Figure 7).

Le test de comparaison multiple au seuil de 5% a indiqué que la différence entre les traitements était significative. Cette analyse a été confirmée par la matrice de comparaison par paires, qui a relevé qu'entre T₁ / T₃ et T₂ / T₃, il existait une différence significative par contre entre T₁/T₂ la différence n'était pas significative.

La population moyenne de criquet était presque inexistante sur les parcelles élémentaires traitées avec le K-OPTIMAL et l'extrait de graines de neem. La plus grande population a été observée sur la P.E. traitée avec l'extrait des feuilles d'eucalyptus (T₃) 54 JAS soit au quatrième traitement et a disparu 67 JAS avant de réapparaître. Sur la PE du témoin (T₀) et pour la plupart des observations

effectuées, la population moyenne était inférieure à 0,2. Notons que les criquets ne sont apparus que 49 JAS sur les parcelles élémentaires (Figure 8).

Le test de comparaison multiple au seuil de 5% a indiqué que la différence entre les traitements était significative. Cette analyse a été confirmée par la matrice de comparaison par paires, qui a relevé qu'entre T₂ / T₀ il existait une différence significative mais entre T₁/T₂; T₁ / T₃ et T₁/T₃ la différence n'était pas significative.

Les traitements des insecticides avaient un effet sur le nombre de pommes produites. En T₁ 95,37% de pomme ont été récoltés ; en T₂ 94,44 % ; en T₃ 87,04 % et en T₀ 65,74%. Le taux de plants dégénéré était plus élevé en T₀ avec 34,26 de plants morts (Figure 9).

La masse moyenne de pomme produite par parcelle élémentaire était de 8,989 Kg en T₂ ; 8,734 Kg en T₁ ; 3,484 Kg en T₃ et 2,542 Kg en T₀ (Figure 10).

Le test de comparaison multiple au seuil de 5% a indiqué que la différence entre les productions était significative. L'analyse a été confirmée par la matrice de comparaison par paires, qui a relevé qu'entre T₁/T₃ et T₂/T₃ il existait une différence significative mais entre T₁/T₂ la différence n'était pas significative.

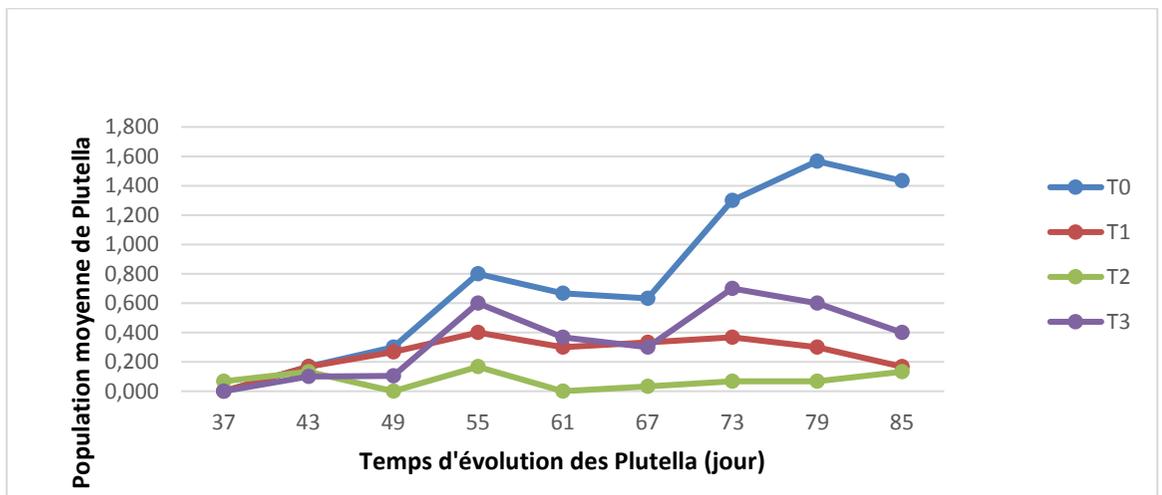


Figure 4 : Evolution des populations moyenne de laves de *Plutella xylostella* par traitement.

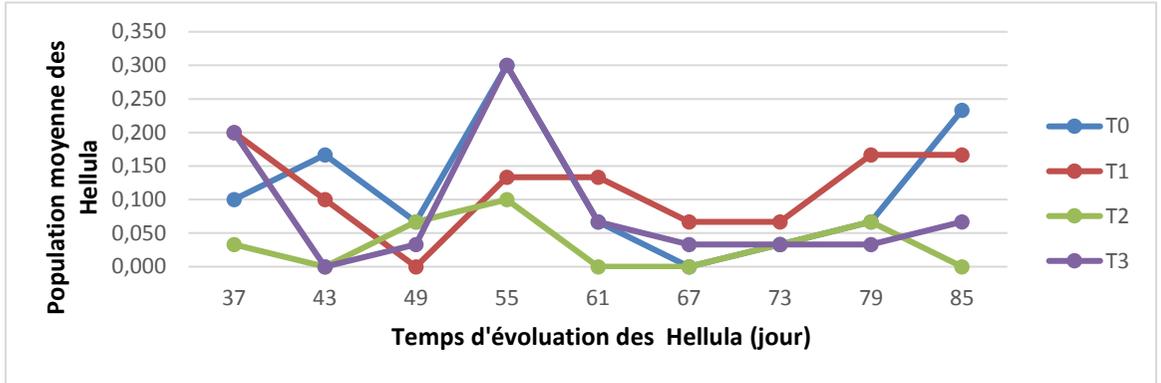


Figure 5 : Evolution des populations moyenne de laves de *Hellula undalis* par traitement.

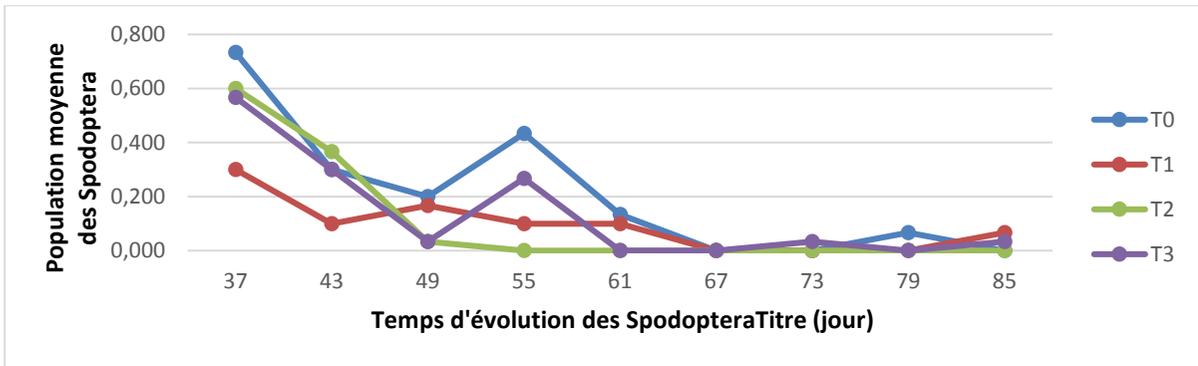


Figure 6 : Evolution des populations moyennes des laves de *Spodoptera littoralis* par traitements.

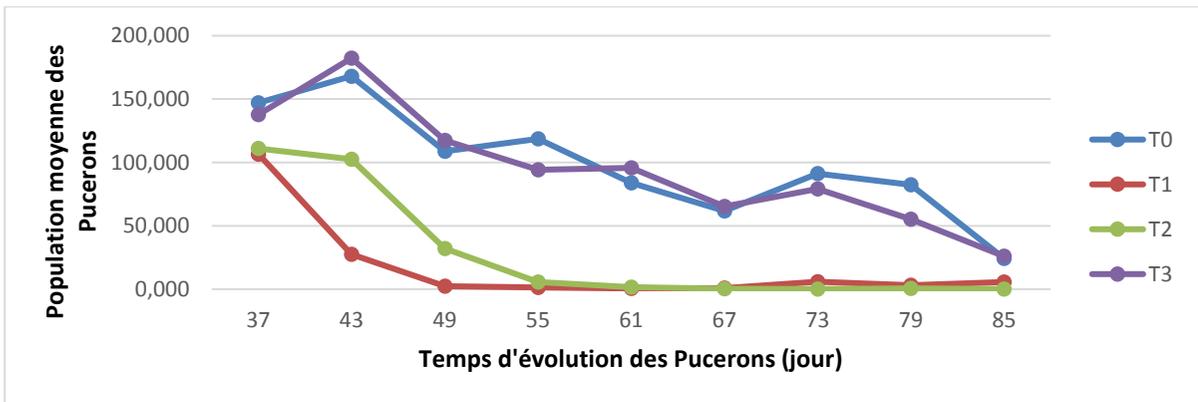


Figure 7 : Evolution des populations moyenne de puceron par traitements.

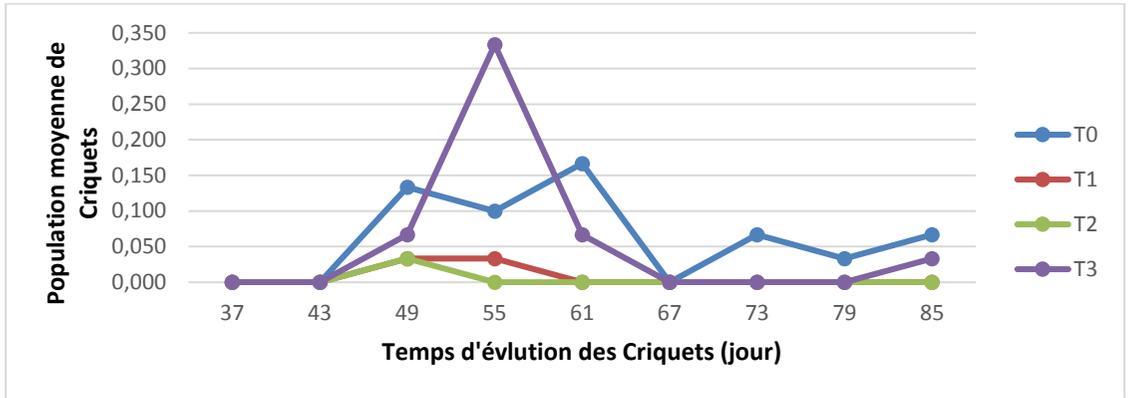


Figure 8 : Evolution des populations moyenne de criquets vert.

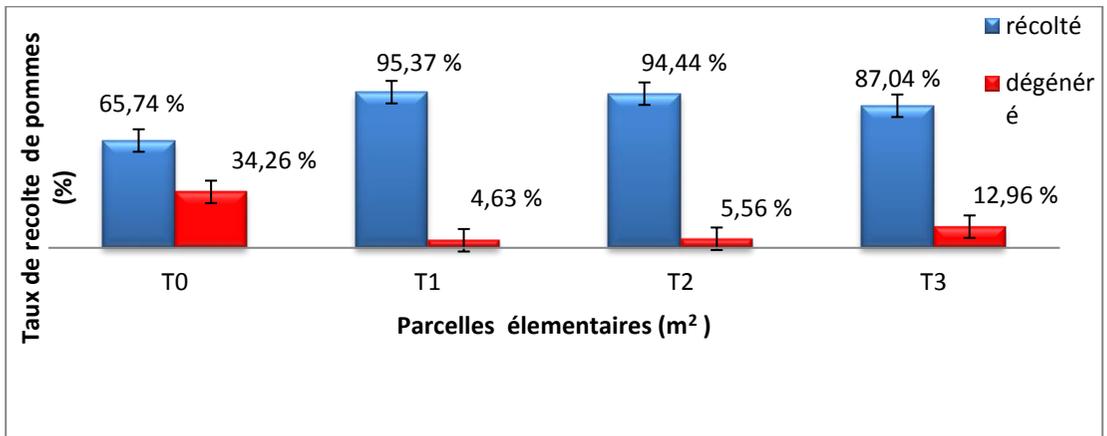


Figure 9 : Taux de récolte par parcelles élémentaires.

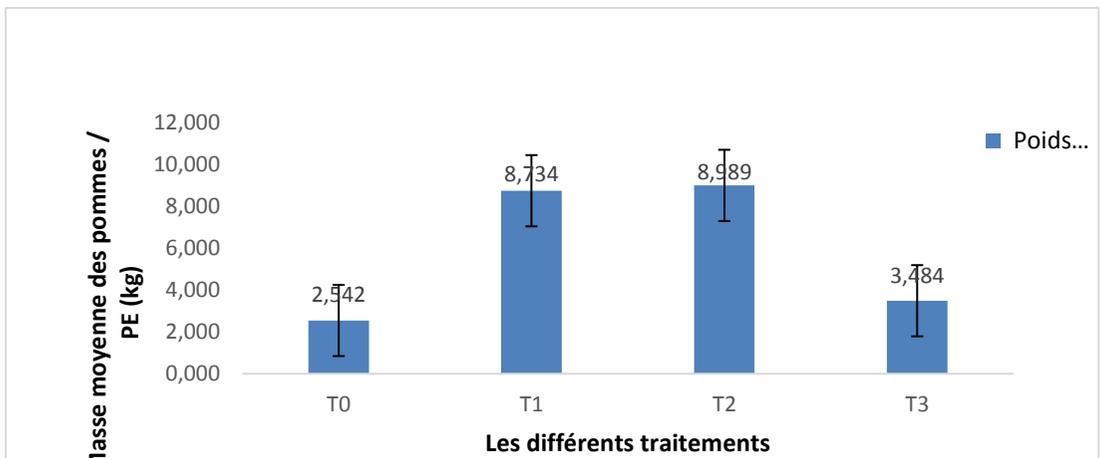


Figure 10 : Masse moyenne de pomme par PE selon les traitements.

DISCUSSION

Les résultats obtenus au cours de l'essai sur la culture du chou ont montré que l'extrait aqueux des graines d'*Azadirachta indica juss* (graines de neem) a été le meilleur produit de traitement phytosanitaire. Il s'est révélé efficace sur la population d'insectes ravageurs (Biao et al., 2018). Cette action est traduite par une baisse significative de la population cible qui a été réduite à un faible niveau de nuisance sur les plants de chou. En effet l'azadirachtine, principal composé des graines de neem dégage des propriétés répulsives et anti appétents contre les ravageurs de cultures (Walangululu et al., 2000; Gueye et al., 2011). Ce composé provoque également un arrêt du développement larvaire et un blocage des mues chez les insectes selon (Yarou et al., 2017 ; Cissokho et al., 2015).

Il a été noté que l'utilisation exclusive de l'insecticide de synthèse (K-OPTIMAL) 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 ; Baek et al., 2005). Mais, les extraits de graines de neem ont mieux contrôlé les populations de cette espèce. Le K-OPTIMAL a rapidement réduit la population des pucerons et s'est montré nettement efficace sur les larves de *Spodoptera littoralis* et sur les criquets. Néanmoins, les extraits de graines de neem ont été plus efficaces sur le puceron par rapport au témoin. Les doses excessives en pesticide de synthèse des parcelles PP n'ont pas permis de contrôler le ravageur résistant du chou, *Plutella xylostella*. Ces résultats corroborent ceux de Agboyi, 2009 qui a obtenu l'efficacité d'extrait de graines de neem sur *Plutella xylostella* et une espèce de puceron dans les cultures de chou au Togo. Ces résultats sont aussi conformes à ceux présentés par (Charleston et al., 2005b). Selon Agboyi (2009), *Plutella xylostella* a développé une résistance face à plusieurs classes d'insecticides chimiques contrairement aux biopesticides. Les composés d'extraits de neem ont des effets régulateurs (antibioses et/ou anticénoses) sur les populations d'insectes ravageurs (Charleston et al., 2005a; N'goran et al., 2014). Amtul (2014)

a rapporté que *Azadirachta indica juss* 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, Il a été observé dans les parcelles traitées aux extraits de neem, la présence importante des insectes auxiliaires.

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 graines de neem. Par contre, les traitements exagérés en insecticide de synthèse sont toxiques pour les ennemis naturels des ravageurs (Charleston et al., 2005b). Ceci démontre clairement que l'utilisation des pesticides botaniques à base de neem contribue à la protection de l'environnement (RGPH, 2014) 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 *Spodoptera littoralis* et de criquets.

Par conséquent, les parcelles traitées avec les extraits de feuilles de *A. indica* ont donné les meilleurs rendements en chou commercialisable. Contrairement aux extraits de graines de neem et au K-Optimal, l'extrait aqueux de feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* n'a pas été efficace sur l'ensemble des ravageurs.

Les extraits des graines de neem peuvent donc être utilisés dans un programme de lutte intégrée contre les ravageurs majeurs du chou.

Conclusion

L'étude a révélé que l'extrait aqueux de neem a considérablement réduit la population d'insectes ravageurs identifiés sur le site d'expérimentation. Il en est de même pour l'insecticide de synthèse le « K-

OPTIMAL » à la différence que l'extrait de neem a des résultats plus significatifs sur des larves de *Plutella*, *hellula*, puceron, *Spodoptera* et des criquets verts. Sur les pucerons, le K-optimal a exercé une action plus rapide que l'extrait de grain de neem en revanche, il a été moins efficace sur *Plutella*. La population de ces chenilles est restée active sur la parcelle T₂ durant toute l'expérimentation contrairement aux traitements à base de neem pour lequel ces insectes ont par moment disparus. Les extraits aqueux de feuilles d'Eucalyptus, se sont révélés inefficaces sur les pucerons et sur *Plutella*. La production des pommes de choux est sensiblement égale dans les parcelles traitées au KOPTIMAL et l'extrait aqueux de grains de neem avec un léger avantage pour les PE traitées au neem. Les extraits aqueux de graines d'*Azadirachta indica* Juss et de feuilles d'*Eucalyptus camaldulensis* pourraient donc constituer une alternative aux pesticides de synthèse dans le cadre de la lutte contre les ravageurs des cultures maraîchères et en particulier des choux.

CONFLITS D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

L'élaboration et la conception du protocole de cette étude a été faite par BLY. PMNN a effectué les activités de terrain et de laboratoire accompagné de DOG. Les analyses statistiques des résultats ont été faites avec la contribution de BLY et PMNN. KT a supervisé le travail. BLY, DOG et PMNN ont participé activement à la rédaction de ce manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs de cet article remercient la direction du Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA) et tout le personnel du Laboratoire Central d'Agrochimie et d'Ecotoxicologie (LCAE) pour leur assistance et leur expertise dans la réalisation de cette étude.

REFERENCES

- Seck D.1994. Développement de méthodes alternatives de contrôle des principaux insectes ravageurs des denrées emmagasinées au Sénégal par l'utilisation de plantes indigène, Thèse de doctorat, Université Gembloux, Belgique, 170.
- Mondedji A, Nyamador W, Amevoin K, Glith I. 2014. 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. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **8** (5) : 2286-2295.
- Youdeowei A. 2004. Guide de vulgarisation de la lutte intégrée (Volume 4). La Pratique de la lutte intégrée en production maraîchère. Ghana, MOFA, PPRD, 49.
- Foua-Bi K. 1992. La post-récolte en Afrique. Préambule. Act. du Sém. 8. Int. Abidjan : 29 janv.-1 fév. 1990, Montmagnis; AUPELF-UREF, 7-8.
- 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.
- PAN Africa. 2003. Document d'information sur la gestion des pesticides au Sénégal, 56.
- N'goran O, Yao P, Kouadio DK, Kouassi P, Tano Y. 2014. Évaluation de l'efficacité de l'insecticide Tricel 480 EC comparée à la Deltaméthrine et à la Cyperméthrine contre les ravageurs du chou (*Brassicaceae L. sp.*) en milieu paysan dans la région de Yamoussoukro en Côte d'Ivoire. *Afrique Sciences*, **10**(1) : 194-207.
- Biao F, Afouda L, Koné D. 2018. Effet des extraits aqueux à base d'ail (*Allium sativum*), de neem (*Azadirachta indica*), d'hyptis *Hyptis spp.*) et d'huile

- d'arachide sur les pucerons, vecteurs du virus de la panachure du piment vert (*Capsicum chinense*) au Nord-Bénin. *Journal of Animal & Plant Sciences*, **38**(3) : 6336-6348.
- Walangululu J, Mushagalusa G. 2000. Les principaux ravageurs des choux pommés (*brassica oleracea var capitata subs sabouda*) à Bukavu et ses environs. *TROPICULTURA*, **18**(2) : 55-57.
- Gueye MT, Seck D, Wathelet JP, Lognay G. 2011. Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, **15**(1) : 183-194.
- Yarou BB, Pierre S, Komlan AF, Mensah A, Alabi T, Verheggen F. 2017. Plantes pesticides et protection des cultures maraîchères en Afrique l'Ouest. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, **21**(4) : 288-304.
- Cissokho P S, Gueye M T, Sow El H, Diarra K. 2015. Substances inertes et plantes à effet insecticide utilisées dans la lutte contre les insectes ravageurs des céréales et légumineuses au Sénégal et en Afrique de l'Ouest. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **9**(3) : 1644-1653.
- 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. *Korean Society of Pesticide Science*, **5**: 24- 30.
- 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.
- 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, 61.
- 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.
- Charleston DS, Kfir RV, 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.
- 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.
- Cloyd R. 2004. Natural instincts: Are natural insecticides safer and better than conventional insecticides. *Am. Nurseryman*, **200**(38) : 41.
- RGPH. 2014. Recensement Général de la population et de l'Habitat, 25.