

Sensibilité des larves de *Helicoverpa armigera* à l'émamectine et à la cyperméthrine au Bénin

Saturnin AZONKPIN* et Gbessito Romaine ASSOGBA BALLE

Institut de Recherches sur le Coton (IRC), Département de la Recherche et des Semences, Laboratoire d'Entomologie de Cana (LEC), BP 143 Bohicon, Bénin

(Reçu le 03 Décembre 2024 ; Accepté le 13 Janvier 2025)

* Correspondance, courriel : azonsat@yahoo.fr

Résumé

Ce travail a pour objectif d'évaluer la sensibilité de *Helicoverpa armigera* à la Cyperméthrine (pyréthrinolide) et à l'emamectine benzoate (matière active alternative, de la famille des avermectines), largement utilisés dans les programmes de protection du cotonnier au Bénin. Pour y parvenir, la méthode des flacons imprégnés (dose diagnostic de 35 et 10 µg de matière active, respectivement) a été utilisée en 2021 sur des chenilles collectées dans six communes du Bénin (Kandi, Banikoara, Ségbana, N'Dali, Savalou et Savè). Les résultats ont montré que la survie moyenne des chenilles de *H. armigera* passe de $75,3 \pm 0,73$ % à $55,3 \pm 1,08$ % respectivement après 24 heures et 48 heures. Ce taux est passé à $50,8 \pm 1,15$ % à 72 heures. Sur l'ensemble des communes, *H. armigera* est plus sensible à l'Emamectine comparativement à la Cyperméthrine. De plus, *H. armigera* est moins sensible aux traitements dans la commune de Banikoara que dans toutes les autres communes. Ce résultat suggère une perte de sensibilité à l'émamectine benzoate dans certaines populations du ravageur à Banikoara. Les insecticides à base de la cyperméthrine ne peuvent pas être encore utilisés en première fenêtre du programme de protection phytosanitaire du cotonnier à cause de la résistance que présente toujours *H. armigera* vis-à-vis de cette famille chimique. Outre de vérifier l'occurrence d'échecs de traitement au champ liées à cette perte de sensibilité, il convient de sélectionner des alternatives pour remplacer, à terme, ces matières actives dans les programmes de protection phytosanitaire des cotonniers.

Mots-clés : *Helicoverpa armigera*, vial-test, sensibilité, cyperméthrine, emamectine.

Abstract

Sensitivity of *Helicoverpa armigera* larvae to emamectin and cypermethrin in Benin

Objective of this work is to evaluate the sensitivity of *Helicoverpa armigera* to cypermethrin (pyrethroid) and emamectin benzoate (alternative active ingredient, from the avermectin family), widely used in cotton protection programs in Benin. To achieve this, the impregnated vial method (diagnostic dose of 35 and 10 µg of active ingredient, respectively) was used in 2021 on caterpillars collected in six communes of Benin (Kandi, Banikoara, Ségbana, N'Dali, Savalou and Savè). The results showed that the average survival of *H. armigera* larvae increased from 75.3 ± 0.73 % to 55.3 ± 1.08 % after 24 hours and 48 hours, respectively. This rate rose to 50.8 ± 1.15 % at 72 hours. In all municipalities, *H. armigera* is more sensitive to Emamectin compared

to Cypermethrin. In addition, *H. armigera* is less sensitive to treatment in the commune of Banikoara than in all the other communes. This result suggests a loss of sensitivity to emamectin benzoate in some populations of the pest in Banikoara. Cypermethrin-based insecticides cannot yet be used in a first window of the plant protection programme for cotton because of the continued resistance of *H. armigera* to this chemical family. In addition to verifying the occurrence of treatment failures in the field related to this loss of sensitivity, it is necessary to select alternatives to eventually replace these active ingredients in phytosanitary protection programs for cotton plants.

Keywords : *Helicoverpa armigera*, vial-test, sensitivity, Cyperméthrin, emamectin.

1. Introduction

Au Bénin, le cotonnier *Gossypium hirsutum*, paie un lourd tribut à un important complexe de ravageurs dont les principaux appartiennent aux genres *Helicoverpa*, *Earias*, *Diaparopsis*, *Pectinophora* et *Thaumatotibia* [1, 2]. Cette culture héberge plus de 1300 espèces d'insectes et d'acariens auxquels s'ajoutent des nématodes et des mammifères [3]. Après la fumure, le complexe des ravageurs du cotonnier fait partie des principaux facteurs limitant la production cotonnière [3]. Ainsi, les pertes de récoltes en absence de protection phytosanitaire s'élèvent à plus de 50 % du potentiel de rendement du coton au Bénin [1, 4, 5]. Les bio-agresseurs par leur impact sur la production et la qualité de la fibre, conditionnent fortement le revenu des cotonculteurs. De tous les bio-agresseurs, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) est signalé comme provoquant de sérieux dégâts aussi bien sur le cotonnier que sur la tomate. Sur le cotonnier, une larve de sixième stade est responsable de 82 % de la quantité totale de matière fraîche consommée pendant la vie larvaire et consomme en moyenne 22 boutons floraux ou 3 à 7 capsules [6]. Pour faire face à cet important parasitisme, l'utilisation intense des mêmes insecticides par les producteurs tous les ans, peut entraîner chez les ravageurs, une certaine accoutumance [7-11]. C'est ainsi que les pyréthrinoïdes ont perdu leur efficacité sur *H. armigera* dans les années 1990 [8, 12]. Ainsi, *H. armigera* est devenu une préoccupation particulière des pays producteurs de coton dans la sous-région car il est très déterminant dans le rendement de coton graine [13]. Autrefois, les populations d'insectes résistants à des pesticides, étaient combattues soit en augmentant les quantités de produits utilisés, soit en appliquant de nouvelles matières actives [14]. Toutes ces considérations avaient poussé les chercheurs à prendre des mesures d'urgence basées sur l'élaboration de stratégies adéquates dans l'utilisation des pesticides. Du coup, l'utilisation des insecticides à base de pyréthrinoïde lors des deux premiers traitements du cotonnier au champ a été prohibée dans les pays du PRPICA [8, 12]. Au Bénin, cette interdiction est scrupuleusement respectée. Néanmoins, il s'avère nécessaire de suivre la sensibilité de ce ravageur aux pyréthrinoïdes. Ce suivi permettrait de savoir le moment où cette famille chimique peut être réutilisée lors des deux premiers traitements des cotonniers contre *H. armigera*. De plus, la collecte des données inhérentes à la sensibilité de *H. armigera* aux nouvelles matières actives couramment utilisées dans les différentes zones de production cotonnière, paraît essentielle pour la mise au point de bonnes stratégies de protection des cotonniers. C'est dans ce contexte que la présente étude a été initiée. Elle a pour objectif d'évaluer la sensibilité de *H. armigera* à la cyperméthrine et à l'émamectine. Ainsi, elle contribuerait à améliorer la stratégie de protection phytosanitaire des cotonniers en évitant des échecs de traitement au champ.

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude

La présente étude a été menée au laboratoire d'entomologie de l'Institut de Recherche sur le Coton (IRC) basé à Cana au cours de la campagne agricole 2021-2022. Elle a été conduite dans les départements de l'Alibori (Kandi, Banikoara, Ségbana), du Borgou (N'Dali) et des Collines (Savalou et Gobé). Le choix de ces communes est motivé par leur appartenance aux grandes zones de production cotonnière du Bénin. En outre, l'importance du volume de coton produit dans ces communes et la prévalence de *H. armigera* ont fait partie des critères de leur choix [15].

2-2. Matériel utilisé

Le matériel utilisé au cours de cette étude est composé de boîtes parallépipédiques pour la collecte, le transport et l'élevage des chenilles; de pinces démagnétisées pour la collecte et la manipulation des larves; de l'eau, du sucre, du miel et de pollen pour l'alimentation des adultes; d'une éprouvette graduée pour mesurer l'eau nécessaire pour la préparation des solutions de désinfection; des éclosiers pour créer de conditions favorables à l'éclosion des œufs collectés; d'une loupe binoculaire pour faire le sexage des chrysalides; d'une balance de précision pour la pesée des chenilles; d'une compresse de gaze pour recueillir les œufs pondus par les adultes; de coton hydrophile pour servir de support de l'eau pour abreuver les papillons; de l'alcool à 70° pour la désinfection du matériel; des papiers essuie-tout pour servir de torchon à usage unique; d'une paire de ciseaux pour découper les compresses de gaze; des marqueurs pour marquer les boîtes; des flacons de 30 mL de marque noir pour le témoin imprégnés à l'acétone, des flacons de 30 mL de marque rouge imprégnés à 30 µg de cyperméthrine et de marque verte imprégnés à 0.5 µg d'emamectine et des fiches d'observation pour la collecte des données. Les matières actives techniques de la cyperméthrine et de l'emamectine benzoate ont fait partie aussi du matériel utilisé. En effet, les solutions insecticides ont été préparées à partir de ces matières actives techniques. Ces solutions ont été utilisées pour réaliser l'imprégnation des flacons suite à une dilution des matières actives techniques dans l'acétone.

2-3. Méthodes

2-3-1. Réalisation des prospections et des vials tests

Des missions de prospection et de collecte de chenilles de *Helicoverpa armigera* sur le cotonnier ont été faites dans les départements de l'Alibori (Kandi, Banikoara, Ségbana), du Borgou (N'Dali) et des Collines (Savalou et Gobé). Dans chaque commune des collectes ont été réalisées dans deux localités. Au cours de la collecte, les chenilles de *H. armigera*, de taille située entre 1 et 1,5 cm ont été sélectionnées pour réaliser les vials tests. Ces chenilles ont été manipulées délicatement afin de leur faire subir un minimum de perturbations. Ensuite, trois petits morceaux de milieu nutritif ont été mis dans le flacon préalablement imprégnés de chaque matière active avant l'introduction d'une seule chenille par flacon. Ensuite, le couvercle du flacon a été d'abord complètement fermé puis nous l'avons rouvert légèrement en dévissant le couvercle d'un quart de tour afin de permettre une certaine aération du flacon. Au total 30 flacons imprégnés de chaque matière active et 20 flacons témoins ont été utilisés dans chaque champ. L'état sanitaire des chenilles a été observé à 24 heures, 48 heures et 72 heures après leur insertion dans les tubes pour évaluer les mortalités. Ensuite ces chenilles ont été classées en trois catégories : (1) mortes, (2) moribondes (encore mobiles mais incapables de contrôler leurs mouvements et de se rétablir sur leurs pattes après avoir été retournées) et (3) vivantes (présentant des mouvements coordonnés et capables de rétablir leur position après retournement). Mais, les chenilles moribondes sont finalement considérées comme mortes car elles ont toujours succombé. Le reste des chenilles obtenues ont été élevées sur milieu nutritif artificiel à base de la farine de maïs pour des tests de la dose létale des insecticides (DL50).

2-3-2. Analyse statistique des données

Pour tester l'effet des traitements sur la sensibilité des larves de *H. armigera*, leur survie a été modélisée en construisant aussi bien les modèles de régression logistique binaire à effets fixes (avec la fonction GLM) et à effets mixtes (avec la fonction GLMMTMB) avec le package glmmTMB [16]. Dix modèles ont été construits dont deux modèles à effets fixes (**Tableau 1**). Pour construire les modèles à effets mixtes, le traitement et le temps après application ont été considérés comme variables fixes. La commune et la localité ont été considérées à la fois comme variables fixes et variables aléatoires. Pour sélectionner le meilleur modèle, le critère d'information de Akaike (AIC) a été utilisé [17]. Le logiciel R version 4.1.1 a permis d'effectuer toutes ces analyses [18].

3. Résultats

3-1. Souches de chenilles de *Helicoverpa armigera* collectées

Au total, trois (3) sorties de collecte de chenilles de *Helicoverpa armigera* ont été effectuées au cours de la campagne agricole 2021-2022. Il ressort de ces sorties que six (06) souches ont été obtenues pour faire l'élevage au laboratoire. La plus grande quantité de chenilles (137) a été obtenue dans la Commune de Kandi (Angaradebou) au cours de la sortie d'août 2021 tandis que la plus faible quantité (87) a été obtenue dans la Commune de N'dali (Yeroumarou) au cours de la collecte de septembre 2021 (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Nombre de chenilles de *Helicoverpa armigera* collectées au Bénin en 2021

N°	Dates de collecte	Plante hôte	Communes	Localités	Coordonnées	Nombre de chenilles
Août 2021	Cotonnier	Kandi	Angaradebou	31P0496485 1254166	137	
			Donwari	31P 0495137 1236417	118	
Septembre 2021	Cotonnier	Banikoara	Kokoe	31P0446764 1252598	101	
			Gomparou	31P0446723 1252563	132	
Septembre 2021	Cotonnier	Ségbana	Piami	31P0571919 1213132	100	
			Gbarana	31P 0534911 1200852	99	
Septembre 2021	Cotonnier	N'dali	N'Dali Centre	31P0469829 1095204	92	
			Yeroumarou	31P0463413 1091719	87	
Octobre 2021	Cotonnier	Savalou	Agblakindji	31P0381515 0874301	95	
			Kpakpavissa	31P 0402530 0890135	107	
Octobre 2021	Cotonnier	Savè	Gobé	31P0240815 0799953	105	
			Atchakpa	31P0239564 0801586	93	

3-2. Choix du meilleur modèle

Après l'analyse des données recueillies à partir de la méthode précédemment décrite, il a été remarqué que le meilleur modèle est celui obtenu en combinant les facteurs traitement, durée ou heure après application du traitement et la localité car ayant la plus petite valeur de l'AIC ou la différence de l'AIC entre modèle égale à zéro. Ainsi, le modèle à effet fixe a été retenu (1^{er} modèle du **Tableau 2**) puis réduit pour éliminer l'interaction entre le traitement et le temps après application qui n'a pas d'effet significatif sur la survie de *H. armigera*.

Tableau 2 : Types de modèles proposés pour tester l'effet des traitements, le temps après traitement, la localité et la commune sur la survie de *H. armigera*

No	Type de modèle	Composante fixe du modèle	Composante aléatoire
1	GLM	Traitement+Heure+localité+Heure:Traitement,	NA
2	GLMMTMB	Traitement+Heure+localité+Heure:Traitement	(1 commune),
3	GLMMTMB	Traitement+Heure+commune+Heure:Traitement	(1 localité),
4	GLM	Traitement+Heure+commune+Heure:Traitement	NA
5	GLMMTMB	Traitement+Heure+Heure:Traitement	(1 commune)+(1 localité)
6	GLMMTMB	Traitement+Heure+Heure:Traitement	(1 commune/localité),
7	GLMMTMB	Traitement+Heure+localité+Heure:Traitement	(Heure commune),
8	GLMMTMB	Traitement+Heure+localité+Heure:Traitement	(Traitement commune),
9	GLMMTMB	Traitement+Heure+commune+Heure:Traitement	(Traitement localité),
10	GLMMTMB	Traitement+Heure+commune+Heure:Traitement	(Traitement localité),

3-3. Test de significativité

Le **Tableau 3** présente les résultats du test de significativité des coefficients de l'effet de la localité, du temps après application et du traitement du modèle final retenu. Il ressort de ce **Tableau**, que parmi les variables retenues pour le modèle final, les traitements, les durées après application et les localités sont hautement significative dans le modèle. L'effet de la localité sur le temps après application et les traitements sont hautement significatifs dans les localités de Gomparou et Kokoe.

Tableau 3 : Résumé du modèle final pour le test de significativité des coefficients de l'effet de la localité, du temps après application et du traitement

Variables	Coefficients	ES	Z	Pr(> z)
Ordonnée à l'origine	60,332	0,3761	16,043	<0,00001***
Traitement-Cyperméthrine	-50,343	0,3293	-15,288	<0,00001***
Traitement-Emamectine	-63,532	0,3354	-18,94	<0,00001***
Heure-48 H après	-15,438	0,1264	-12,215	<0,00001***
Heure-72 H après	-19,338	0,1319	-14,659	<0,00001***
Localité-Angaradebou	-0,5113	0,2539	-2,014	0,04406*
Localité-Donwari	0,3218	0,2423	1,328	0,1841
Localité-Gobé	-0,6154	0,2562	-2,402	0,01628*
Localité-Gomparou	22,553	0,2599	8,676	<0,00001***
Localité-Kokoe	2,185	0,258	8,468	<0,00001***
Localité-Lahotan	-0,3442	0,2507	-1,373	0,16967
Localité-N'Dali2	0,741	0,2407	3,079	0,00208*
Localité-N'DaliCentre	0,4913	0,2413	2,036	0,04175*
Localité-Piami	0,4913	0,2413	2,036	0,04175*
Localité-Savè2	-0,2158	0,2485	-0,868	0,38519
Localité-Segbana2	-0,3442	0,2507	-1,373	0,16967

Code de significativité : 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

3-4. Effet global des traitements sur la survie de *Helicoverpa armigera*

Le **Tableau 4** présente les taux moyens de survie de *Helicoverpa armigera* suivant les traitements appliqués. Il ressort de ce tableau que le taux moyen global de survie de *H. armigera* est de $60,46 \pm 0,61$ %. Ce taux a varié très significativement dans le temps, dans l'espace et selon les traitements (**Tableau 4**).

Tableau 4 : Taux moyen de survie de *Helicoverpa armigera* suivant les traitements

Traitement	Heure	Taux de survie	
		Moyenne	Ecart-type
Témoïn	24 H après	0.99776	7.05E-05
Témoïn	48 H après	0.98965	3.24E-04
Témoïn	72 H après	0.98481	4.75E-04
Cyperméthrine	24 H après	0.76190	6.29E-03
Cyperméthrine	48 H après	0.45132	1.05E-02
Cyperméthrine	72 H après	0.37289	1.07E-02
Emamectine	24 H après	0.49867	1.02E-02
Emamectine	48 H après	0.21736	9.16E-03
Emamectine	72 H après	0.16730	7.92E-03
Moyenne Global		60,46	0,61

3-5. Effet global de la durée d'action des traitements sur la survie de *Helicoverpa armigera*

La **Figure 1** montre l'effet de la durée d'action des traitements sur les taux de survie de *H. armigera*. Il a été observé suite aux analyses que la durée d'action des traitements apportés a un effet sur *H. armigera*. Ainsi, il a été constaté qu'après 48 heures de traitement la survie de *H. armigera* face aux produits (Emamectine et Cyperméthrine) diminue considérablement. La survie moyenne passe de $75,3 \pm 0,73$ % à $55,3 \pm 1,08$ % respectivement après 24 heures et 48 heures de traitement. 72 heures après traitement la survie de *H. armigera* est de $50,8 \pm 1,15$ %.

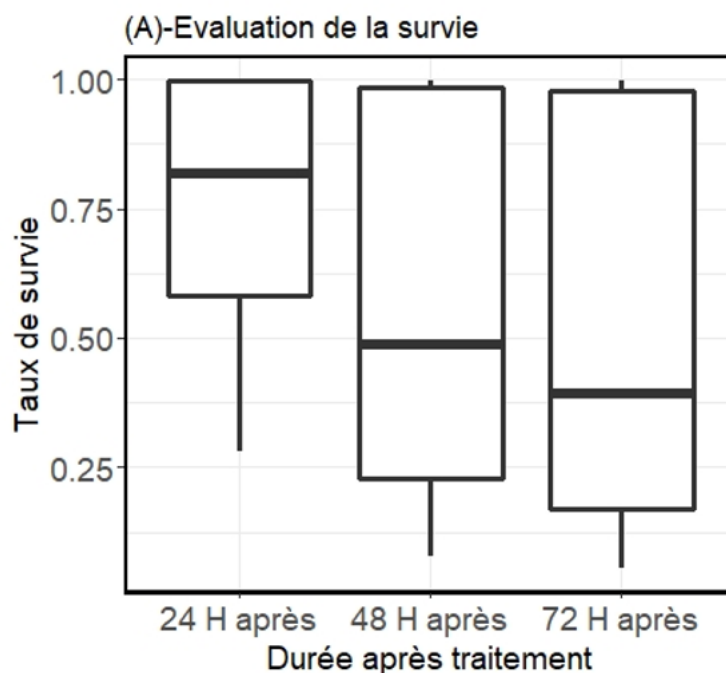


Figure 1 : Durée d'action des traitements sur les taux de survie de *Helicoverpa armigera*

3-6. Effet des traitements et du temps sur la survie de *Helicoverpa armigera*

Globalement, la survie diminue dans le temps passant d'un taux de survie de *H. armigera* de $75,23 \pm 0,74$ % après 24 heures de traitement à un taux de survie de $50,83 \pm 1,15$ % après 72 heures de traitement avec un taux moyen de $55,28 \pm 1,09$ % après 48 heures d'essai. *H. armigera* résiste très peu aux traitements appliqués comparés aux témoins non traités et la survie diminue avec le temps quel que soit le traitement appliqué (**Figure 2**). Les résultats de la **Figure 2** montre que les taux de survie de *H. armigera* après 24 heures, 48 heures et 72 heures sont plus faibles dans les traitements avec l'émamectine qu'avec la cyperméthrine. A 24 heures l'émamectine a donné une performance équivalente à celle de la cyperméthrine à 48 heures et 72 heures. Ainsi, l'action d'émamectine sur *H. armigera* est plus prononcée que celle de la Cyperméthrine.

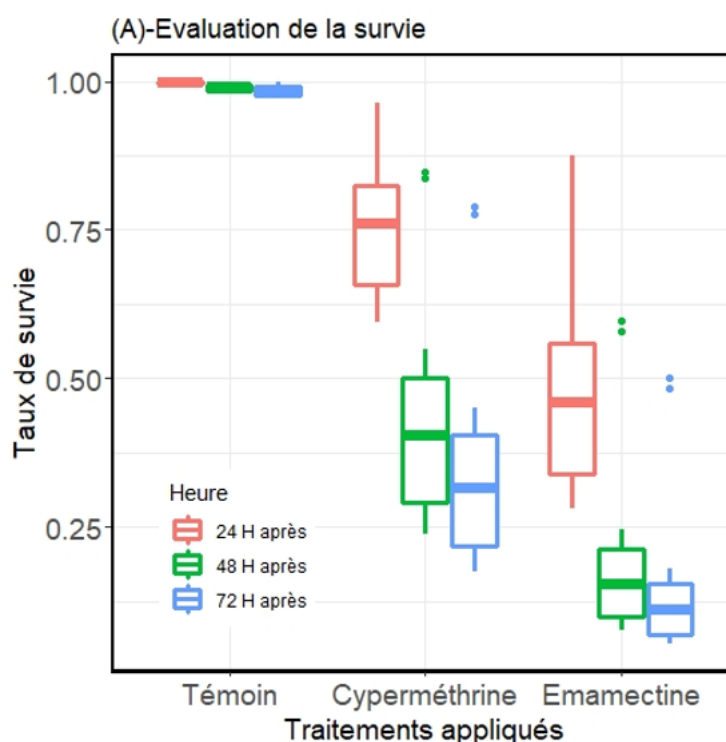


Figure 2 : Évolution de la survie de *H. armigera* selon le temps

3-7. Influence des régions sur la survie de *Helicoverpa armigera* après traitement

La **Figure 3** présente l'effet des localités sur les taux de survie de *H. armigera* après traitement. D'après l'analyse de cette figure il ressort que *H. armigera* est moins sensible aux traitements dans la commune de Banikoara que dans toutes les autres communes. Par contre, dans les communes de Savè et de Savalou situées au Centre du Bénin, *H. armigera* semble être plus sensible aux traitements face aux produits appliqués (Emamectine et Cyperméthrine). Quant aux communes de Kandi, N'Dali et Ségbana il est observé une survie légèrement au-dessus de 50 % face aux traitements.

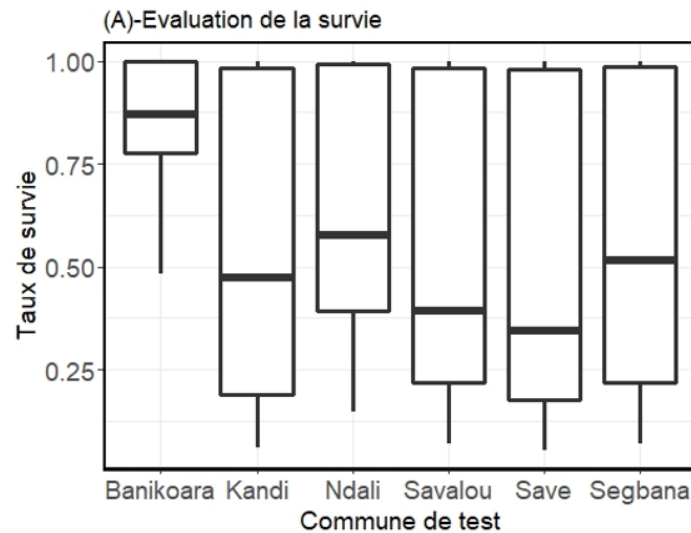


Figure 3 : Effet des régions sur les taux de survie de *Helicoverpa armigera* après traitement

3-8. Évolution de la survie de *H. armigera* selon le temps dans chaque commune

La **Figure 4** montre l'évolution de la survie de *H. armigera* selon le temps dans chaque commune. De l'observation de cette figure, il ressort que les taux de survie de *H. armigera* après 24 heures, 48 heures et 72 heures sont plus élevés dans la commune de Banikoara comparativement aux autres communes. Même après 72 heures de traitement la survie médiane reste largement supérieure à 75 %. Par contre à Savè, la survie médiane est inférieure à 25 % après 72 heures de traitement. Dans les autres communes, les produits ont montré une efficacité assez moyenne sur *H. armigera*.

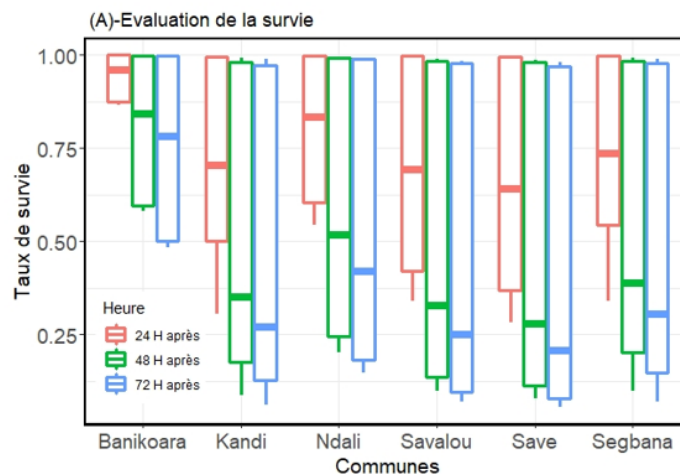


Figure 4 : Évolution de la survie de *H. armigera* selon le temps dans chaque commune

3-9. Évolution de la survie de *H. armigera* selon le temps dans chaque localité

La **Figure 5** montre l'évolution de la survie de *H. armigera* selon le temps dans chaque localité. Les Mêmes tendances des communes sont observées au niveau local (**Figure 5**). Il faut noter que c'est dans les localités de Gomprou et Kokoe que *H. armigera* a présenté plus de survie aux matières actives appliqués (Emamectine et Cyperméthrine) même après 72 heures de traitement.

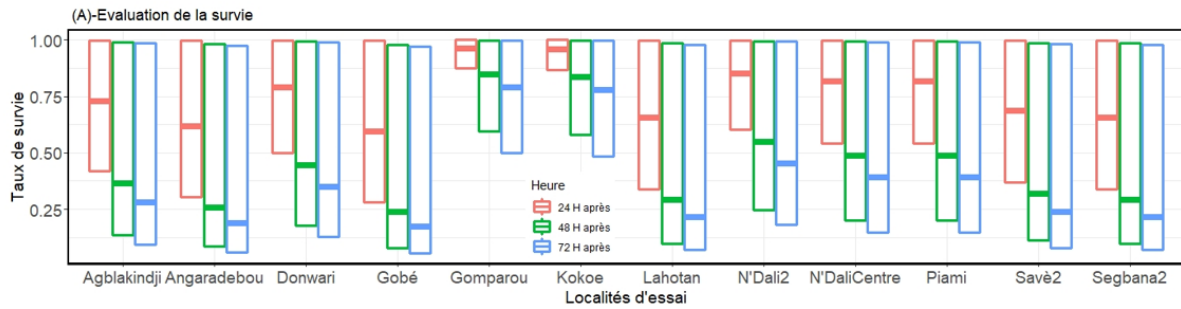


Figure 5 : Évolution de la survie de *H. armigera* selon le temps dans chaque Localité

3-10. Taux de survie de *H. armigera* selon le traitement dans chaque commune

La **Figure 6** présente le taux de survie de *H. armigera* suivant le traitement dans chaque commune. De l'analyse de cette figure, il ressort que globalement et sur l'ensemble des communes, *H. armigera* est moins résistant à l'Emamectine comparativement à la Cyperméthrine par rapport à laquelle *H. armigera* semble avoir une survie relativement élevée (**Figure 6**). Au vu de cette observation, il est à retenir que l'Emamectine est plus efficace dans le traitement du cotonnier contre *Helicoverpa armigera*.

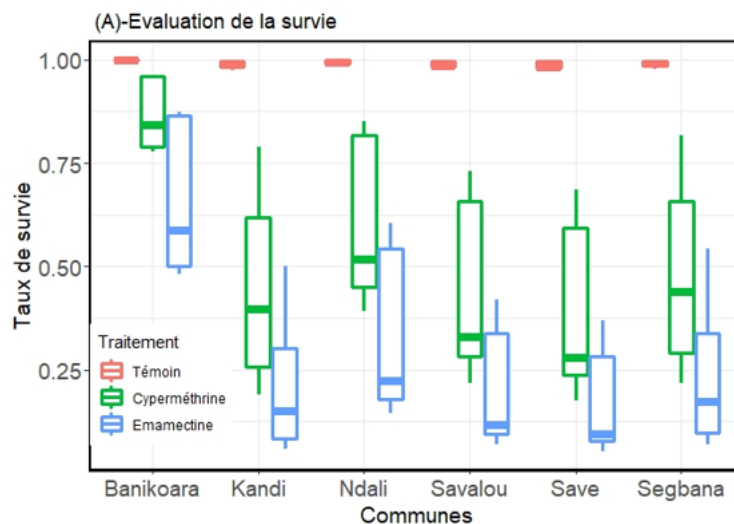


Figure 6 : Taux de survie de *H. armigera* selon le traitement dans chaque commune

3-11. Taux de survie de *H. armigera* selon le traitement dans chaque localité

Au niveau des localités, l'observation est la même que dans les communes (**Figure 7**). On retient que la survie aux matières actives utilisées dans les traitements est plus élevée dans les localités de Gomparou et Kokoe qui appartiennent à la Commune de Banikoara.

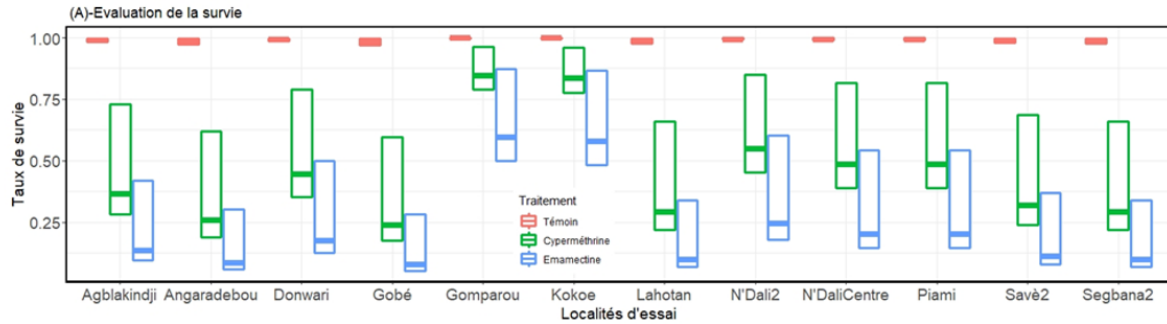


Figure 7 : Taux de survie de *H. armigera* selon le traitement dans chaque localité

3-12. Survie de *Helicoverpa armigera* à l'emamectine au Bénin en 2021

La **Figure 8** montre le niveau de survie de *H. armigera* à l'emamectine au Bénin en 2021. Les taux de survie les plus élevés à l'emamectine ont été obtenus au Nord du Bénin à partir de la commune de Banikoara. Par contre les taux de survie les plus faibles à l'emamectine ont été obtenus au Centre du Bénin dans les communes de Savè et de Savalou.

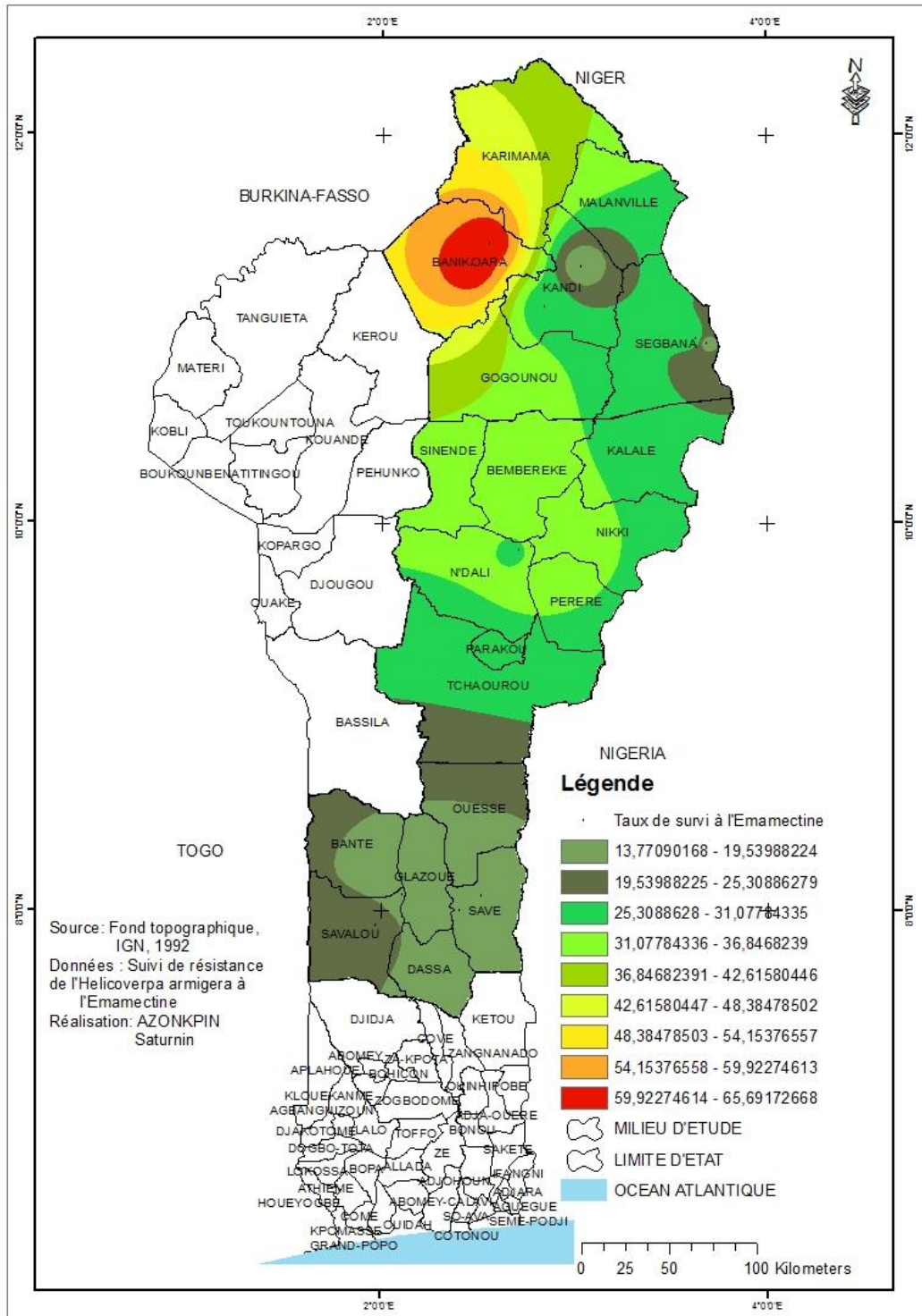


Figure 8 : Carte du Bénin montrant le taux de survie de *H. armigera* à l'emamectine

3-13. Survie de *Helicoverpa armigera* à la Cyperméthrine au Bénin en 2021

La **Figure 9** montre le niveau de survie de *H. armigera* à la cyperméthrine au Bénin en 2021. Les taux de survie les plus élevés à la cyperméthrine ont été également obtenus au Nord du Bénin à partir de la commune de Banikoara. Par contre les taux de survie les plus faibles à la cyperméthrine ont été obtenus au Centre du Bénin dans les communes de Savè et de Savalou.

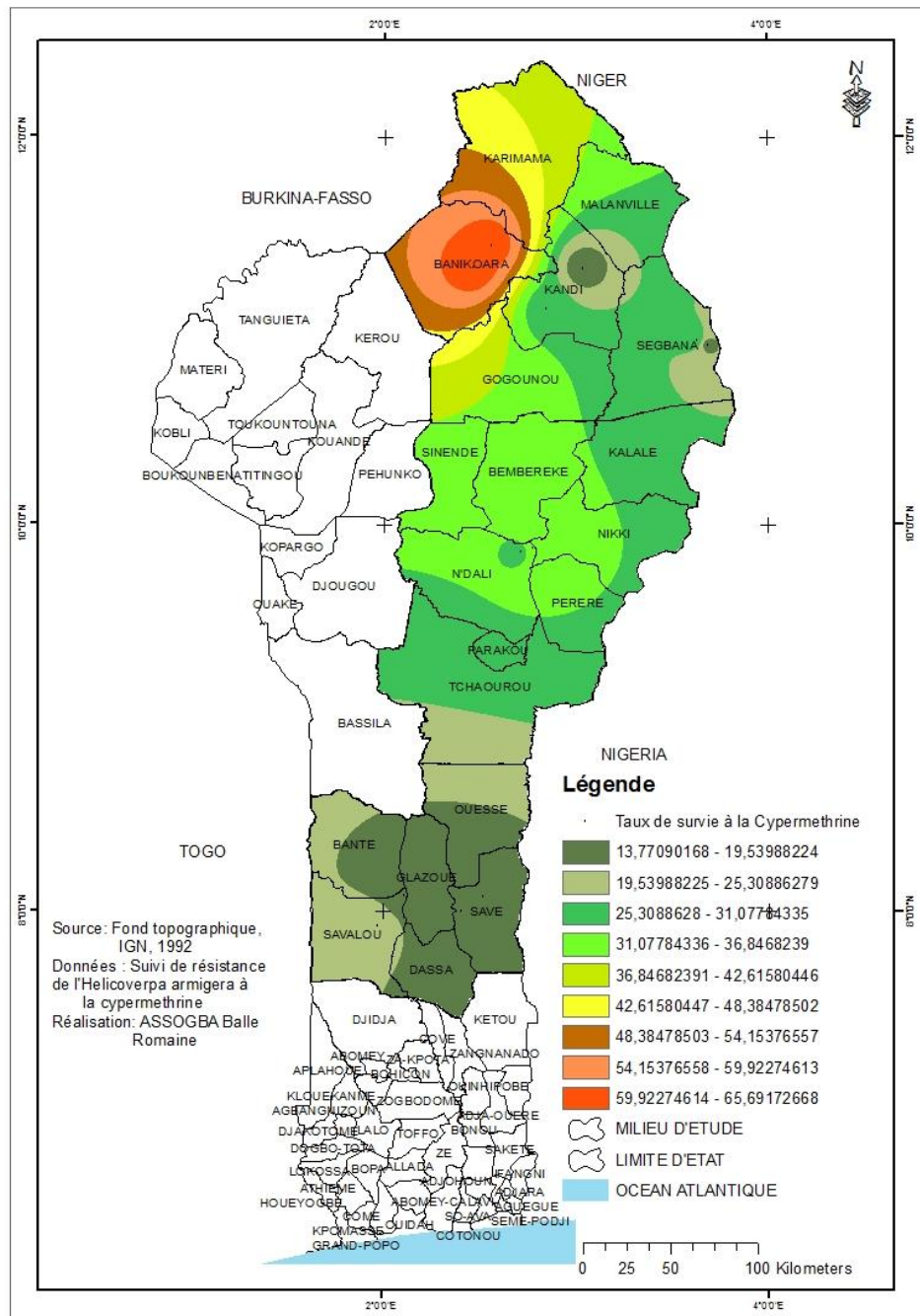


Figure 9 : Carte du Bénin montrant le taux de survie de *H. armigera* à la cyperméthrine

4. Discussion

4-1. Effet global de la durée d'action des traitements sur la survie de *Helicoverpa armigera*

Pour réduire l'impact des bioagresseurs sur le cotonnier au Bénin, la méthode de lutte chimique est la plus utilisée [19, 20]. Mais, elle favorise l'apparition du phénomène de la résistance des insectes aux insecticides [10, 11]. La résistance aux insecticides chez les insectes et les acariens est un phénomène qui se développe de façon inquiétante [14, 20]. Selon [21], la résistance de *H. armigera* aux pyréthinoïdes a été constatée depuis 1977 et 1998 au Bénin et au Togo. Les résultats de l'évaluation de la sensibilité de *H. armigera* aux matières actives ont montré que les taux de survie de ce ravageur après 24 heures, 48 heures et 72 heures

sont plus faibles dans les traitements avec l'émamectine qu'avec la Cyperméthrine dans toutes les communes. A 24 heures l'émamectine a donné une performance équivalente à celle de la cyperméthrine à 48 heures et 72 heures. La résistance de *H. armigera* à la cyperméthrine persiste comme c'est le cas avec la lambdacyalothrine et d'autres insecticides longtemps utilisés dans sa gestion dans plusieurs pays où il a été rencontré [22]. Ces résultats sont conformes aux travaux de [21] qui ont montré que les tests par tubes imprégnés réalisés en 1998 grâce à l'Insecticide Resistance Action Committee (IRAC), avaient renforcé l'hypothèse d'une résistance de *H. armigera* aux pyréthinoïdes. Ces résultats sont aussi conformes aux travaux de [23], qui ont montré que les plus faibles valeurs de DL50 ont été obtenues avec la souche d'Adja-Ouèrè (4,56 µg/g de chenilles de *H. armigera*) collectée sur la tomate pour la deltaméthrine et la souche de Bembèrèkè (12,21 µg/g de chenilles de *H. armigera*) collectée sur coton pour l'Emastar 112 EC qui contient de l'Emamectine.

4-2. Effet des traitements et du temps sur la survie de *Helicoverpa armigera*

Cette étude a aussi montré que les taux de survie de *H. armigera* après 24 heures, 48 heures et 72 heures sont plus élevés dans la commune de Banikoara comparativement aux autres communes. Même après 72 heures de traitement la survie médiane reste largement supérieure à 75 %. Ceci serait dû à l'utilisation fréquente de ces matières actives par les producteurs qui préfèrent utiliser la matière active performante pour presque tous les traitements. Ces résultats corroborent les travaux de [24, 25]. En effet, [24] a indiqué que les résultats obtenus avec les souches issues des parcelles plafonds de l'essai de suivi du parasitisme montrent que des applications trop fréquentes de doses élevées d'insecticides peuvent induire une perte de sensibilité à ces produits. De même, [25] a montré qu'à Djidja situé au Su-Bénin où l'utilisation des produits à base d'émamectine n'est pas aussi intense qu'à Banikoara, cette matière active demeure efficace sur *H. armigera*. Les résultats des travaux de [26] sont contraires à ceux que nous avons obtenu. En effet, ces auteurs ont obtenu de faibles valeurs de DL50 sur coton pour des souches de *H. armigera* collectées à Bouaké en Côte d'Ivoire.

4-3. Taux de survie de *H. armigera* selon le traitement dans chaque commune

Cette étude a également montré de différence entre les taux de survie de *H. armigera* obtenus entre les souches des différentes communes. Ces différences pourraient être dues aux générations sur lesquelles les tests ont porté. En effet, les chenilles de *H. armigera* ont été collectées en Août à Kandi, en septembre dans les communes de Banikoara, Ségbana et N'Dali puis en octobre dans les communes de Savè et Savalou. Ces résultats vont en droite ligne avec les études de [23], qui a révélé que les différences obtenues entre les souches de Savalou et celles de Bembèrèkè sont dues aux générations sur lesquelles les tests ont porté. En effet, les tests avaient porté sur la génération F1 pour la souche de Bembèrèkè alors qu'ils avaient porté sur la génération F2 pour la souche de Savalou au niveau de la deltaméthrine.

5. Conclusion

Les résultats de l'étude ont montré que les taux de survie de *H. armigera* après 24 heures, 48 heures et 72 heures sont plus faibles dans les traitements avec l'émamectine qu'avec la cyperméthrine. Ainsi, les chenilles de *H. armigera* sont plus sensibles à l'émamectine qu'à la Cyperméthrine. De plus, *Helicoverpa armigera* est moins sensible à l'émamectine dans la Commune de Banikoara. Les insecticides à base de la cyperméthrine ne peuvent pas être encore utilisés en première fenêtre de la protection phytosanitaire du cotonnier à cause de la résistance que présente toujours *H. armigera* vis-à-vis de cette famille chimique. Toutefois, les produits alternatifs à base d'émamectine ont fait preuve de leur efficacité sur le ravageur en dehors de la commune de Banikoara. L'utilisation de nouvelles matières actives alternatives dans la commune de Banikoara permettra un meilleur contrôle de ravageur cardinal.

Références

- [1] - A. KATARY, « Etude spatio-temporelle de la gestion de la résistance de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) aux pyréthrinoides en culture cotonnière au Bénin », Thèse de Doctorat d'Etat ès-sciences Naturelles, option entomologie agricole, *Université de Cocody*, Abidjan, (2003) 250 p.
- [2] - S. AZONKPIN, C. A. DJIHINTO, G. BONNI, D. G. FAYALO, A. T. HOUNDETE and C. D. CHOUGOUROU, *European Scientific Journal*, 16 (33) (2020) 284 - 302, DOI : 10.19044/esj.2020.v16n33p284
- [3] - O. TRAORE, « Les succès de la lutte intégrée contre les ravageurs du cotonnier en Afrique de l'Ouest », 67^{ème} réunion plénière de l'ICAC, Ouagadougou (Burkina Faso), 16-21 novembre 2008, INERA
- [4] - S. AZONKPIN, C. A. DJIHINTO, C. D. CHOUGOUROU, A. AOUCO, A. A. AKPO and M. M. SOUMANOU, *European Journal of Scientific Research*, 158 (2) (2020) 77 - 93, <http://www.europeanjournalofscientificresearch.com>
- [5] - C. A. DJIHINTO, S. AZONKPIN, A. AFFOKPON and D. C. CHOUGOUROU, *Afrique SCIENCE*, 21 (2) (2022) 167 - 179
- [6] - T. MARTIN, « La résistance aux insecticides de *Helicoverpa armigera* (Hübner) en Afrique de l'Ouest : du mécanisme à la gestion », Thèse de Doctorat Unique, *Université de Toulouse III*, France, (2003) 81 p.
- [7] - J. ACHALEKE, T. MARTIN, R. T. GHOGOMU, M. VAISSAYRE and T. BREVAULT, *Pest Manag. Sci.*, 65 (10) (2009) 1147 - 1154. DOI : <http://dx.doi.org/10.1002/ps.1807>
- [8] - A. DJIHINTO, A. KATARY, P. PRUDENT, J-M VASSAL and M. VAISSAYRE, *J. Econ. Entomol.*, 102 (5) (2009) 1928 - 1934
- [9] - T. A. HOUNDÉTÉ, « Résistance de *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) aux insecticides: mécanismes enzymatiques et implications dans la gestion des populations », Thèse de doctorat Unique, *Université de Lomé*, Togo, (2010) 142 p.
- [10] - S. AZONKPIN, C. D. CHOUGOUROU, C. A. DJIHINTO, H. A. BOKONON-GANTA, E. L. AHOTON, J. DOSSOU and M. M. SOUMANOU, *European Journal of Scientific Research*, 150 (4) (2018) 405 - 419
- [11] - S. AZONKPIN, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 39 (4) (2023) 1726 - 1738. <http://www.ijias.issr-journals.org/>
- [12] - A. C. DJIHINTO, A. KATARY, M. C. DJABOUTOU, P. PRUDENT, P. MENOZZI and P. ATACHI, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 6 (2012) 940
- [13] - S. AZONKPIN, « Diagnostic des systèmes de culture du coton biologique et effets de biopesticides botaniques sur les ravageurs et prédateurs épigés associés au Bénin », *Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Bénin*, (2019) 203 p.
- [14] - E. HAUBRUGE and M. AMICHOT, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 2 (3) (1998) 161 - 174
- [15] - P. TON and E. WANKPO, « La production du coton au Bénin », *Projet d'analyse d'une spéculation agricole par pays, financé par le programme "Renforcement des capacités commerciales" de la F.I.P.A. (Fédération Internationale des Producteurs Agricoles)*, (2004) 51 p.
- [16] - M. E. BROOKS, K. KRISTENSEN, K. J. VAN BENTHEM, A. MAGNUSSON, C. W. BERG, A. NIELSEN, H. J. SKAUG, M. MÄCHLER and B. M. BOLKER, *The R Journal*, 9 (2) (2017) 378 - 400
- [17] - K. P. BURNHAM and D. R. ANDERSON, « Model selection and multimodel inference : a practical information-theoretic approach », 2nd edn. Springer, New York, (2002)
- [18] - R CORE TEAM, R : A Language and Environment for Statistical Computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, (2021), <https://www.R-project.org>
- [19] - A. C. DJIHINTO, « La résistance de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) aux pyréthrinoides en culture cotonnière au Bénin : Du mécanisme et du coût biologique à la gestion », Thèse unique, *Université de Cocody, Côte d'Ivoire*, (2004) 145 p.

- [20] - S. AZONKPIN, C. D. CHOUGOUROU, C. E. AGBANGBA, J. C. C. SANTOS, M. M. SOUMANOU and D. S. VODOUHE, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12 (4) (2018) 1688 - 1704
- [21] - M. VAISSAYRE, T. MARTIN, P. PRUDENT et J. M. VASSAL, *Agriculture et développement*, 22 (1999) 82 - 88
- [22] - I. MAÏGA, « Note d'informations générales sur la noctuelle du maïs *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith. Un ravageur redoutable et très polyphage à surveiller », *Centre Régional AGRHYMET/CILSS*, (2017) 16 p.
- [23] - T. HOUNDETE, J. LAWSON, G. AGOUGOU, G. BONNI, S. AZONKPIN, J. AZAGBA and A. AOUCO, « Evaluation de la sensibilité de *Helicoverpa armigera* aux insecticides utilisés dans la protection du cotonnier au champ au Bénin », in Point de la recherche cotonnière en 2017, CRA-CF/INRAB/MAEP/Bénin. 331 p. Dépôt légal N°10830 du 27/11/2018, *Bibliothèque Nationale du Bénin*, 4^{ème} trimestre. ISBN : 978-99919-75-59-7, (2017) 193 - 197
- [24] - P. PRUDENT and I. GOIPAYE, «Sensibilité d'*Helicoverpa armigera* aux insecticides de synthèse tests de CL50 ET DL50 réalisés a Bebedjia en 1997/98», *Actes des Journées coton du Cirad-ca*, (1998) 233 - 253
- [25] - S. AZONKPIN, G. R. ASSOGBA BALLE et E. SEKLOKA, *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 35 (5) (2025) 1 - 8
- [26] - O. OCHOU, M. TOGOLA, O. HEMA, B. AYEVA, G. BONNI, D. BADIANE, A. N'DOUR, A. CISS et F. SAWADOGO, « Suivi de la sensibilité des ravageurs aux insecticides chimiques », VII^{ème} réunion bilan de PR-PICA. Dakar (Sénégal), du 16 au 18 avril, (2014) 25 p.