



Original Paper

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

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

Évaluation de l'efficacité biologique d'extrait de neem (*Azadirachta indica* Juss.) comme alternatif aux pyréthrinoides pour le contrôle des principaux ravageurs du cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) au Sénégal

Banna SANE^{1,2*}, Djibril BADIANE², Momar Talla GUEYE³ et Ousmane FAYE¹

¹Département de Biologie Animale, Faculté des Sciences de Dakar, UCAD, BP 5005, Dakar, Sénégal.

²Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, Centre de Recherches Agricoles BP 211 Tamba, Sénégal.

³Institut de Technologie Alimentaire, Hann-Dakar, BP 2765, Sénégal.

*Auteur correspondant ; E-mail: bannahelene@gmail.com

RESUME

Les insectes ravageurs constituent une contrainte majeure à la production du cotonnier. En vue de trouver une alternative à la lutte chimique contre ces nuisibles, l'effet insecticide d'un extrait d'huile de neem (*Azadirachta indica* Juss.) formulé 1% a été évalué au champ sur les principaux ravageurs du cotonnier au Sénégal. Azadirachtine A 10 g/l à la dose d'un litre à l'hectare a été testé en comparaison avec un insecticide chimique Profénofos 500 g/l à la dose 1,5 litre à l'hectare et un témoin absolu (non traité) dans un dispositif en bloc de Fisher. Les observations et mesures ont porté principalement sur le niveau des populations de piqueurs suceurs et de chenilles et l'incidence des carpophages sur les organes florifères du cotonnier. Les résultats obtenus révèlent que l'Azadirachtine a permis de réduire significativement ($p < 0.05$) les populations des ravageurs ainsi que leurs dégâts causés sur le cotonnier. Azadirachtine A 10 g/l a été très efficace sur les chenilles (72% pour les carpophages et 91% pour les phyllophages) tout comme le produit chimique. Cependant, les résultats sur les piqueurs suceurs restent mitigés (60% pour *Bemisia tabaci* et 32% pour *Aphis gossypii*). L'extrait d'huile de neem formulé 1% (Azadirachtine A 10 g/l) peut être utilisé dans la lutte intégrée contre les principaux insectes ravageurs du cotonnier.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: Cotonnier, ravageurs, effet insecticide, Azadirachtine A, Sénégal.

Evaluation of the biological efficiency of neem extract (*Azadirachta indica* Juss.) as an alternative to pyrethroids for the control of main cotton (*Gossypium hirsutum* L.) pests in Senegal

ABSTRACT

Insect pests are a major constraint to cotton production. In order to find an alternative to chemical pesticides, insecticidal effect of 1% formulated neem oil extract (*Azadirachta indica* Juss.) was evaluated in the field on the principal pests of cotton in Senegal. Azadirachtin A 10 g/l at a rate of one liter per hectare was tested in comparison with a Profenofos chemical insecticide 500 g/l at the rate of 1.5 liters per hectare and an absolute control (untreated) in a Fisher block design. Observations and measurements focused on the level of sucking and caterpillar populations and damages on cotton florifruiter organs by carpophages. The results

reveal that Azadirachtin A significantly ($p < 0.05$) reduced pest populations and their damage on cotton. Azadirachtin A 10 g/l was very effective on caterpillars (72% for the carpophages et 91% for the phyllophages) as the chemical insecticides. Average reduction of 60% on *Bemisia tabaci* and 32% on *Aphis gossypii* was observed. According our results, neem oil extract formulated at 1% (Azadirachtin A 10 g/l) can be used in integrated pest control against major cotton insect pests.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Cotton, pests, insecticidal effect, Azadirachtin A, Senegal.

INTRODUCTION

Le coton représente la principale culture de fibres dans le monde avec environ 25 millions de tonnes de coton fibre produits par an (Ouedraogo et al., 2008). Il représente une ressource économique et sociale considérable pour les pays ouest africains (Berti et al., 2006).

Toutefois, le cotonnier est une plante aux dépens de laquelle vivent de nombreux bio-agresseurs. Les Lépidoptères (chenilles de la capsule et chenilles phyllophages), les Homoptères (puçerons, jassides et aleurodes) et les Hétéroptères (mirides et punaises vraies) exercent des nuisances considérables dans les champs de cotonnier (Vaissayre, 2007). Au Sénégal, ces dommages peuvent affecter la qualité de la fibre produite ou se traduire par des pertes de récolte allant jusqu'à environ 60% (Badiane, 2015). L'utilisation des insecticides chimiques a été privilégiée pour faire face à ces groupes importants et diversifiés de ravageurs (Vaissayre et al., 2006). Dès leur apparition, les insecticides de synthèse ont séduit par leur efficacité et les bénéfiques qu'ils engendraient immédiatement (Crétenet et al., 2015). De façon générale, l'avènement des pesticides a permis de juguler l'action des ravageurs et ces derniers ont été pris comme une panacée avant de connaître un coup de frein (Guèye, 2012). En effet, l'utilisation excessive des pesticides de synthèse a favorisé l'accoutumance puis la résistance des ravageurs. Les pesticides sont également devenus préoccupants du point de vue de la santé des populations, de l'environnement et de la déperdition de la biodiversité (Multigner, 2005, Adam et al., 2010).

Pour toutes ces raisons, au Sénégal, les acteurs de la filière cotonnière s'intéressent de

plus en plus à des moyens de lutte alternatifs respectueux de l'environnement tels que les extraits de plantes à effet insecticide. En effet, beaucoup de travaux effectués dans ce contexte ont montré l'efficacité des extraits de plantes (El Hadj et al., 2006 ; Gbedomon et al., 2012 ; Fayalo et al., 2014 ; Tamgno et al., 2014). Ainsi, il a paru opportun d'orienter la présente étude sur les extraits de plantes dont celui du neem. Les Méliacées sont parmi les plantes les plus expérimentées pour leur effet de contact et le neem en est sans doute l'espèce la plus étudiée dans ce cadre (Facknath, 2006). Les produits extraits du neem se sont avérés efficaces contre plus de 400 espèces d'arthropodes ravageurs et nématodes des cultures (Bélanger et Musabyimana, 2005). L'objectif de ce travail est d'évaluer l'activité insecticide de l'Azadirachtine A, principal composant de l'extrait de neem (*Azadirachta indica*) sur les principaux ravageurs du cotonnier.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude

L'étude a été menée en 2014 et 2015 (juin-décembre) à l'Antenne Multilocale d'Expérimentation (AMEX) de Dialacoto (13°20'14.64'' Nord, 13°16'19.44'' Ouest, 36 m d'altitude), village situé dans la région de Tambacounda (Figure1). Le site est situé dans la zone médiane du bassin cotonnier du Sénégal avec une pluviométrie variant entre 700 et 800 mm. La zone d'étude est caractérisée par un climat de type steppe et les sols sont argilo-argileuses.

Matériel végétal

La variété de coton STAM 279A, introduite du Togo, a été utilisée. Elle est de courte taille (80 cm à 1 m) avec un port

pyramidal. La STAM 279A a un cycle de 5 mois, un rendement en coton graine de 2,5 à 2,7 T/ha et un rendement à l'égrenage de 43 à 45%.

Insectes ravageurs

Ce sont les principaux prédateurs rencontrés sur les cotonniers au cours des observations. Il s'agit de *Helicoverpa armigera* et d'autres chenilles carpophages (*Diparopsis watersi* et *Earias* spp), de chenilles phyllophages (*Anomis flava* et *Spodoptera littoralis*) et de piqueurs suceurs (*Bemisia tabaci* et *Aphis gossypii*).

Produits insecticides utilisés

Le produit naturel à expérimenter est un insecticide à base d'extrait d'huile végétale tirée du neem, *Azadirachta indica* A. Juss. Il est formulé sous forme de Concentré Emulsionnable (EC) 1% par une industrie sénégalaise, SENCHIM. Le principe actif est l'Azadirachtine A, appartenant à la famille des limonoïdes, avec une concentration de 10 g/l. L'efficacité de l'Azadirachtine a été comparée à celle d'un produit chimique le Profénofos 500 g/l qui est un insecticide de la famille des organophosphorés. Il se présente sous la forme de liquide jaune pâle stable en conditions neutre et acide. Le choix de cet insecticide chimique se justifie par son utilisation, comme alternative aux pyréthrinoides, pour qui la principale chenille *H. armigera* est résistante.

Dispositif expérimental

Les travaux ont été réalisés sur deux années successives (2014 et 2015). Le dispositif est un bloc de Fisher à 4 répétitions. Les cotonniers sont semés dans des parcelles élémentaires comportant 10 lignes de 10 m dont les 8 centrales sont traitées. Les objets comparés sont constitués du produit à tester (Azadirachtine 10 g de matière active par litre), d'un produit de référence (Profénofos à 500 g de matière active par litre) et d'un témoin non traité (où les parcelles ne sont soumises à aucun traitement foliaire). Six traitements (T) foliaires ont été effectués avec le produit testé ainsi que pour le Profénofos.

Applications des traitements

Les applications insecticides ont été faites à l'aide d'un appareil à dos, à pression entretenue et à rampe horizontale débitant 60-150 l de bouillie/ha. Deux lignes sont traitées par passage et l'appareil est bien rincé avec de l'eau entre deux objets. Les doses d'application sont de 1 litre de produit par hectare pour l'Azadirachtine A et 1,5 litre à l'hectare pour le Profénofos. L'intervalle entre deux (02) traitements a été de 14 jours.

Le complexe d'engrais N.P.K.S.B. (14.23.14.5.1) a été appliqué par épandage comme fumure de fond au moment du semis dans la culture du cotonnier en raison de 200 kg/ha. L'urée, fumure azotée, est apportée au début de la floraison à raison de 50 kg/ha.

Observations réalisées

Les relevés parasitaires étaient hebdomadaires (T-1, T+7). Ils ont débuté du 30^{ème} Jour Après Levée (JAL) et se sont poursuivis jusqu'au 122^{ème} JAL des cotonniers. Les relevés ont concerné 30 plants par parcelle élémentaire pris par groupe de 5 plants de façon consécutive sur les 6 lignes centrales, selon la méthode de la diagonale (Vayssaire, 1982). Les plants ont été examinés en entier (feuilles, boutons floraux, fleurs, capsules) et le nombre de chenilles de chaque espèce rencontrée (*Helicoverpa armigera*, *Earias* spp, *Diparopsis watersi*, *Anomis flava* et *Spodoptera littoralis*) a été enregistré. Le nombre de plants attaqués sur trente, par les piqueurs suceurs a été noté. Le plant est considéré attaqué par *Bemisia tabaci* si l'une des 5 feuilles terminales porte au moins une forme fixe. Il est considéré attaqué par *Aphis gossypii* lorsque l'une des 5 feuilles apicales porte au moins une colonie vivante de pucerons.

Pour déterminer l'effet de l'Azadirachtine sur les dégâts causés par les carpophages, des examens d'organes tombés (boutons floraux et capsules) ou shedding, des analyses sanitaires de capsules vertes et de capsules mûres ont été effectués dans chaque parcelle élémentaire.

Le shedding a été fait, sur 2 interlignes, par un ramassage 3 fois par semaine des

organes tombés (boutons floraux et capsules). Les organes percés par les chenilles sont ensuite triés et comptés. Trente-deux analyses des organes tombés ont été ainsi effectuées entre le 45^{ème} et le 115^{ème} JAL.

Six analyses sanitaires de capsules vertes ont été réalisées entre le 80^{ème} et le 115^{ème} JAL. A chaque analyse, 50 capsules vertes de même âge (diamètre supérieur à 2 cm) sont prélevés sur deux lignes (lignes 3 et 8) prises une ligne de part et d'autre des 4 lignes centrales. Les capsules attaquées (trouées et piquées) et les ravageurs identifiés sont dénombrés.

L'analyse sanitaire des capsules à maturité a été effectuée avant la récolte sur 2 lignes prises, une ligne de part et d'autre des 2 lignes centrales (lignes 4 et 7). Elle est faite sur une séquence de 6 m en laissant au moins 2 m de bordure aux 2 extrémités de chaque ligne. Le nombre de capsules mûres attaquées (momifiées, percées/trouées et pourries) a été enregistré.

Analyse des données

Les résultats obtenus des différentes observations ont fait l'objet d'une analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel XLSTAT 6.1.9. Les évaluations biométriques ont portées sur le niveau moyen des populations d'insectes ravageurs observés sur les cotonniers, le niveau moyen de plants infestés et l'efficacité biologique du produit selon les traitements insecticides. Le taux d'organes tombés attaqués, le taux des capsules vertes attaquées et le taux de capsules mûres attaquées ont également fait l'objet d'évaluations biométriques. Les moyennes obtenues sont comparées par le test Fisher au seuil de 5%.

L'efficacité biologique ($[\text{Non traité} - \text{Produit}] * 100 / \text{Non traité}$) exprime la capacité de réduction du nombre moyen de ravageurs par le produit.

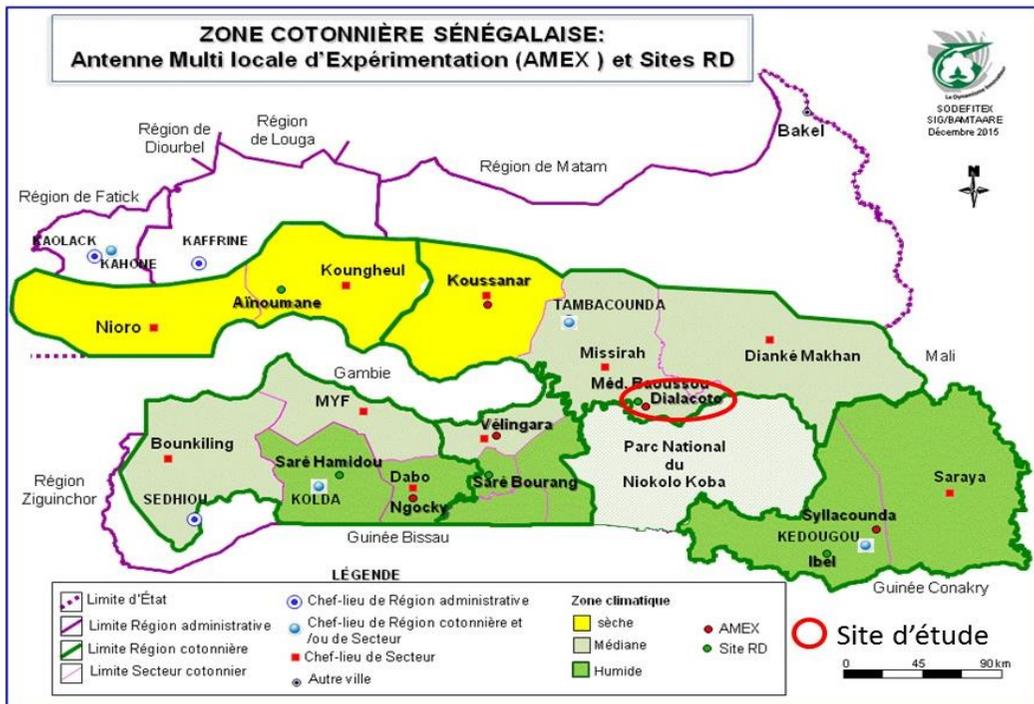


Figure 1: Localisation du bassin cotonnier sénégalais. Source: SODEFITEX.

RESULTATS

Effet de l'Azadirachtine sur les chenilles carpophages et phyllophages

L'analyse de variance réalisée sur le niveau d'infestations des chenilles révèle une différence très hautement significative ($P < 0,001$). La structuration des moyennes montre que les traitements Azadirachtine et Profénofos n'ont pas été significativement différents l'un de l'autre mais ont été significativement différents du témoin absolu (Non traité) au seuil de 5% (Tableau 1).

Les infestations de *Helicoverpa armigera* ont été très faibles sur les parcelles traitées. Les applications avec Azadirachtine (1%) ont permis de réduire de 76% les niveaux d'infestation du ver de la capsule en première année (Tableau 2). Cette capacité de l'Azadirachtine à réduire les niveaux d'infestation de *H. armigera* est passée à 69% lors de la deuxième année. En moyenne, il est enregistré une aptitude d'environ 72% de l'Azadirachtine à réduire les niveaux d'infestation (efficacité biologique) contre 80% pour Profénofos 500 g/l.

Les infestations des cotonniers par l'ensemble des chenilles de la capsule (*H. armigera*, *D. watersi* et *Earias* spp.) et les chenilles phyllophages (*S. littoralis* et *A. flava*) sont bien contrôlées (Tableau 1). Suivant l'efficacité à contrôler les populations de carpophages, Azadirachtine a réduit de 79% les infestations lors de la première année de test contre 71% l'année suivante. L'efficacité biologique moyenne de l'Azadirachtine 1% pour le contrôle des chenilles carpophages, est de 75% (Tableau 2). La capacité de contrôle de l'Azadirachtine sur les chenilles phyllophages est de 58% en première année et 96% en deuxième année.

Efficacité de l'azadirachtine sur les piqueurs suceurs

L'analyse de variance a révélé qu'il existe une différence significative entre les objets traités et le témoin non traité sur les piqueurs suceurs au seuil de 5% (Tableau 3). Le niveau de populations de pucerons a été assez important sur les parcelles non traitées,

soit 12 plants attaqués sur 30. Les applications insecticides ont permis de réduire, en première et deuxième années, le nombre de plants attaqués par *A. gossypii* en dessous du seuil de nuisibilité économique (10 plants attaqués sur 30) dans les parcelles traitées. Les traitements Azadirachtine et Profénofos n'ont pas été significativement différents l'un de l'autre mais ont été significativement différents du témoin absolu. Suivant l'efficacité biologique, l'Azadirachtine A a permis un contrôle moyen de 32% sur les pucerons contre 33% pour Profénofos (Tableau 4).

Bemisia tabaci est significativement maîtrisé par Azadirachtine et Profénofos. Le nombre de plants attaqués par les mouches blanches est significativement moins important dans les parcelles traitées que dans celles non traitées (Tableau 3). Les différences ne sont pas significatives entre les deux objets. L'efficacité biologique de l'Azadirachtine A est de 60% sur la population de mouches blanches contre 55% pour Profénofos.

La capacité de réduction (efficacité biologique) des infestations de piqueurs suceurs a été relativement moyenne.

Effet de l'Azadirachtine sur la réduction des dégâts d'organes floro-fructifères dus aux ravageurs

L'analyse statistique portant sur les dégâts dus aux ravageurs principalement les chenilles carpophages montre qu'il y'a une différence significative entre les objets Azadirachtine et Profénofos et le témoin absolu au seuil de 5% (Tableau 5). Le test de Fisher révèle que les produits Azadirachtine et Profénofos ne sont pas significativement différents l'un de l'autre. Durant les deux années d'expérimentation, il a été constaté une bonne aptitude de l'Azadirachtine A à réduire les attaques de chenilles sur les boutons floraux (Shedding) et les capsules. Des efficacités de 47%, 55% et 67% ont été obtenues respectivement sur la réduction des dégâts sur les boutons floraux, les capsules vertes et les capsules mûres (Tableau 6).

Tableau 1: Niveaux moyens de chenilles observées sur les cotonniers (Nombre de larves/30 plants).

Traitements	<i>Helicoverpa armigera</i> (nombre/30 plants)			Chenilles carpophages (nombre/30 plants)			Chenilles phyllophages (nombre/30 plants)		
	2014	2015	Moy	2014	2015	Moy	2014	2015	Moy
Non Traité	2,29 ± 0,29 ^b	2,63 ± 0,25 ^b	2,48 ± 0,19 ^b	1,69 ± 0,23 ^b	3,16 ± 0,30 ^b	2,28 ± 0,20 ^b	0,43 ± 0,10 ^b	2,84 ± 0,30 ^b	1,72 ± 0,23 ^b
Profénofos	0,29 ± 0,14 ^a	0,63 ± 0,15 ^a	0,48 ± 0,11 ^a	0,17 ± 0,07 ^a	0,69 ± 0,15 ^a	0,38 ± 0,08 ^a	0,14 ± 0,07 ^a	0,13 ± 0,06 ^a	0,13 ± 0,04 ^a
Azadirachtine	0,54 ± 0,15 ^a	0,81 ± 0,19 ^a	0,70 ± 0,12 ^a	0,35 ± 0,09 ^a	0,91 ± 0,19 ^a	0,58 ± 0,10 ^a	0,18 ± 0,07 ^a	0,13 ± 0,10 ^a	0,15 ± 0,06 ^a
Moyenne	1,04 ± 0,16	1,35 ± 0,15	1,22 ± 0,11	0,74 ± 0,10	1,58 ± 0,17	1,08 ± 0,10	0,25 ± 0,05	1,03 ± 0,17	0,67 ± 0,10
Probabilité et signification	< 0,001***	< 0,001***	< 0,001***	< 0,001***	< 0,001***	< 0,001***	0,03*	< 0,001***	< 0,001***

Les valeurs suivies d'une même lettre dans une colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Fisher. Chaque valeur représente une moyenne du nombre d'individus enregistrés dans chaque niveau de traitement. Si P (Probabilité) <0,001 : différence très hautement significative (***) ; P<0,01 : différence hautement significative (**) ; P = [0,01 ; 0,05] : différence significative (*) ; P>0,05 : différence non significative (NS). Moy : Moyenne.

Tableau 2: Efficacité biologique (%) de l'Azadirachtine sur les chenilles du cotonnier.

Traitements	Efficacité biologique (%)								
	<i>Helicoverpa armigera</i>			Chenilles carpophages			Chenilles phyllophages		
	2014	2015	Moy	2014	2015	Moy	2014	2015	Moy
Profénofos	87,27	76,19	80,58	90,12	78,22	83,52	66,67	95,60	92,23
Azadirachtine	76,36	69,05	71,94	79,01	71,29	74,73	58,33	95,60	91,26

Tableau 3 : Niveaux moyens d'infestation des piqueurs suceurs sur les cotonniers (Nombre de plants/30 plants).

Traitements	<i>Aphis gossypii</i> (plants infestés/30)			<i>Bemisia tabaci</i> (plants infestés/30)		
	2014	2015	Moy	2014	2015	Moy
Non Traité	13,39 ± 1,39 ^b	11,18 ± 1,17 ^b	12,29 ± 0,91 ^b	3,54 ± 0,44 ^b	2,00 ± 0,38 ^b	3,32 ± 0,38 ^b
Profénofos	9,43 ± 1,33 ^a	7,07 ± 1,06 ^a	8,25 ± 0,86 ^a	1,65 ± 0,23 ^a	0,63 ± 0,38 ^a	1,50 ± 0,21 ^a
Azadirachtine	9,18 ± 1,19 ^a	7,61 ± 0,97 ^a	8,39 ± 0,77 ^a	1,33 ± 0,25 ^a	1,38 ± 0,38 ^{ab}	1,34 ± 0,22 ^a
Moyenne	10,67 ± 0,77	8,62 ± 0,64	9,64 ± 0,51	2,17 ± 0,20	1,33 ± 0,24	2,05 ± 0,18
Probabilité et signification	0,04*	0,02*	0,001**	< 0,001***	0,05*	< 0,001***

Les valeurs suivies d'une même lettre dans une colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Fisher. Les valeurs représentent les nombres moyens de plants attaqués, enregistrés dans les différents traitements. Si P (Probabilité) <0,001: différence très hautement significative (***); P<0,01: différence hautement significative (**); P = [0,01 ; 0,05]: différence significative (*); P>0,05 : différence non significative (NS). Moy: Moyenne.

Tableau 4 : Efficacité biologique (%) de l'Azadirachtine sur les piqueurs suceurs du cotonnier.

Traitements	Efficacité biologie (%)					
	<i>Aphis gossypii</i>			<i>Bemisia tabaci</i>		
	2014	2015	Moy	2014	2015	Moy
Profénofos	29,60	36,74	32,85	53,53	68,75	54,84
Azadirachtine	31,47	31,95	31,69	62,35	31,25	59,68

Tableau 5: Taux d'organes floro-fructifères tombés sous l'effet des parasites (Shedding) et de capsules attaquées (%) de cotonnier.

	Shedding (%)			CVA (%)			CMA (%)		
	2014	2015	Moy	2014	2015	Moy	2014	2015	Moy
Non Traité	40,25 ± 4,82 ^b	25,02 ± 2,09 ^b	30,95 ± 2,41 ^b	6,78 ± 1,97 ^b	8,64 ± 1,32 ^b	8,02 ± 1,09 ^b	3,24 ± 0,24 ^b	8,72 ± 1,16 ^b	5,98 ± 1,17 ^b
Profénofos	11,08 ± 3,11 ^a	17,17 ± 2,32 ^a	16,38 ± 2,21 ^a	1,02 ± 1,02 ^a	3,95 ± 0,76 ^a	2,97 ± 0,66 ^a	2,12 ± 0,36 ^a	3,50 ± 0,82 ^a	2,81 ± 0,49 ^a
Azadirachtine	16,17 ± 3,37 ^a	16,52 ± 2,94 ^a	14,80 ± 1,88 ^a	0,91 ± 0,91 ^a	4,97 ± 0,87 ^a	3,62 ± 0,76 ^a	1,82 ± 0,34 ^a	2,14 ± 0,52 ^a	1,98 ± 0,29 ^a
Moyenne	22,50 ± 2,60	19,55 ± 1,46	20,69 ± 1,35	2,90 ± 0,95	5,85 ± 0,64	4,87 ± 0,56	2,39 ± 0,25	4,78 ± 0,97	3,59 ± 0,55
Probabilité et signification	< 0,001***	0,03*	< 0,001***	0,01*	0,00***	< 0,001***	0,03*	0,001**	0,003**

Les valeurs suivies d'une même lettre dans une colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Fisher. Les valeurs représentent les pourcentages enregistrés dans les différents niveaux de traitement. Si P (Probabilité) <0,001 : différence très hautement significative (***) ; P<0,01 : différence hautement significative (**) ; P = [0,01 ; 0,05] : différence significative (*) ; P>0,05 : différence non significative (NS). CVA : Capsules vertes attaquées ; CMA : Capsules mûres attaquées ; Moy : Moyenne.

Tableau 6: Efficacité biologique (%) de l'Azadirachtine sur les dégâts des organes floro-fructifères du cotonnier.

Traitements	Efficacité biologique (%)								
	Shedding			CVA			CMA		
	2014	2015	Moy	2014	2015	Moy	2014	2015	Moy
Profénofos	72,49	39,99	52,19	84,95	54,31	62,94	43,78	59,87	53,00
Azadirachtine	59,83	31,41	47,06	86,51	42,42	54,84	34,50	75,51	66,91

DISCUSSION

Les résultats obtenus en station ont montré un effet significatif de Azadirachtine 1% dans la gestion des principaux insectes ravageurs du cotonnier et la réduction de leurs dégâts sur les organes floro-fructifères. En effet, il a été démontré que l'extrait du neem renferme un mélange de plusieurs composés qui sont responsables de la mortalité des insectes (Gauvin et al., 2003). Azadirachtine en particulier Azadirachtine A, plus concentré au niveau des graines de neem, est considéré comme le principal composé à propriétés insecticides du neem (Gauvin et al., 2003 ; Lesueur, 2006 ; Tamgno et al., 2014). Les études de Lesueur (2006) ont rapporté que l'Azadirachtine est le principal limonoïde responsable de l'efficacité des extraits de neem. Selon Gnago et al. (2010), l'extrait de graines de neem est plus efficace que l'extrait des feuilles de neem dans le contrôle des insectes ravageurs, grâce à sa forte concentration en Azadirachtine. Les extraits de neem sont reconnus comme possédant des substances chimiques actives contre les insectes ravageurs en champs et en stocks. De nombreux auteurs comme Stoll (2002), Bélanger et Musabyimana (2005), Strickman et al. (2009), Guèye et al. (2011) ont mentionné que les extraits de neem peuvent agir comme répulsif, anti-appétant ou encore comme régulateur de croissance pouvant affecter la ponte chez les femelles ainsi que la mue et la croissance des larves chez certains arthropodes. Sèye et al. (2006) ont montré que l'huile de neem est efficace sur les larves et nymphes du moustique *Culex quinquefasciatus*. Gbedomon et al. (2012) ont démontré la capacité répulsive des extraits de neem sur les populations d'Arthropodes associés aux abeilles. Par cette propriété, l'extrait de neem, Azadirachtine peut réduire l'infestation des insectes ravageurs dans les champs de cotonnier. Les travaux de la présente étude ont révélé que Azadirachtine a un bon contrôle sur les chenilles carpophages (*Helicoverpa armigera*, *Diparopsis watersi* et *Earias* spp) et phyllophages (*Anomis flava* et *Spodoptera littoralis*) avec respectivement 75% et 91% d'efficacité. Son efficacité sur les mouches blanches (*Bemisia tabaci*) est assez bonne avec 60%. Par ailleurs, elle est relativement faible sur les pucerons (*Aphis gossypii*) avec 32%. Les résultats obtenus

corroborent ceux de Youdeowei (2004) qui a rapporté que l'Azadirachtine est efficace sur les insectes à corps mou comme les jeunes chenilles, les pucerons et les aleurodes. D'autre part les travaux de Gnago et al. (2010) ont montré que l'extrait de graine de neem contrôle nettement les chenilles mais son efficacité sur les mouches blanches reste moyenne. Selon Mondedji et al. (2014) les extraits de neem sont plus efficaces sur les lépidoptères que sur les pucerons. Les travaux de Koul et al. (2004) ont révélé que l'Azadirachtine a été efficace contre la survie de différentes espèces de noctuelle dont *H. armigera* et *S. littoralis*.

La principale chenille carpophage, *H. armigera* a été bien contrôlée par Azadirachtine 1%. Cette espèce est la plus vorace des insectes ravageurs du cotonnier et a développé une résistance aux pyréthrinoïdes (Martin et al., 2000). L'Azadirachtine pourrait donc constituer une alternative aux molécules chimiques dans certains traitements conventionnels. En outre, contrairement aux insecticides chimiques de synthèse, son utilisation présenterait une innocuité pour l'environnement car les extraits de plantes sont biodégradables et fertilisants (Faye, 2010). Pour certains auteurs le neem n'a aucun effet néfaste sur les insectes bénéfiques (Bélanger et Musabyimana, 2005). Toutefois, il serait quand même judicieux de voir l'impact de l'Azadirachtine sur la faune auxiliaire associée aux déprédateurs du cotonnier.

Conclusion

L'étude menée au champ en milieu semi-contrôlé a confirmé l'efficacité de l'insecticide chimique Profénofos, déjà vulgarisé dans la gestion de la résistance aux pyréthrinoïdes des ravageurs du cotonnier. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence l'efficacité de l'Azadirachtine A. Cette substance formulée, appliquée à la dose de 1 l/ha est aussi efficace que le produit de référence à sa dose homologuée. Azadirachtine 1% est capable de réduire significativement les niveaux d'infestations des ravageurs du cotonnier. Le principal composé de l'extrait de neem, l'Azadirachtine A peut constituer d'une part une alternative aux insecticides chimiques de synthèse qui sont une menace pour l'environnement et la

santé des populations et d'autre part jouer un rôle important dans la lutte intégrée.

CONFLIT D'INTERETS

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

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

BS et DB ont participé à la conception, élaboration du protocole et expérimentation au champ. BS a participé à l'analyse des données. BS et DB ont participé à l'interprétation des données. BS, DB, MTG et OF ont participé à la rédaction du manuscrit. Les auteurs ont lu et approuvé la version finale du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les techniciens du site d'expérimentation, la Société de Développement des Fibres Textiles (SODEFITEX), la Fédération Nationale des Producteurs de Coton (FNPC).

REFERENCES

- Adam S, Edoth PA, Totin H, Koumoulou L, Amoussou E, Aklikokou K, Boko M. 2010. Pesticides et métaux lourds dans l'eau de boisson, les sols et les sédiments de la ceinture cotonnière de Gogounou, Kandi et Banikoara (Bénin). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **4**(4): 1170-1179. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v4i4.63054>
- Badiane D, Guèye MT, Coly EV, Faye O. 2015. Gestion intégrée des principaux ravageurs du cotonnier au Sénégal et en Afrique occidentale. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(5): 2654-2667. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i5.36>
- Bélanger A, Musabyimana T. 2005. Le Neem contre les insectes et les maladies. Journée Horticoles, Canada, 4 p.
- Berti F, Hofs JL, Zagbaï HS, Lebailly P, 2006. Le coton dans le monde, place du coton africain et principaux enjeux. *Base*, **10**(4): 271-280. DOI: <https://popups.uliege.be:443/1780-4507/index.php?id=509>
- Crétenet M, Gourlot J-P, Coord. 2015. *Le Cotonnier*. Editions Quæ, CTA, Presses Agronomiques de Gembloux: Gembloux, France.
- El Hadj MDO, Dan-Badjo AT, Halouane F, Doumandji S. 2006. Toxicité comparée des extraits de trois plantes acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* Forskål, 1775 (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae). *Sécheresse*, **17**(3): 407-414. DOI: 10.1684/sec.2006.0048.
- Facknath S. 2006. Combination of neem and physical disturbance for the control of four insect pests of stored products. *Int. J. Tropical Ins. Sci.*, **26**(1): 16-27. DOI: <https://doi.org/10.1079/IJT200698>.
- Fayalo GD, Sokenou HFD, Aboudou M, Alavo TBC. 2014. Effet de l'huile de colza sur les populations du puceron *Aphis gossypii* pour la protection du cotonnier. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(6): 2508-2515. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i6.13>
- Faye M. 2010. Nouveau procédé de fractionnement de la graine de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sénégalais : production d'un bio-pesticide d'huile et de tourteau. Thèse de doctorat, Université de Toulouse, Toulouse, p. 267.
- Gauvin MJ, Bélanger A, Nébié R, Boivin G. 2003. *Azadirachta indica*: l'azadirachtine est-elle le seul ingrédient actif? *Phytoprotection*, **84**(2): 115-119. DOI: 10.7202/007814ar
- Gbedomon CR, Sikirou R, Zannou E, Pomalegni SCB, Goergen G, Bokonon-Ganta H, Atachi P, Mensah GA. 2012. Extraits botaniques utilisés contre les arthropodes associés aux abeilles et produits de la ruche inventoriés dans les ruchers au centre du Bénin. *Actes du 3^{ème} Colloque des Sciences, Cultures et Technologies de l'UAC-Bénin*, 573-588.
- Gnago JA, Danho M, Agneroh TA, 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. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v4i4.63035>
- Guèye MT. 2012. Gestion intégrée des ravageurs de céréales et de légumineuses

- stockées au Sénégal par l'utilisation de substances issues de plantes. Thèse de doctorat, Université de Liège- Gembloux Agro-Bio Tech, Liège, p. 216.
- Guèye MT, Seck D, Wathelet J-P, Lognay G. 2011. Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **15**(1): 183-194. DOI: www.pressesagro.be/base/text/v15n1/183.pdf
- Koul O, Multani JS, Goomber S, Daniewski WM, Berlozecki S. 2004. Activity of some nonazadirachtin limonoids from *Azadirachta indica* against lepidoteran larvae. *Australian Journal of Entomology*, **43**(2): 189-195. DOI: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1440-6055.2003.00390.x>
- Lesueur F. 2006. Elaboration de formulations à base d'extraits de neem *Azadirachta indica* Juss pour la protection de la pomme de Terre (*Solanum tuberosum* L.) contre le Myzus persicae, un puceron colonisateur et vecteur de virus circulants et non circulants. Mémoire de Maîtrise, Université de Laval, Québec, p. 139.
- Martin T, Chandre F, Ochou OG, Vaissayre M, Fournier D. 2002. Pyrethroid resistance mechanisms in the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) from West Africa. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, **74**(1): 17-26. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-3575\(02\)00117-7](https://doi.org/10.1016/S0048-3575(02)00117-7)
- Mondedji AD, Nyamador WS, Amevoin K, Ketoh GK, Glitho IA. 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. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(5): 2286-2295. DOI:
- Multigner L. 2005. Effet retardé des pesticides sur la santé humaine. *Environnement, Risques et Santé*, **4**(3): 187-194. DOI: http://www.jle.com/fr/revues/ers/e-docs/_265428/article.phtml
- Ouédraogo A, Yombi L, Doumbia S, Eyhorn F, Dischl R, 2008. *Guide de Production du Coton Biologique et Equitable*. Helvetas: Burkina Faso.
- Sèye F, Ndione RD, Ndiaye M. 2006. Etude comparative de deux produits de neem (huile et oudre) sur les stades préimaginaux du moustique *Culex quinquefasciatus* (Diptera : Culicidae). *Afrique Science*, **02**(2): 212-225. DOI: <http://www.afriquescience.info/document.php?id=467>
- Stoll G. 2002. *Protection Naturelle des Végétaux en Zones Tropicales*. CTA: Allemagne. Strickman D, Frances SP, Debboun M. 2009. *Prevention of Bug Bites, Stings, and Disease*. Oxford University Press: New York.
- Tamgno BR, Tinkeu SLN. 2014. Utilisation des produits dérivés du neem *Azadirachta indica* A. Juss comme alternatifs aux insecticides synthétiques pour la protection des semences de maïs et de sorgho dans la Vallée du Logone. *Sciences, Technologies et Développement*, **15**: 1-8. DOI: <https://www.researchgate.net/publication/267947886>
- Vaissayre M. 2007. Place du cotonnier Bt dans une gestion intégrée des ravageurs en Afrique de l'Ouest. *Atelier ICAC, Ouagadougou, 29-31 octobre*, 29 p.
- Vaissayre M, Ochou GO, Hema SO, Togola M. 2006. Quelles stratégies pour une gestion durable des ravageurs du cotonnier en Afrique subsaharienne ? *Cahier Agricultures*, **15**(1): 80-84. DOI: <http://revues.cirad.fr/index.php/cahiers-agricultures/article/view/30563>
- Vayssaire M, 1982. Méthodes d'échantillonnage des populations d'insectes dans les cultures cotonnières d'Afrique. *Entomophaga*, **27**(2): 25-29. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02371852>
- Youdeowei A. 2004. Guide de vulgarisation de la lutte intégrée (Volume 4). La Pratique de la lutte intégrée en production maraîchère. MOFA, PPRD : Ghana ; 49.