

Effets du Baume de Cajou sur les Pucerons et Leurs Predateurs en Culture Cotonniere Biologique au Centre du Benin

Saturnin Azonkpin

Centre de Recherches Agricoles – Coton et Fibres (CRA-CF)
Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), 01 BP 175 Cotonou
E-mail: azonsat@yahoo.fr; République du Bénin

C.Daniel Chougourou

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
E-mail: chougouroud@yahoo.de, République du Bénin

Cocou Angelo Djihinto

Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), 01BP 884 Cotonou
E-mail: djihinto@yahoo.fr, République du Bénin

H. Aimé Bokonon-Ganta

Laboratoire d'Entomologie Agricole (LEAg)
Faculté des Sciences Agronomiques (FSA)
Université d'Abomey-Calavi (UAC)
E-mail: aimehbg@yahoo.com, République du Bénin

E. Léonard Ahoton

Laboratoire de Biologie Végétale, Faculté des Sciences Agronomiques (FSA)
Université d'Abomey-Calavi (UAC), 01 BP 526 Cotonou
E-mail: essehahoton@yahoo.fr, République du Bénin

Joseph Dossou

Laboratoire de Bioingénierie des Procédés Alimentaires
Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Université d'Abomey-Calavi (UAC)
01 BP 526 Cotonou
E-mail: jokdossou@yahoo.fr, République du Bénin

M. Mohamed Soumanou

Laboratoire d'Etude et de Recherche en Chimie Appliquée (LERCA)
Département de Génie de Technologie Alimentaire (DGTA)
Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC)
Université d'Abomey-Calavi (UAC), 01 BP 2009, Cotonou
E-mail : msoumanoufr@yahoo.fr, République du Bénin

Résumé

Le puceron *Aphisgossypii* est un piqueur-suceur qui demeure l'un des principaux ravageurs du cotonnier. L'étude vise à évaluer l'effet de deux doses de baume de cajou extrait à chaud et à froid sur les pucerons et leurs prédateurs. Le dispositif expérimental est constitué des Blocs de Fisher avec 6 objets en 4 répétitions. Les objets sont "Non Traité", l'Agri-bio-pesticide dosé à 1 l/ha, deux concentrations (1% et 2%) du baume extrait à chaud et à froid. Les modèles linéaires généralisés ou non, à effets mixtes ou fixes, ont été utilisés pour déterminer l'influence des objets sur les pucerons et leurs prédateurs en 2015 et 2016 à Gobé. Le pourcentage de plants attaqués par les pucerons a varié de 10% (Baume extrait à froid et dosé à 1%) à 20% (Non Traité). La dose de 1% du baume suffit pour contrôler les pucerons. Le mode d'extraction n'influence pas l'efficacité du baume sur les pucerons. Ensuite, les biopesticides n'ont pas réduit le nombre de coccinelles, d'araignées, de Chrysopes, par rapport au Non Traité. Mais le nombre de fourmis a été réduit par le baume extrait à chaud. Le baume de cajou se positionne comme une alternative pour la gestion intégrée des pucerons en culture cotonnière biologique.

Mots-clés: Gestion intégrée, *Aphisgossypii*, prédateurs, baume de cajou, Coton biologique.

Abstract

Aphisgossypii is a phloem-feeding insect which remains one of the devastating pests of cotton crop. The present study assessed the effect of two different doses of cashew nut hot and cold extracts on aphids and their predators. The experimental design was a Fisher block design with six treatments each repeated four times. The treatments included: the control (not treated), the Agri-bio-pesticide of 1 l/ha dose, 1% concentration of cashew nut hot extracts, 1% concentration of cashew nut cold extracts, 2% concentration of cashew nut hot extracts, 2% concentration of cashew nut cold extracts. The generalized linear mixed effects models were performed to test the effect of the six treatments on aphids and their predators. The percentage of seedlings attacked by aphids varied from 10% with cashew nut cold extracts application at 1% concentration to 20% with the control. The concentration of 1% of cashew nut extracts was enough to control aphids influence. Cashew nut extraction mode had no influence on the extracts efficiency and the aphids. The study concluded that the biopesticides did not reduce the number of ladybirds, spiders and chrysops compared to the control. But the number of predators (ants) was reduced by the cashew nut hot extracts. Cashew nut extracts could be recommended as an alternative for the integrated management of aphids in organic cotton system.

Keywords: Integrated management, *Aphisgossypii*, predatory, cashew nut extracts, organic cotton.

1. Introduction

Le coton constitue l'une des principales cultures de rente dans la sous-région ouest africaine. Il occupe plus de 10 millions de producteurs (Traoré, 2008). Au Bénin, il est longtemps considéré comme un outil stratégique de lutte contre la pauvreté du fait de sa contribution à l'économie nationale et au développement du monde rural (Gossou *et al.*, 2010). Cependant, sa production est confrontée à des

contraintes qui limitent fortement son rendement. Selon l'Association Interprofessionnel du Coton (AIC) en 2008, l'appauvrissement des sols et la résistance aux insecticides, développée par les ravageurs du coton, sont considérés comme étant les causes majeures de ces baisses de production au Bénin. Ainsi, les attaques dues aux ravageurs tels que les chenilles défoliatrices, les acariens et les insectes piqueurs-suceurs comme le puceron *Aphisgossypii* Glover, limitent fortement le rendement du coton-graine (Vaissayre et Deguine, 1996 ; Vaissayre et Cauquil, 2000). Le puceron *Aphisgossypii* 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).

En Afrique de l'Ouest, les programmes de protection phytosanitaire contre cet aphide sont essentiellement basés sur l'utilisation d'insecticides chimiques. Or, l'utilisation intensive de produits chimiques conduit au développement du phénomène de résistance et provoque un déséquilibre de l'écosystème parce que ces insecticides chimiques tuent également les organismes utiles et s'accumulent dans le sol, l'air, l'eau et la chaîne alimentaire (Fayalo *et al.*, 2014). Ce mode de contrôle agit donc négativement sur la conservation de la biodiversité (Letourneau et Golstein, 2001; Geiger *et al.*, 2010). La filière cotonnière est aujourd'hui accusée de nuire dangereusement à l'environnement et à la santé humaine (Baudron *et al.*, 2006). Les préoccupations actuelles, telles qu'elles ont été exprimées lors du Grenelle de l'Environnement, ou dans le cadre du plan Ecophyto 2018, visent le développement d'une agriculture écologique, saine, mais aussi la diminution de l'utilisation de ces pesticides. Il faut donc trouver des alternatives respectueuses de l'environnement, et de la conservation des ressources naturelles, mais qui n'affectent pas la rentabilité des exploitations agricoles (Estevez *et al.*, 2000). Il est donc indispensable de rechercher activement des moyens de lutte alternatifs respectueux de l'environnement.

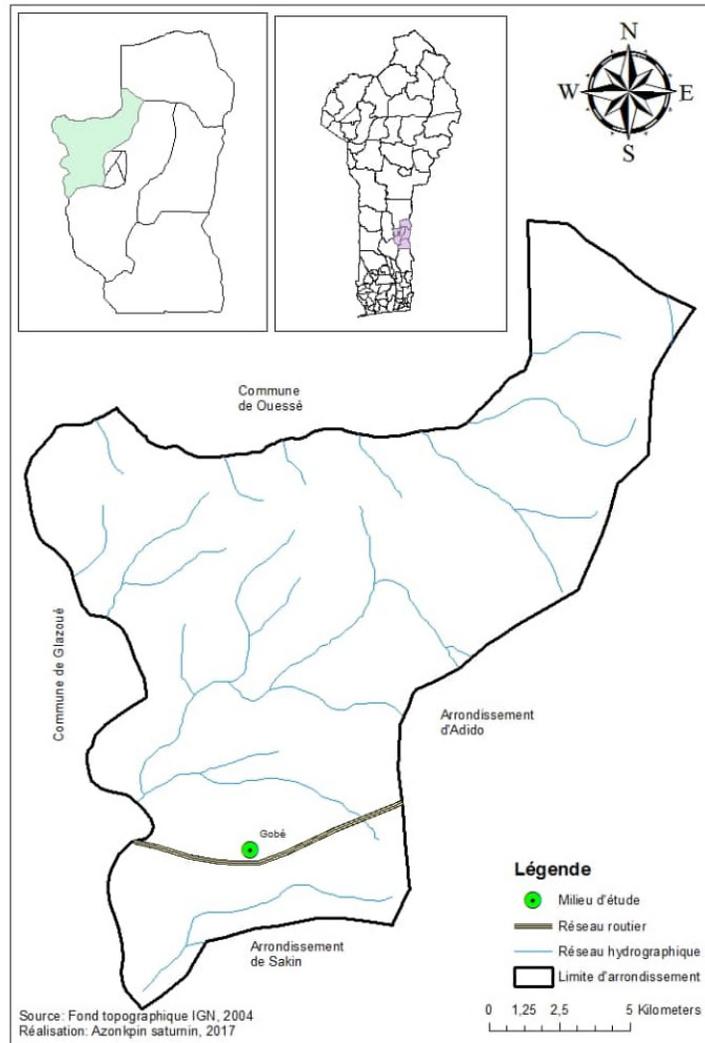
Dans ce contexte, le présent travail vise à évaluer les potentialités du baume de cajou pour la protection phytosanitaire du cotonnier contre le puceron *Aphisgossypii* puis la sauvegarde des prédateurs. Spécifiquement, il s'agit de déterminer l'influence de deux modes d'extraction (à froid et à chaud) et de deux doses (1% et 2%) de baume de cajou sur les pucerons et leurs prédateurs sur le cotonnier au champ.

2. Matériel 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 et présentation de la zone d'étude



2.2. Matériel

Le matériel végétal utilisé est la variété de cotonnier ANG 956 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.

2.3. Méthodes

Cette expérimentation a été conduite pour tester l'effet de deux doses de baume de cajou extrait à chaud et à froid sur les pucerons et leurs prédateurs en culture cotonnière biologique au centre du Bénin.

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 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 |
| 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^{ème} et 122^{ème} 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 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 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). Ainsi, au niveau de l'évaluation des dégâts des pucerons (*Aphisgossypii*), 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^{ème} au 121^{ème} 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;

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

- 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

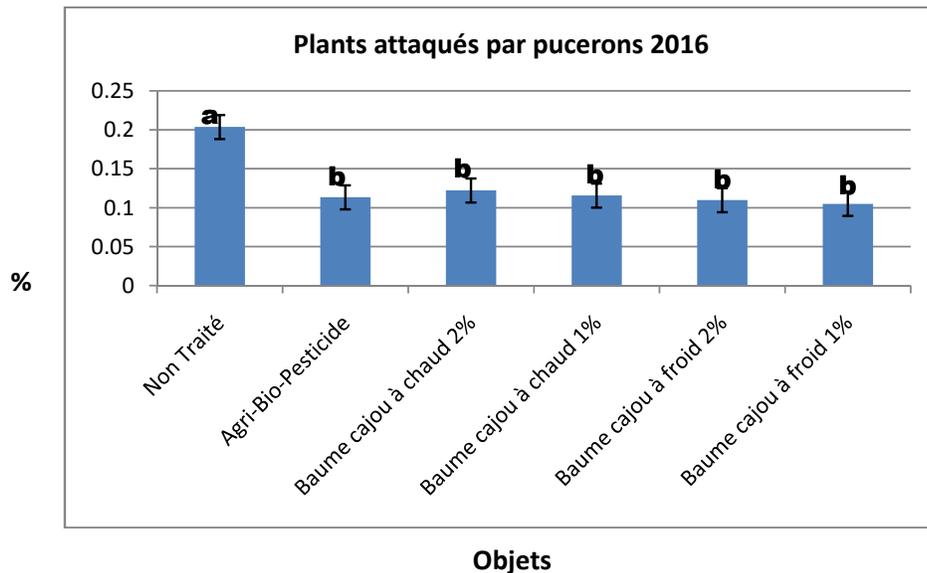
Afin de tester l'effet « traitement » (facteur fixe) et celui du bloc (facteur aléatoire) sur les pourcentages de plants attaqués par les pucerons ; les nombres de prédateurs retrouvés sur les cotonniers ; la densité des plants et enfin le rendement, différents modèles ont été utilisés. Il s'agit des 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 DevelopmentCore Team, 2017) a été utilisé pour le traitement des données recueillies en culture cotonnière biologique au nord 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. Resultats

3.1. Dénombrement de Plants Attaqués par les Pucerons

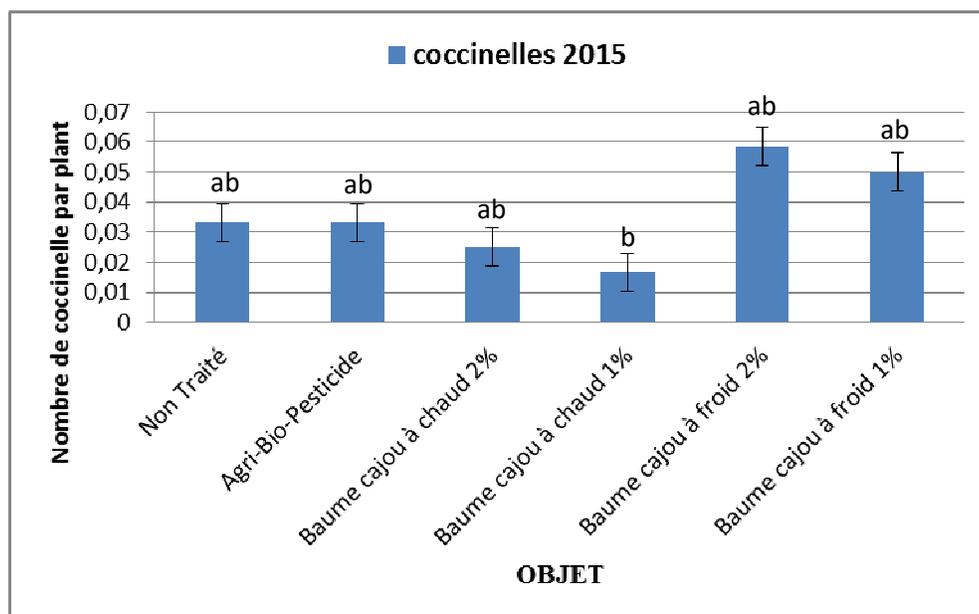
La figure 2 montre le pourcentage de plants attaqués par les pucerons en 2016. Ces résultats ont été très hautement significatifs à 0,1% au niveau du pourcentage moyen de plants attaqués par les pucerons ($P = 2.843e^{-16}$). Le pourcentage de plants attaqués par les pucerons a varié de 0,10 (Baume de cajou extrait à froid et dosé à 1%) à 0,20 (Non Traité). Les biopesticides comparés ont tous réduit significativement le pourcentage de plants attaqués par les pucerons par rapport au "Non Traité". Mais, il n'existe pas de différence entre les biopesticides qui ont présenté une performance équivalente au témoin de référence, Agri-bio-pesticide. La dose de 1% du baume de cajou suffit pour contrôler les pucerons. Le mode d'extraction n'influence pas l'efficacité du baume de cajou sur les pucerons.

Figure 2: Pourcentage de plants attaqués par les pucerons

3.2. Dénombrement des Prédateurs

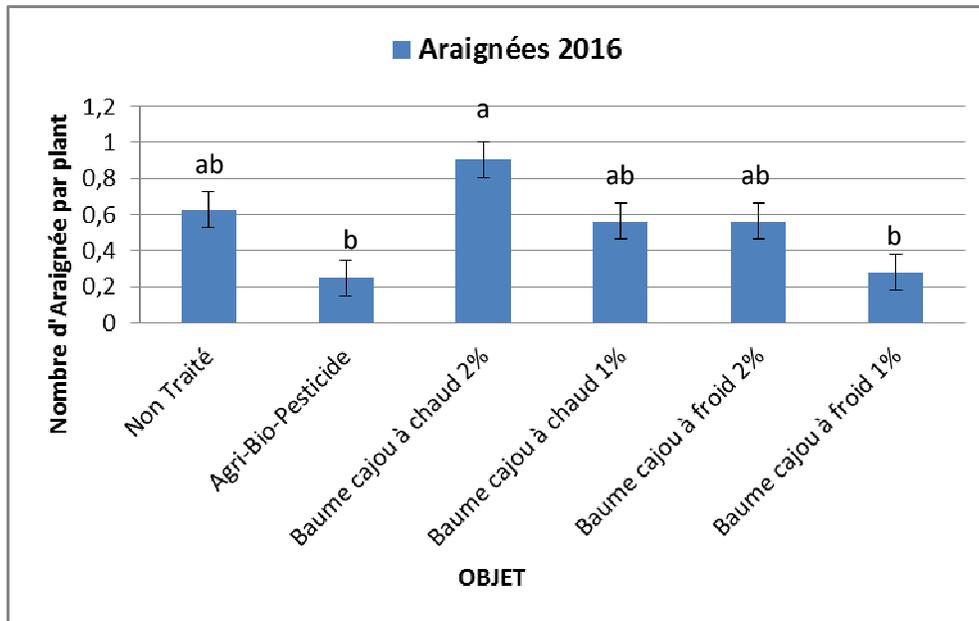
3.2.1. Dénombrement de Coccinelles sur les Plants

La figure 3 montre le nombre de coccinelles recensé sur trente plants de cotonnier. Ces résultats ont été significatifs à 5% au niveau du nombre moyen de coccinelles ($P = 0.03517$). Le nombre de coccinelles a varié en 2015 de 0,016 coccinelle (Baume de cajou extrait à chaud et dosé à 1%) à 0,058 coccinelle (Baume de cajou extrait à froid et dosé à 2%). Il n'existe pas de différence significative entre les biopesticides comparés et le témoin "Non Traité". Les parcelles non traitées ont hébergé autant de coccinelles que les parcelles traitées avec les différents biopesticides comparés. Ces derniers n'ont pas influencé la propagation des coccinelles dans les parcelles.

Figure 3: Nombre de coccinelles recensées sur 30 plants

3.2.2. Dénombrement des Araignées sur les Plants

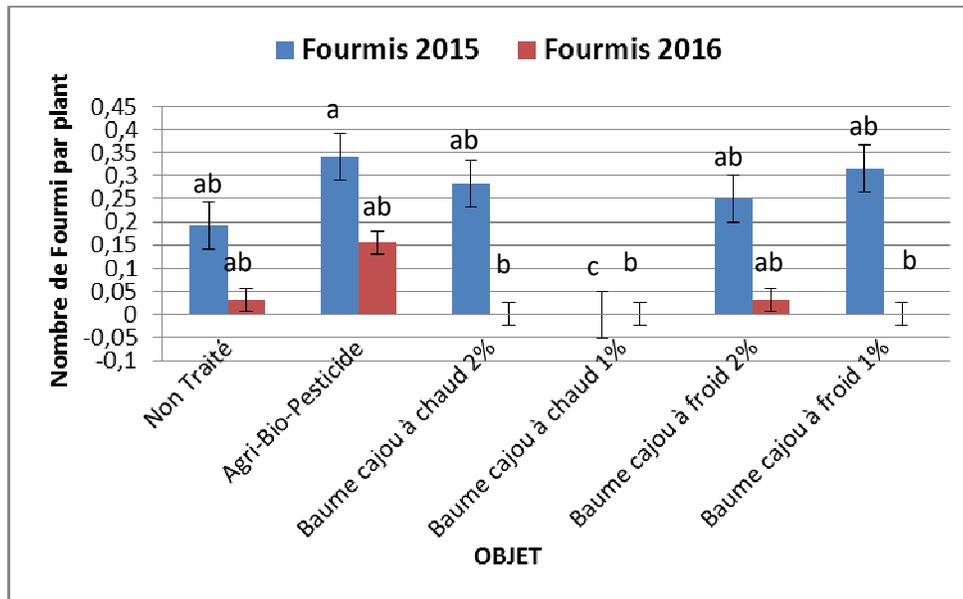
Figure 4: Nombre d'araignées recensées sur 30 plants



La figure 4 présente le nombre d'araignées rencontrées sur trente plants. Ces résultats ont été discriminants au seuil de 5% ($P = 0,02443$). Le nombre d'araignées rencontrées a varié de 0,25 araignée (Agri-bio-pesticide) à 0,91 araignée (Baume de cajou extrait à chaud et dosé à 2%). Les parcelles traitées avec le Baume de cajou extrait à chaud et dosé à 2% ont hébergé plus d'araignées que celles traitées avec l'Agri-bio-pesticide (témoin de référence) ou le Baume de cajou extrait à froid et dosé à 1%. En dehors du Baume de cajou extrait à chaud et dosé à 2%, les autres biopesticides ont présenté une performance similaire. De plus, les parcelles non traitées ont hébergé un nombre d'araignées similaires aux biopesticides comparés.

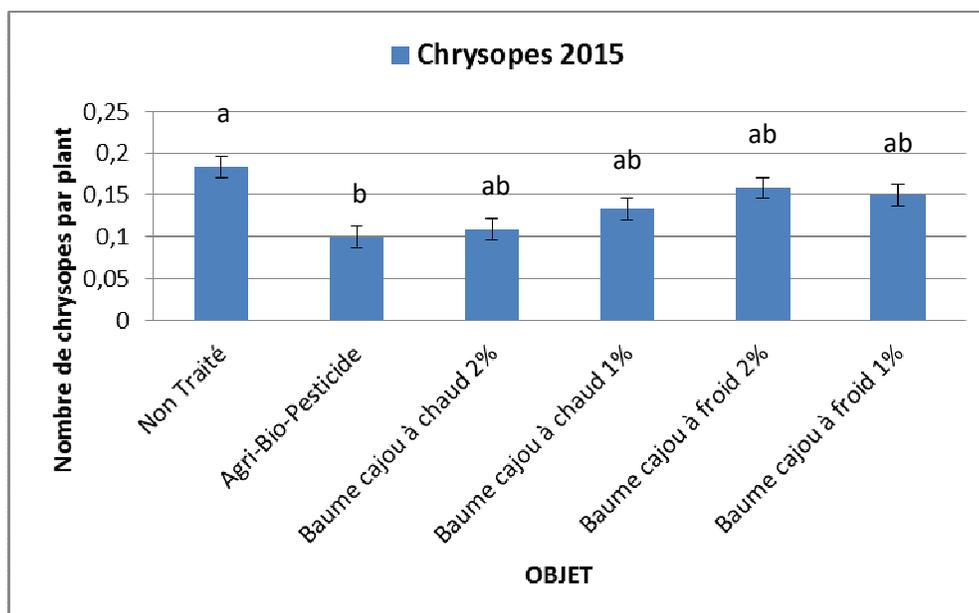
3.2.3. Dénombrement des Fourmis sur les Plants

La figure 5 montre le nombre de fourmis recensées sur trente plants de cotonnier. Ces résultats ont été très hautement significatifs à 0,1% au niveau du nombre moyen de fourmis ($P = 1,813e^{-13}$). Le nombre de fourmis a varié en 2015 de 0 fourmi (Baume de cajou extrait à chaud et dosé à 1%) à 0,34 fourmi (Agri-bio-pesticide). En 2016, ce nombre a varié de 0 fourmi (Baume de cajou extrait à chaud et dosé à 1% et 2% puis Baume de cajou extrait à froid et dosé à 1%) à 0,2 fourmi (Agri-bio-pesticide). Le nombre de fourmis recensés a été plus important en 2015 qu'en 2016. On retient qu'en 2015, l'Agri-bio-pesticide a hébergé plus de fourmis que le Baume de cajou extrait à chaud et dosé à 1%. En dehors de l'Agri-bio-pesticide, les parcelles traitées aux autres biopesticides, ont hébergé un nombre de fourmis similaire aux parcelles non traitées. En 2016, les parcelles traitées aux biopesticides comparées ont abrité un nombre équivalent de fourmis au témoin "Non Traité".

Figure 5: Nombre de fourmis recensés sur 30 plants

3.2.4. Dénombrement de Chrysopes sur les Plants

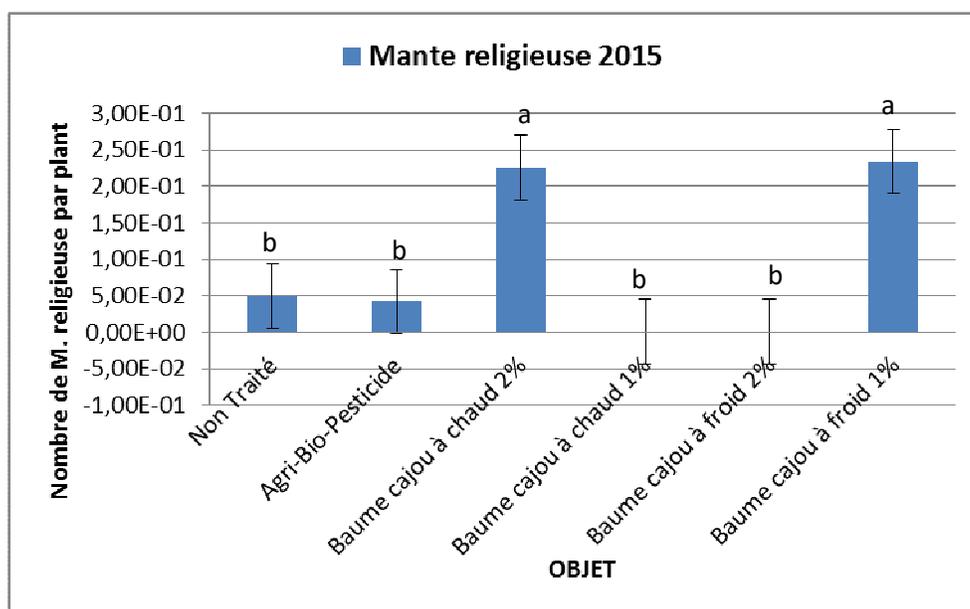
La figure 6 présente le nombre de Chrysopes rencontrées sur trente plants en 2015. Ces résultats ont été discriminants au seuil de 0,1% ($P=4.732e^{-14}$). Le nombre de Chrysopes rencontrées a varié de 0,10 Chrysope (Agri-bio-pesticide) à 0,18 Chrysope (Non Traité). Les parcelles non traitées ont hébergé plus de Chrysopes que celles traitées avec le témoin de référence, Agri-bio-pesticide. En dehors de ce dernier, les parcelles traitées avec les autres biopesticides ont hébergé un nombre similaire de Chrysopes que les parcelles non traitées. Mais il n'existe pas de différence significative entre les biopesticides comparés.

Figure 6: Nombre de Chrysopes recensées sur 30 plants

3.2.5. Dénombrement de Mantes Religieuses sur les Plants

La figure 7 montre le nombre de mantes religieuses recensées sur trente plants de cotonnier. Ces résultats ont été très hautement significatifs à 0,1% au niveau du nombre moyen de mantes religieuses ($P = 2,2e^{-16}$). Le nombre de mantes religieuses a varié de 0 mante religieuse (Baume de cajou extrait à chaud et dosé à 1% ou Baume de cajou extrait à froid et dosé à 2%) à 0,23 mante religieuse (Baume de cajou extrait à froid et dosé à 1%). Les parcelles traitées avec le Baume de cajou extrait à chaud et dosé à 2% puis celui extrait à froid et dosé à 1% ont hébergé plus de mantes religieuses que les parcelles traitées avec les autres biopesticides de même que celles non traitées.

Figure 7: Nombre de mantes religieuses recensées sur 30 plants



3.3. 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 |

4. Discussion

Le baume de cajou encore appelé Cashew Nut Shell Liquid (CNSL), issu de la coque de la noix de cajou, possède des propriétés biocides intéressantes sur certains nuisibles (Cavalcante *et al.*, 2003; Chabiet *et al.*, 2013; Chabiet *et al.*, 2014) et en particulier sur les ravageurs de niébé au champ et en stock (Kpoviessiet *al.* 2017a,b). L'usage des plantes pesticides se révèle être une pratique ancestrale en Afrique (Yarou, 2017). 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 l'émulsion d'huile de colza par Fayaloet *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 Habouet *al.* (2013), plusieurs études démontrent l'effet biocide de l'huile de *Jatropha curcas*, notamment contre des insectes ravageurs importants dont fait partie *Aphisgossypii* 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⁻¹ d'huile de *Jatropha curcas* ont été comparées au profenofos à 400 g.ha⁻¹ et à la deltaméthrine à 12,5 g.ha⁻¹. Ils ont constaté que *Aphisgossypii* 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. La dose de 1% du baume de cajou suffit donc pour contrôler les pucerons. Selon Youdeowei (2004), les feuilles et graines de neem contiennent une substance (azadirachtine que contient Agri-bio-pesticide) 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 Gnangoet *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). Plusieurs travaux ont confirmé aussi l'activité biocide du baume de cajou. En effet, selon Araùjo 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. Kpoviessiet *al.*, (2017a) ont montré que le baume de cajou peut réduire significativement les populations des nuisibles (pucerons, thrips et *Maruca*) sur la culture du niébé au champ.

Nos résultats ont révélé que le mode d'extraction (à froid ou à chaud) n'influence pas l'efficacité du baume de cajou sur les pucerons. Mais ces résultats sont contraires à ceux obtenus par Akpo (2017) qui a montré 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. Ces résultats sont aussi contraires à ceux obtenus par Kpoviessiet *al.* (2017b) qui ont montré que le baume extrait à froid a beaucoup plus d'effet sur la mortalité des bruches (*Callosobruchus maculatus*) que le baume extrait à chaud.

Au niveau des prédateurs, les parcelles non traitées ont hébergé autant de coccinelles que les parcelles traitées avec les différents biopesticides comparés. Ces derniers n'ont pas influencé la distribution des coccinelles dans les parcelles. Deravelet *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*.

Les parcelles traitées avec le Baume de cajou extrait à chaud et dosé à 2% ont hébergé plus d'araignées que celles traitées avec l'Agri-bio-pesticide (témoin de référence) ou le Baume de cajou extrait à froid et dosé à 1%. Mais, les parcelles non traitées ont hébergé un nombre d'araignées similaires aux biopesticides comparés. Ces derniers n'ont pas réduit l'abondance des araignées dans les parcelles. Selon Deravelet *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 centaines de 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 N-méthyl-D-aspartate. Les multiples cibles des venins vont limiter l'apparition d'insectes résistants.

Les parcelles traitées aux biopesticides comparés ont abrité un nombre équivalent de fourmis autémoins "Non Traité". Mais l'Agri-bio-pesticide a hébergé plus de fourmis que le Baume de cajou extrait à chaud et dosé à 1%. 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, de part 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.

Les parcelles non traitées ont hébergé plus de Chrysopes que celles traitées avec le témoin de référence, Agri-bio-pesticide. En dehors de ce dernier, les parcelles traitées avec les autres biopesticides ont hébergé un nombre similaire de Chrysopes que les parcelles non traitées. Les parcelles traitées avec le Baume de cajou extrait à chaud et dosé à 2% puis celui extrait à froid et dosé à 1% ont hébergé plus de mantes religieuses que les parcelles traitées avec les autres biopesticides de même que celles non traitées.

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 *Aphisgossypii* 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 *Alabamaargillacea* (Hübner 1823).

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 (Habouet *et al.*, 2013). L'utilisation du baume de cajou offrirait de nombreux avantages aux petits producteurs d'Afrique. En effet, en plus d'être peu onéreux, ce pesticide botanique à l'avantage d'être sain pour la santé humaine et pour l'environnement, et de ce fait contribuerait à protéger les prédateurs qui participent à la régulation naturelle des populations des ravageurs.

5. Conclusion

La culture du coton a besoin d'une protection efficace durant tous les stades de développement pour obtenir un bon rendement. Les dégâts des pucerons, *Aphisgossypii*, constatés en début et en fin de cycle du cotonnier, peuvent affecter le rendement en coton-graine.

Les résultats de cette étude montrent que le baume de cajou issu de la flore locale, présente une activité insecticide relative vis-à-vis des pucerons du cotonnier. L'utilisation du baume de cajou n'a pas réduit la densité des prédateurs rencontrés dans les parcelles d'essai. Mais le nombre de fourmis, qui ont développé des relations de mutualisme avec les pucerons, a été réduit par le baume extrait à chaud.

Des études futures devraient s'intéresser à l'identification des composés insecticides du baume de cajou, aux variétés d'anacardier particulièrement riches en ces composés, aux méthodes de formulation et d'application du baume de cajou dans les champs souffrant d'infestations de pucerons, ainsi qu'aux risques de résidus potentiels pour la santé humaine.

References Bibliographiques

- [1] AIC (Association Interprofessionnelle du Coton), 2008 : Nouvelle Approche Globale pour le développement de la filière coton au Bénin, MAEP, Cotonou, Bénin, 16 p.
- [2] Akpo A. A., 2017. Evaluation de l'efficacité des extraits des Plantes locales pour le contrôle des vecteurs du paludisme résistants aux pyréthriinoïdes au Bénin (Afrique de l'Ouest). Thèse de Doctorat de l'Université d'Abomey-Calavi. 253p.
- [3] Alavo T. B. C., 2000. Investigation on the entomopathogenic fungus *Verticilliumlecanili*(Zimm) Viegas(Hyphomycetes: Moniliceae) for the biological control of aphids (*Homoptera: Aphididae*). Verlag Dr.: Köster, Berlin; 101.
- [4] 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.
- [5] Araújo da Silva F. J., Xavier de Matos J. E., 2009. A note on the potential of CNSL in fuel blends for engines in Brazil. *Rev. Tecnol., Fortaleza* 30, 89-96.
- [6] Baudron F., Toe P., Prudent P., 2006. Production ou Conservation? « OR BLANC ou ORDURE ». Le dilemme du coton en périphérie du parc Transfrontalier W du Niger (Est Burkina Faso, Nord Bénin): Création-Diffusion des systèmes de culture agro écologiques plus durables et plus respectueux de l'environnement. Ouagadougou, Burkina-Faso: RégionalParc-W (ECOPAS).
- [7] 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>
- [8] 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.
- [9] Burnham K. P., Anderson D. R., 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach, 2nd edn. Springer, New York.
- [10] Cavalcante A. A., Rübensam G., Picada J., Silva E., Moreira F., Henriques J., 2003. Mutagenic evaluation, antioxidant potential and antimutagenic activity against hydrogen peroxide of cashew (*Anacardiumoccidentale*L.) apple juice and cajuina. *Environ. Mol. Mut* 41: 360-369.
- [11] Chabi S. K., Adoukonou-Sagbadja H., Ahoton L. E., Adebo I., Adigoun F.A., Saidou A., Kotchoni S. O., Ahanchédé A., Baba-Moussa L., 2013. Indigenous knowledge and traditional management of cashew (*Anacardiumoccidentale* L.) genetic resources in Benin. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences* 1: 375-382.
- [12] Chabi S. K., Adoukonou-Sagbadja H., Ahoton L. E., Roko G. O., Saidou A., Adeoti K., Ahanchédé A., Baba-Moussa L., 2014. Antimicrobial activity of *Anacardiumoccidentale*L. leaves and barks on pathogenic bacteria. *African Journal Microbiologyresearch* 8: 2458-2467.
- [13] 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.
- [14] Ekra A. K., 2010. Etude comparée de l'efficacité des extraits aqueux de graines de neem (*Azadirachtaindica*Juss) et de feuilles d'eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) dans la lutte contre les insectes du gombo (*Abelmoschusesculentus* L.). Mémoire d'Ingénieur en agriculture générale, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny, Ecole Supérieure d'Agronomie. 52p.
- [15] Estevez B., Domon G., Lucas E., 2000. Contribution de l'écologie du paysage à la diversification des agroécosystèmes à des fins de phytiprotection. *Phytoprotection* 81, 1-14.
- [16] Fayalo D. G., Sokenou D. F. H., Aboudou M. et Alavo C. B. T. 2014. Effet de l'huile de colza sur les populations du puceron *Aphisgossypiipour* la protection du cotonnier. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8(6): 2508-2515. DOI :<http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i6.13>.
- [17] 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>.

- [18] Geiger F., Bengtsson J., Berendse F., Weisser W.W., Emmerson M., Morales M.B., Ceryngier P., Liira J., Tscharrntke T., Winqvist C., Eggers S., Bommarco R., Pärt T., Bretagnolle V., Plantegenest M., Clement L.W., Dennis Christopher Palmer C., Oñate J.J., Guerrero I., Hawro V., Aavik T., Thies C., Flohre A., Hänke S., Fischer C., Goedhart P.W., Inchausti P., 2010. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology* 11(2), 97-105.
- [19] 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.
- [20] Gossou S. D., Mikpé A., Lawin G., 2010. Evaluation ex-ante de la mise en œuvre des stratégies du pôle de relance de la filière coton-textile au Bénin. MEF/DGAE/DPC. 86p.
- [21] Guénard B., 2007. Mutualisme fourmis pucerons et guildes aphidiphage associée: Le cas de la prédation furtive. Mémoire de maîtrise en biologie, Université du Québec à Montréal. 133p.
- [22] 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.
- [23] Kpoviessi A. D., Dossou J., Chougourou C. D., Bokonon-Ganta H. A., Francisco A. R., Fassinou-Hotegni V. N., 2017a. 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.
- [24] Kpoviessi A. D., Chougourou C. D., Bokonon-Ganta H. A., Fassinou-Hotegni V. N., Dossou J. 2017b. Bioefficacy of powdery formulations based on kaolin powder and cashew (*Anacardium occidentale* L.) balms against *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera, Chrysomelidae: Bruchinae) on stored cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *Int. J. Biol. Sci.* 1424-1436. doi: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i4.3>.
- [25] Letourneau D. K., Goldstein B., 2001. Pest damage and arthropod community structure in organic vs. conventional tomato production in California. *Journal of Applied Ecology* 38, 557-570.
- [26] McLain D. K., 1980. Relationships among ants, aphids, and coccinellids on wild lettuce. 1. *Georgia Entomol. Soc.* 15: 417-418.
- [27] 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.
- [28] 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- Prasac.
- [29] 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.
- [30] R Development Core Team., 2017. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. www.r-project.org.
- [31] 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.
- [32] 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.
- [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] 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.
- [35] Traoré O., 2008. Les succès de la lutte intégrée contre les ravageurs du cotonnier en Afrique de l'Ouest. 67^{ème} réunion plénière de l'ICAC. 11p.
- [36] 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.
- [38] Vallet C., 2006. Le neem insecticide naturel, petit guide pratique. www.hsf.France.com:images/NEEM2pdf.
- [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., AssogbaKomlan 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] Youdeowei A., 2004. Guide de vulgarisation de la lutte intégrée (Volume 4). La Pratique de la lutte intégrée en production maraichère. Ghana, MOFA, PPRD, 49 p.