



## EFFICACITE DU BAUME DE CAJOU CONTRE LES CHENILLES CARPOPHAGES DU COTONNIER AU CENTRE DU BENIN

**Saturnin AZONKPIN<sup>1,2\*</sup>, Akoutan Armand AKPO<sup>2</sup>, Akovognon  
Dieudonné KPOVIESSI<sup>3</sup>, Carline SANTOS<sup>2</sup>, Cocou Angelo  
DJIHINTO<sup>4</sup>, C. Daniel CHOUGOUROU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Centre de Recherches Agricoles – Coton et Fibres (CRA-CF), Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), 01 BP 175 Cotonou, E-mail : [azonzat@yahoo.fr](mailto:azonzat@yahoo.fr), République du Bénin.

<sup>2</sup>Département de Génie de l'Environnement, Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée (LARBA), Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Université d'Abomey-Calavi (UAC), 01 BP 2009, Cotonou, Email : [chougouroud@yahoo.de](mailto:chougouroud@yahoo.de), République du Bénin.

<sup>3</sup>Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA), Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Université d'Abomey-Calavi (UAC), République du Bénin.

Email: [akpoviessi@gmail.com](mailto:akpoviessi@gmail.com) / [kakovognon@yahoo.com](mailto:kakovognon@yahoo.com)

<sup>4</sup>Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), 01 BP 884 Cotonou, E-mail : [djihinto@yahoo.fr](mailto:djihinto@yahoo.fr), République du Bénin.

\*Auteur correspondant : E-mail: [azonzat@yahoo.fr](mailto:azonzat@yahoo.fr) ; Tel: (+229)95564936

### RESUME

L'utilisation des biopesticides pour contrôler les populations des ravageurs est l'un des moyens de réduction de la pollution de l'environnement. Pour élargir la gamme des biopesticides en culture de coton biologique, l'efficacité du baume de cajou contre les ravageurs carpo-phages a été évaluée au Centre du Bénin. Deux concentrations (1% et 2%) et deux modes d'extraction (à froid et à chaud) du baume de cajou ont été comparés à un biopesticide de référence, agri-bio-pesticide appliqué à 1 l/ha et à un témoin "Non Traité". Un dispositif de Blocs de Fisher comportant 6 objets et 4 répétitions a été utilisé. Les modèles linéaires généralisés ou non, à effets mixtes ou fixes, ont été utilisés pour déterminer l'influence des objets sur les ravageurs carpo-phages. Le nombre moyen de chenilles de *Helicoverpa armigera* observé sur 30 plants a varié de 0,05 (baume de cajou extrait à froid et dosé à 1%) à 1,5 ("Non traité"). Quant aux chenilles de *Thaumatotibia leucotreta*, le nombre moyen observé sur 30 plants a varié de



2,12 (baume de cajou à chaud 2%) à 8,00 (Non traité). Le pourcentage de capsules vertes saines a varié de 14,25% à 27,56% respectivement pour le "Non traité" et le baume de cajou extrait à froid dosé à 2%. Les parcelles non traitées ont hébergé plus de ravageurs que celles traitées. Les différentes doses de baume de cajou ont réduit significativement le nombre de chenilles de *H. armigera*, de *Earias* spp., de *T. leucotreta* par rapport au "Non traité". Ces doses ont présenté la même performance que l'agri-bio-pesticide sur *H. armigera* et *Earias* spp., et lors du dénombrement des capsules vertes piquées, des capsules mûres chenillées et des capsules vertes saines. La dose de 1% du baume de cajou suffit pour contrôler ces ravageurs au Centre du Bénin sauf les chenilles de *T. leucotreta* qui ont été mieux contrôlées par le baume de cajou dosé à 2%. Le mode d'extraction n'a pas d'influence sur l'efficacité du baume de cajou sur les ravageurs. Le baume de cajou peut être utilisé dans la gestion intégrée des ravageurs du cotonnier au Centre du Bénin.

**Mots clés :** Biopesticides, ravageurs, dégâts, coton biologique, Bénin.

## EFFECTIVENESS OF CASHEW BALM AGAINST CARPOPHAGOUS PEST LARVAE IN CENTRAL BENIN

### ABSTRACT

The use of biopesticides to control pest populations is one of the ways to reduce environmental pollution. To broaden the range of biopesticides in organic cotton, the effectiveness of cashew balm against carpophagous pests has been evaluated in Central Benin. Two concentrations (1% and 2%) and two modes of extraction (cold and hot) of the cashew balm were compared to a reference biopesticide, agri-bio-pesticide applied to 1 l / ha and a control "Untreated". A Fisher Blocks design with six objects and four replications was used. Linear and generalized linear models with mixed and fixed effects were used to determine the influence of objects on carpophagous pests. The average number of *Helicoverpa armigera* larvae observed on 30 plants ranged from 0.05 (1% cold-extracted cashew balm) to 1.5 ("Untreated"). For *Thaumatotibia leucotreta* larvae, the average number of 30 plants ranged from 2.12 (2% hot cashew balm) to 8.00 (untreated). The percentage of healthy green capsules ranged from 14.25% to 27.56%, respectively, for the " Untreated " and the 2% cold-extracted Cashew Balm. Untreated plots



*harbored more pests than treated plots. The different doses of cashew balm significantly reduced the number of larvae of *H. armigera*, *Earias* spp., and *T. leucotreta* compared to the 'untreated'. These doses showed the same performance as agri-bio-pesticide on *H. armigera* and *Earias* spp., And when counting green, pitted capsules, mature larvae capsules, and healthy green capsules. The 1% dose of cashew balm is sufficient to control these pests in central Benin except *T. leucotreta* larvae that have been better controlled by cashew balm dosed at 2%. The extraction method has no influence on the effectiveness of cashew balm on pests. Our result suggest that Cashew balm can be used in the integrated management of cotton pests in central Benin.*

**Key words:** *Biopesticides, pests, damage, organic cotton, Benin.*

## INTRODUCTION

Le coton constitue la principale source de revenu pour plus de deux millions de producteurs et contribue pour environ 25 à 45% des revenus d'exportation des pays producteurs (Baffès, 2007 ; Moseley et Gray, 2008). Parmi les spéculations produites au Bénin, le coton demeure la principale source d'entrée de devises (Azonkpin *et al.*, 2018). Il joue, depuis les années 1970, un rôle particulièrement important dans le développement rural des zones de production (Zagbaïet *al.*, 2006). Malheureusement, le revenu des producteurs est limité par plusieurs contraintes parmi lesquelles une très forte pression parasitaire (Ochou *et al.*, 2006). En effet, le cotonnier est l'une des cultures les plus sujettes aux dommages provoqués par de nombreux ravageurs, responsables des pertes de récoltes parfois importantes pouvant annihiler les efforts considérables fournis par les producteurs (Miranda *et al.*, 2013). Ainsi, les attaques dues aux ravageurs tels que les chenilles défoliatrices, les acariens et les insectes piqueurs-suceurs, limitent fortement le rendement du coton-graine (Vaissayre et Deguine, 1996 ; Vaissayre et Cauquil, 2000). 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* (Katary, 2003). Le complexe des ravageurs du cotonnier constitue donc l'un des principaux facteurs limitant la production cotonnière après la fumure (Traoré, 2008). La réussite de cette culture nécessite non seulement un bon itinéraire technique mais aussi et surtout un bon contrôle des insectes ravageurs qui



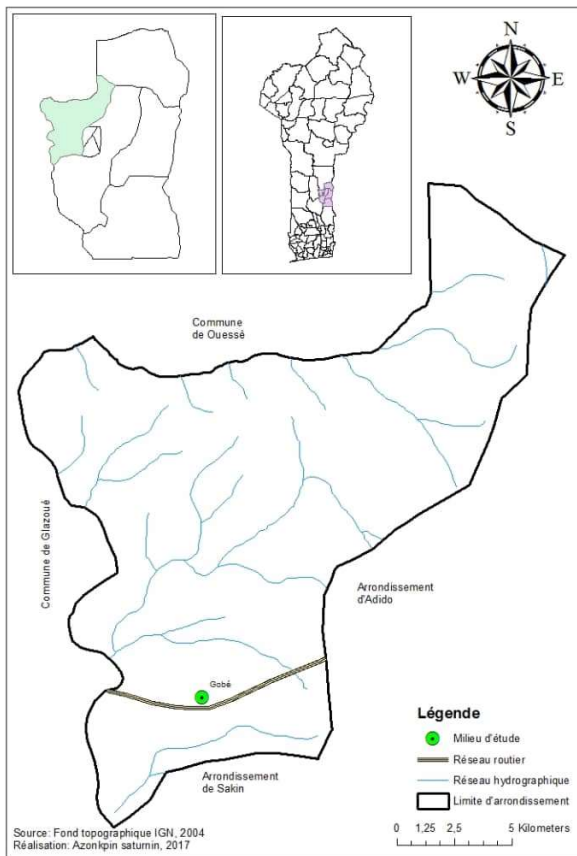
sont susceptibles de causer des pertes de récoltes variant de 50% à 75% selon les pays, les années et les localités (Badiane *et al.*, 2015 ; Sarr *et al.*, 2016). Au Bénin, les pertes de récoltes en absence de protection phytosanitaire se chiffrent à plus de 50% du potentiel de rendement de la culture (Katary, 2003). Le rendement de la production du coton biologique demeure encore faible. En effet, Tovignan (2012) a rapporté qu'au cours de la campagne agricole 2010-2011, le rendement du coton-graine biologique a varié de 360 kg/ha dans la zone Alafia au Nord-ouest du Bénin à 540 kg/ha dans la zone encadrée par l'Organisation Béninoise pour la Promotion de l'Agriculture Biologique (OBEPAB). Parmi les contraintes qui limitent le rendement du cotonnier biologique, figurent la faible disponibilité des intrants agricoles, la mauvaise qualité et la faible efficacité des intrants utilisés sur le coton biologique (OBEPAB, 2002). Ce faible rendement soulève des questions, sur la sensibilité des ravageurs aux biopesticides utilisés ou encore sur les conditions climatiques et environnementales actuelles devenues propices à la pullulation des populations de ces ravageurs. De nombreuses plantes sont connues et utilisées pour leurs activités biocides (toxique, répulsive, antiappétante) vis-à-vis d'une large gamme de bioagresseurs (Yarouet *al*, 2017). C'est le cas du baume, issu de la coque de la noix de cajou, qui a été efficace sur des insectes tels que les moustiques qui sont résistants aux insecticides chimiques comme les pyréthrinoides (Akpo, 2017). Malgré ces propriétés connues des organes de la plante, très peu d'études ont abordé les effets biocides du baume de cajou sur les ravageurs carpophages du cotonnier dans les parcelles de culture. La présente étude vise à évaluer l'effet insecticide du baume de cajou contre les ravageurs carpophages du cotonnier au champ. Spécifiquement, il s'agit de déterminer l'influence de deux modes d'extraction et de deux doses de baume de cajou sur la densité des chenilles carpophages et leurs dégâts sur le cotonnier au champ au Centre du Bénin.

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1- Zone D'étude

La présente étude a été menée en 2015 et 2016 au niveau du site de Gobé situé dans l'arrondissement d'Offè à Savè (Figure 1). Le choix de ce site situé dans la zone cotonnière du Centre du Bénin est guidé par les critères de l'importance du volume de coton produit et l'existence de technicien qualifié pouvant conduire efficacement l'expérimentation. De plus, cette Commune

fait partie des grandes zones de production du coton au Bénin (Ton et Wankpo, 2004).



**Figure 1:** Situation de la zone d'étude

## 2.2- Matériel

Le matériel végétal utilisé est la variété de cotonnier OKP 768 créée par le Centre de Recherches Agricoles – Coton et Fibres (CRA-CF). Cette variété a succédé à la variété H279-1 qui était cultivée dans la zone depuis plusieurs années. Ensuite, deux types de biopesticides ont été utilisés. Il s'agit du



témoin de référence, agri-bio-pesticide qui est actuellement utilisé par la plupart des producteurs de coton biologique au Bénin et du baume de cajou extrait à chaud ou à froid. L'agri-bio-pesticide est un pesticide biologique à base de graines de neem, du savon indigène "koto" et du piment pili-pili. Selon Deravel *et al.* (2014), l'huile extraite des graines de neem contient plusieurs molécules biologiquement actives dont l'azadirachtine, la nimbidine, la nimbidinine, la solanine, le déacétylazadirchtinol et le méliantriol. De plus, l'activité biocide des alcaloïdes, des saponines et des flavonoïdes extraits des fruits de *Capsicum frutescens* L. a été confirmée par Bouchelta *et al.* (2005). Quant au baume de cajou, sa composition chimique varie en fonction des méthodes d'extraction qui peuvent être à froid ou à chaud (Araújo et Xavier, 2009). Selon ces auteurs, tous les deux types de baume comportent principalement de l'acide anacardique, du cardanol, du cardol, du 2-méthylcardol à des proportions différentes.

## 2.3- Méthodes

### 2.3.1- Dispositif Expérimental

Le dispositif expérimental est constitué des Blocs de Fisher avec 6 objets en 4 répétitions et des parcelles élémentaires de 8 lignes de 9 m de longueur dont 6 traitées. Les objets comparés dans cet essai et leurs doses sont décrits dans le tableau 1.

**Tableau 1:** Objets comparés et leurs doses

Objets / bio-insecticides et concentrations	Dose (l/ha)
A- Non Traité	-
B- Agri-bio-pesticide	1
C- Baume de cajou extrait à chaud 2%	0,2
D- Baume de cajou extrait à chaud 1%	0,1
E- Baume de cajou extrait à froid 2%	0,2
F- Baume de cajou extrait à froid 1%	0,1

Quatorze (14) applications de chaque objet ont été réalisées entre les 31<sup>ème</sup> et 122<sup>ème</sup> jours après la levée (j.a.l) de la culture avec une périodicité de 7 jours à l'aide d'un appareil à dos de type Solo 425 qui est un pulvérisateur manuel à dos à pression entretenue contenant 1,7 litres d'eau plus la quantité de produit pour traiter chaque objet aux 31, 38, 45, 52, 59, 66, 73, 80, 87, 94, 101, 108, 115 et 122<sup>ème</sup> j.a.l. L'agri-bio-pesticide a été obtenu auprès d'une



structure de production sise à Agglomè dans la Commune de Djidja. Le baume de cajou a été extrait à chaud et à froid au Laboratoire de Bioingénierie des Procédés Alimentaires de la Faculté des Sciences Agronomiques à l'Université d'Abomey-Calavi. Lors de la préparation de la bouillie de baume de cajou, il a été ajouté au contenu du pulvérisateur, du savon liquide Mir multi-usages utilisé comme un émulsifiant (adjuvant) à la même dose que le produit.

### 2.3.2- Données Collectées

Dans les conditions d'expérimentations au champ, l'efficacité des extraits de plantes est généralement mesurée à travers l'abondance des populations des ravageurs ou la sévérité des dégâts (Yarouet *al.*, 2017). Concernant l'évaluation de l'effet des biopesticides sur les ravageurs carpophages, nous avons collecté les données suivantes :

- les chenilles carpophages (*Helicoverpa armigera*, *Earias* spp., *Diparopsis watersi*, *Pectinophora gossypiella*, *Thaumatotibia leucotreta*) ont été dénombrées à la veille de chaque traitement, soit au 30, 37, 44, 51, 58, 65, 72, 79, 86, 93, 100, 107, 114 et 121 j.a.l, sur 30 plants par parcelle élémentaire pris par groupe de 5 plants de façon consécutive sur les lignes centrales, selon la méthode séquentielle dite de « la diagonale » (Bruno et *al.*, 2000 ; Nibouche et *al.*, 2003) du 30<sup>ème</sup> au 121<sup>ème</sup> j.a.l des cotonniers.

Au niveau de l'évaluation des dégâts des ravageurs carpophages, nous avons collecté les données suivantes :

- les capsules vertes ont été dépouillées afin de dénombrer les capsules saines ou attaquées (trouées, parasitées et piquées). Cette analyse sanitaire des capsules vertes a été réalisée de façon hebdomadaire sur 50 capsules vertes de même âge (diamètre supérieur à 2 cm) par parcelle élémentaire sur les lignes 2 et 7 à partir du 80<sup>ème</sup> jusqu'au 115<sup>ème</sup> j.a.l.
- les capsules mûres ont été dépouillées afin de dénombrer les capsules saines et attaquées (trouées, piquées, pourries et momifiées). Cette analyse sanitaire des capsules mûres a été réalisée à la récolte sur la ligne 3 sur une séquence de 7 m délimitée au centre de la ligne.



### 2.3.3- Méthode d'analyse des données

Afin de tester l'effet « traitement » (facteur fixe) et celui du bloc (facteur aléatoire) sur la densité des ravageurs carpophages et leurs dégâts, différents modèles ont été utilisés. Il s'agit des modèles linéaires généralisés à effets mixtes, les modèles linéaires généralisés à effets fixes, les modèles linéaires à effets mixtes et des modèles linéaires à effets fixes. Pour chaque catégorie de variable réponse, différents modèles à effets mixtes sont établis et testés (modèle complet, modèle à intercept aléatoire, modèle à pente aléatoire puis modèle à pente aléatoire et intercept aléatoire). Le meilleur est retenu sur la base de l'AICc le plus faible (Burnham et Anderson, 2002). Au cas où il est observé la non-significativité de l'effet bloc (Prob. > 0,05 ou ICC < 50%), le nouveau modèle établi est un modèle croisé fixe. Quand les effets individuels sont significatifs, la structuration des moyennes est faite afin d'identifier les meilleurs groupes de traitement qui ont des effets significatifs sur les ravageurs carpophages et leurs dégâts en culture cotonnière biologique au Bénin.

Le logiciel R Studio 3.3.3 (R Development Core Team, 2017) a été utilisé pour le traitement des données recueillies en culture cotonnière biologique au Centre du Bénin. En effet, les fonctions "glmmadmb" et "glmmPQL" du package "glmmADMB" (Bolker *et al.*, 2012), dans le cadre des modèles linéaires généralisés à effets mixtes, ont été utilisées pour voir l'existence d'une différence significative des facteurs traitement et bloc suivant le nombre de ravageurs carpophages (distribution de poisson et ses extensions ont été testées); le pourcentage de capsules vertes et mûres saines ou attaqués par ces ravageurs (distribution bêta) dans le temps. La significativité des facteurs fixes a été évaluée avec la fonction "Anova" du package "car" (Foxand Weisberg, 2011) et celle du facteur aléatoire sur la base du calcul des Corrélations InterClasse (ICC). Préalablement, le choix du meilleur modèle a été fait sur la base des résultats produits avec la fonction "AICctab" du package "bbmle" (Burnham et Anderson, 2002). La réalisation des modèles linéaires à effets fixes a impliqué deux cas : (i) cas des modèles linéaires généralisés à effets fixes où la fonction "glm" du package "MASS" (Venables et Ripley, 2002) a été utilisée et (ii) le cas des modèles linéaires à effets fixes avec l'usage de la fonction "lm" du package "stats" par défaut. En cas de différence significative observée au seuil de 5%, un post-hoc test relatif à la méthode de Tukey a été fait pour comparaison





multiple de moyennes ajustées du facteur traitement, avec le package 'lsmeans' (Russell, 2016), puis représenté sous forme graphique. Les barres affectées d'une lettre identique ne sont pas statistiquement différentes pour tous les traitements. De même, les valeurs possédant la même lettre ne sont pas significativement différentes.

### 3- RESULTATS

#### 3.1- Influence du baume de cajou sur la densité des ravageurs

##### 3.1.1-Influence du baume de cajou sur les chenilles de *Helicoverpa armigera*

Le nombre moyen de chenilles de *Helicoverpa armigera* compté sur 30 plants au cours de notre recherche à Gobé est présenté par la figure 2. Les résultats obtenus ont été discriminants au seuil de 5%. Le nombre moyen de chenilles de *Helicoverpa armigera* a varié de 0,05 à 1,5 respectivement pour le baume de cajou extrait à froid et dosé à 1% et le "Non traité". Les biopesticides ont été significativement supérieurs à l'objet "non traité". Mais, il n'existe pas de différence entre les biopesticides qui ont présenté la même performance que le témoin de référence agri-bio-pesticide pour le contrôle de *H. armigera*. Le mode d'extraction n'a pas d'influence sur l'efficacité du baume de cajou. La dose de 1% suffit pour contrôler *H. armigera* au Centre du Bénin.

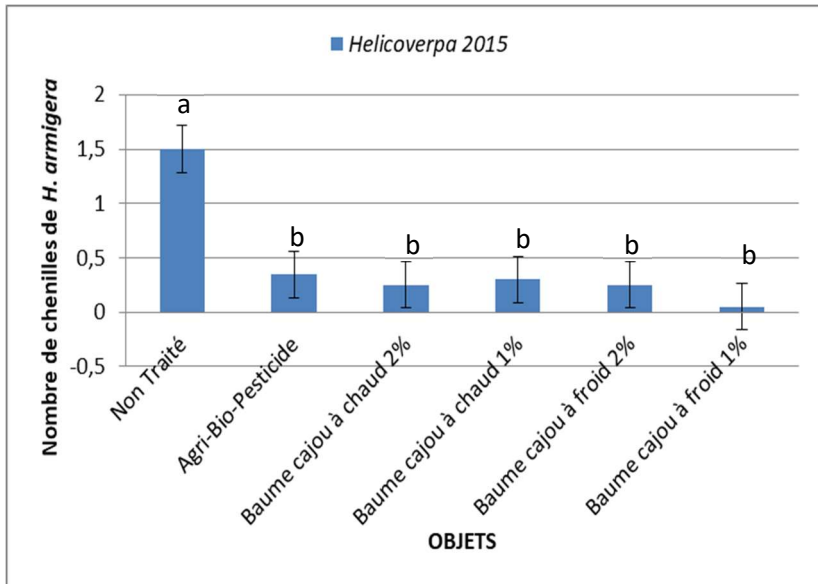
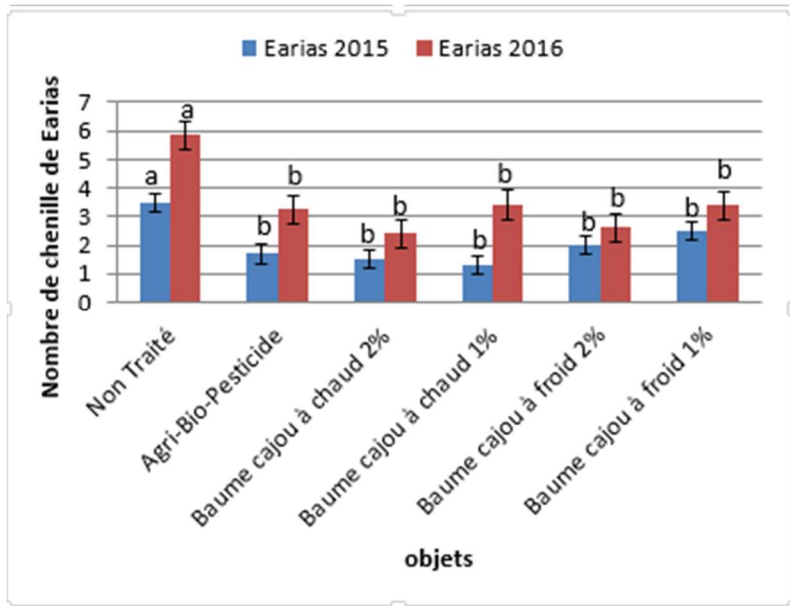


Figure 2 : Nombre de chenilles de *Helicoverpa armigera* sur 30 plants

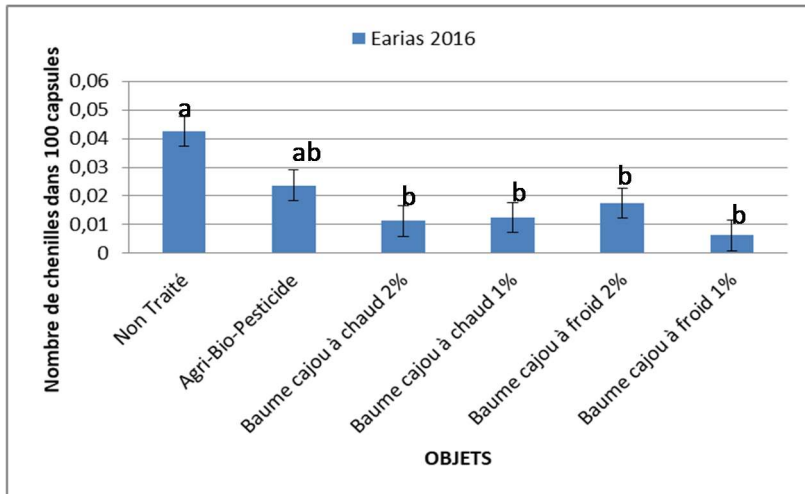
### 3.1.2-Influence du baume de cajou sur les chenilles de *Earias spp.*

Les résultats obtenus lors du dénombrement des chenilles de *Earias spp.* sur 30 plants ont été discriminants au seuil de 5%. Ils sont présentés par la figure 3. Au cours de ces deux (2) années d'expérimentation, tous les biopesticides ont permis de réduire significativement le nombre de chenilles de *Earias spp.* Observées sur les plants comparativement à l'objet "non traité". Mais aucune différence significative n'est enregistrée entre tous les objets traités qui ont présenté la même performance que le témoin de référence.



**Figure 3 :** Nombre de chenilles de *Earias spp.* sur 30 plants

Le nombre moyen de chenilles de *Earias spp.* recensé dans 50 capsules lors de l'analyse sanitaire des capsules vertes, est présenté par la figure 4. Les résultats ont été bien discriminants au seuil de 5%. Le nombre moyen de chenilles de *Earias spp.* a varié de 0,006 à 0,042 respectivement pour le baume de cajou extrait à froid et dosé à 1% et le "Non traité". Les différentes doses de baume de cajou ont réduit significativement le nombre de chenilles de *Earias spp.* par rapport au "Non traité". Mais aucune différence significative n'est enregistrée entre les biopesticides qui ont donné des résultats similaires à agri-bio-pesticide. Le mode d'extraction n'a pas d'influence sur l'efficacité du baume de cajou. La dose de 1% suffit pour contrôler *Earias spp.* au Centre du Bénin.

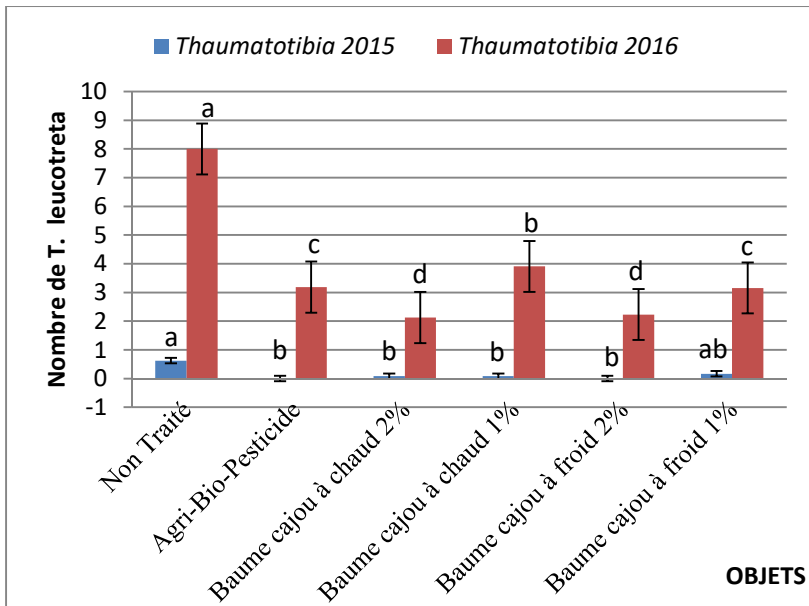


**Figure 4 :** Nombre de chenilles de *Earias spp.* dans les capsules vertes

### 3.1.3-Influence du baume de cajou sur les chenilles de *Thaumatotibia leucotreta*

Les résultats obtenus au niveau du dénombrement de chenilles de *Thaumatotibia leucotreta* sont présentés par la figure 5. Ce nombre a varié en moyenne de 0,0 chenille (agri-bio-pesticide ou baume de cajou extrait à froid dosé à 2%) à 0,62 chenille (Non traité) en 2015 contre 2,12 chenilles (baume de cajou extrait à chaud dosé à 2%) à 8,00 chenilles (Non traité). Ces résultats ont été discriminants au seuil de 5%. En 2015, tous les objets traités ont contrôlé de façon similaire *T. Leucotreta*.

En 2016, tous les objets traités ont une fois encore montré leurs supériorités par rapport au témoin absolu "Non traité". La dose de 2% du baume de cajou extrait à chaud ou à froid a significativement mieux contrôlé les chenilles de *T. Leucotreta* comparativement à agri-bio-pesticide, et la dose de 1% du baume de cajou extrait à chaud ou à froid. Le baume de cajou dosé à 2% permet de mieux contrôler les chenilles de *T. Leucotreta* que la dose de 1%. Le baume de cajou extrait à froid dosé à 1% a présenté la même performance que le témoin de référence, agri-bio-pesticide. Le mode d'extraction n'a pas d'influence sur l'efficacité du baume de cajou sur *T. Leucotreta*.

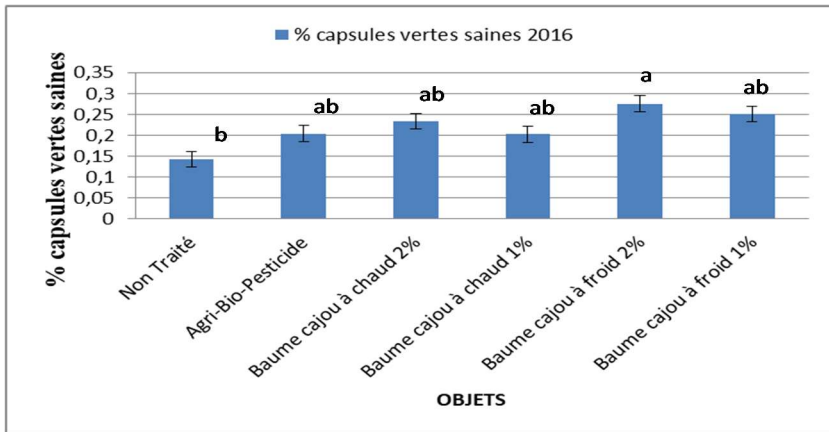


**Figure 5 :** Nombre de chenilles de *Thaumatotibia leucotreta* sur 30 plants

### 3.2- Influence du baume de cajou sur les dégâts des ravageurs carpophages

#### 3.2.1- Influence du baume de cajou sur les capsules vertes saines

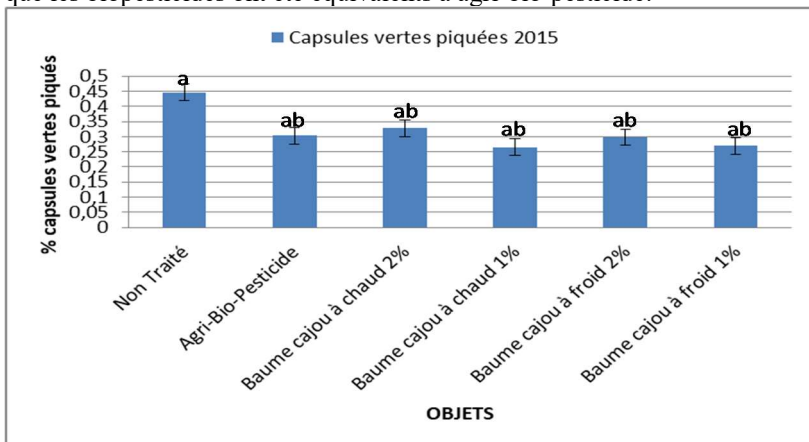
Le pourcentage de capsules vertes saines obtenues lors de l'analyse sanitaire des capsules vertes, est présenté par la figure 6. Ce pourcentage a varié de 14,25% à 27,56% respectivement pour le "Non traité" et le baume de cajou extrait à froid dosé à 2%. Ces résultats ont été discriminants au seuil de 5%. On retient que le baume de cajou extrait à froid dosé à 2% a permis d'augmenter les capsules saines par rapport au "Non traité". Mais aucune différence significative n'est enregistrée entre les biopesticides qui ont été équivalents à agri-bio-pesticide. Le mode d'extraction n'a pas d'influence sur l'efficacité du baume de cajou.



**Figure 6 :** Pourcentage de capsules vertes saines

### 3.2.2- Influence du baume de cajou sur les capsules vertes piquées

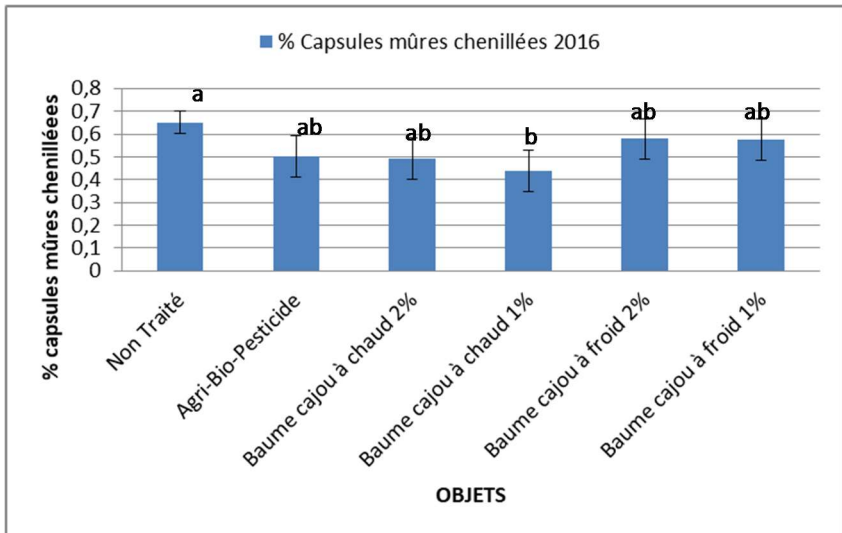
La figure 7 présente les résultats de dénombrement des capsules vertes piquées. Le pourcentage de capsules vertes piquées a varié de 25,10% à 45,00% respectivement pour le baume de cajou extrait à chaud dosé à 1% et le "Non traité". Ces résultats ont été significatifs au seuil de 5%. On retient que les biopesticides ont été équivalents à agri-bio-pesticide.



**Figure 7 :** Pourcentage de capsules vertes piquées

### 3.2.2- Influence du baume de cajou sur les capsules mûres chenillées

La figure 8 présente les résultats obtenus au cours de dénombrement des capsules mûres chenillées. Le pourcentage de capsules mûres chenillées a varié de 43,94% à 64,96% respectivement pour le baume de cajou extrait à chaud dosé à 1% et le "Non traité". Ces résultats ont été discriminants au seuil de 5%. Le baume de cajou extrait à chaud dosé à 1% a réduit le pourcentage de capsules mûres chenillées par rapport au "Non traité". Les biopesticides ont été équivalents à agri-bio-pesticide.



**Figure 8 :** Pourcentage de capsules mûres chenillées

### 3.2.- Influence du baume de cajou sur le rendement de coton graine

Le tableau 2 présente les résultats de rendement du coton-graine en 2015 et 2016. Le rendement en coton-graine a varié respectivement en 2015 et 2016 de 228,55 kg/ha (Non traité) à 270,50 kg/ha (baume de cajou extrait à froid et dosé à 1%) puis de 318,39 kg/ha (Non Traité) à 549,10 kg/ha (baume de cajou extrait à froid et dosé à 2%). Ces résultats n'ont révélé aucune différence significative entre les rendements des différents objets mis en comparaison.

**Tableau 2** : Rendement en coton graine

Objets	Rendement 2015	Rendement 2016
Non Traité	228,55	318,39
Agri-bio-pesticide	254,30	321,43
Baume cajou extrait à chaud 2%	254,02	334,82
Baume cajou extrait à chaud 1%	234,72	455,36
Baume cajou extrait à froid 2%	233,40	549,10
Baume cajou extrait à froid 1%	270,50	367,85
Chisq	0,7745	9,544
Pr (chisq)	0,6407	0,3886

## DISCUSSION

Les résultats de l'évaluation de l'effet du baume de cajou sur la densité des chenilles carpophages du cotonnier montrent qu'il y a une différence significative par rapport aux observations faites sur ces chenilles dans les parcelles non traitées qui ont hébergé plus de ravageurs que les parcelles traitées. Des résultats similaires ont été obtenus au Nord du Bénin par Azonkpin *et al.* (2018). De même, en traitant les parcelles de cultures (chou et gombo) avec l'extrait de graines de *Azadirachta indica*, Gnago *et al.* (2010) ont remarqué que les populations de chenilles et de pucerons étaient moins importantes sur les parcelles traitées que sur celles non traitées. Les biopesticides ont été significativement supérieurs à l'objet "Non traité". Mais, il n'existe pas de différence entre les biopesticides qui ont présenté la même performance que le témoin de référence agri-bio-pesticide pour le contrôle de *H. armigera*. La dose de 1% suffit pour contrôler *H. armigera* au Centre du Bénin. Ces résultats sont contraires à ceux de Azonkpin *et al.* (2018) qui ont révélé que la dose de 1% du baume de cajou extrait à chaud comme à froid serait insuffisant sur les chenilles de *H. armigera* en cas de forte infestation. Ces différences seraient dues au faible niveau d'infestation de *H. armigera* au Centre du Bénin par rapport au Nord. Cette tendance a été confirmée par CRA-CF (2017) qui a montré que la zone de prédilection de *H. armigera* est au Nord du Bénin. De même, Azonkpin *et al.* (2019) ont montré que *Helicoverpa armigera* est l'un des ravageurs majeurs de la zone phytosanitaire 1 au Nord du Bénin. Solsoloy *et al.* (2000) ont conduit une étude pareille sur les ravageurs du cotonnier où les doses de 800 et 1 250





ml/ha d'huile de *Jatropha curcas* ont été comparées au profenofos à 400 g/ha et à la deltaméthrine à 12,5 g/ha. Ils ont retenu que les insecticides de synthèse ont été plus efficaces que l'huile de *J. curcas* sur *H. armigera*. Ils ont conclu que l'huile de *Jatropha curcas* a eu un effet plus lent que les produits de synthèse. De plus cette huile a agi sur la croissance des insectes.

Les différentes doses de baume de cajou ont réduit significativement le nombre de chenilles de *Earias* spp. par rapport au "Non traité". Mais aucune différence significative n'est enregistrée entre les biopesticides qui ont donné des résultats similaires à agri-bio-pesticide. La dose de 1% suffit pour contrôler *Earias* spp. au Centre du Bénin. Ces résultats sont conformes à ceux de Azonkpin *et al.* (2018) qui ont montré que les deux concentrations de baume de cajou extrait à chaud comme à froid ont eu une efficacité similaire au témoin de référence, agri-bio-pesticide au Nord du Bénin. Concernant les chenilles de *T. Leucotreta*, la dose de 2% du baume de cajou extrait à chaud ou à froid a significativement mieux contrôlé ces chenilles comparativement à agri-bio-pesticide et la dose de 1% du baume de cajou extrait à chaud ou à froid. Le baume de cajou extrait à froid dosé à 1% a présenté la même performance que le témoin de référence, agri-bio-pesticide.

L'effet insecticide des graines de neem et du piment contenus dans l'agri-bio-pesticide a été montré par plusieurs auteurs. En effet, selon Deravel *et al.* (2014), l'huile extraite des graines de neem contient plusieurs molécules biologiquement actives dont l'azadirachtine, la nimbidine, la nimbidinine, la solanine, le déacétylazadirachtinol et le méliantriol. De plus, l'activité biocide des alcaloïdes, des saponines et des flavonoïdes extraits des fruits de *Capsicum frutescens* L. a été confirmée par Bouchelta *et al.* (2005). Siriwattanarungsee *et al.*, 2008 ont constaté que l'Azadirachtine provoquait une perturbation de croissance chez les larves et une inhibition de la fécondité des mouches adultes. Selon Chougourou *et al.* (2012), les traitements larvaires de mouche domestique, ont prouvé que les huiles de *Azadirachta indica* ont présenté une propriété larvicide très forte contre *Musca domestica* au stade 3. Mais, plusieurs études ont montré que les composés de neem en général et des graines de cette espèce végétale en particulier, contenaient une quantité élevée d'azadirachtine, composé régulateur de la dynamique des insectes ravageurs des cultures et des stocks, mais aussi des insectes vecteurs (Liang *et al.*, 2003 ; Aggarwal et Brar, 2006 ; Siddiqui *et al.*, 2009 ; Degri *et al.* 2013; Shannag *et al.*, 2014).



Par ailleurs, plusieurs travaux ont confirmé l'activité biocide du baume de cajou. En effet, Selon Araujo et Xavier (2009) tous les deux types de baume (extrait à froid ou à chaud) comportent principalement de l'acide anacardique, du cardanol, du cardol, du 2-méthylcardol à des proportions différentes. Kpoviessi *et al.*, (2017) ont montré que le baume de cajou peut réduire significativement les populations des nuisibles (pucerons, thrips et *Maruca*) du niébé. Compte tenu des métabolites secondaires des plantes, de nombreux travaux ont mis en évidence les effets dépressifs des extraits de plantes sur des ravageurs phytophages; ces composés (ou substances allélochimiques) sont importants dans les interactions de médiation entre les plantes et leur environnement biotique (Kessler et Baldwin, 2002).

Nos résultats indiquent que le mode d'extraction n'a pas influencé la performance du baume sur les chenilles carpophages du cotonnier. Ces résultats corroborent ceux de Azonkpin *et al.* (2018) qui ont abouti à la même conclusion. Mais ces résultats sont contraires à ceux obtenus par Akpo (2017) qui a déduit de ses études que le baume de cajou est plus efficace quand on l'extrait à froid qu'à chaud sur les larves de moustique qui y sont exposées.

L'évaluation de l'effet des biopesticides sur les dégâts des ravageurs carpophages, a révélé au niveau des capsules vertes saines, piquées et des capsules mûres chenillées que les différentes doses de baume de cajou ont donné des résultats équivalents à agri-bio-pesticide. Ces résultats sont similaires à ceux de Azonkpin *et al.* (2018) qui ont révélés que les différentes concentrations de baume de cajou ont eu la même performance que le témoin de référence, agri-bio-pesticide sur les capsules vertes ou mûres. Le mode d'extraction n'a pas influencé la performance du baume de cajou tel que constaté au niveau des chenilles. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Asare-Bediako *et al.* (2014) qui ont montré la capacité des extraits de *Azadirachta indica*, de *Carica papaya*, d'*Allium* sp., de *Capsicum* sp. (Solanaceae), de *Anacardium* sp. (Anacardiaceae) à minimiser la sévérité de la virose due aux aleurodes du gombo.

## CONTRIBUTION AU DEVELOPPEMENT

La présente étude a permis d'identifier de nouveaux biopesticides (baume de cajou extrait à froid et à chaud) et les doses efficaces sur les ravageurs carpophages et leurs dégâts dans les champs de coton biologique au Centre du Bénin.



## CONCLUSION

La recherche de nouveaux biopesticides a conduit à tester l'efficacité de deux doses et de deux modes d'extraction du baume de cajou sur les ravageurs carpophages du cotonnier au Centre du Bénin. L'étude a montré que les différentes doses de baume de cajou ont réduit significativement le nombre de chenilles de *H. armigera*, de *Earias spp.*, de *T. Leucotreta* et le pourcentage de capsules vertes saines par rapport au "Non traité". Les différentes doses de baume de cajou ont présenté la même performance que agri-bio-pesticide sur *H. armigera*, *Earias spp.*, les capsules vertes piquées, les capsules mûres chenillées et les capsules vertes saines. La dose de 1% du baume de cajou suffit pour contrôler ces ravageurs au Centre du Bénin. Par contre, la dose de 2% du baume de cajou extrait à chaud ou à froid a mieux contrôlé la chenille de *T. Leucotreta* que Agri-bio-pesticide. Le baume de cajou dosé à 2% permet de mieux contrôler les chenilles de *T. Leucotreta* que la dose de 1%. Le mode d'extraction n'a pas d'influence sur l'efficacité du baume de cajou sur ces ravageurs. Ces résultats ont montré que le baume de cajou possède des propriétés insecticides. Il se positionne comme une alternative aux biopesticides utilisés en culture cotonnière biologique. En perspective, il serait important de quantifier la teneur des molécules insecticides contenues dans le baume de cajou puis de formuler un biopesticide à l'usage des producteurs.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- **Aggarwal N., Brar D. S., 2006.** Effects of different neem preparations in comparison to synthetic insecticides on the whitefly parasitoid *Encarsia Sophia* (Hymenoptera : Aphelinidae) and the predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on cotton under laboratory conditions. *Journal of Pest Science*, 79(4): 201-207.
- 2- **Akpo A. A., 2017.** Evaluation de l'efficacité des extraits des Plantes locales pour le contrôle des vecteurs du paludisme résistants aux pyréthrinoides au Bénin (Afrique de l'Ouest). Thèse de Doctorat de l'Université d'Abomey-Calavi. 253p.



- 3- **Araújo da Silva F. J., Xavier de Matos J. E., 2009.** A note on the potential of CNSL in fuel blends for engines. *Brazil. Rev. Tecnol., Fortaleza* 30, 89-96.
- 4- **Asare-Bediako E., Addo-Quaye A., Bi-Kusi A., 2014.** Comparative efficacy of plant extracts in managing whitefly (*Bemisia tabaci* Gen.) and leaf curl disease in okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Am. J. Agric. Sci. Technol.*, 2(1), 31-41.
- 5- **Azonkpin S., Chougourou C. D., Djihinto C. A., Bokonon-Ganta H. A., Ahoton E. L., Tante O. C., Soumanou M. M., 2019.** Typology and Cotton Insect Pests' Distribution in Biological Crop System in Benin. *International Journal of Science and Engineering Invention*. 5(6) : 103-114. DOI: 10.23958/ijsei/vol05-i06/164.
- 6- **Azonkpin S., Chougourou C. D., Bokonon-Ganta H. A., Dossou J., Ahoton E. L., Soumanou M. M., VODOUHE D. S., 2018.** Efficacité du baume de cajou contre les chenilles carpophages du cotonnier au Nord du Bénin. *European Scientific Journal* 14(24) : 464-489.
- 7- **Badiane D, Gueye M. T., Coly E. V., 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>.
- 8- **Baffes J., 2007.** The "cotton problem" in west and central Africa: The case for domestic reforms. CATO Institute, *Econ. Dev. Bull.* N° 11.
- 9- **Bolker B., Skaug H., Magnusson A., Nielsen A., 2012.** Getting started with the glmmADMB package. Retrieved from <http://glmmadmb.r-forge.r-project.org/glmmADMB.html>.
- 10- **Bouchelta A., Boughdad A., Blenzar A., 2005.** Effets biocides des alcaloïdes, des saponines et des flavonoïdes extraits de *Capsicum frutescens* L. (Solanaceae) sur *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hom ; Aleyrodidae). *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 9 : 259-269.
- 11- **Bruno M., Togola M., Téréta., Traoré N. N., 2000.** La lutte contre les ravageurs du cotonnier au Mali : problématique et évolution récente. *Cahiers Agricultures* 9 : 109-115.
- 12- **Burnham K. P., Anderson D. R., 2002.** Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach, 2nd edn. Springer, New York.



- 13- **Chougourou C. D., Dellouh P. L., Agbaka A., N'guessan K. R., Gbenou J. D., 2012.** Toxicité et effets répulsifs de certaines huiles extraites des plantes locales béninoises sur la mouche domestique *Musca domestica* L. (DipteraMuscidae). *Journal of Applied Biosciences* 55 : 3953– 3961.
- 14- **Degri M. M., Mailafiya D. M., Wabekwa J. W., 2013.** Efficacy of aqueous leaf extracts and synthetic insecticide on pod-sucking bugs infestation of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) in the Guinea Savanna Region of Nigeria. *Advances in Entomology*, 1(2): 10-14.
- 15- **Deravel J., Krier F., Jacques P., 2014.** Les biopesticides, compléments et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 18(2), 220-232.
- 16- **Fox J., Weisberg S., 2011.** An {R} Companion to Applied Regression, Second Edition. Thousand Oaks CA: Sage. URL: <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion>
- 17- **Gnago A. J., Danho M., Atcham Agneroh T., Fofana K. I., Kohou G. A., 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.
- 18- **Katary A., 2003.** Etude spatio-temporelle de la gestion de la résistance de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) aux pyrèthrinoides en culture cotonnière au Bénin. Thèse de Doctorat d'Etat ès-sciences Naturelles, option entomologie agricole. Université de Cocody, Abidjan. 250 p.
- 19- **Kessler A., Baldwin I. T., 2002.** Plant responses to insect herbivory : The emerging molecular analysis. *Annual Review of Plant Biology* 53: 299-328.
- 20- **Kpoviessi A. D., Dossou J., Chougourou C. D., Bokonon-Ganta H. A., Francisco A. R., Fassinou-Hotegni V. N., 2017.** Evaluation de l'effet insecticide et insectifuge du baume de Cajou sur les insectes nuisibles du niébé *Vigna unguiculata* (L.) Walp. au Champ. *European Journal of Scientific Research* 146 (4), 417 – 432.
- 21- **Liang G.-M., Chen W., Liu T. X., 2003.** Effects of three neem-based insecticides on diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Crop Protection.*, 22: 333-340.



- 22- **Miranda J. E., Rodrigues S. M. M., de Almeida R. P., da Silva C. A. D., Togola M., Hema S. A. O., Somé N. H., Bonni G., Adegnika M. O., Doyam A. N., Diambo B. L., 2013.** Reconnaissance de ravageurs et ennemis naturels pour les pays C-4. *Embrapa Information Technologique*. 74p.
- 23- **Moseley W., Gray L. C., 2008.** Hanging by a thread: cotton, globalization and poverty in Africa. Othio University Press, Athens, OH.
- 24- **Nibouche S., Beyo J., Gozé E., 2003.** Mise au point d'une méthode d'échantillonnage rapide des chenilles de la capsule du cotonnier. In *Savanes africaines: des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis*. Actes du colloque, Garoua, Cameroun (pp. 5-p). Cirad- Prasad.
- 25- **OBEPAB, 2002.** Le Coton au Bénin: rapport de consultation sur le coton conventionnel et le coton biologique au Bénin, 36p.
- 26- **Ochou O. G., N'Guessan E., Koto E., Kouadio N., Ouraga Y., Téhia K. et Touré Y., 2006.** Bien produire du coton en Côte d'Ivoire. Fiche technique coton n° 1. Centre national de recherche agronomique (CNRA), 4p.
- 27- **R Development Core Team, 2017.** R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [www.r-project.org](http://www.r-project.org)
- 28- **Russell V. L., 2016.** Least-Squares Means: The R Package lsmeans. *Journal of Statistical Software*, 69(1), 1-33. doi:10.18637/jss.v069.i01.
- 29- **Sarr M., Badiane D., Sane B., 2016.** Evaluation de l'efficacité de nouveaux programmes de protection phytosanitaire contre les principaux ravageurs du cotonnier *Gossypium hirsutum* L. au Sénégal. *Int.J. Biol. Chem. Sci.*, 10(5): 2163-2174. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i5.18>.
- 30- **Shannag H. S., Capinera J. L., Freihat N. M., 2014.** Efficacy of different neem-based biopesticides against green peach aphid, *Myzuspersicae* (Hemiptera: Aphididae). *International Journal of Agricultural Policy and Research*, 2(2): 061-068.
- 31- **Siddiqui B. S., Ali S. K., Ali S. T., Naqvi S. N. U., Tariq R. M., 2009.** Variation of major limonoids in *Azadirachta indica* fruits at different ripening stages and toxicity against *Aedes aegypti*. *Nat. Prod. Commun.*, 4: 473-476.



- 32- **Siriwattananurongsee S., Kabkaew L., Olson K., Chailapakul O., Sukontason K., 2008.** Efficacy of neem extract against the blowfly and housefly. *Parasitol. Res.* 103: 535-544.
- 33- **Solsoloy A. D., Domingo E. O., Cacayorin M. D., Damo M. C., 2000.** Chemical insecticides for cotton pest control. In: Proceedings of Regional Research and Development Symposia, Jul. Sep. 1999. Los Banos, Laguna, Philippines: Philippine Council for Agriculture, Forestry and Natural Resources Research and Development.
- 34- **Traoré O., 2008.** Les succès de la lutte intégrée contre les ravageurs du cotonnier en Afrique de l'Ouest. 67<sup>ème</sup> réunion plénière de l'ICAC, Ouagadougou (Burkina Faso), 16-21 novembre 2008, INERA. 11p.
- 35- **Ton P., Wankpo E., 2004.** 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). 51p.
- 36- **Tovignan S., 2012.** Production de fibre de coton biologique et bio-équitable : Rapport pour l'Afrique 2010-2011. *Textile Exchange.* 7 p.
- 37- **Vaissayre M., Cauquil J., 2000.** Main Pests and Diseases of Cotton in Sub-Saharan Africa. CIRAD Service des Éditions : Montpellier, France, 60 p.
- 38- **Vaissayre M., Deguine J. P., 1996.** Cotton protection programmes in francophone Africa. *Phytoma*489: 26 – 29.
- 39- **Venables W. N., Ripley B. D., 2002.** Modern Applied Statistics with S. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0.
- 40- **Yarou B. B., Silvie P., Assogba Komlan F., Mensah A., Alabi T., Verheggen F., Francis F., 2017.** Plantes pesticides et protection des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 21(4), 288-304.
- 41- **Zagbaï H. S., Berti F., Lebailly P., 2006.** Impact de la dynamique cotonnière sur le développement rural. Étude de cas de la région de Korhogo, au Nord et au Centre de la Côte d'Ivoire. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 10 (4), 325-334.