

## Effets de l'huile de Thevetia et de Top bio sur les pucerons et leurs prédateurs en culture cotonnière biologique à Gobé au Centre du Bénin

### [ Effects of Thevetia oil and Top bio on *Aphis gossypii* and predators in organic cotton production at Gobe in center of Benin ]

Saturnin AZONKPIN

Institut de Recherches sur le Coton (IRC), 01 BP 175 Cotonou, Benin

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** Insect pests are a major constraint to cotton production. In order to find an alternative to chemical control of *Aphis gossypii*, the insecticidal effect of *Thevetia* oil and Top bio (based on neem seeds), was evaluated in the field on cotton aphids and their predators in Benin. *Thevetia* oil at 0.1 and 0.2 liters per hectare and Top bio at 2 and 3 liters per hectare were tested in comparison with the agri-bio-pesticide used by organic cotton farmers at the rate of one liter per hectare and an absolute control (untreated) in a Fisher block design. The agri-bio-pesticide was derived from neem seeds, indigenous «koto» soap and pili-pili pepper. Observations and measurements focused on the population level of *A. gossypii* and its predators and then on yield. The results obtained revealed that *thevetia* oil and Top bio significantly ( $p < 0.05$ ) reduced aphid damage on cotton at their low dose. Cotton plots treated with 1% *Thevetia* oil had more ladybugs ( $0.09 \pm 0.016$ ) than those treated with Top bio at 2 l/ha ( $0.02 \pm 0.016$ ). Agri-bio-pesticide and Top bio at 2 l/ha reduced the number of ladybirds compared to the «Untreated», while *Thevetia* oil did not. *Thevetia* oil and Top bio did not reduce the number of spiders compared to Agri-bio-pesticide and «Untreated». Biopesticides did not reduce the number of ladybugs and ants compared to the «Untreated». These predators can be used effectively as biological control agents in an integrated pest management strategy for cotton using these biopesticides.

**KEYWORDS:** Integrated Management, *Aphis gossypii*, Predators, Botanical insecticides, Organic Cotton.

**RESUME:** Les insectes ravageurs constituent une contrainte majeure à la production du cotonnier. En vue de trouver une alternative à la lutte chimique contre *Aphis gossypii*, l'effet insecticide de l'huile de *Thevetia* et de Top bio (à base de graines de neem), a été évalué au champ sur les pucerons du cotonnier et leurs prédateurs au Bénin. L'huile de *Thevetia* dosé à 0,1 et 0,2 litre à l'hectare et le Top bio dosé à 2 et 3 litres à l'hectare ont été testés en comparaison avec l'agri-bio-pesticide utilisé par les producteurs de coton biologique à la dose d'un litre à l'hectare et un témoin absolu (non traité) dans un dispositif en bloc de Fisher. L'agri-bio-pesticide provient des graines de neem, du savon indigène «koto» et du piment pili-pili. Les observations et mesures ont porté principalement sur le niveau des populations de *A. gossypii* et de ses prédateurs puis sur le rendement. Les résultats obtenus ont révélé que l'huile de *Thevetia* et le Top bio ont permis de réduire significativement ( $p < 0.05$ ) les dégâts causés par les pucerons sur le cotonnier à leur faible dose. Les parcelles de cotonniers, traitées avec l'huile de *Thevetia* dosée à 1%, ont hébergé plus de coccinelles ( $0,09 \pm 0,016$ ) que celles traitées avec Top bio dosé à 2 l/ha ( $0,02 \pm 0,016$ ). L'Agri-bio-pesticide et le Top bio dosé à 2 l/ha ont réduit le nombre de Chrysopes par rapport au «Non traité» contrairement à l'huile de *Thevetia*. L'huile de *Thevetia* et le Top bio n'ont pas réduit le nombre d'araignées par rapport à l'Agri-bio-pesticide et le «Non traité». Les biopesticides n'ont pas réduit le nombre de coccinelles et de fourmis par rapport au «Non traité». Ces prédateurs peuvent être utilisés efficacement comme agents de lutte biologique dans une stratégie de gestion intégrée des ravageurs du cotonnier en utilisant ces biopesticides.

**MOTS-CLEFS:** Gestion intégrée, *Aphis gossypii*, prédateurs, pesticide botanique, Coton biologique.

## 1 INTRODUCTION

Au Bénin, la filière cotonnière reste confrontée à plusieurs difficultés dont la baisse de la fertilité des sols, les aléas climatiques, les problèmes phytosanitaires (MAEP, 2011). La production du coton biologique est aussi confrontée aux mêmes problèmes. Les attaques dues aux ravageurs tels que les chenilles défoliatrices, les acariens et les insectes piqueurs suceurs comme le puceron *Aphis gossypii* Glover, limitent fortement le rendement du coton-graine (Vaissayre et Deguine, 1996; Vaissayre et Cauquil, 2000; Azonkpin *et al.*, 2018a). Le puceron *Aphis gossypii* est un insecte piqueur-suceur polyphage très répandu dans toutes les régions chaudes du monde; il demeure l'un des principaux ravageurs du cotonnier. De par sa reproduction rapide (par parthénogenèse), ce ravageur se rencontre en nombre impressionnant sur les plantes et cause la déformation du feuillage, et le développement de la fumagine du fait du miellat qu'il secrète (Alavo, 2000; Azonkpin *et al.*, 2018a).

Au cours de la campagne 2019 - 2020 au Bénin, 1373 tonnes de fibres de coton biologique ont été produites sur 7185 hectares par environ 4976 producteurs de coton biologique (Textile Exchange, 2021). La production du coton biologique est caractérisée par deux principes de base à savoir la gestion naturelle de la fertilité des sols et la nutrition des cultures (par l'apport de fumure organique, la rotation des cultures, des cultures interlignes, etc) et la gestion biologique des ravageurs et maladies du cotonnier (basé essentiellement sur une prévention systématique, la lutte biologique contre des ravageurs et la surveillance permanente de cultures) (Helvetas, 2018).

Plusieurs recherches ont été menées pour la mise au point de méthodes alternatives de gestion des ravageurs plus respectueuse de l'environnement (Delate *et al.*, 2003; Chougourou *et al.*, 2012; Fayalo *et al.*, 2014; Togbé *et al.*, 2014a; Mehinto *et al.*, 2015; Bonni *et al.*, 2018; Azonkpin *et al.*, 2018b et c, Azonkpin *et al.*, 2019). Ainsi, la mise au point et la diffusion de solutions en coton biologique constitue un enjeu stratégique pour une production de coton durable (Ferrigno & Lizarraga, 2009; Delate *et al.*, 2020).

Dans ce contexte, le présent travail vise à évaluer les potentialités de l'huile de Thevetia et de Top bio pour la protection phytosanitaire du cotonnier contre le puceron *Aphis gossypii* puis la sauvegarde des prédateurs. Spécifiquement, il s'agit de déterminer l'influence de deux pesticides botaniques à savoir l'huile de Thevetia et le Top bio sur les pucerons et leurs prédateurs en culture cotonnière au champ.

## 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).

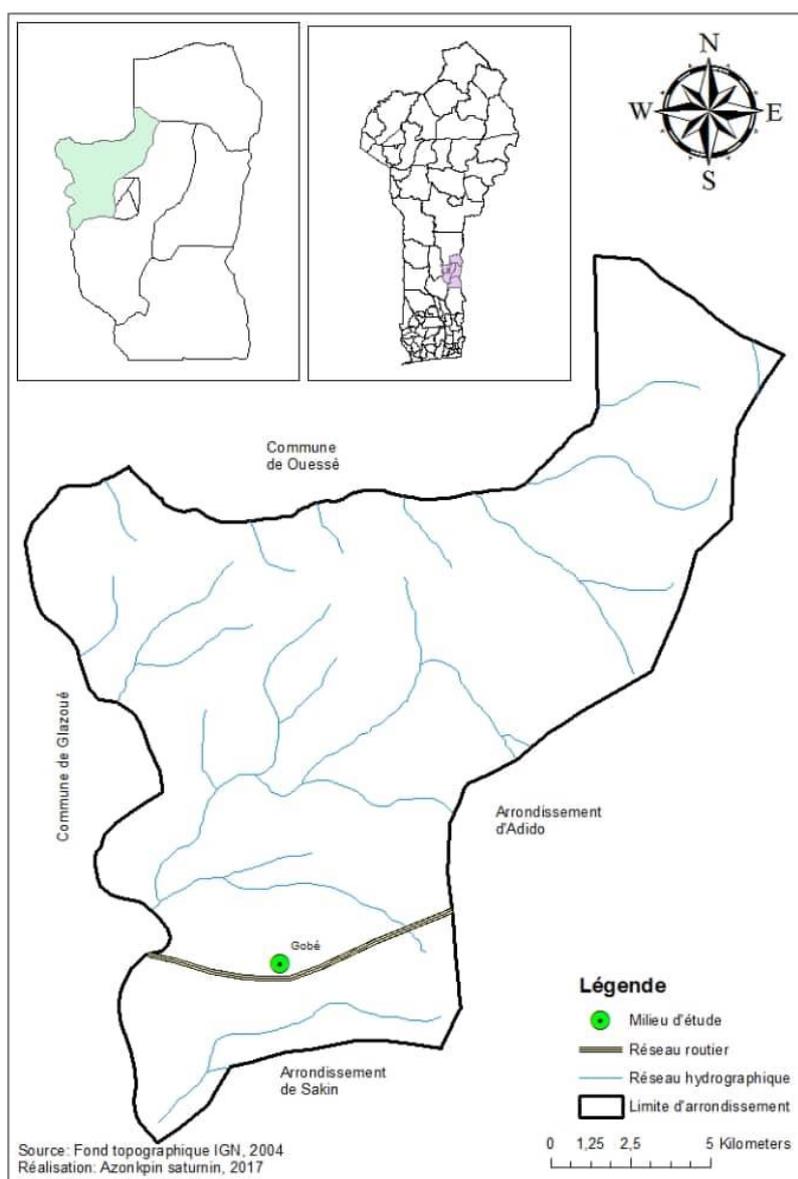


Fig. 1. Situation et présentation de la zone d'étude

## 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, trois 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, du Top bio et de l'huile de Thevetia. 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). Le Top Bio est aussi un produit naturel à base de graines de neem qui contient de l'azadirachtine, nimbin, citronellal, citronellool, géraniol (Mehinto *et al.*, 2015). L'huile de thevetia contient la thevetin A et la thevetin B, la peruvoside, la nerrifolin, la thevetoxin et la rivoside. C'est un fongicide, un bactéricide et un insecticide (Rajbhar et Kumar, 2014). Les photos suivantes présentent les biopesticides comparés.



Photo 1. Agri-bio-pesticide



Photo 2. Top bio



Photo 3. Huile de Thevetia

## 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 lignes sont traitées.

Les objets comparés dans cet essai et leurs caractéristiques 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 l/ha          | 1           |
| C      | Top-Bio 2 l/ha                     | 2           |
| D      | Top-Bio 3 l/ha                     | 3           |
| E      | Huile de <i>Thevetia</i> 2%        | 0,2         |
| F      | Huile de <i>Thevetia</i> 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 Aglomè dans la Commune de Djidja. Le Top bio a été obtenu auprès de Bio Phyto Collines à Ogoudako situé dans la commune de Glazoué. L'extraction de l'huile de *Thevetia* a été réalisée avec 0,0522 g/ml d'éthylacétate à l'aide du dispositif de Soxhlet au Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée (LARBA) et au Laboratoire d'Etude et de Recherche en Chimie Appliquée (LERCA) de l'EPAC à l'UAC. Lors de la préparation de la bouillie de l'huile de *Thevetia*, 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 (Yarou *et al.*, 2017). Ainsi, au niveau de l'évaluation des dégâts des pucerons (*A. gossypii*), nous avons collecté le nombre de plants attaqués à la veille de chaque traitement (T-1), 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. Concernant l'évaluation de l'effet des biopesticides sur les prédateurs des pucerons, nous avons recensé et dénombré la faune utile associée aux pucerons sur les mêmes plants et aux mêmes dates. Ainsi, le dénombrement des coccinelles (adultes et larves), des syrphes (Adultes et larves), des chrysopes, des araignées, des fourmis, des forficules et des mantes religieuses, a été effectué. Le rendement du coton graine a été aussi évalué après la récolte en 2 passages sur les lignes 4 et 5 selon la formule:

$$\text{Rendement} = \frac{\text{Poids cumulé du coton des 2 lignes (kg)} \times 10\,000 \text{ m}^2}{2 \text{ lignes} \times 9\text{m} \times 0,80\text{m}}$$

La densité des plants a été évaluée en comptant les plants présents à la récolte sur les lignes 4 et 5.

### 2.3.3 MÉTHODE D'ANALYSE DES DONNÉES

Afin de tester l'effet « traitement » (facteur fixe) et celui du bloc (facteur aléatoire) sur les pourcentages de plants attaqués par les pucerons; les nombres de prédateurs retrouvés sur les cotonniers; la densité des plants et enfin le rendement, 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 pucerons ou leurs prédateurs 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 prédateurs (distribution de poisson et ses extensions ont été testées); le pourcentage de plants attaqués par les pucerons (distribution bêta) dans le temps. Puis la fonction "lme" du package "nlme" (Pinheiro *et al.*, 2017), dans le cadre des modèles linéaires à effets mixtes, est utilisée pour ce qui concerne le rendement (distribution normale). La significativité des facteurs fixes a été évaluée avec la fonction "Anova" du package "car" (Fox and 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 RÉSULTATS

### 3.1 INFLUENCE DU TOP BIO ET DE L'HUILE DE THEVETIA SUR L'ABONDANCE DES DÉGÂTS DES PUCERONS

La figure 2 présente les résultats de dénombrement des plants attaqués par les pucerons. Ces résultats ont été très hautement significatifs à 0,1% (P = 1,347e-06). Le taux moyen de plants attaqués par les pucerons a varié de 10,22 (top bio dosé à 3 l/ha) à 20,37 (Non traité). Tous les autres biopesticides ont réduit le taux moyen de plants attaqués par les pucerons

par rapport au Non traité. Mais aucune différence significative n'est observée entre les biopesticides qui ont présenté la même performance sur les pucerons que le témoin de référence agri-bio-pesticide.

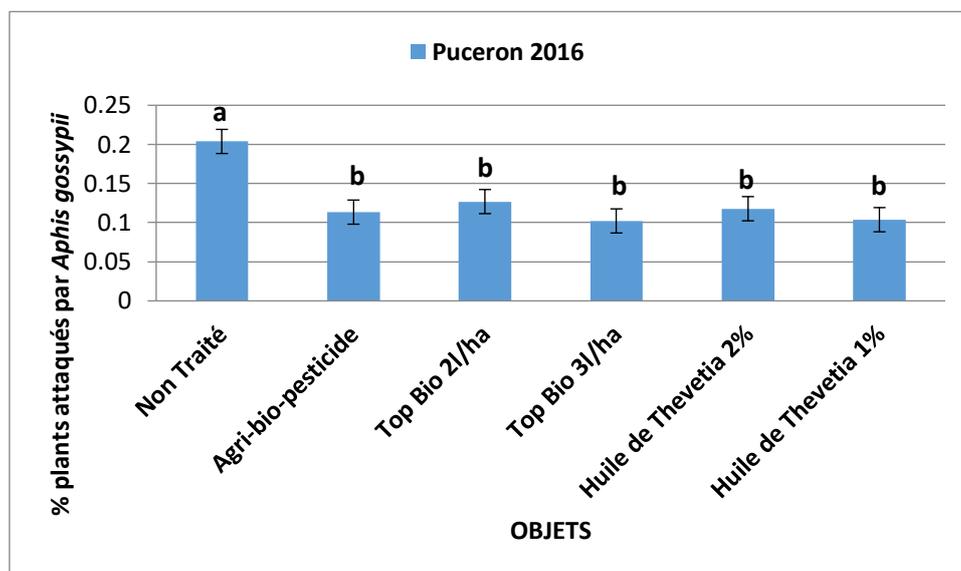


Fig. 2. Pourcentage de plants attaqués par les pucerons

### 3.2 EFFETS DES BIOPESTICIDES SUR LES PRÉDATEURS DES PUCERONS

#### 3.2.1 EFFETS DES BIOPESTICIDES SUR LES COCCINELLES

La figure 3 montre le nombre moyen de coccinelles dénombrées sur trente plants observés par parcelle élémentaire au cours de cette recherche en 2015. Le nombre de coccinelles a oscillé entre 0,02 (top bio dosé à 2 l/ha) et 0,09 coccinelle (huile de *Thevetia* dosé à 1%). L'analyse statistique des variances a révélé une différence significative ( $P \leq 0,05$ ) entre les traitements. Les parcelles traitées avec l'huile de *Thevetia* dosé à 1% ont hébergé plus de coccinelles que celles traitées avec le top bio dosé à 2 l/ha. Mais, aucune différence significative n'est observée entre ces biopesticides comparés à l'Agri-bio-pesticide, et le "Non traité". Ces biopesticides n'ont pas réduit le nombre de coccinelles.

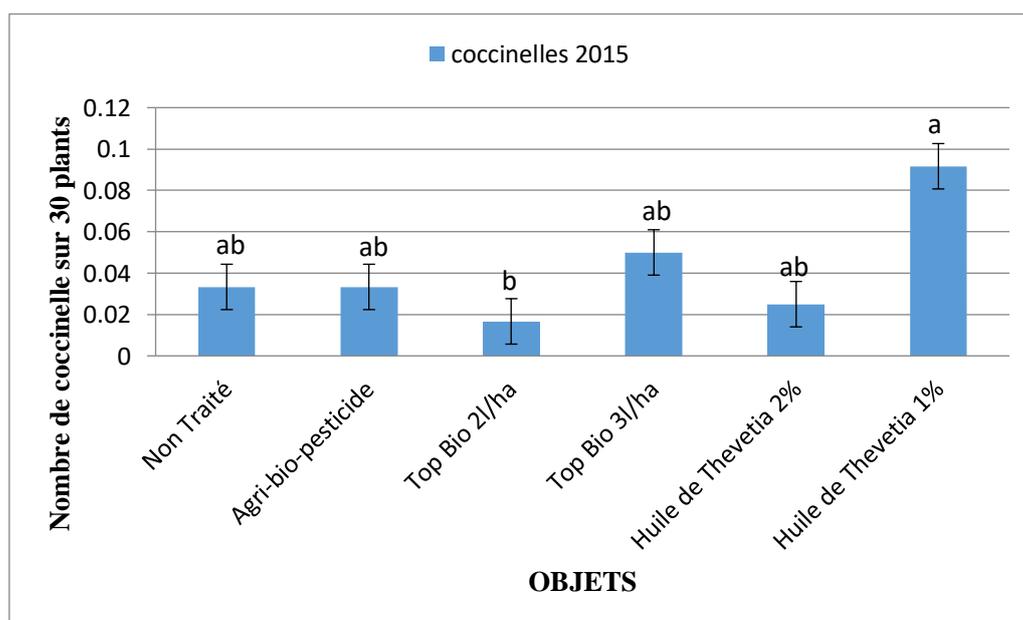


Fig. 3. Nombre de coccinelles recensées sur 30 plants

### 3.2.2 EFFETS DES BIOPESTICIDES SUR LES ARAIGNÉES

Le nombre moyen d'araignées dénombrées au cours de cette recherche est présenté par la figure 4. Ce nombre a varié de 0,25 à 0,97 araignée sur 30 plants respectivement pour Agri-bio-pesticide et Top bio dosé à 3 l/ha. L'analyse statistique des variances a révélé une différence significative ( $P \leq 0,05$ ) entre les traitements. Les résultats ont montré qu'Agri-bio-pesticide a significativement moins hébergé les araignées sur les plants comparativement au traitement Top bio dosé à 3 l/ha. Mais en dehors de Top bio dosé à 3 l/ha, aucune différence significative n'a été observée entre les biopesticides comparés. L'huile de *Thevetia* et le Top bio n'ont pas réduit le nombre d'araignées par rapport à Agri-bio-pesticide et le témoin absolu.

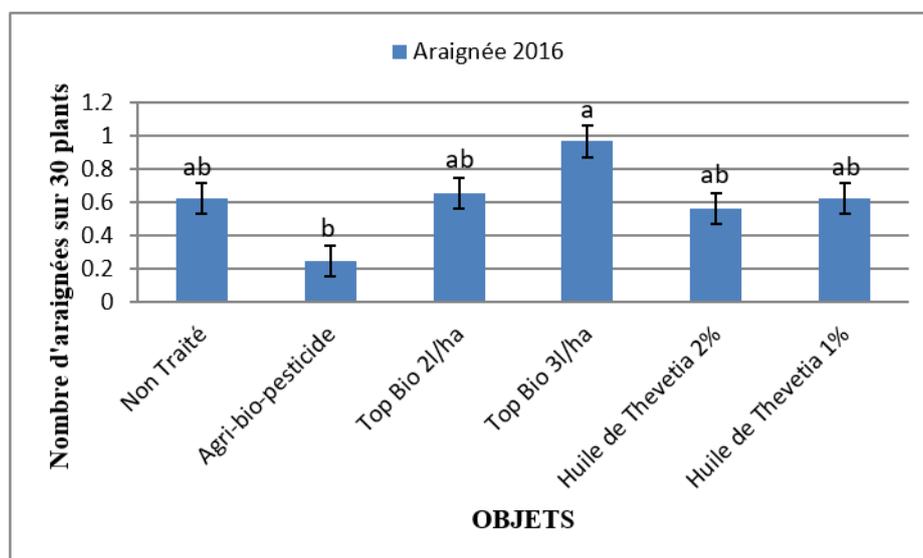


Fig. 4. Nombre d'araignées recensées sur 30 plants

### 3.2.3 EFFETS DES BIOPESTICIDES SUR LES FOURMIS

La figure 5 montre les résultats de dénombrement des fourmis sur trente plants de cotonnier observés par parcelle élémentaire. Le nombre moyen de fourmis a varié entre 0,17 fourmi (Top bio dosé à 2 l/ha) et 0,36 fourmi (huile de *Thevetia* dosé à 1%) en 2015 contre 0,031 fourmi (Non traité) et 0,31 fourmi (Top bio dosé à 3 l/ha) en 2016. L'analyse statistique des variances a révélé une différence significative ( $P \leq 0,05$ ) entre les traitements au cours de ces deux années. En 2015, Top bio dosé à 2 l/ha a réduit significativement le nombre de fourmis par rapport à agri-bio-pesticide et les biopesticides à base d'huile de *Thevetia*. Mais, les biopesticides n'ont pas réduit le nombre de fourmis par rapport au "Non traité". Cette même tendance a été obtenue en 2016 où aucune différence significative n'a été obtenue entre les biopesticides et le témoin absolu.

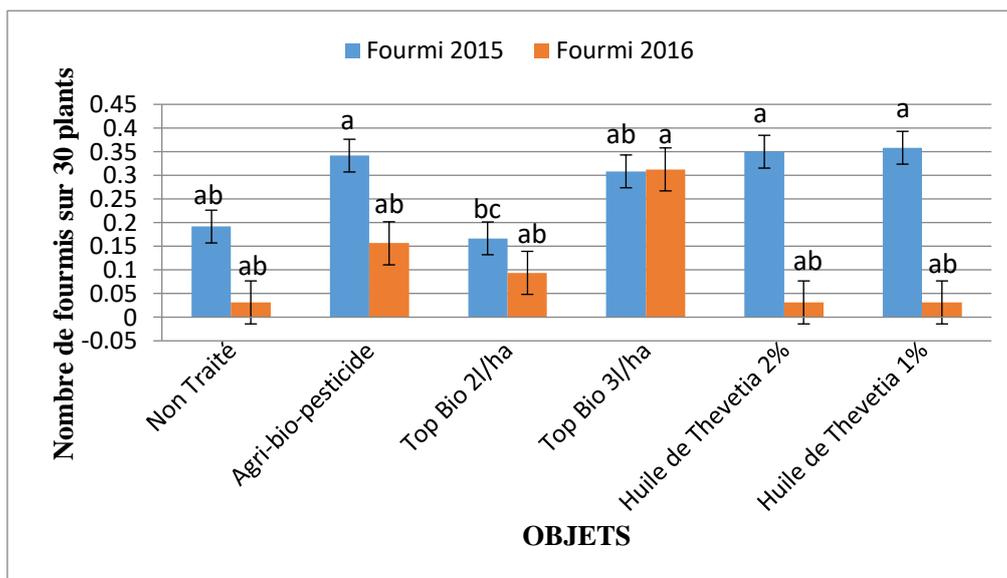


Fig. 5. Nombre de fourmis recensées sur 30 plants

### 3.2.4 EFFETS DES BIOPESTICIDES SUR LES CHRYSOPES

La figure 6 présente le nombre moyen de Chrysopes dénombrés au cours des travaux de recherche en 2015. Ce nombre a oscillé entre 0,00 chrysope (Top bio dosé à 3 l/ha) et 0,18 chrysopes (Non traité) sur trente plants. Les résultats ont été discriminants au seuil de 5% ( $P \leq 0,05$ ). Top bio dosé à 3 l/ha a réduit significativement le nombre de chrysopes par rapport aux autres traitements. De même, Agri-bio-pesticide et Top bio dosé à 2 l/ha ont réduit significativement le nombre de chrysopes par rapport au témoin absolu "Non Traité" et l'huile de *Thevetia*. Mais les biopesticides à base d'huile de *Thevetia* n'ont pas réduit le nombre de Chrysopes par rapport au témoin "Non traité".

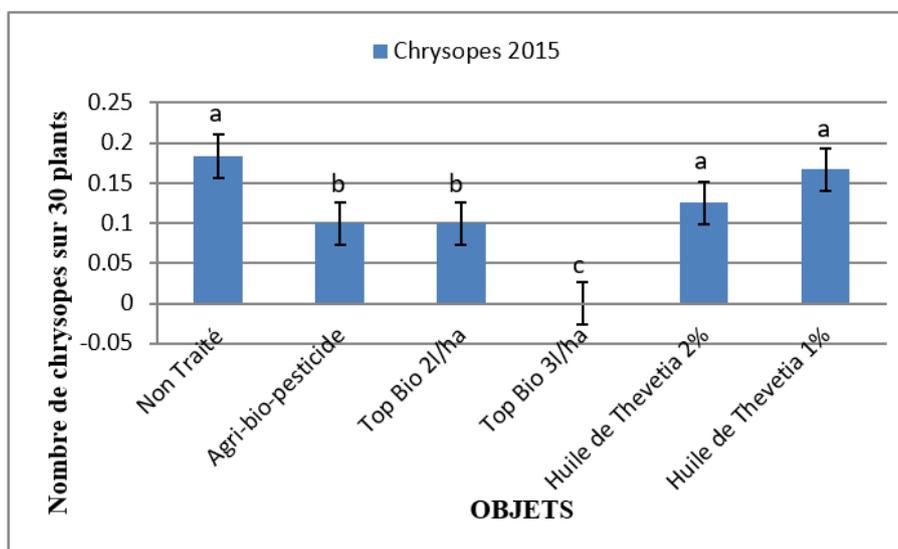


Fig. 6. Nombre de chrysopes recensés sur 30 plants

### 3.3 INFLUENCE DU TOP BIO ET DE L'HUILE DE THEVETIA SUR LE RENDEMENT DU COTON-GRAINE

Le tableau 2 présente les résultats de rendement de coton graine obtenu en 2015 et 2016. Les parcelles traitées avec l'huile de *Thevetia* dosé à 2% ont permis d'obtenir  $552,08 \pm 54,24$  kg/ha contre  $190,97 \pm 54,24$  kg/ha pour les parcelles "Non traitées" en 2015. Mais, en 2016, Ce sont les parcelles traitées avec l'huile de *Thevetia* dosé à 1% qui ont permis d'obtenir  $455,36 \pm 85,93$  kg/ha contre  $318,39 \pm 85,93$  kg/ha pour les parcelles "Non traitées". Ces résultats n'ont pas été significatifs au seuil de 5%.

Tableau 2. Rendement de coton-graine en 2015 et 2016

| Traitements          | Rendement     |               |
|----------------------|---------------|---------------|
|                      | 2015          | 2016          |
| Non Traité           | 190,97 ±54,24 | 318,39 ±85,93 |
| Agri-bio-pesticide   | 390,97 ±54,24 | 321,43 ±85,93 |
| Top Bio 3l/ha        | 513,89 ±54,24 | 348,21 ±85,93 |
| Top Bio 2l/ha        | 461,81 ±54,24 | 341,25 ±85,93 |
| Huile de Thevetia 2% | 552,08 ±54,24 | 334,82 ±85,93 |
| Huile de Thevetia 1% | 489,58 ±54,24 | 455,36 ±85,93 |
| Chisq                | 0,7745        | 9,544         |
| Pr (chisq)           | 0,6407        | 0,3886        |

#### 4 DISCUSSION

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 décacétylazadirachtinol 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). Le Top Bio est aussi un produit naturel à base de graines de neem qui contient de l'azadirachtine, nimbin, citronellal, citronellol, géraniol (Mehinto *et al.*, 2015). L'huile de thevetia contient la thevetin A et la thevetin B, la peruvoside, la nerrifolin, la thevetoxin et la rivoside. C'est un fongicide, un bactéricide et un insecticide (Rajbhar et Kumar, 2014).

De nombreuses plantes sont connues et utilisées pour leurs activités biocides (toxique, répulsive, anti-appétante) vis-à-vis d'une large gamme de bioagresseurs (Yarou, 2017).

Les biopesticides comparés dans ce travail, ont tous réduit significativement le pourcentage de plants attaqués par les pucerons par rapport au "Non Traité". Des résultats similaires ont été obtenus avec le baume de cajou qui a permis de contrôler les pucerons à la concentration de 1% (Azonkpin *et al.*, 2018a). Il en est de même au niveau des résultats obtenus avec l'émulsion d'huile de colza par Fayalo *et al.*, 2014. En effet, ces auteurs ont montré qu'en milieu semi-réel, le nombre de plants attaqués sur les parcelles traitées s'est considérablement réduit dès le troisième jour après application des produits, et il n'y a pas une différence significative entre l'émulsion d'huile de colza (2% ou 3%) et l'insecticide chimique. Selon Habou *et al.* (2013), plusieurs études démontrent l'effet biocide de l'huile de *Jatropha curcas*, notamment contre des insectes ravageurs importants dont fait partie *Aphis gossypii* Glover (Homoptère: Aphididae). En 2000, Solsoloy *et al.* se sont aussi intéressés à la lutte contre les ravageurs du cotonnier. Les doses de 800 et 1250 ml.ha<sup>-1</sup> d'huile de *J. curcas* ont été comparées au profenofos à 400 g.ha<sup>-1</sup> et à la deltaméthrine à 12,5 g.ha<sup>-1</sup>. Ils ont constaté que *A. gossypii* a mieux été contrôlé avec l'huile de *J. curcas* qu'avec la deltaméthrine.

Les biopesticides comparés dans cette étude, ont présenté une performance équivalente au témoin de référence, Agri-bio-pesticide. Les doses de 1% d'huile de Thevetia et de 2l/ha de Top bio, suffisent donc pour contrôler les pucerons. Selon Youdeowei (2004), les feuilles et graines de neem qui sont les constituants de Top bio et d'Agri-bio-pesticide, contiennent de l'azadirachtine qui est efficace sur les insectes à corps mou tels que les jeunes chenilles, les pucerons et les aleurodes. De plus, nous savons qu'il agit comme inhibiteur de croissance des insectes (Ekra, 2010). Selon Gnango *et al.* (2010), l'extrait de graines de neem contrôle nettement les pucerons et les chenilles du gombo. Les populations de ces insectes sont presque inexistantes sur les parcelles traitées à l'extrait de graine de neem du semis à la fin de la récolte. L'extrait de graines de neem se comporte comme un répulsif et un inhibiteur d'appétit (Anonyme, 1995; Vallet, 2006). Mais, des résultats contraires ont été obtenus par Sane *et al.* (2018) qui ont montré que suivant l'efficacité biologique, l'Azadirachtine A a permis un contrôle moyen de 32% sur les pucerons contre 33% pour le Profénofos. Plusieurs travaux ont confirmé aussi l'activité biocide de l'huile de Thevetia. En effet, les travaux de Azonkpin *et al.* (2020b) ont montré que l'huile de Thevetia dosé à 1% et 2% a présenté la même performance que le témoin de référence agri-bio-pesticide pour le contrôle de *H. armigera*, *E. biplaga*, *P. gossypiella* et *T. leucotreta*. Des résultats similaires ont été obtenus par Chougourou *et al.* (2012) qui ont révélé que l'huile de *Thevetia peruviana* a présenté une propriété larvicide très forte contre les larves de *Musca domestica* au stade 3. Elle a été aussi efficace sur les moustiques qui sont résistants aux insecticides chimiques comme les pyréthrinoïdes (Akpo *et al.*, 2017).

Concernant l'effet des biopesticides sur les prédateurs, les résultats ont révélé que l'huile de *Thevetia* 1% a hébergé plus de coccinelles que le Top bio 2 l/ha. Mais, aucune différence significative n'a été observée entre ces biopesticides comparés à l'Agri-bio-pesticide, et le "Non traité", qui n'ont pas réduit le nombre de coccinelles. Ces résultats sont conformes à ceux de Azonkpin *et al.* (2018a) qui ont montré que les parcelles non traitées ont hébergé autant de coccinelles que celles traitées avec l'Agri-bio-pesticide et les biopesticides à base de baume de cajou. Ces derniers n'ont pas influencé la distribution des coccinelles dans les parcelles. Deravel *et al.* (2014) ont montré que la coccinelle est l'insecte auxiliaire le plus connu. La coccinelle *Rodolia cardinalis* prélevée en Australie est couramment utilisée comme prédateur de la cochenille *Icerya purchasi*.

L'agri-bio-pesticide a réduit les araignées sur les plants comparativement à Top bio dosé à 3 l/ha. L'huile de *Thevetia* et le Top bio n'ont pas réduit le nombre d'araignées par rapport à Agri-bio-pesticide et le "Non traité". Ces résultats sont similaires à ceux de Azonkpin *et al.* (2018a) qui ont montré que l'Agri-bio-pesticide et le baume de cajou n'ont pas réduit le nombre d'araignées par rapport au Non Traité. Selon Deravel *et al.* (2014), dans la quête de nouveaux bio-insecticides, une attention particulière a été portée aux venins d'araignée depuis ces 10 dernières années. En effet, ceux-ci sont composés de certaines toxines et substances actives qui vont affecter le système nerveux des insectes afin de les paralyser pour ensuite provoquer leur mort. Ils ne sont pas seulement actifs après une morsure, mais le sont également après ingestion, ce qui les rend particulièrement intéressants. Les différentes substances de ces venins ont plusieurs cibles. Ils peuvent aussi bien modifier la conductance de plusieurs canaux ioniques (calcique, potassique, sodium), perturber la disposition des doubles couches lipidiques, agir au niveau de la terminaison des nerfs pré-synaptiques que des récepteurs Nméthyl-D-aspartate. Les multiples cibles des venins vont limiter l'apparition d'insectes résistants.

Top bio dosé à 2 l/ha a réduit le nombre de fourmis par rapport à Agri-bio-pesticide et les biopesticides à base d'huile de *Thevetia*. Mais les biopesticides comparés n'ont pas réduit le nombre de fourmis par rapport au "Non traité". Ces résultats sont conformes à ceux de Azonkpin *et al.*, (2018a) qui ont montré que l'Agri-bio-pesticide n'a pas réduit le nombre de fourmis par rapport au Non Traité. Les fourmis ne sont pas des prédateurs des pucerons mais ils vivent en symbiose avec ces derniers (Miranda *et al.*, 2013). Les fourmis se nourrissent du miellat produit par les pucerons (McLain, 1980). Selon Guénard (2007), les fourmis, par leur rôle écologique au sein des écosystèmes, ont développé des relations de mutualisme avec de nombreux organismes dont font partie les pucerons. Ainsi cet auteur a mis en évidence divers bénéfices pour les pucerons dont le bénéfice majeur retiré de cette association est la protection contre leurs ennemis naturels.

Le top bio dosé à 3 l/ha a réduit le nombre de Chrysopes par rapport aux autres objets. De même, l'agri-bio-pesticide et le top bio dosé à 2 l/ha ont réduit le nombre de Chrysopes par rapport au témoin absolu "Non traité". Mais les biopesticides à base d'huile de *Thevetia* n'ont pas réduit le nombre de Chrysopes par rapport au témoin "Non traité". Ces résultats sont conformes à ceux de Azonkpin *et al.*, (2018a) qui ont montré que les parcelles non traitées ont hébergé plus de Chrysopes que celles traitées avec l'agri-bio-pesticide.

Les prédateurs retrouvés dans cette étude font partie des groupes de prédateurs rencontrés sur le cotonnier au Paraguay. En effet, Silvie *et al.* (2014) ont constaté qu'au champ, trois groupes de prédateurs sont aisément observés sur le cotonnier: (i) les insectes des familles Chrysopidae, Coccinellidae, Dolichopodidae, Hemerobiidae et Syrphidae, liées aux infestations importantes du puceron *Aphis gossypii* Glover 1877; (ii) les punaises polyphages aux couleurs souvent attrayantes de la famille des Reduviidae et (iii) les Hyménoptères prédateurs de la famille des Vespidae, très actifs, à la recherche de chenilles phyllophages comme *Alabama argillacea* (Hübner 1823). Mensah *et al.* (2012) ont montré que les applications de Benin Food Product (BFP) au coton biologique, avec et sans autres agents de lutte biologique, ont attiré et augmenté la densité d'insectes prédateurs, réduisant considérablement le nombre d'insectes nuisibles et produisant des rendements supérieurs à ceux du coton traité à l'extrait de neem ou du coton non traité.

Les biopesticides présentent un réel avantage du fait de leur faible rémanence, leur faible toxicité pour l'homme et leur mode d'action sur les ravageurs. Ils sont moins dangereux pour l'environnement et pour l'homme (Habou *et al.*, 2013). L'utilisation du Top bio et de l'huile de *Thevetia*, offrirait de nombreux avantages aux petits producteurs d'Afrique. En effet, en plus d'être peu onéreux, ces pesticides botaniques ont l'avantage d'être sains pour la santé humaine et pour l'environnement, et de ce fait contribueraient à protéger les prédateurs qui participent à la régulation naturelle des populations des ravageurs du cotonnier.

## 5 CONCLUSION

Les dégâts des pucerons, *Aphis gossypii*, constatés en début et en fin de cycle du cotonnier, peuvent affecter le rendement en coton-graine. Les résultats de cette étude montrent que l'huile de *Thevetia* et le top bio issus de la flore béninoise, présentent une activité insecticide relative vis-à-vis des pucerons du cotonnier.

Ces biopesticides d'origine végétale présentent des effets périphériques relatifs vis-à-vis des prédateurs. En effet, l'utilisation de l'huile de *Thevetia* n'a pas réduit la densité des prédateurs rencontrés dans les parcelles d'essai. Il s'agit des coccinelles, des araignées, des fourmis et des Chrysopes. De même, le Top bio n'a pas réduit le nombre de coccinelles, d'araignées et de fourmis. Par contre le top bio et l'agri-bio-pesticide ont réduit le nombre de Chrysopes.

Le Top bio dosé à 2 l/ha a réduit le nombre de fourmis par rapport à Agri-bio-pesticide et les biopesticides à base d'huile de *Thevetia*. De même le Top bio dosé à 3 l/ha a réduit le nombre de Chrysopes par rapport aux autres objets. L'Agri-bio-pesticide a réduit le nombre d'araignées sur les plants comparativement au traitement Top bio 3 l/ha. L'huile de *Thevetia* dosé à 1% a hébergé plus de coccinelles que le Top bio dosé à 2 l/ha.

Des études futures devraient s'intéresser aux associations de ces biopesticides, à l'identification des composés insecticides de l'huile de *Thevetia*, aux méthodes de formulation et d'application de ces biopesticides dans les champs cotonniers contre les ravageurs, ainsi qu'aux risques de résidus potentiels pour la santé humaine et animale.

## REFERENCES

- [1] 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.
- [2] Alavo T. B. C., 2000. Investigation on the entomopathogenic fungus *Verticillium lecanili* (Zimm) Viegas (Hyphomycetes: Moniliceae) for the biological control of aphids (Homoptera: Aphididae). Verlag Dr.: Köster, Berlin; 101p.
- [3] Anonyme, 1995. L'utilisation de la bouillie de neem contre les insectes des cultures maraîchères. Fiche technique, Projet Bénino-Allemand, Protection des végétaux SPV/GTZ, Bénin 24 p.
- [4] Azonkpin S., Chougourou C. D., Djihinto C. A., Aouco A., Akpo A. A., Soumanou M. M., 2020b. Efficacité du Top Bio et de l'huile de *Thevetia* contre les chenilles carpophages du cotonnier au Centre du Bénin. *European Journal of Scientific Research* 158 (2).77-93. <http://www.europeanjournalofscientificresearch.com>
- [5] Azonkpin S., Djihinto C. A., Bonni G., Fayalo D. G., Houndete A. T., Chougourou C. D., 2020a. Effets de l'huile de *Thevetia* et de Top bio sur les prédateurs en culture cotonnière biologique à Gobé au Centre du Bénin. *European Scientific Journal*, 16 (33), 284. <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n33p284>.
- [6] Azonkpin S., Akpo A. A., Kpoviessi A. D., Santos C. C. J., Djihinto C. A., Chougourou C. D. 2019. Efficacité du baume de cajou contre les chenilles carpophages du cotonnier au Centre du Bénin. *Les Cahiers du CBRST « Agriculture, Environnement et Sciences de l'Ingénieur »* N° 15; ISSN: 1840-703X, Dépôt légal n° 11535, Bibliothèque Nationale du Bénin. 24-46.
- [7] Azonkpin S., Chougourou C. D., Djihinto C. A., Bokonon-Ganta H. A., Ahoton E. L., Dossou J., Soumanou M. M., 2018a. Effets du baume de cajou sur les pucerons et leurs prédateurs en culture cotonnière biologique au Centre du Bénin. *European Journal of Scientific Research*, 150 (4), 405-419.
- [8] Azonkpin S., Chougourou C. D., Agbangba C. E., Santos J. C. C., Soumanou M. M., Vodouhe D. S. 2018b. Typologie des systèmes de culture de coton biologique au Bénin; *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 12 (4): 1688-1704.
- [9] Azonkpin S., Chougourou C. D., Bokonon-Ganta H. A., Dossou J., Ahoton E. L., Soumanou M. M., Vodouhe D. S. 2018c. Efficacité du baume de cajou contre les chenilles carpophages du cotonnier au Nord du Bénin. *European Scientific Journal* 14 (24): 464-489.
- [10] 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>.
- [11] Bonni G., Azonkpin S., Paraiso A., 2018 Efficacité des programmes de traitement phytosanitaire à base de kaolin, de neem et d'insecticide dans la gestion des chenilles endocarpiques du cotonnier dans la zone Centre du Bénin. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 40 (1), 20-31.
- [12] 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.
- [13] Bruno M., Togola M., Térétal., Traoré N. N., 2000. La lutte contre les ravageurs du cotonnier au Mali: problématique et évolution récente. *Cahiers Agricultures* 9: 109-115.
- [14] Burnham K. P., Anderson D. R., 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach, 2nd edn. Springer, New York.
- [15] 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. (Diptera Muscidae). *Journal of Applied Biosciences* 55: 3953– 3961.

- [16] Delate K., Heller B., Shade J., 2020. Organic cotton production may alleviate the environmental impacts of intensive conventional cotton production. *Renewable Agriculture and Food Systems* 1–8. <https://doi.org/10.1017/S1742170520000356>.
- [17] Delate, K., Duffy, M., Chase, C., Holste, A., Friedrich, H., & Wantate, N., 2003. An economic comparison of organic and conventional grain crops in a Long-Term Agroecological Research (LTAR) site in Iowa. *American Journal of Alternative Agriculture*, 18, 59-69. <http://dx.doi.org/10.1079/AJAA200235>.
- [18] 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.
- [19] Ekra A. K., 2010. Etude comparée de l'efficacité des extraits aqueux de graines de neem (*Azadirachta indica* Juss) et de feuilles d'eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) dans la lutte contre les insectes du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.). Mémoire d'Ingénieur en agriculture générale, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny, Ecole Supérieure d'Agronomie. 52p.
- [20] Fayalo D. G., Sokenou D. F. H., Aboudou M., Alavo C. B. T., 2014. Effet de l'huile de colza sur les populations du puceron *Aphis gossypii* pour la protection du cotonnier. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8 (6): 2508-2515. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i6.13>.
- [21] Ferrigno S., Lizarraga A., 2009. Les composants d'un système de production durable du coton: Perspectives suivant l'expérience du coton organique. ICAC RECORDER. 14-24.
- [22] 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>.
- [23] 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.
- [24] Guénard B., 2007. Mutualisme fourmis pucerons et guilde aphidiphage associée: Le cas de la prédation furtive. Mémoire de maîtrise en biologie, Université du Québec à Montréal. 133p.
- [25] Habou A. Z., Haubruge E., Adam T., Verheggen J. F., 2013. Insectes ravageurs et propriétés biocides de *Jatropha curcas* L. (*Euphorbiaceae*): synthèse bibliographique. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 17 (4), 604-612.
- [26] Helvetas, 2008. Guide de production du coton biologique et équitable. Un manuel de référence pour l'Afrique de l'Ouest. Helvetas, Association Suisse pour la Coopération Internationale Weinbergstrasse 22a, Case postale, 8021 Zurich, Suisse, 49 p.
- [27] MAEP, 2011. Plan Stratégique de Relance du Secteur Agricole. 116p.
- [28] McLain D. K., 1980. Relationships among ants, aphids, and coccinellids on wild lettuce. *Georgia Entomol. Soc.* 15: 417-418.
- [29] Mehinto J. T., Atachi P., Elégbédé M., Kpindou O. K. D., Tamò M., 2015. Efficacité comparée des insecticides de natures différentes dans la gestion des insectes ravageurs du niébé au Centre du Bénin. *Journal of Applied Biosciences* 84: 7695 – 7706.
- [30] Mensah R. K., Vodouhe D. S., Sanfillippo D., Assogba G., Monday P., 2012. Increasing organic cotton production in Benin West Africa with a supplementary food spray product to manage pests and beneficial insects, *International Journal of Pest Management*, 58: 1, 53-64.
- [31] 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., Diamba B. L., 2013. Reconnaissance de ravageurs et ennemis naturels pour les pays C-4. Embrapa Information Technologique. 74p.
- [32] 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.
- [33] Pinheiro J., Bates D., DebRoy S., Sarkar D., R Core Team., 2017. `nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models`. R package version 3.1-131.
- [34] Rajbhar N., Kumar A., 2014. Pharmacological importance of *Thevetia peruviana*. *International Journal of Pharmaceutical and Chemical Sciences*, 3 (1): 260-263.
- [35] 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)
- [36] 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
- [37] Sane B., Badiane D., Gueye M. T., Ousmane Faye O. 2018. Évaluation de l'efficacité biologique d'extrait de neem (*Azadirachta indica* Juss.) comme alternatif aux pyréthrinoides pour le contrôle des principaux ravageurs du cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) au Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12 (1): 157-167. <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.12>.

- [38] Silvie J. P., Delvare G., Aberlenc P.-H., Prudent P., Gil-Santana H., Gomez A. V., Cardozo R., Michel B., 2014. Diversité des Arthropodes rencontrés en culture cotonnière au Paraguay. 2. Insectes prédateurs, parasitoïdes et hyperparasitoïdes. *Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology*, 67, 179-191.
- [39] 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.
- [40] Textile Exchange. 2021. *Organic Cotton Market Report 2021*. 87p.
- [41] Togbé C. E., Haagsma R., Zannou E., Gbêhounou G., Déguénon J. M., Vodouhê S., Kossou D., van Huis A., 2014b. Field evaluation of the efficacy of neem oil (*Azadirachta indica* A. Juss) and *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. in cotton production. *Journal of Applied Entomology*. 139: 217-228. Doi: 10.1111/jen.12174.
- [42] 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.
- [43] Vaissayre M, Deguine J. P. 1996. Cotton protection programmes in francophone Africa. *Phytoma*489: 26 – 29. [37] Vaissayre M, Cauquil J., 2000. *Main Pests and Diseases of Cotton in Sub-Saharan Africa*. CIRAD Service des Éditions: Montpellier, France, 60 p.
- [44] Vallet C., 2006. Le neem insecticide naturel, petit guide pratique. [www.hsf.France.com: images/NEEM2pdf](http://www.hsf.France.com/images/NEEM2pdf).
- [45] Venables W. N., Ripley B. D., 2002. *Modern Applied Statistics with S*. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0.
- [46] Yarou B. B., Silvie P., Assogba Komlan F., Mensah A., Alabi T., Verheggen F., Francis F., 2017. Plantes pesticides et protection des cultures maraîchères en Afrique de l'Ouest (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 21 (4), 288-304.
- [47] Youdeowei A., 2004. *Guide de vulgarisation de la lutte intégrée (Volume 4)*. La Pratique de la lutte intégrée en production maraîchère. Ghana, MOFA, PPRD, 49 p.