

African Crop Science Journal by African Crop Science Society is licensed under  
a Creative Commons Attribution 3.0 Uganda License.

Based on a work at [www.ajol.info/](http://www.ajol.info/)

DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/acsj.v33i1.3>



## EVALUATION DE L'EFFICACITE DES BIOPESTICIDES COMME STRATEGIE DE LUTTE CONTRE LES CHENILLES DU COTONNIER AU TOGO

N.A. NADIO<sup>1,3</sup>, S.M. AGUEM<sup>1</sup>, E.M. BOKOBANA<sup>1,3</sup>, W. POUTOULI<sup>2</sup>, K. KOKA<sup>3</sup>  
et K. SANDA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Université de Kara, Institut Supérieur des Métiers de l'Agriculture, Laboratoire des Sciences  
Agronomiques et Biologiques Appliquées (LaSABA), BP : 404, Kara-Togo

<sup>2</sup> Université de Lomé, Faculté des Sciences, Laboratoire de Biologie Animale et de Zoologie,  
BP : 1515, Lomé-Togo

<sup>3</sup> Université de Lomé, Ecole Supérieure d'Agronomie, Laboratoire de Recherche sur les  
Agroressources et la Santé Environnementale (LARASE), BP : 1515, Lomé-Togo

**Auteur correspondant :** [nadiow@yahoo.fr](mailto:nadiow@yahoo.fr)

(Received 10 October 2024; accepted 11 February 2025)

### RESUME

Les programmes de protections phytosanitaires utilisés actuellement par les sociétés cotonnières (*Gossypium hirsutum* L.) en Afrique subsaharienne (ASS) sont à base des matières actives chimiques de synthèse. Ces substances en plus d'être coûteuses sont nocives pour la santé humaine, l'environnement et créent des problèmes de résistances des ravageurs. Cette étude visait à évaluer l'efficacité des biopesticides dans le programme de protection du cotonnier. Elle a porté sur six traitements dont trois à base du *Bacillus thuringiensis* (Prog3, Prog4 et Prog5) et trois autres à base du Virus Polyhédrose Nucléaire (Prog6, Prog7 et Prog8). Ils ont été comparés au témoin non traité et au traitement vulgarisé (ProgVu) dans un dispositif de blocs de Fisher à quatre répétitions. Les observations ont porté sur le dénombrement des chenilles, le rendement en coton graine et le pourcentage de coton jaune. Les résultats ont montré que les six traitements ont eu un effet significatif sur la population des ravageurs. Les six traitements contenant les biopesticides ont induit un niveau d'infestation faible augmentant ainsi les rendements des cotonniers (Prog3 = 1035,94 ± 25,61 ; Prog4 = 1016,25 ± 23,51 ; Prog6 = 1103,13 ± 27,41 et Prog7 = 1017,19 ± 14,25 kg ha<sup>-1</sup>) avec des pourcentages de coton jaune faibles. Également d'après les résultats, pour un meilleur contrôle des ravageurs du cotonnier, les biopesticides à base de *B. thuringiensis* et Virus Polyhédrose Nucléaire doivent être positionnés au premier et deuxième traitement insecticide pour constituer une alternative efficace aux programmes phytosanitaires en culture cotonnière.

**Mots Clés :** *Bacillus thuringiensis*, *Gossypium hirsutum*, Virus Polyhédrose Nucléaire

**ABSTRACT**

The plant protection programmes currently used by cotton (*Gossypium hirsutum* L.) growers in sub-Saharan African (SSA) are based on synthetic pesticide active ingredients. In addition to being costly, these substances are harmful to human health and to the environment as a whole, apart from creating pest resistance problems. The objective of this study was to assess the efficacy of biopesticides as a control strategy for cotton protection programme in northern Togo. The study involved six treatments, three of which were based on *Bacillus thuringiensis* (Prog3, Prog4 and Prog5) and three on Nuclear Polyhedrosis Virus (Prog6, Prog7 and Prog8). They were compared with the untreated control and the recommended treatment (ProgVu) in a Fisher block design, in four replicates. The study was repeated four times. The results showed that all six treatments had a significant effect on the pest population. All the biopesticide treatments induced low levels of pest populations, thus increasing cotton yields. Also, biopesticides based on *B. thuringiensis* and Nuclear Polyhedrosis Virus, should be considered as the first and second most effective alternative to synthetic pesticides in cotton production.

*Key Words* : *Bacillus thuringiensis*, *Gossypium hirsutum*, Nuclear Polyhedrosis Virus

**INTRODUCTION**

Le coton (*Gossypium hirsutum*) représente la principale culture à fibres dans le monde avec environ 24,2 millions de tonnes de fibre produits au cours de la campagne 2020-2021 (ICAC, 2021). Il constitue une culture stratégique en particulier pour les pays de la sous-région Ouest africaine. Selon la Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement (CNUCED, 2021), la filière du coton dans la région touche directement 6 millions de personnes. Au Togo, le coton représente l'une des principales sources de revenu agricole et contribue entre 1 à 4,3 % au PIB national (MAEP, 2013). Avec une augmentation exponentielle de la production (25 000 tonnes en 2009 à 137 249 tonnes en 2019), au cours de la dernière décennie, le coton a contribué à l'amélioration des revenus de plus de 153 000 producteurs (NSCT, 2022). En termes de recettes d'exportation à l'Etat, les ventes de fibre à l'étranger ont rapporté 64 millions de dollars (environ 36 milliards FCFA) en 2020 et 58 millions en 2019 (CNUCED, 2021). Toutefois, les rendements obtenus en milieu paysan sont en baisse constante. De plus d'une tonne au cours de la période 2004-2005, il est passé à moins de 800

kg ha<sup>-1</sup> au cours de la campagne cotonnière 2020-2021 (NSCT, 2022).

Parmi les multiples raisons de cette baisse de rendement, une proportion significative est attribuée à l'impact des ravageurs, qui sont responsables des pertes très élevées variant entre 60 à 80 % en absence de protection phytosanitaire (Akantetou, 2015).

La protection du cotonnier contre ces insectes nuisibles est assurée depuis longtemps par les pesticides de synthèse. La part de ces insecticides de synthèse représente 45-50 % des coûts des intrants et 19-23 % des coûts de production en culture cotonnière en Afrique selon les pays (Ochou, 2004). Ces substances, qui non seulement sont coûteuses et nocives pour la santé humaine et l'environnement, n'arrivent plus à contrôler efficacement les populations de ravageurs qui sont de plus en plus croissantes et résistantes aux matières actives (Akantetou *et al.*, 2012). C'est le cas d'*Helicoverpa armigera* (ravageur majeur) vis-à-vis des pyréthrinoides (PR-PICA, 2013). Le recours à des stratégies de gestion intégrée s'avère donc nécessaire pour assurer la durabilité de la lutte contre les ravageurs en vue de contribuer à l'amélioration de la productivité et de la qualité du coton tout en préservant l'environnement.

Plusieurs approches de lutte intégrée telles que la lutte génétique, culturale et biologique ont été donc développées pour remplacer la lutte chimique. Dans le cadre de la lutte biologique, ces dernières années, en Afrique de l'Ouest, de multiples études menées ont permis de déterminer des substances biologiques à propriétés insecticides efficaces sur les ravageurs du cotonnier (Akantetou *et al.*, 2020). Dans le même sens, des pesticides à base des agents biologiques comme les bactéries (*Bacillus thuringiensis*) et les virus (polynucléovirus) ont aussi été testés avec succès sur *H. armigera* en culture cotonnière au Sénégal et au Togo (Badiane *et al.*, 2015 ; Abdoulaye, 2019). Cependant le meilleur positionnement stratégique de ces biopesticides d'origine microbienne dans le programme de protection existant pour une meilleure protection du cotonnier et une amélioration du rendement reste à déterminer. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'efficacité des biopesticides comme stratégie de lutte contre les ravageurs du cotonnier dans le nord du Togo.

## MATERIELS ET METHODES

**Site d'expérimentation.** Cette étude a été menée au Centre de Recherche Agronomique de la Savane Humide à Tantigou dans la préfecture de Tone (Nord Togo), une zone

populairement connue pour la production de cotonnier dans le pays. Ce centre est situé dans la région des savanes à 10°52'N et 0°10'E. La zone jouit d'un climat tropical soudanien à une saison pluvieuse qui va de mai à octobre ; et une saison sèche de novembre à avril. Dans cette zone, le cumul pluviométrique annuel est largement supérieur aux exigences du cotonnier qui est de 600 mm (NSCT, 2022). Les sols de Tantigou peuvent être classés comme des sols ferrugineux localement appauvris et indurés.

**Matériel végétal.** La variété de cotonnier utilisée était la STAM 129A du genre *Gossypium*, de l'espèce *hirsutum*, vulgarisée actuellement dans la région des Savanes (NSCT, 2022). C'est une variété à cycle court, à potentiel de rendement en coton graine de l'ordre de 2500 à 3000 kg ha<sup>-1</sup>.

**Traitements phytosanitaires comparés.** Les différents programmes testés dans la présente étude sont résumés dans le Tableau 1.

**Procédure expérimentale.** Le dispositif expérimental utilisé était celui des blocs de Fisher avec 8 traitements à quatre répétitions. La parcelle élémentaire était composée de six lignes de 20 m de long chacune dont les quatre lignes centrales ont été traitées. Les écartements entre les lignes étaient de 80 cm et les écartements entre deux poquets

TABLEAU 1. Composition des différents traitements testés sur les ravageurs du cotonnier au Nord du Togo

Traitements phytosanitaires	Période de traitements phytosanitaires		
	T1	T2	T3
NT	-	-	-
ProgVu	Alternatif aux pyréthriinoïdes	Binaire Acaricide	Binaire aphicides
Prog3	Biopesticides <i>Bt</i>	Binaire Acaricide	Binaire aphicides
Prog4	Alternatif aux pyréthriinoïdes	Biopesticides <i>Bt</i>	Binaire aphicides
Prog5	Alternatif aux pyréthriinoïdes	Binaire Acaricide	Biopesticides <i>Bt</i>
Prog6	Biopesticides NPV	Binaire Acaricide	Binaire aphicides
Prog7	Alternatif aux pyréthriinoïdes	Biopesticides NPV	Binaire aphicides
Prog8	Alternatif aux pyréthriinoïdes	Binaire Acaricide	Biopesticides NPV

consécutifs sur la même ligne étaient de 30 cm. Les observations ont été réalisées sur les deux lignes centrales de chaque parcelle élémentaire.

L'essai a été installé sur une surface totale de 3072 m<sup>2</sup> sur un terrain labouré. Le semis a été à 5 graines de cotonnier par poquet, le re-semis et le démariage ont été réalisés respectivement 7 et 15 jours après semis à un plant par poquet. L'apport de fumure NPKSB (12- 20 -18 -5 - 1) à la dose des 200 kg ha<sup>-1</sup> et d'urée (46 %N) à la dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> a été appliqué respectivement le 20<sup>ème</sup> et 40<sup>ème</sup> jour après semis.

Les traitements insecticides sont réalisés sur les quatre lignes centrales de chaque parcelle élémentaire. Les applications ont été réalisées à l'aide d'un appareil à pression entretenue de capacité 15 litres. Deux lignes sont traitées par passage et l'appareil est rincé à l'eau entre deux traitements différents. Les traitements phytosanitaires ont débuté au 35<sup>ème</sup> après semis et ont suivi une fréquence de 14 jours. Les différentes matières actives utilisées sont consignées dans le Tableau 2.

#### **Dynamique de population des ravageurs.**

Les observations ont porté sur les différents groupes de ravageurs (chenilles exocarpiques et endocarpiques) et les paramètres agronomiques (rendement en coton graine et le pourcentage de coton jaune) du cotonnier. Les observations des ravageurs ont été réalisées du 34 au 97<sup>ème</sup> jours après semis. Les relevés parasitaires étaient hebdomadaires et ont

concerné 30 plants par parcelle, pris par groupe de 15 plants de façon consécutive sur les deux lignes centrales.

**Les chenilles carpophages.** Les observations des chenilles exocarpiques et endocarpiques ont consisté à examiner le plant de cotonnier en entier, les boutons floraux, les fleurs, les capsules (disséquer également) et à compter toutes les chenilles carpophages rencontrées.

**Les chenilles phyllophages.** Il s'agit des chenilles défoliatrices. L'observation a consisté à examiner les plants en entier. Le plant est dit attaqué s'il présente au moins une feuille avec des dégâts caractéristiques des chenilles phyllophages.

Ces deux types de chenilles ne sont pas considérés nuisibles quand leur nombre sur une plante ne dépasse pas trois insectes (NSCT, 2022). Le seuil d'intervention est déclenché à partir de 4 insectes par plante en milieu paysan.

#### **Rendement en coton graine et pourcentage du coton jaune.**

Le rendement en coton graine a été déterminé en fin de campagne à travers des pesées du coton graine récolté sur les deux lignes centrales de chaque parcelle. Les rendements de coton issus des capsules mures ont été répartis en coton blanc sain et en coton jaune moins valorisé. Le pourcentage de coton jaune a été calculé en fonction du rendement de chaque programme de traitements phytosanitaires par la formule suivante.

TABLEAU 2. Produits insecticides et biopesticides utilisés dans l'étude sur les ravageurs du cotonnier au Nord du Togo

Type de produits	Nom commercial	Matières actives	Dose d'application
Alternatif	Imperator	Cyhalodiamide	0,1 l ha <sup>-1</sup>
Acaricide	Vizir	Cyperméthrine + abamectine	0,5 l ha <sup>-1</sup>
Aphicide	Polaris	Abamectine benzoate+ Acetamipride	0,25 l ha <sup>-1</sup>
Biopesticides	Batik	<i>Bacillus thuringiensis</i>	0,5 kg ha <sup>-1</sup>
Biopesticides	Heligen	Virus de la Polyhédrose Nucléaire	0,1 l ha <sup>-1</sup>

$$\text{Coton jaune\%} = (\text{QCJ}/(\text{QCB}+\text{QCJ}) \times 100$$

QCJ = Quantité de coton jaune ; QCB = Quantité de coton blanc

**Analyse des données.** Les données collectées ont été organisées dans le tableur Excel et le traitement statistique a été effectué et soumises à l'analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel R 3.6.3. Le test de Newman-Kheul a été utilisé pour permettre la séparation significative des moyennes au seuil de 5 %.

## RESULTATS

**Populations de ravageurs.** Au cours de la campagne, le faciès parasitaire a été généralement marqué par une faible présence des chenilles exocarpiques (Fig. 1). Les observations ont porté sur l'ensemble des chenilles carphophages, mais seuls *Helicoverpa armigera*, *Earias* spp. et *Pectinophora gossypiella* ont été rencontrés au cours de l'étude.

### Les chenilles carphophages

**Infestation de *H. armigera*.** L'analyse des résultats de la dynamique de population d'*H. armigera* ressort que seul les courbes des

programmes vulgarisés et à biopesticides (ProgVu, Prog3, Prog6 et Prog7) sont en dessous de la courbe du seuil de nuisibilité du ravageur durant tout le cycle du cotonnier (Fig. 1). Les nombres moyens d'*H. armigera* par plant dans ces parcelles à programmes de traitements phytosanitaires (ProgVu =  $2 \pm 0,88$  ; Prog3 =  $2 \pm 1,12$  ; Prog6 =  $3 \pm 0,66$  et Prog7 =  $2 \pm 0,78$  *H. armigera*/plant) ont été les plus faibles.

**Infestation d'*Earias* sp.** La dynamique d'évolution de la population de ravageurs d'*Earias* sp. a révélé que les nombres moyens d'insectes par plant dans tous les traitements testés sont en dessous du seuil de nuisibilité du ravageur sauf celui du témoin sans traitement insecticide (NT) où un pic de  $4 \pm 1,05$  *Earias* sp/plant est observé (Fig. 2). Ces résultats montrent que le niveau de population de ce ravageur a été faible au cours de l'étude.

**Infestation de *P. gossypiella*.** Des infestations faibles de *P. gossypiella* ont été observées dans les parcelles à programmes de traitements phytosanitaires Prog3, Prog4 et ProgVu avec des nombres d'insectes respectivement en dessous du seuil de nuisibilité ( $2 \pm 1,12$  ;  $3 \pm 1,33$  et  $3 \pm 0,98$  de *P. gossypiella* par plant) (Fig. 3). Des pics élevés de nombre de *P.*

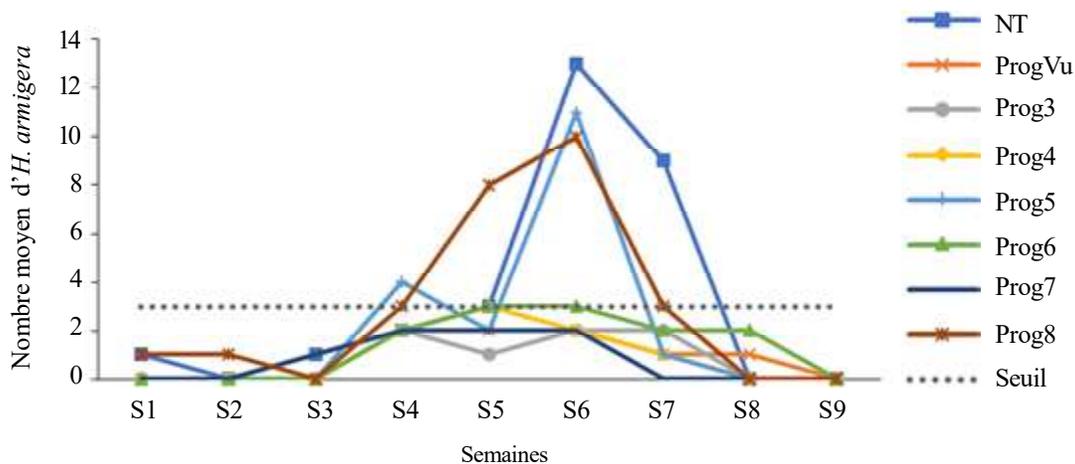


Figure 1. Dynamique de population de l'*H. armigera* en réponse à différents traitements biopesticides dans une expérience sur le cotonnier dans le nord du Togo.

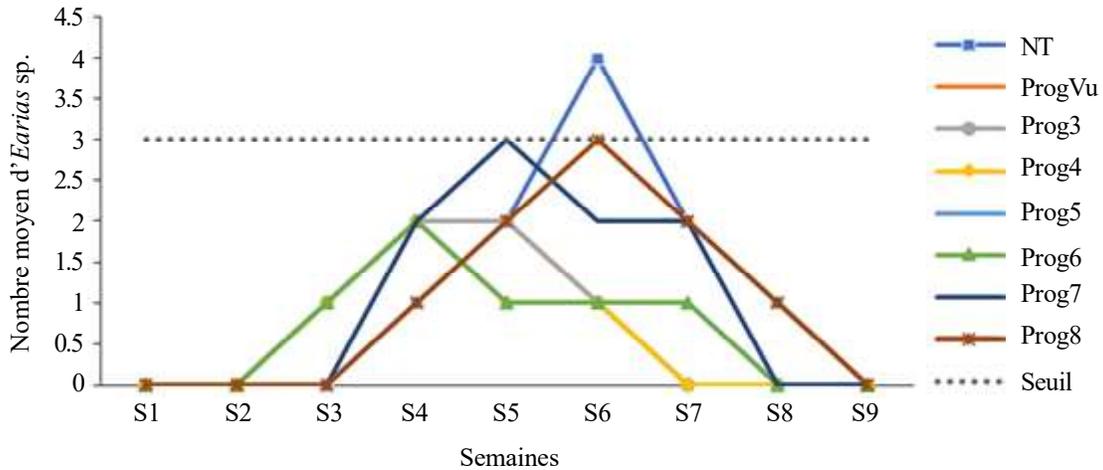


Figure 2. Dynamique de population d'*Earias* sp. en réponse à différents traitements biopesticides dans une expérience sur le cotonnier dans le nord du Togo.

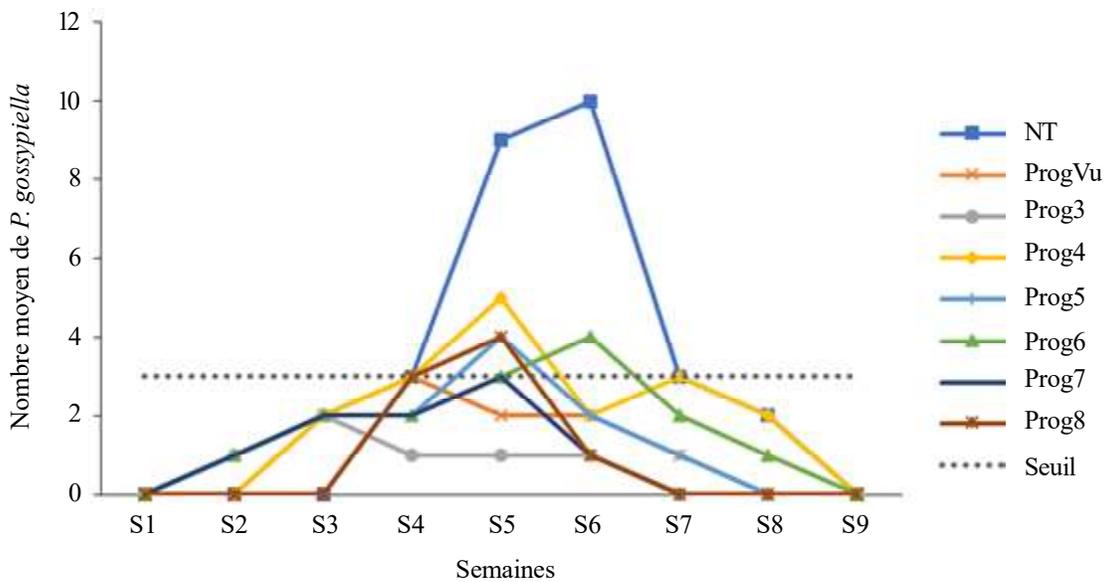


Figure 3. Dynamique de population de *P. gossypiella* en réponse à différents traitements biopesticides dans une expérience sur le cotonnier dans le nord du Togo.

*gossypiella* au-dessus du seuil de nuisibilité ont enregistrés dans les parcelles ayant subi des traitements suivants : NT ( $10 \pm 1,22$ ), Prog8 ( $5 \pm 0,95$ ), Prog4 ( $4 \pm 1,5$ ), Prog5 ( $4 \pm 1,34$ ) et Prog6 ( $4 \pm 0,55$ ). En revanche tous les traitements biopesticides ont réduit considérablement par rapport aux témoins NT

sans traitement insecticide, la population de *P. gossypiella* dans leurs parcelles.

**Les chenilles phyllophages.** Au cours de la campagne cotonnière, les ravageurs phyllophages n'ont pas été observés dans les parcelles étudiées.

TABLEAU 3. Rendements en coton graine et pourcentages de coton jaune des biopesticides testés

Programmes de traitements phytosanitaires	Rendement en coton graine (kg ha <sup>-1</sup> )	Pourcentage de coton jaune (%)
NT	726,56 ± 18,95c	34,33 ± 18,79b
ProgVu	1023,44 ± 23,60a	17,34 ± 5,02a
Prog3	1035,94 ± 25,61a	15,20 ± 9,93a
Prog4	1016,25 ± 23,51a	14,73 ± 9,20a
Prog5	912,5 ± 19,87b	14,21 ± 4,20a
Prog6	1103,13 ± 27,41a	16,68 ± 7,89a
Prog7	1017,19 ± 14,25a	14,69 ± 2,94a
Prog8	900,00 ± 37,83b	15,91 ± 10,38a
P<0,05	0,019	0,011
Signification	S	S

A l'intérieur d'une même colonne, les moyennes affectées d'une même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5%

**Rendements en coton graine et pourcentages de coton jaune.** Il y a des différences significatives ( $P < 0,05$ ) dans tous les programmes de traitements phytosanitaires biopesticides sur le rendement en coton graine ( $P = 0,019$ ) et le pourcentage de coton jaune ( $P = 0,011$ ) (Tableau 3). A l'exception des parcelles non traitées aux insecticides (NT =  $726,56 \pm 18,95$  kg ha<sup>-1</sup>), tous les rendements ont été supérieurs à la moyenne nationale des cinq dernières années qui était de 800 kg ha<sup>-1</sup> (Tableau 3). Les traitements phytosanitaires à biopesticides qui ont induit les rendements élevés sont les Prog3 ( $1035,94 \pm 25,61$ ), Prog4 ( $1016,25 \pm 23,51$ ), Prog6 ( $1103,13 \pm 27,41$ ) et Prog7 ( $1017,19 \pm 14,25$ ) en kg ha<sup>-1</sup> (Tableau 3).

Les pourcentages de coton jaune ont été élevés dans les parcelles à programme NT et faibles dans les autres programmes à biopesticides et d'insecticides vulgarisés (Tableau 3).

## DISCUSSION

### Dynamique des populations de ravageurs

**Les chenilles carpophages.** Cette étude a révélé l'efficacité significative de tous les

biopesticides (Prog3, Prog4, Prog5, Prog6, Prog7 et Prog8) testés dans le contrôle des infestations des chenilles, ravageurs redoutables du cotonnier (Tableau 3). Cependant, le programme de traitements phytosanitaires à biopesticides Prog3, Prog6 et Prog7 se sont montrés les plus efficaces dans le contrôle d'*H. armigera*. Concernant le ravageur *Earias* sp, tous les programmes de traitements phytosanitaires à biopesticides ont réduit significativement son infestation ( $P < 0,05$ ). Au niveau du ravageur *P. gossypiella*, les programmes de traitements phytosanitaires à biopesticides Prog3 et Prog4 ont été les plus efficaces dans la réduction des infestations sous le seuil de nuisibilité.

L'efficacité de tous les biopesticides testés est directement attribuée à leur teneur en ingrédients actifs déjà vérifiés (Feitelson, 1993 ; Gill, 2015). Les différences d'efficacité individuelle sont également attribuables aux différents ingrédients actifs contenus dans chaque biopesticide testé (Feitelson, 1993). D'autres travaux réalisés ont démontré également l'efficacité de ces biopesticides testés sur *H. armigera* et la nécessité d'établir des combinaisons efficaces avec des matières actives chimiques pour une protection efficace du cotonnier. C'est le cas des travaux

de Bravo *et al.* (2005), Gill (2015) et Bini *et al.* (2022) qui ont révélés l'efficacité de *B. thuringiensis* sur les larves d'*H. armigera*. D'après Schnepf (1998), *B. thuringiensis* constitue une alternative ou un complément utile à l'application de pesticides chimiques de synthèse dans l'agriculture commerciale et biologique pour une gestion durable de la faune, de la flore et la réduction de l'utilisation d'insecticides de synthèse. Dernièrement, l'application des Virus de la Polyhédrose Nucléaire (VPN) a permis de contrôler *H. armigera* (Badiane *et al.*, 2015). Des tests réalisés au Sénégal ont donné des résultats satisfaisants avec le VPN sur les chenilles de *H. armigera* (Badiane *et al.*, 2015). Au Togo, les travaux d'Abdoulaye (2019) ont relevé des effets significatifs des biopesticides à base de VPN sur les chenilles d'*H. armigera*. En Chine, un biopesticide à base de la bactéries *Bt* et du virus VPN efficace a été développée pour lutter contre *H. armigera* (Luo *et al.*, 2014). Bini *et al.* (2022) ont ressortis l'efficacité de la formulation biologique Rapax, pesticide biologique à base de *B. thuringiensis* sur les jassides, *J. fascialis*, les chenilles de *H. armigera* et les vers roses *P. gossypiella*.

**Les chenilles phyllophages.** L'absence des chenilles phyllophages au cours des travaux pourrait s'expliquer par la combinaison des conditions climatiques défavorables et nos programmes de traitement phytosanitaires qui n'ont pas permis leur prolifération dans les parcelles étudiées.

**Rendements en coton graine et pourcentages de coton jaune.** Les biopesticides phytosanitaires testés, tout en réduisant les populations de ravageurs, ont augmenté également le rendement en coton graine plus que la moyenne nationale et réduit le pourcentage de coton jaune après la récolte (Tableau 3). L'efficacité de ces biopesticides phytosanitaires ont réduit les infestations des ravageurs et donc permis d'augmenter les rendements et la qualité du coton graine. Les biopesticides à base de *Bt* et Virus Polyhédrose

Nucléaire insérés dans la bonne position des traitements insecticides c'est-à-dire en première et deuxième position ont été efficaces dans la protection des cotonniers contre les trois ravageurs.

Les travaux entrepris par Raymond *et al.* (2010) ont révélé que l'action des *B. thuringiensis* repose sur les toxines insecticides qui sont actives au cours du processus pathogène, mais ces bactéries produisent également toute une gamme de facteur de virulence qui contribue à la destruction des insectes. Toujours dans le même ordre d'idée, Rahbani (2015), avait conclu que lors de la sporulation, les *Bt* produisent des inclusions de cristaux insecticides formées par diverses protéines appelées toxines Cry ou Cyt toxiques aux ravageurs. De plus, des rapports de Payne (1992) et de Feitelson (1993) ont montré que *B. thuringiensis* est aussi actif contre d'autres insectes nuisibles tels que les Hyménoptères, Homoptères, Orthoptères et contre les nématodes, les acariens et les protozoaires.

Les ravageurs du cotonnier, dans leur dynamique d'adaptation aux conditions de leur milieu de vie développent des résistances face aux matières actives chimiques en cas de leur utilisation répétée pendant un certain nombre de campagne. C'est l'exemple d'*H. armigera* face aux pyréthriinoïdes de synthèses ou encore des piqueurs suceurs face à certaines aphicides. L'association de matières actives chimiques et biologiques dans un programme de protection phytosanitaire devient donc un véritable atout pour la gestion de la résistance. En résumé, on peut affirmer que les programmes de traitements phytosanitaires à biopesticides Prog3, Prog4, Prog6 et Prog7 ont toujours été efficaces dans la réduction des infestations des trois ravageurs (*Helicoverpa armigera*, *Earias* spp. et *Pectinophora gossypiella*) sur les cotonniers. Ils ont réduit les nombres des ravageurs sur les plants de cotonniers en dessous du seuil de nuisibilité. Les biopesticides à base de *B. thuringiensis* et Virus Polyhédrose Nucléaire sont chronologiquement en première et deuxième position dans l'ordre des traitement insecticides

dans ces quatre traitements (Prog3, Prog4, Prog6 et Prog7).

### CONCLUSION

Ces résultats de nos travaux ont révélé que les traitements phytosanitaires à biopesticides Prog3, Prog4, Prog6 et Prog7 ont réduit les infestations des populations d'*H. armigera*, *Earias* sp. et *P. gossypiella* en dessous de leurs seuils de nuisibilité lorsqu'ils sont appliqués à partir du 35<sup>ème</sup> jours après semis des cotonniers. Ils ont augmenté les rendements, la qualité du coton graine récolté, tout en réduisant la proportion de coton jaune à la récolte. Le positionnement des biopesticides à base du *Bt* et NPV au premier et deuxième traitement insecticide des programmes de traitement phytosanitaire du cotonnier est recommandé pour obtenir un meilleur rendement du cotonnier.

### REMERCIEMENT

Nous sommes très reconnaissants au Département de la Protection Durable des Végétaux de l'Institut Supérieur des Métiers de l'Agriculture de l'Université de Kara, au Laboratoire des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées (LaSABA) et à la Nouvelle Société Cotonnière du Togo (NSCT) pour les appuis matériels.

### REFERENCES

- Abdoulaye, S. 2019. Evaluation de l'efficacité du produit biologique HELIGEN (NPV U 25,65 %) sur les principaux ravageurs du cotonnier au Togo. Mémoire de l'Institut de Formation Agricole de Tové, Togo. 53pp
- Akantetou, K.P., Koba, K., Poutouli, W.P., Ayeva, B., Bonfoh, B. et Sanda, K. 2012. Niveau d'infestation des populations d'*Aphis gossypii* Glover (Homoptera : Aphididae) en culture cotonnière au Togo. *Cameroon Journal of Biological and Biochemical Sciences* 20 : 30-41.
- Akantetou, K.P. 2015. Etude de la dynamique de la population d'*Aphis gossypii* Glover, 1877 (Homoptera : Aphididae) ravageur du cotonnier et potentiel aphicide des huiles essentielles d'*Ocimum canum* Sims et d'*Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae) ; Thèse de Doctorat Unique, Université de Lomé, Togo. 195pp.
- Akantetou, K.P., Nadio, A.N., Bokobana, E. M., Tozoou, P., Kilimou, P., Koba, K. Poutouli, W., Raynaud, C. et Sanda, K. 2020. Effet aphicide de l'huile essentielle de *Ocimum basilicum* L. et de son composé majoritaire sur le puceron du cotonnier *Aphis gossypii* Glover (Homoptera : Aphididae) au Togo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 14(1): 84-96 doi: 10.4314/ijbcs.v14i1.8
- Badiane, D., Gueye M.T., Coly, E.V. et Faye, O. 2015. Gestion intégrée des principaux ravageurs du cotonnier au Sénégal et en Afrique occidentale. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 9(5) : 2654-2667. doi: 10.4314/ijbcs.v9i5.36
- Bini, K.K.N., Kouakou, M., Danho, M. et Ochoy O.G. 2022. Activité insecticide de *Bacillus subtilis thuringiensis* kurstaki sur les principaux insectes ravageurs du cotonnier. *Journal of Applied Biosciences* 171: 17786 -17794, DOI: <https://doi.org/10.35759/JABs.171.3>
- Bravo, A, Gill, S.S. and Soberón, M. 2005. *Bacillus thuringiensis* : Mechanisms and use. *Comprehensive molecular insect Science. Elsevier BV* 6:175-205. doi :10.1016/B0-44-451924-6/00081-8
- ICAC. 2021. Coton : Examen de la situation mondiale. La revue sur la situation mondiale de la filière cotonnière. Comité consultatif international du coton (ICAC). Vol. 75 N°1, 49pp.
- CNUCED. 2021. Le développement économique en Afrique. Conférence des Nations Unies pour le Commerce et le Développement), UNCTAD/GDS/AFRICA /2021/1. 95pp.

- Feitelson, J.S. 1993. The *Bacillus thuringiensis* family tree. In: Kim, L. (Ed.). *Advanced engineered pesticides*. New York, N.Y: USA. Marcel Dekker, Inc. pp. 63-71. doi : 10.1201/9781003573883-4
- Gill, S. 2015. Mécanismes des toxines de Cry de *Cac Bacillus thuringiensis* chez des insectes. University of California, Riverside, United States of America. 120pp.
- Luo, S., Naranjo, S.E. and Wu K. 2014. Biological control of cotton pests in China. *Biological Control* 68: 6–14. doi: 10.1016/j.biocontrol.2013.06.004
- MAEP. 2013. Rapport d'activités 2013 du ministère de l'agriculture de l'élevage et de la pêche, Lomé, Togo. 79pp.
- NSCT. 2022. Rapport d'activités 2021 de la Nouvelle Société Cotonnière du Togo, Annexe 1.2.3. 89pp.
- Ochou, O.G. 2004. Historique de la résistance des insectes aux insecticides et situation actuelle en Afrique. Atelier Projets GeRICO et CFC / ICAC / 014, 06 – 10 Décembre 2004 Ouagadougou (Burkina Faso).10pp
- Payne, J., Kim, L. and Feitelson, J.S. 1992. *Bacillus thuringiensis* : Insects and beyond. *Nature Biotechnology* 10 : 271-275. doi: 10.1038/nbt0392-271
- PR-PICA. 2013. Rapport synthèse des activités de recherche du Programme Régional de Protection Intégrée du Cotonnier en Afrique 2007-2012, Programme Régional de Protection Intégrée du Cotonnier en Afrique. 49pp.
- Rahbani, J. 2015. Optimisation, étude de la cinétique et dimensionnement de la production des biopesticides a base de souches de *Bacillus thuringiensis* isolées du sol libanais. Mémoire de thèse de l'université de Toulouse. France. 234pp.
- Raymond, B., Johnston, P. R., Nielsen, R.C., Lereclus, D. and Crickmore, N. 2010. *Bacillus thuringiensis* : An impotent pathogen? *Trends in Microbiology* 18:189-194. doi: 10.1016/j.tim.2010.02.006
- Schnepf, E., Crickmore, N., Van Rie, J., Lereclus, D., Baum, J., Feitelson, J., Zeigler, D.R. et Doyen, D.H. 1998. *Bacillus thuringiensis* et ses protéines cristallines pesticides. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 62(3) : 775-806. doi : 10.1128/MMBR.62.3.775-806.