

**EFFICACITE DES BIOINSECTICIDES A BASE DE L'HUILE ESSENTIELLE
DE *CYMBOPOGON SCHOENANTHUS* (L.) SPRENG CONTRE LES PUNAISES
ROUGES (*DYSDERCUS VOELKERI*, SCHMIDT)
EN CULTURE COTONNIERE AU TOGO**

**Nadio NA^{1,4*}, Bokobana EM^{1,4}, Akantetou KP², Tozouou P³,
Poutouli W³, Koba K⁴, Sanda K⁴ et C Raynaud⁵**



Nadio Nafadjara Abouwaliou

*Corresponding author email: nadiow@yahoo.fr

¹Institut Supérieur des Métiers de l'Agriculture (ISMA), Université de Kara, BP. 404 Kara-Togo

²Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA), BP 1163, Lomé, Togo.

³Laboratoire de Biologie Animale et de Zoologie, Faculté des Sciences, Université de Lomé, B.P. 1515 Lomé, Togo

⁴Laboratoire de Recherche sur les Agroressources et la Santé Environnementale (LARASE), Ecole Supérieure d'Agronomie, Université de Lomé, B.P. 1515 Lomé, Togo

⁵Laboratoire de Chimie Agro-Industrielle, Arômes et Métrologie Sensorielle, UMR 1010, INP-ENSIACET, 118, route de Narbonne, 31077 Toulouse cedex, France



RESUME

De nos jours la lutte contre les punaises rouges, ravageurs du cotonnier, se résume en l'utilisation d'insecticides chimiques de synthèse. Nombre de ces produits utilisés sont persistants et leur grande toxicité sur la santé humaine et environnementale est préoccupante. Dans la recherche d'alternatives aux insecticides chimiques de synthèse, ce présent travail de recherche vise à évaluer le potentiel insecticide des émulsions aqueuses à base de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* (L.) contre *Dysdercus voelkeri*, un des redoutables ravageurs du cotonnier au Togo. Des émulsions aqueuses à différentes concentrations ont été utilisées dans les traitements phytosanitaires sur culture cotonnière en comparaison avec des insecticides binaires vulgarisés (lambdacyhalothrine/profénofos 15/300 gha⁻¹ et cyperméthrine/acétamipride 36/8 gha⁻¹). Les dénombrements de *D. voelkeri* sur les plantes cibles de chaque parcelle élémentaire ont montré que la dose la plus forte de l'émulsion (6%) et le témoin positif (insecticide vulgarisé) ont été plus efficaces avec des densités de populations faibles de punaises respectivement de 7,14 ± 1,46 et 4,86 ± 1,84 punaises/plant. Contrairement les autres doses (4 et 2%) d'émulsions à base de l'huile essentielle de *C. schoenanthus* ont eu dans leurs parcelles respectivement 39,57±5,81 et 45,28±3,92 punaises/plant et le témoin (55,71 ± 5,23 punaises/plant). L'analyse sanitaire des jeunes capsules tombées sous les cotonniers a révélé que la dose la plus forte de l'émulsion (6%) et le témoin positif ont réduit respectivement les piqûres des punaises de 71,40 et 72,33% par rapport au témoin. Les taux de réduction des piqûres dans les parcelles à traitements de 4 et 2% de l'émulsion ont été faibles avec des taux respectifs de 55,32% et 22,83%. Ces résultats révèlent clairement que l'émulsion aqueuse formulée et testée dans l'étude peut réduire significativement les attaques de ces ravageurs. Cette étude montre la possibilité de l'utilisation de l'huile essentielle de *C. schoenanthus* comme matière première dans la formulation de biopesticide comme alternative aux insecticides chimiques de synthèse dans la lutte contre les punaises rouges du cotonnier au Togo.

Mots clés: *Cymbopogon schoenanthus*, insecticide, émulsion aqueuse, *Dysdercus voelkeri*, cotonnier, capsules



ABSTRACT

Currently, the fight against red bugs, a pest of the cotton plant, is limited to the use of synthetic chemical insecticides. Many of the products used are persistent and their high toxicity to human health and the environment is of concern. In the search for alternatives to synthetic chemical insecticides, the aim of this research work was to evaluate the insecticidal potential of aqueous emulsions based on the essential oil of *Cymbopogon schoenanthus* (L.) against *Dysdercus voelkeri*, one of the redoubtable pests of cotton plant in Togo. Aqueous emulsions at different concentrations were used in phytosanitary treatments on cotton crop compared to vulgarized binary insecticides (lambdacyhalothrin/profenofos 15/300 gha⁻¹ and cypermethrin/acetamiprid 36/8 gha⁻¹). *D. voelkeri* counts on target plants of each elementary plot revealed that the highest dose of the emulsion (6%) of *C. schoenanthus* essential oil and the control (vulgarized insecticide) were more effective with low bug population densities of 7.14 ± 1.46 and 4.86 ± 1.84 bugs/plant, respectively. On the contrary, the other doses (4 and 2%) of emulsions based on *C. schoenanthus* essential oil had in their plots respectively 39.57 ± 5.81 and 45.28 ± 3.92 bugs/plant and the control (55.71 ± 5.23 bugs/plant). Health analysis of the young cotton bolls that fell under the cotton plants revealed that the highest dose of the emulsion (6%) and the control reduced stings by 71.40 and 72.33 % respectively, compared to the control. Stings reduction rates in plots with treatments of 4 and 2% of the emulsion were low with rates of 55.32 and 22.83 %, respectively. These results clearly show that the aqueous emulsion formulated and tested in the study can significantly reduce attacks of these pests. This study shows the possibility of using the essential oil of *C. schoenanthus* as a raw material in the formulation of biopesticide as an alternative to synthetic chemical insecticides in the control of cotton plant red bugs in Togo.

Key words: *Cymbopogon schoenanthus*, insecticide, aqueous emulsion, *Dysdercus voelkeri*, cotton plant, bolls



INTRODUCTION

Le coton-graine constitue dans la sous-région ouest africaine l'un des principaux produits de rente et occupe une place centrale dans l'économie de l'ensemble des pays producteurs. La production totale de coton-graine a été de 1,06 millions de tonnes en 2019 et représentait environ 6% des exportations mondiales pour près de 3,5% de la superficie cotonnière dans le monde [1, 2]. Le coton occupe le premier rang des produits agricoles d'exportation au Togo et le quatrième rang des produits d'exportation après le clinker, le ciment et les phosphates. Il est l'un des produits agricoles qui contribue de manière substantielle au Produit Intérieur Brut à hauteur de 1 à 4,3% selon les années [3, 4]. Selon les statistiques du ministère de l'agriculture du Togo (2019), le secteur cotonnier occupe directement près de 281 000 producteurs et fait vivre directement ou non, près de 2,6 millions de personnes sur les 6 millions d'habitants que compte le pays. Il constitue une source de croissance potentielle avec des répercussions positives sur les revenus des cotonculteurs et les ressources de l'Etat. Il est de ce fait, un important facteur de lutte contre la pauvreté en milieu rural [4].

L'importance économique et sociale de cette culture de rente est fragile, en raison des aléas climatiques, des prix de revient et de vente, de la politique de développement, des cours internationaux et des dogmes changeants des bailleurs de fonds et surtout des facteurs entomologiques. Dans ce dernier cas, le cotonnier est une plante attaquée par plusieurs groupes de ravageurs qui se nourrissent de ses feuilles, de ses capsules ou de sa sève. Il est l'une des plantes les plus attaquées au monde. Ces nuisibles sont entre autres les Coléoptères, les Hétéroptères, les Homoptères et les Lépidoptères [4, 5].

En l'absence de toute protection phytosanitaire, les pertes de récolte peuvent varier en moyenne de 40 à 70% selon les zones agro écologiques et les années dans la sous-région de l'Afrique de l'ouest. Les pertes totales varient de 30 % dans les cas les plus bénins à plus de 90 % dans les conditions de parasitisme intense [5].

Parmi ces insectes nuisibles, nous avons les punaises rouges, espèces appartenant au genre *Dysdercus* (Hétéroptères, Pyrrhocoridae) dont l'écologie et la morphologie ont été étudiées par plusieurs auteurs [6, 7]. Au Togo, le genre *Dysdercus* est représenté par plusieurs espèces (*D. fasciatus*, *D. superstiosus* et *D. voelkeri*) dont la plus abondante sur culture cotonnière reste *D. voelkeri* [8]. Une forte infestation de ces dernières entraîne des dégâts majeurs (chutes des boutons floraux, ouverture prématurée des capsules vertes, pourriture interne et momification des capsules) sur le rendement. Pour lutter contre ces nuisibles, les cotonculteurs ont recours aux insecticides chimiques de synthèse utilisés à grandes échelles afin de réduire les pertes de production. Ces insecticides chimiques utilisés au Togo appartiennent à plusieurs familles d'insecticides chimiques (organophosphorés, pyréthrinoides, néonicotinoïdes, et cetera). Parallèlement à leurs effets bénéfiques dans la défense des cultures, ces pesticides expriment en sourdine leurs effets néfastes sur la santé humaine et environnementale [9, 10].

Face aux nuisances écologiques des pesticides chimiques de synthèse, l'une des solutions est le développement de nouvelles méthodes de lutte par l'utilisation de



plantes ou d'extraits de plants possédant des propriétés insecticides. Ainsi, l'objectif de ce travail de recherche a été d'évaluer les propriétés insecticides de l'émulsion aqueuse à base de l'huile essentielle de *C. schoenanthus* contre les *D. voelkeri*, un des ravageurs de la culture cotonnière en Afrique de l'Ouest et particulièrement au Togo en comparaison au programme de protection vulgarisé.

MATERIEL ET METHODES

Site expérimental

Les plants de cotonnier ont été cultivés sur les parcelles de la Station d'Expérimentation Agronomique de Lomé (SEAL) de l'Université de Lomé. Le site expérimental de Lomé est soumis à un régime climatique du Sud du Togo caractérisé par quatre saisons dont : la grande saison sèche (décembre à mars), la grande saison des pluies (avril à juin), la petite saison sèche (juillet à août) et la petite saison des pluies (mi-septembre à fin octobre). La pluviosité annuelle a été de 745,91 mm d'eau et la température moyenne annuelle de 29°C. La parcelle d'essai était située sur la terre de barre de Lomé [11].

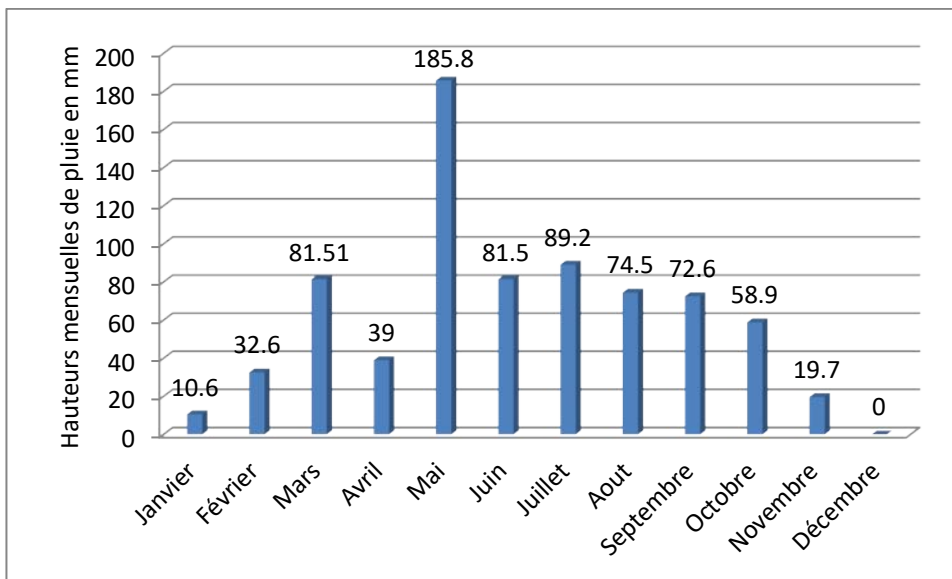


Figure 1: Histogramme de cumul mensuel de hauteur de pluie

Matériel

L'huile essentielle de *C. schoenanthus*

L'huile essentielle de *C. schoenanthus* utilisée a été mise à notre disposition par le Laboratoire de Recherche sur les Agroressources et la Santé Environnementale (LARASE) de l'Ecole Supérieure d'Agronomie de l'Université de Lomé. Elle a été obtenue par la technique d'extraction par entraînement à la vapeur d'eau de la biomasse sèche avec un rendement de 3,5%. Elle est incolore et contiendrait d'après Koba *et al.* [12], vingt-deux composés représentant 99,59% des composés identifiés avec la pipéritone (69,80%) et la δ -2-carène (18,48%) comme composés majoritaires. Cet échantillon d'huile essentielle de *C. schoenanthus* est constitué principalement d'hydrocarbures monoterpéniques (22,77%), des monoterpènes oxygénés (71,97%),

accessoirement des hydrocarbures sesquiterpéniques (2,71%) et des sesquiterpènes oxygénés (2,14%).

Matériel végétal

L'espèce *Gossypium hirsutum*, variété STAM129A a été la culture cotonnière qui a servi d'hôte aux populations de punaises rouges. C'est une variété créée à la Station Anié Mono, dont elle porte le sigle, et vulgarisée au Togo et ailleurs dans la sous-région ouest africaine. Elle est de taille courte (80 cm à 1 m), avec un cycle de 5 mois, un rendement en coton graine de 2,5 à 2,7 T/ha et un rendement à l'égrenage de 43 à 45%. Elle est dotée de bonnes caractéristiques technologiques : fibre longue, fine, tenace et bien blanche [13].

Matériel entomologique

Les punaises rouges du cotonnier, *Dysdercus spp.* dont la plus importante *D. voelkeri* a fait l'objet du suivi de dynamique de population. L'infestation s'est faite de manière naturelle sans aucune action humaine.

Méthodes

Dispositif expérimental installé et conduite de l'essai

C'est un dispositif en bloc de Fisher à 4 répétitions comportant chacune 5 traitements (objets) par répétition. Trois (3) traitements (T_{HE1} , T_{HE2} et T_{HE3}) correspondent à différentes concentrations d'émulsions aqueuses à base d'huile essentielle de *C. schoenanthus* ; un (1) traitement avec les insecticides commerciaux vulgarisés (TV, témoin positif) et le dernier qui ne reçoit aucun traitement insecticide a servi de témoin absolu (ST). Le traitement T_{HE1} correspond à la concentration faible d'émulsions aqueuses de *C. schoenanthus* (2%), T_{HE2} à la concentration moyenne (4%) et enfin, T_{HE3} à la forte concentration (6%) soit respectivement à 0,6 ; 1,2 et 1,8 L/ha. Les insecticides chimiques de synthèse étaient les formulations binaires lambda-cyhalothrine/profénofos 15/300 gha⁻¹ et cyperméthrine/acétamipride 36/8 gha⁻¹ utilisées respectivement à 1L et 0,5L par hectare (doses vulgarisées). Chaque traitement est composé de 5 billons de 6 m de long et seuls, les 3 billons centraux ont été traités. Une répétition est séparée de sa voisine par une distance de 1,5 m.

Les traitements sont faits avec des pulvérisateurs de contenance 16L chaque deux semaines à partir du 40^{ème} jour après le semis jusqu'à six (6) fois à intervalle de 14 jours entre deux traitements. Le traitement vulgarisé (TV) a été réalisé conformément au traitement adopté par les paysans en milieu rural : trois (3) traitements réalisés avec la formulation binaire lambda-cyhalothrine/profénofos suivis par trois autres traitements réalisés avec la formulation binaire cyperméthrine/acétamipride.

Le schéma cultural adopté est celui qui est recommandé en milieu paysan (0,8m x 0,3m). La dose de semis exécutée a été de 5 graines par poquet. Le démariage a eu lieu trois semaines après le semis et deux plants sont maintenus par poquet (83333 plants/ha). Le contrôle des plantes adventices a été fait par désherbage avant le semis et le premier sarclage a eu lieu au moment du démariage. Deux types de fumure minérale ont été apportés : le NPKSB (12-20-18-5-1) et l'Urée (46 % d'azote) aux doses respectives de 150 et 50 kilogrammes à l'hectare.



Observation et collecte des données sur la dynamique et les dégâts des punaises rouges

Les observations et collectes des données sont hebdomadaires et ont consisté au comptage à vue des *D. voelkeri* sur 10 plants choisis au hasard sur les lignes centrales de chaque parcelle élémentaire. Ce dénombrement se fait sur tous les organes aériens de la plante. Cette activité a couvert une période de 12 semaines (toute la durée des traitements). Le nombre d'individus comptés sur chaque plant est porté sur des fiches de collecte de données spécifiques à chaque répétition.

L'évaluation des dégâts sur les organes fructifères associés au comportement alimentaire des punaises rouges a été évaluée. En effet pour évaluer l'importance de l'impact des punaises sur le cotonnier, des observations ont été effectuées sur les jeunes capsules et l'analyse de leur état sanitaire interne par dissection a permis de bien comprendre le niveau des dégâts de ces insectes. Les jeunes capsules tombées sous les cotonniers ont été ramassées entre les interlignes de chaque parcelle élémentaire conjointement lors des séances de comptages des punaises.

L'analyse sanitaire proprement dite a été faite au laboratoire sous une loupe binoculaire. Elle a consisté à ouvrir les jeunes capsules suivant les lignes de sutures intercarpellaires à l'aide d'un scalpel. A l'intérieur de chaque capsule ainsi ouverte, la présence de cals (excroissances) sur la face interne des carpelles caractéristiques des piqûres de *Dysdercus* a été identifiée [14].

Les analyses détaillées de ces organes ont été faites sur la base des critères suivants :

- **Jto**: nombre total cumulé de jeunes capsules ramassées;
- **Jpi**: nombre total cumulé de jeunes capsules piquées par les punaises rouges;
- **Jat**: nombre total cumulé de jeunes capsules attaquées par d'autres insectes;
- **Jsa**: nombre total cumulé de jeunes capsules saines.

Traitement des données

L'analyse statistique des moyennes des taux d'infestation des plants ainsi que les taux moyens de dégâts occasionnés sur les jeunes capsules a été réalisée à l'aide du logiciel STATISTICA 6.0. Le test de Duncan au seuil de 5 % a permis de discriminer les groupes homogènes des moyennes des différentes données. Les courbes et histogrammes décrivant la tendance de l'évolution spatio-temporelle des infestations ont été faits à l'aide du tableur Excel.

RESULTATS ET DISCUSSION

Dynamique de la population de *D. voelkeri* après traitement aux émulsions aqueuses d'huile essentielle de *C. schoenanthus*

Le test de Duncan au seuil de 5% a regroupé les traitements en plusieurs groupes homogènes (Figure 2). Les parcelles traitées avec l'émulsion aqueuse à 6% d'huile essentielle (T_{HE3}) et l'insecticide vulgarisé (TV) ont été celles qui ont abrité moins de punaises rouges avec des moyennes respectives de $7,14 \pm 1,46$ et $4,86 \pm 1,84$ punaises/plants, ensuite viennent les parcelles les plus attaquées, traitées avec les



concentrations d'huile essentielle à 2% (T_{HE1} : $45,28 \pm 3,92$ punaises/plants), à 4% (T_{HE2} : $39,57 \pm 5,81$ punaises/plants) et le témoin ST: $55,71 \pm 5,23$ punaises/plants (Figure 2). Les traitements aux émulsions aqueuses de l'huile essentielle de *C. schoenanthus* et de l'insecticide vulgarisé ont réduit la population des punaises rouges sur les cotonniers. L'analyse de variance a révélé une différence significative entre les traitements ($p = 0,0015 < 0,05$). La dose de l'émulsion aqueuse qui a eu plus d'impact positif en réduisant le nombre de punaises est celle qui est à 6% (T_{HE3}).

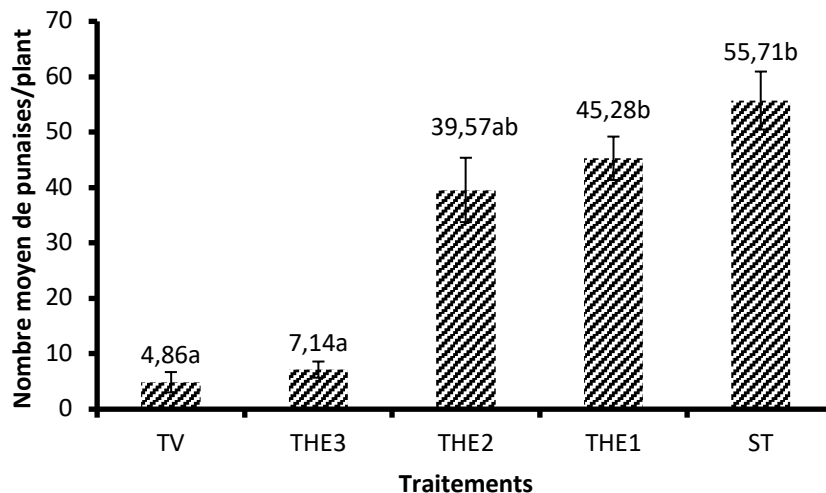


Figure 2: Nombre moyen de punaises rouges par plants en fonction des traitements phytosanitaires. Les histogrammes portant une lettre commune ne sont pas significativement différents selon le test de Duncan au seuil de 5%

Les différents niveaux d'infestations des cotonniers par les punaises rouges ont connu une variation suivant les différents traitements phytosanitaires. Dans tous les cas, les infestations ont connu une variation temporelle caractérisée par des pics faibles dans certaines parcelles élémentaires ($T_{HE3} = 11$ punaises/plant et $TV = 9$ punaises/plant). Dans ces parcelles traitées avec l'émulsion aqueuse de l'huile essentielle (T_{HE3}) et l'insecticide vulgarisé (TV), les populations de punaises rouges sont restées relativement constantes durant tout le cycle du cotonnier (Figures 3). Elles ont connu une infestation faible montrant l'efficacité de ces traitements phytosanitaires à protéger les cotonniers. Les parcelles qui ont été traitées à l'émulsion aqueuse à 2% d'huile essentielle de *C. schoenanthus* (T_{HE1}) ont connu une évolution rapide de leurs populations allant de 2 punaises/plant au début des observations (34^{ème} jas) à un niveau de populations de 101 punaises rouges/plant à la fin (118^{ème} jas). Dans les parcelles de T_{HE2} (4%) également, l'on a observé une évolution rapide de la population de 3 punaises/plant du 34^{ème} jas à un niveau d'infestation de 98 punaises rouges/plant au 118^{ème} jas. Quant aux parcelles témoins absolues non traitées à l'insecticide vulgarisée ni aux émulsions aqueuses d'huile essentielle, il y a une augmentation exponentielle des populations de punaises rouges caractérisée par 2 punaises rouges/plant au début des comptages à 108 punaises rouges/plant à la fin des observations (118^{ème} jas). Elles

ont abrité tout au long de la période de dénombrement, plus de punaises rouges par plants de cotonniers.

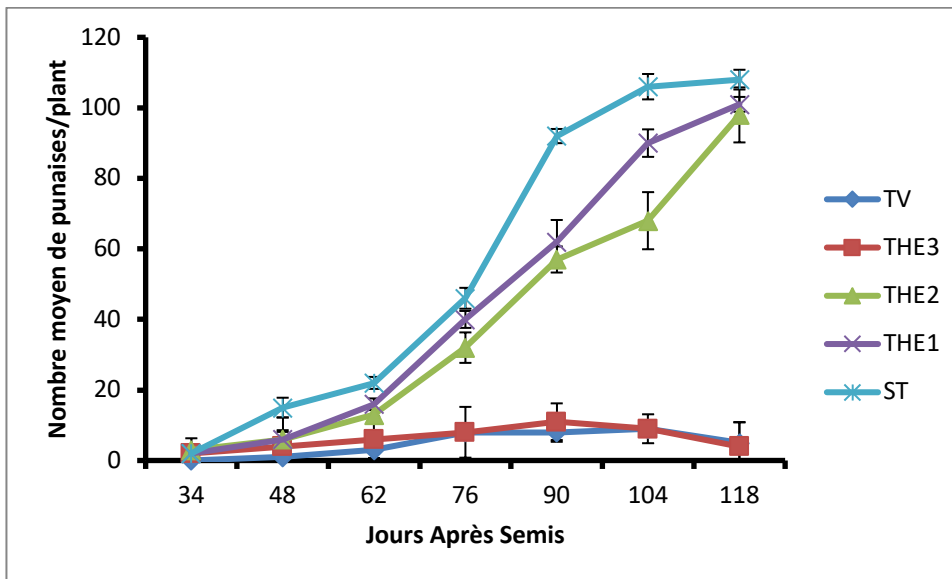


Figure 3: Evolution temporelle de la population de punaises rouges par plant en fonction des différents traitements phytosanitaires

Analyse sanitaire des jeunes capsules

Les résultats de l'analyse sanitaire des jeunes capsules sont présentés dans le tableau 1. Les traitements bioinsecticides pendant ces périodes n'ont pas seulement réduit les piqûres des punaises mais aussi protégés ces jeunes capsules contre les autres ravageurs. Les données analysées de cette période de production et de chute des jeunes capsules ont montré des différences significatives entre les moyennes des jeunes capsules tombées dans les différentes modalités de traitement ($p = 0,0095$). Le nombre total moyen de jeunes capsules tombées dans les parcelles T_{HE1} (135,41) et T_{HE2} (130,75) a été plus élevé qu'en TV (107) et T_{HE3} (111) mais est resté significativement différent de celui de ST (163) ($p = 0,003$) (Tableau 1).

L'analyse de variance des pourcentages moyens de jeunes capsules piquées dans les parcelles a montré également une différence significative au test de Duncan au seuil de 5% ($F = 101,88$; $ddl = 4$; 10 , $p < 0,00001$). Les parcelles TV et T_{HE3} ont présenté de faibles pourcentages de piqûres (TV = $4,75 \pm$ capsules piquées et $T_{HE3} = 4,91 \pm$ capsules piquées) ; les traitements effectués sur ces parcelles ont réduit respectivement les piqûres de 72,33% et 71,40% par rapport au témoin absolu. Egalement les taux de réduction des piqûres dans les modalités de traitements T_{HE1} et T_{HE2} ont été respectivement de 22,83% et 55,32% par rapport témoin absolu.

Les punaises rouges du cotonnier ont été sensibles aux émulsions aqueuses à base d'huile essentielle de *C. schoenanthus*. Par rapport aux parcelles non traitées, toutes les doses de l'émulsion aqueuse ont réduit le nombre d'individus sur les plants de cotonniers ($T_{HE3} = 7,14 \pm 1,46a$; $T_{HE2} = 39,57 \pm 5,81ab$; $T_{HE1} = 45,28 \pm 3,92b$ et ST = $55,71 \pm 5,23b$ punaises/plants). L'analyse des courbes a montré une croissance lente de

la population des punaises rouges dans toutes les parcelles pendant les quatre (4) premières semaines du comptage (34-62 jas) marquée par une forte pluviométrie (30 septembre-25 octobre). Les individus composant cette population pendant cette période sont très actifs et mobiles caractéristique des nouvelles générations migratoires composées de jeunes adultes, mâles et femelles, encore vierges. Des observations similaires ont été rapportées par plusieurs auteurs [7, 14, 15] sur le vol migratoire et la colonisation de nouvel habitat par les punaises rouges. Les semaines suivantes sont caractérisées par une augmentation très remarquable du nombre moyen de punaises rouges par plant dans tous les traitements particulièrement sur les parcelles ST, T_{HE1} et T_{HE2}. Cette période correspondant au mois de novembre est marquée par une baisse des précipitations (19,7mm) et l'abondance des capsules (fructification) attirant ainsi les punaises rouges. Elle est également propice à la reproduction et à la croissance surtout les œufs et les jeunes larves étant particulièrement sensibles aux fortes précipitations se développent mieux pendant cette période [6, 14, 15]. De nombreux agrégats de punaises rouges sont apparus sur les parcelles ST et T_{HE1}. A partir de la dixième semaine, on a noté une baisse générale du nombre d'individus par plant dans certaines parcelles (T_{HE1} et ST) et cela a continué jusqu'à la fin des comptages. Les punaises rouges rencontrées sur ces cotonniers sont des individus adultes aptères et la plupart se sont repliées sur les bordures du champ. Cette période est marquée par la rareté de la nourriture c'est-à-dire la réduction des capsules, l'assèchement des capsules ouvertes et le durcissement des graines ; Cela confirme les observations faites par plusieurs auteurs [7, 14, 15] qui ont affirmé que les habitats fréquentés par les punaises rouges sont toujours précaires puisqu'une nouvelle génération composée de jeunes mâles et femelles effectue un vol migratoire à la recherche d'un nouvel habitat tandis que l'ancienne génération (adultes sexuellement mûrs ayant subi l'histolyse des muscles alaires) disparaît suite à la rareté de la nourriture.

Quant à l'efficacité insecticide de ces produits contre les punaises rouges, comparativement aux parcelles non traitées, le traitement TV a réduit de 91,27% l'infestation des cotonniers par les punaises rouges, le traitement T_{HE3} de 87,18%, le traitement T_{HE2} de 28,97% et pour le traitement T_{HE1} de 18,72%. Les traitements TV et T_{HE3} ont été efficaces puisqu'ils ont considérablement réduit plus de la moitié des punaises pouvant causer de véritables dégâts sur les cotonniers. Les autres traitements à l'émulsion aqueuse à base d'huile essentielle de *C. schoenanthus* (T_{HE1} et T_{HE2}) ont également réduit les infestations mais statistiquement non significatif pour T_{HE1} par rapport au témoin ST (T_{HE1}=45,28 ± 3,92b et ST= 55,71 ± 5,23b punaises/plants). Il y a eu également un effet dose-réponse au niveau des différentes concentrations de l'émulsion, car plus la formulation a été concentrée en huile essentielle, le nombre des punaises rouges sur les plants de cotonniers traités a diminué. Efficaces à doses élevées sur ces punaises rouges, les huiles essentielles de *C. schoenanthus* sont composées de différentes matières actives qui agissent sur ces dernières en perturbant le fonctionnement de leur système nerveux [16, 17].

Quant aux piqûres dues aux punaises rouges, il ressort de ces résultats que les émulsions à base d'huile essentielle de *C. schoenanthus* ont réduit de façon significative les dégâts des punaises sur les organes fructifères des plants de cotonniers. La réduction des dégâts sur les capsules s'accorde bien avec les observations faites sur



la dynamique de la population des punaises. En effet, le suivi des fluctuations de la population des punaises rouges a montré que les parcelles ayant un nombre élevé d'individus de punaises rouges ont subi plus de dommages. Cette pullulation des insectes serait à l'origine des différences du niveau des dégâts dans les modalités de traitement. Ces résultats sont similaires à ceux de Tozoou [18] qui a affirmé que les pullulations de *D. voelkeri* seraient à l'origine de l'augmentation des capsules endommagées.

Ces résultats confirment les propriétés insecticides de l'émulsion aqueuse de l'huile essentielle de *C. schoenanthus* observées sur les punaises rouges au cours de nos travaux de laboratoire [17]. L'activité insecticide de l'huile essentielle de *C. schoenanthus* contre les punaises peut se résumer en deux effets synergiques ou non, qui sont neurotoxiques et physiques. D'après Nyamador [16], les huiles essentielles attaquent le système nerveux de l'insecte en modifiant l'excitabilité des cellules nerveuses ou en inhibant une enzyme clé, comme l'acétylcholinestérase. Elles peuvent également recouvrir les larves et boucher leurs orifices respiratoires (stigmates) d'un film imperméable qui les asphyxient et les dessèchent. Les huiles essentielles possèdent des propriétés dites solvantes sur les insectes. En effet, leurs composés alcooliques et cétoniques dissolvent les téguments des insectes [19, 20].

La toxicité de l'huile essentielle de *C. schoenanthus* pourrait également s'expliquer par sa forte teneur en pipéritone (69,80%) ; c'est une cétone qui a des propriétés permettant de dissoudre les lipoprotéines constitutives de la cuticule des insectes. Cette molécule active et volatile agirait par contact sur les téguments de *Callosobruchus maculatus* [16, 20]. Cependant, l'effet synergie entre la pipéritone et le δ -2-carène pourrait aussi expliquer cette efficacité insecticide de l'huile essentielle de *C. schoenanthus* car les effets toxiques synergiques du limonène et de l' α -terpinéol sont bien connus [15, 16, 20].

CONCLUSION

Tous ces produits testés ont présenté une activité insecticide évidente contre les punaises rouges du cotonnier puisqu'ils ont réduit par rapport au témoin absolu, la population de punaises sur les cotonniers. Par contre, ils ont exprimé différemment leurs efficacités insecticides. Cette étude a révélé que les formulations d'émulsions à base d'huile essentielle de *C. schoenanthus* peuvent avoir un effet positif sur la régulation des populations de punaises rouges en culture cotonnière. Apparemment moins efficace à faible dose, cette émulsion aqueuse à une forte dose plus que 6%, pourrait être plus efficace que l'insecticide vulgarisé sur les punaises rouges. Il apparaît donc comme un moyen de lutte efficace contre ces ravageurs. Toutefois dans un intérêt économique et écologique, il serait intéressant de mener des études complémentaires et approfondies surtout des essais sur sa rémanence et sa volatilité.



Tableau 1: Effet des traitements sur l'état sanitaire des jeunes capsules

Traitements	Nombre de jeunes capsules ramassées			
	Jto	Jpi	Jat	Jsa
THE1	135,41±2,30b	13,25±2,06c	22,67±5,8c	99,49±2,7b
THE2	130,75±2,66b	7,67±2,40b	17,58±3,8b	105,5±3,2c
THE3	111,00±2,40a	4,91±2,10a	15,41±2,2a	90,68±1,6a
TV	107,00±2,33a	4,75±3,58a	15,17±6,6a	87,08±2,3a
ST	163,00±1,99c	17,17±2,36d	38,17±4,1d	107,66±3,6c

A l'intérieur d'une même colonne, les moyennes affectées d'une même lettre ne diffèrent pas statistiquement entre elles (test de Duncan, $p \leq 0,05$)

REFERENCES

1. **FAO.** United Nations Food and Agriculture Organisation. Produire Plus avec Moins. Guide à l'Intention des Décideurs sur l'Intensification Durable de l'Agriculture Paysanne. FAO, Rome, 2011.
2. **PR-PICA.** Programme Régional de Production Intégrée du Coton en Afrique. Acte de la 12ème Réunion bilan PR-PICA, Cotonou – Bénin, 2019.
3. **Gbakenou KI, Akantetou KP, Tokoro A, Bolowa A, Tchagodomou O, Toky P, Ayeva B et KK Djagni** Situation sur les principales cultures de rente du Togo: coton, café, cacao et noix de coco. ITRA. 2007: 9-33.
4. **NSCT.** Rapport de synthèse de la Direction de Soutien à la Production (DSP) à la rencontre de présentation du bilan d'activités 2019 et au lancement de la campagne de production cotonnière 2020/2021, Kara-Togo, 2020.
5. **Traore O** Les succès de la lutte intégrée contre les ravageurs du cotonnier en Afrique de l'Ouest. INERA, Ouagadougou-Burkina-Faso, 2008.
6. **SPV.** Service Protection des Végétaux. Fiche technique sur la punaise rouge du cotonnier (*Dysdercus voelkeri* Schmidt). SPV-Niger (Niamey). 2018: 1-6
7. **Nadio NA** Etude des propriétés insecticides de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng sur les larves de stades III, IV, V et les adultes de *Dysdercus voelkeri* Schmidt (Heteroptera: Pyrrhocoridae) au Togo. Thèse Doctorat. UL/ESA. 2017:1-164.
8. **Akantetou KP** Etude de la dynamique de population d'Aphis gossypii Glover, 1877, ravageur du cotonnier (Homoptera: Aphididae) et potentiel aphicide des huiles essentielles d'*Ocimum canum* Sims et d'*Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae). Thèse de Doctorat, Université de Lomé (Togo). 2015: 1-195.
9. **Saiyed H, Dewan A, Bhatnagar V, Shenoy U, Shenoy R, Rajmohan H, Patel K, Kashyap R, Kulkarni P and B Rajan** Effect of endosulfan on male reproductive development. Environ. Health Perspect. 2003; **111**:1958–1962.
10. **Lemaire G, Terouanne B, Mauvais P, Michel S and R Rahmani** Effect of organochlorines pesticides on human androgen receptor activation in vitro. Toxicol. Appl. Pharmacol. 2004; **196** :235–246.
11. **Gù-Konu YE et G Laclavère** Atlas du Togo, Éditions Jeune Afrique, 1981: 1-64.
12. **Koba K, Sanda K, Raynaud C, Nenonéné YA, Millet J et JP Chaumont** Activités antimicrobiennes d'huiles essentielles de trois *Cymbopogon sp* africains vis-à-vis des germes pathogènes d'animaux de compagnies. Ann. Méd. Vét., 2004; **148**: 202-206.



13. **MAEP.** Deuxième rapport sur l'état des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture au Togo. MAEP-Lomé, 2007. 1-66.
14. **Poutouli W** Evaluation des dommages des punaises (Heteroptera) et des chenilles (Lepidoptera) du cotonnier au Togo. J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo). 2006 ; **8(1)** : 61-67.
15. **Stanisçuaski F, Ferreira-DaSilva CT, Mulinaria F, Pires-Alves M and CR Carlini** Insecticidal effects of canatoxin on the cotton stainer bug *Dysdercus peruvianus* (Hemiptera: Pyrrhocoridae). Toxicon. 2005; **45 (6)**: 753-760.
16. **Nyamador SW** Influence des traitements à base d'huile essentielle sur les capacités de reproduction de *Callosobruchus subinnotatus* Pic. et de *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae): Mécanisme d'action de l'huile essentielle de *Cymbopogon giganteus* Chiov. Thèse de doctorat de l'Université de Lomé, FDS. 2009:1-177.
17. **Nadio NA, Koba K, Poutouli W, Akantetou P, Laba B, Bokobana EM, Raynaud C et K Sanda** Activités insecticides de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng. sur les larves de stade II de *Dysdercus voelkeri* Schmidt (Heteroptera: Pyrrhocoridae). *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*. 2013; **035** : 8 – 14.
18. **Tozoou P, Poutouli W, Akantetou PK, Ayeva B, Nadio AN, Bokobana EM, Bonfoh B, Koba K et K Sanda** Evaluation des dégâts des Punaises (Heteroptera) sur les capsules vertes de cotonnier en fonction des traitements chimiques au Togo. Science de la vie, de la terre et agronomie *REV. CAMES*. 2014; **2 (2)** : 28-34.
19. **Agossou AB** Evaluation comparative des effets insecticides de trois plantes locales: *C. schoenanthus* L., *J. Curcas* L. et *O. gratissimum* L. sur des ravageurs du chou: *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Hyponomeutidae) et *Aphis spiraecola* (Homoptera: Aphididae). Mémoire d'Ingénieur Agronome ESA/ UL, Lomé. 2001: 1-52.
20. **Sanda K, Koba K, Poutouli W, Idrissou N and AB Agossou** Pesticidal Properties of *Cymbopogon schoenanthus* Against the Diamondback Moth *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Hyponomeutidae). Science and Technology. 2006: 212-217.