

# **Evaluation de L'effet Insecticide et Insectifuge du Baume de Cajou sur les Insectes Nuisibles du Niébé *Vigna Unguiculata* (L.) Walp. au Champ**

**Evaluation of Insecticidal Effect of Cashew Balm on Insects' Pests of Cowpea  
*Vigna Unguiculata* (L.) Walp. in the Field**

**Dieudonné A. Kpoviessi**

*Corresponding Author, Laboratoire d'Entomologie Agricole (LEAg)  
Faculté des Sciences Agronomiques*

*Université d'Abomey-Calavi (FSA/UAC) - 01 BP 526 Cotonou, République du Bénin*

*E-mail: akpoviessi@gmail.com; kakovognon@yahoo.com*

*Tél: (+229) 96 23 41 16 / (+229) 95 08 10 07*

**Joseph Dossou**

*Laboratoire de Bioingénierie des Procédés Alimentaires*

*Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi (FSA/UAC)*

*01 BP 526 Cotonou, République du Bénin*

**Daniel C. Chougourou**

*Laboratoire de Recherche et d'Etude en Biologie Appliquée (LARBA)*

*Département de Génie de l'Environnement, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi  
Université d'Abomey-Calavi (EPAC/UAC) - B.P. 2009 Cotonou, République du Bénin*

**Aimé H. Bokonon-Ganta**

*Laboratoire d'Entomologie Agricole (LEAg), Faculté des Sciences Agronomiques  
Université d'Abomey-Calavi (FSA/UAC) - 01 BP 526 Cotonou, République du Bénin*

**Rachidi A. Francisco**

*Laboratoire d'Entomologie Agricole (LEAg), Faculté des Sciences Agronomiques  
Université d'Abomey-Calavi (FSA/UAC) - 01 BP 526 Cotonou, République du Bénin*

**Nicodème V. Fassinou-Hotegni**

*Laboratoire d'Entomologie Agricole (LEAg), Faculté des Sciences Agronomiques  
Université d'Abomey-Calavi (FSA/UAC) - 01 BP 526 Cotonou, République du Bénin*

## **Résumé**

Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., cultivé au Bénin, est fortement infesté par les nuisibles. L'étude vise à évaluer l'efficacité du baume de cajou comme méthode alternative de gestion des nuisibles de niébé (pucerons, thrips, Maruca) au champ, L'essai a été conduit sur la variété locale "TAWA", dans la ferme Agronomique de l'Université d'Abomey Calavi. Le dispositif utilisé est un bloc complètement aléatoire à six traitements et quatre répétitions: témoin, insecticide (LAMBDA-CE 25EC), application d'extrait froid

de graines fragilisées et non fragilisées, application d'extrait chaud de graines fragilisées et non fragilisées. L'influence des traitements sur les insectes nuisibles, a été déterminée. Ainsi, dix plants par unité parcellaire ont été utilisés pour : dénombrer les pucerons; collecter, fouiller les organes fructifères chaque dix jours dès la floraison. L'analyse des populations des nuisibles, a montré une réduction significative dans les parcelles traitées: les effectifs de  $50,91 \pm 18,63$  pucerons ;  $0,20 \pm 0,06$  thrips ;  $2,16 \pm 0,61$  Maruca contre  $133,58 \pm 11,02$  pucerons;  $0,93 \pm 0,06$  thrips ;  $9,91 \pm 1,46$  Maruca respectivement pour l'extrait à chaud de graines fragilisées et le témoin. Enfin, l'obtention de rendement significatif, traduit l'efficacité du baume ( $P < 0,01$ ). Ces résultats montrent que le baume de cajou peut réduire significativement les populations des nuisibles et favoriser une augmentation de rendement.

**Mots-clés:** Baume de cajou, insecticide, insectes nuisibles, *Vigna unguiculata*, méthodes alternatives

### Abstract

Cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. is an important crop in Benin. Many pest comprising Aphids, Thrips and Maruca constitute bottlenecks to the crop development and growth. This study aims at assessing the efficacy of the cashew's balms as alternative and ecological methods to control these pests. The study was performed using the cowpea local variety "TAWA" grown at the Agronomic Faculty farm in Benin. Completed Block Design was used with six treatments: untreated; insecticide (LAMBDA CE 25EC), cashew's balms extracted while it is cold from the weaken hull of cashew; cashew's balms extracted while it is cold from non-weaken hull of cashew; cashew's balms extracted while it is hot from the weaken hull of cashew; cashew's balms extracted while it is hot from non-weaken hull of cashew. Ten cowpea plants per plot have been used through the experiment from the flowering. The pests' density was low in treated plots: the numbers of  $50.91 \pm 18.63$  aphids;  $0.20 \pm 0.06$  thrips;  $2.16 \pm 0.61$  Maruca against  $133.58 \pm 11.02$  aphids;  $0.93 \pm 0.06$  thrips;  $9.91 \pm 1.46$  Maruca respectively for hot extracted from weakened hull of cashew and untreated. Finally, the treatments' efficacy involved the improvement of grain yield, ( $P < 0.01$ ). These results indicated that the cashew's balms can be used to control these pests for safe and sustainable cowpea production.

**Keywords:** Cashews' balms, synthetic insecticide, insects' pests, *Vigna unguiculata*, alternatives methods

### Introduction

Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. est une des plus importantes légumineuses cultivée à travers le monde et en particulier en Afrique sub-saharienne. Selon (Oyerinde *et al.*, 2013) le niébé est une culture de valeur fournissant la nourriture et l'alimentation pour les ménages et le bétail, et constitue une denrée générant de revenus pour des fermiers et des commerçants. Selon (Coulibaly et Lowenber-Deboer, 2002), la production du niébé obtenue en Afrique Occidentale est loin de couvrir les besoins à cause du faible rendement. Ce faible rendement est dû à l'ensemble des insectes ravageurs associés à cette culture depuis sa levée au champ jusqu'au stockage (Agboton, 2004; Ahounou, 1990; Atachi, 1998; Singh et Allen, 1980). Parmi les insectes ravageurs du niébé, les pucerons *Aphis crassivora* ; les thrips floricole *Megalurothrips sjöstedti* et les foreurs de gousses *Maruca vitrata* constituent les contraintes majeures à la production du niébé dans les régions de l'Afrique au sud du Sahara

(Bottenberg *et al.*, 1997). Ces ravageurs sont capables d'occasionner des pertes de rendement atteignant 20% - 80% voire 100% des récoltes en cas de fortes infestations. Ces pertes de rendements conduisent les paysans à utiliser des pesticides qui induisent non seulement, une résistance chez les ravageurs occasionnant leur résurgence, mais aussi des effets nocifs sur la santé humaine et sur l'environnement. Selon (Gomgnimbou *et al.*, 2009), l'utilisation des pesticides est source des risques d'ordre sanitaire, de pollution des eaux et des sols et de développement de résistance chez les parasites ciblés par les traitements insecticides. Il s'avère alors impératif de rechercher d'autres méthodes de lutte contre ces ravageurs, dans le contexte d'une agriculture plus écologique respectant l'environnement et la santé des populations. Une des méthodes les plus couramment utilisée est l'utilisation des biopesticides qui sont des composés obtenus à base d'organes de plante.

L'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) est un arbre à usages multiples. Au Bénin, la noix de cajou représente la deuxième culture d'exportation après le coton. En 2013, le Bénin était classé 5<sup>ème</sup> exportateur de noix brutes de cajou parmi les principaux exportateurs mondiaux avec une production nationale de 180.000 tons/an (FAO, 2013). Cependant, avec cette forte production, les produits et sous-produits de l'anacardier sont souvent jetés bien que certains organes de la plante ont des propriétés biocides qui pourraient être considérées dans la lutte contre les nuisibles des cultures. Dans le souci de réduire des pertes occasionnées par les nuisibles du niébé au champ, des travaux ont été menés sur l'utilisation des produits et sous-produits de l'anacardier pour le contrôle des nuisibles du niébé au champ. Les travaux de (Chabi *et al.*, 2014) ont montré que les feuilles et l'écorce de l'anacardier ont des propriétés fongicides et bactéricides. D'autres auteurs ont montré que le baume (produit issu de la coque) possède des propriétés biologiques intéressantes sur certains nuisibles (Cavalcante *et al.*, 2003; Chabi *et al.*, 2013; Chabi *et al.*, 2014). Malgré ces propriétés connues des organes de la plante, aucune étude n'a encore exploré les effets de l'utilisation du baume dans la réduction des populations de pucerons, thrips et maruca, ravageurs importants de niébé au champ. La présente étude vise donc à tester l'effet insecticide et insectifuge du baume de cajou sur les insectes nuisibles du niébé au champ en particulier les pucerons, thrips et maruca.

## Matériel et Méthodes

### Milieu D'étude et Matériel Végétal Utilisé

Les travaux se sont déroulés en milieu réel et contrôlé. L'essai en milieu réel a été conduit sur la ferme de la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), de l'Université d'Abomey Calavi (UAC). Le milieu contrôlé est le Laboratoire d'Entomologie Agricole de l'Université d'Abomey Calavi (LEAg-UAC). Les analyses au laboratoire ont été conduites à la température ambiante de  $27 \pm 3$  °C et une humidité relative de 70 à 75 %.

Le matériel végétal utilisé est la variété locale de niébé communément appelé "TAWA" obtenue à l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) Bénin. Le semis du niébé a été effectué en juillet 2015. En nous basant sur les résultats du test préliminaire de germination des graines qui a donné 100 % de reprise de germination pour la variété de niébé considérée, les graines de niébé sont semées à 2 graines par poquet à une profondeur de semis comprise entre 2,5 cm et 5 cm (Dugje *et al.*, 2009). Les écartements entre plants étaient de 75 cm × 25 cm (75 cm entre lignes et 25 cm entre plants) ; ce qui a porté la densité de semis à 16 plants par m<sup>2</sup>. Deux sarclages manuels ont été effectués pour réduire les effets des mauvaises herbes.

### Dispositif Expérimental, Facteurs et Traitements

Le dispositif expérimental utilisé est un bloc complètement aléatoire à un facteur (types de biopesticide utilisé) et six traitements avec quatre répétitions: Les différents traitements appliqués sont: (i) T<sub>0</sub>: témoins absolus, pas de traitement (pulvérisation avec de l'eau plus + savon liquide) ; (ii) T<sub>1</sub>: application d'insecticide chimique de synthèse: LAMBDA CE 25 EC ; (iii) T<sub>2</sub>: application de baume de

cajou extrait à froid issu des coques de graines non fragilisées (GNF-EF) ; (iv) T<sub>3</sub>: application de baume de cajou extrait à chaud issu des coques de graines non fragilisées (GNF-EC) ; (v) T<sub>4</sub>: application de baume de cajou extrait à froid issu des coques de graines fragilisées (GF-EF) ; (vi) T<sub>5</sub>: application de baume de cajou extrait à chaud issu des coques de graines fragilisées (GF-EC). Sur le site expérimental, les unités parcelles au nombre de 6 par bloc, avaient pour dimension 4 m × 4 m chacune. Les unités parcelles étaient distantes de 2 m entre blocs et de 1,75 m entre parcelles du même bloc. Une toile cirée de 20 m sur 2 m est déroulée autour de chaque parcelle avant application des produits phytosanitaires pour réduire les effets des applications de produits d'une parcelle à une autre.

Les traitements ont été appliqués à quatre différentes dates : 29<sup>ème</sup>, 39<sup>ème</sup>, 49<sup>ème</sup> et 59<sup>ème</sup> jours après semis (JAS) correspondant à différents stades phénologiques de la plante: plantule, floraison, fructification. L'application de l'insecticide chimique a été faite à la dose recommandée par le fabricant: soit 1L/ha. Le baume de cajou utilisé dans l'expérience a été formulé de la manière suivante: prélèvement de 0,9 L de baume de cajou + 25 ml d'eau + 75 ml de savon liquide utilisé comme un émulsifiant (adjuvant), dans le but de fixer les molécules actives sur les plants. Cette solution standard bien homogénéisée a été diluée dans 115 litres d'eau pour un hectare. L'application de l'eau sur les témoins a été faite avec la même quantité d'eau utilisée pour les autres applications. Toutes les applications ont été faites à l'aide de pulvérisateurs manuels à pression entretenue de capacité 16 L, de marque KNAPSACK<sup>®</sup> et de type sac au dos. Trois pulvérisateurs ont été utilisés au cours de l'essai: un pulvérisateur pour les extraits à chaud du baume de cajou, un pulvérisateur pour les extraits à froid du baume de cajou et un autre pour l'insecticide chimique de synthèse.

## Variables Mesurées

### Densité de Populations des Différents Types D'insectes

L'évaluation de la densité des insectes a pris en compte les adultes et les larves des pucerons (*Aphis craccivora*) et des thrips (*Megalurothrips sjostedti*) et seules les larves de *Maruca vitrata*. Le décompte des insectes a été réalisé un jour avant application des produits des traitements jusqu'à la fin de l'expérimentation. Quatre carrés d'infestation de 1 m<sup>2</sup> de surface ont été posés dans les quatre angles, sur chaque unité parcelle. A l'intérieur de ces carrés d'infestations, 10 plants par parcelle et par traitement ont été choisis de façon aléatoire et le nombre d'insecte présent a été compté.

**Des dégâts sur les organes :** La présence des insectes ravageurs et les dégâts occasionnés tels que les gousses perforées, piquées, déformées, le pourcentage des graines endommagées dans les gousses attaquées et la présence des insectes dans les boutons floraux et les fleurs ont été évalués trois fois durant l'expérimentation (28<sup>ème</sup>, 33<sup>ème</sup> et 38<sup>ème</sup> JAS pour la présence des pucerons sur les plants; 38<sup>ème</sup>, 48<sup>ème</sup> et 58<sup>ème</sup> JAS pour les boutons floraux et fleurs et enfin 48<sup>ème</sup>, 58<sup>ème</sup>, et 68<sup>ème</sup> JAS pour les gousses). Pour l'évaluation des dégâts occasionnés par les thrips, pucerons et *Maruca vitrata* 10 boutons floraux, 10 fleurs et/ou 10 gousses ont été choisies de façon aléatoire par unité parcelle à raison d'un bouton floral, d'une fleur ou d'une gousse par plant précédemment identifié par unité parcelle, dans les carrés d'infestations, soit un total de 40 organes fructifères par traitement. Une table de mesure faite de papier millimétré plastifié a été utilisée pour mesurer la longueur des gousses récoltées. Quant à l'évaluation de la présence des pucerons, le nombre de pucerons est compté sur trois feuilles de chaque plant marqué et par parcelle unitaire ; à ce niveau, les pucerons sont soigneusement collectés à l'aide de pinceau dans une boîte de Pétri légèrement humidifiée pour empêcher le déplacement des insectes et faciliter le processus de comptage. Aussi, des boutons floraux et fleurs sont-ils collectés et conservés dans des boîtes bien étiquetées (étiquettes correspondant à celle des parcelles) contenant de l'alcool (70 %) pour identification et comptage des insectes (thrips et *Maruca*) au laboratoire. De même, les gousses attaquées présentant un orifice ou portant des excréments sont disséquées pour le comptage de *Maruca*.

**Détermination des rendements en grain:** toutes les gousses de chaque unité parcellaire ont été récoltées compte tenu, du développement non homogène des plants sur les unités parcellaires et de l'incapacité de la pose de carré de rendement. Chaque parcelle par traitement a été totalement récoltée. Les gousses récoltées ont été séchées au soleil puis décortiquées et enfin, les graines de chaque parcelle sont pesées à l'aide d'une balance électronique de marque ADAM® et de précision 0,01 g. Pour connaître le rendement dans la parcelle unitaire, la quantité totale de graines récoltées est pesée et la masse (en kg) a été divisée par la surface d'unité parcellaire.

$$\text{Rendement d'unité parcellaire} = \frac{(\text{Poids total de récolte dans l'unité parcellaire})}{(\text{surface d'unité parcellaire})}$$

**Analyse des données :** la normalité et l'égalité des variances des données ont été vérifiées avec le logiciel MINITAB 14. Pour normaliser les données et stabiliser les variances avant toute analyse, les nombres moyens d'insectes ravageurs (*Megalurothrips sjostedti*) dans les organes fructifères ainsi que les pourcentages moyens de graines endommagées dans les gousses ont subi une transformation  $\text{Log}_{10}(x+1)$ ,  $x$  = nombres d'insectes, ou  $x$  = pourcentage de graines endommagées (les différentes transformations de données ont été effectuées dans MINITAB 14). Les différents graphes ont été réalisés avec Excel ; l'analyse de la variance (ANOVA) a été faite à l'aide du logiciel R version 2.15.3 (2013-03-01) pour comparer les traitements, et en cas de différence significative, le test Student Newman-Keuls (SNK) a été utilisé pour séparer les moyennes. Toutes ces analyses ont été effectuées au seuil de 5%.

## Résultats

### Évolution des Populations des Différentes Espèces D'insectes Ravageurs

**Évolution des populations de *Aphis craccivora* sur les plants de niébé** D'une façon générale, le nombre moyen de population *Aphis craccivora* au niveau des traitements aux baumes et chimiques était le même, mais largement inférieur à celui observé au niveau du traitement témoin (Tableau 1). Toutefois, l'évolution de l'effectif des pucerons varie considérablement suivant le nombre jours après semis et deux périodes ont été observées (Figure 1). Au cours de la 1<sup>ère</sup> période allant du 28<sup>ème</sup> au 33<sup>ème</sup> Jour Après Semis (JAS), on observe une légère diminution des populations de pucerons au niveau de tous les traitements à l'exception du traitement témoin (TA) caractérisé par une légère augmentation des populations de pucerons. Au niveau de la seconde période allant du 33<sup>ème</sup> jour au 38<sup>ème</sup> jour, on note au niveau de tous les traitements à l'opposé du témoin et du traitement d'extrait à froid des graines non fragilisées (GNF-EF), une réduction de la population des pucerons. Cette réduction est proche de zéro au niveau du traitement chimique et celui du produit extrait à chaud des coques de graines fragilisées (GF-EC).

**Tableau 1:** Effets des différents traitements sur le nombre moyen de pucerons *A. craccivora* sur les plants de niébé

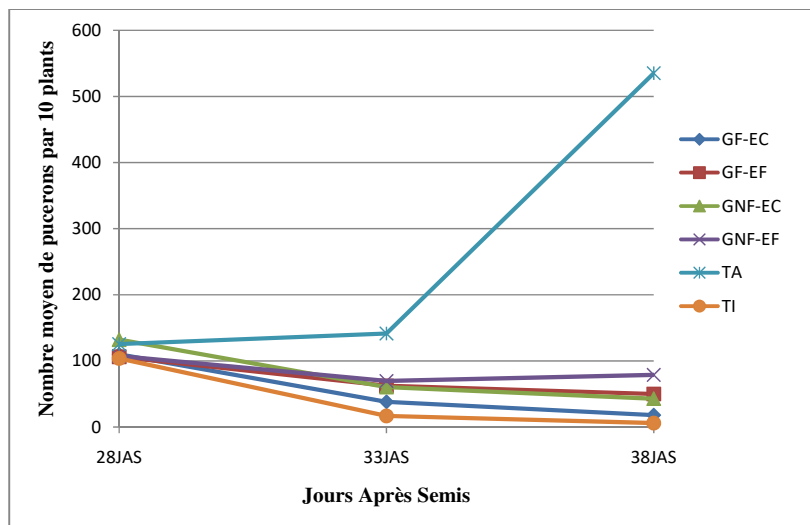
Traitements	Nombre moyen d'insectes <i>A. craccivora</i>
GF-EC	50,91 ± 18,63 b
GF-EF	60,41 ± 15,84 b
GNF-EC	67,83 ± 19,80 b
GNF-EF	65,66 ± 13,65 b
TA	133,58 ± 11,02 a
TI	40,66 ± 15,00 b
Valeur de P	0,0019 < 0,01

Les moyennes d'une même colonne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %

Légende: GF-EC: graine fragilisée extraite à chaud ; GF-EF: graine fragilisée extraite à froid ; GNF-EC: graine non fragilisée extraite à chaud ; GNF-EF: graine non fragilisée extraite à froid ; TA: témoin absolu ; TI: traitement insecticide.

\*Nombre moyen par traitement ± Erreur Standard (calculé sur la base de 4 répétitions, de 3 observations et sur 10 plants).

**Figure 1:** Evolution de la population de *A. craccivora* sur les plants de niébé en fonction des différents traitements



Graphique obtenu sur la base de 4 répétitions, de 3 observations et sur 10 plants.

**Légende:** GF-EC: graine fragilisée extraite à chaud ; GF-EF: graine fragilisée extraite à froid ; GNF-EC: graine non fragilisée extraite à chaud ; GNF-EF: graine non fragilisée extraite à froid ; TA: témoin absolu ; TI: traitement insecticide

### Évolution des Populations de Thrips (*Megalurothrips sjöstedti*) sur les Boutons Floraux et Fleurs de Niébé en Fonction des Différents Traitements

D'une façon générale, le nombre moyen de thrips au niveau des traitements aux baumes et chimiques est inférieur à celui observé au niveau du traitement témoin qui était le plus élevé (Tableau 2). Lorsqu'on considère l'évolution de la population des thrips suivant le cycle de la culture, deux phases sont identifiées en fonction des traitements (Figure 2). La première phase allant de 33<sup>ème</sup> JAS au 38<sup>ème</sup> JAS pour les traitements GNF-EC et GF-EF et du 33<sup>ème</sup> JAS au 48<sup>ème</sup> JAS pour les traitements TA, GNF-EF, GF-EC et TI, est caractérisée par une augmentation des populations des thrips au niveau des plants de niébé. La seconde phase allant du 38<sup>ème</sup> JAS au 58<sup>ème</sup> JAS pour les traitements GNF-EC et GF-EF et du 48<sup>ème</sup> JAS au 58<sup>ème</sup> JAS pour les traitements TA, GNF-EF, GF-EC et TI est caractérisée par une diminution de la population des thrips au niveau des plants de niébé.

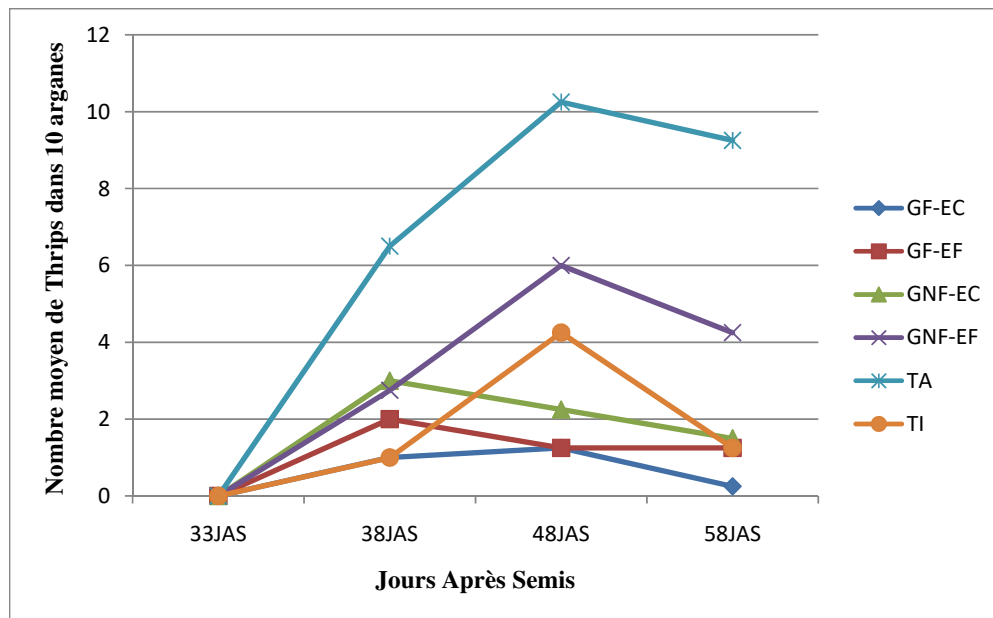
**Tableau 2:** Effets des différents traitements sur la présence des Thrips (*Megalurothrips sjöstedti*) dans les boutons floraux et fleurs du niébé

Traitements	*Nombre moyen de Thrips
GF-EC	0,20 ± 0,06 c
GF-EF	0,38 ± 0,03 bc
GNF-EC	0,42 ± 0,08 bc
GNF-EF	0,60 ± 0,10 b
TA	0,93 ± 0,06 a
TI	0,41 ± 0,08 bc
Valeur de P	< 0,001

Les moyennes d'une même colonne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (Analyse de la variance suivie du test de Student-Newman-Keulh), (hiérarchisation des moyennes).

**Légende :**GF-EC: graine fragilisée extraite à chaud ; GF-EF: graine fragilisée extraite à froid ; GNF-EC: graine non fragilisée extraite à chaud ; GNF-EF: graine non fragilisée extraite à froid ; TA: témoin absolu ; TI: traitement insecticide.

\*Nombre moyen par traitement ± Erreur Standard (calculé sur la base de 4 répétitions, de 3 observations et sur 10 organes « boutons floraux et fleurs »).

**Figure 2:** Evolution de la population des Thrips (*Megalurothrips sjöstedti*) en fonction des différents traitements

Graphique obtenu sur la base de 4 répétitions, de 3 observations et sur 10 organes (boutons floraux et fleurs)

**Légende:** GF-EC: graine fragilisée extraite à chaud ; GF-EF: graine fragilisée extraite à froid ; GNF-EC: graine non fragilisée extraite à chaud ; GNF-EF: graine non fragilisée extraite à froid ; TA: témoin absolu ; TI: traitement insecticide

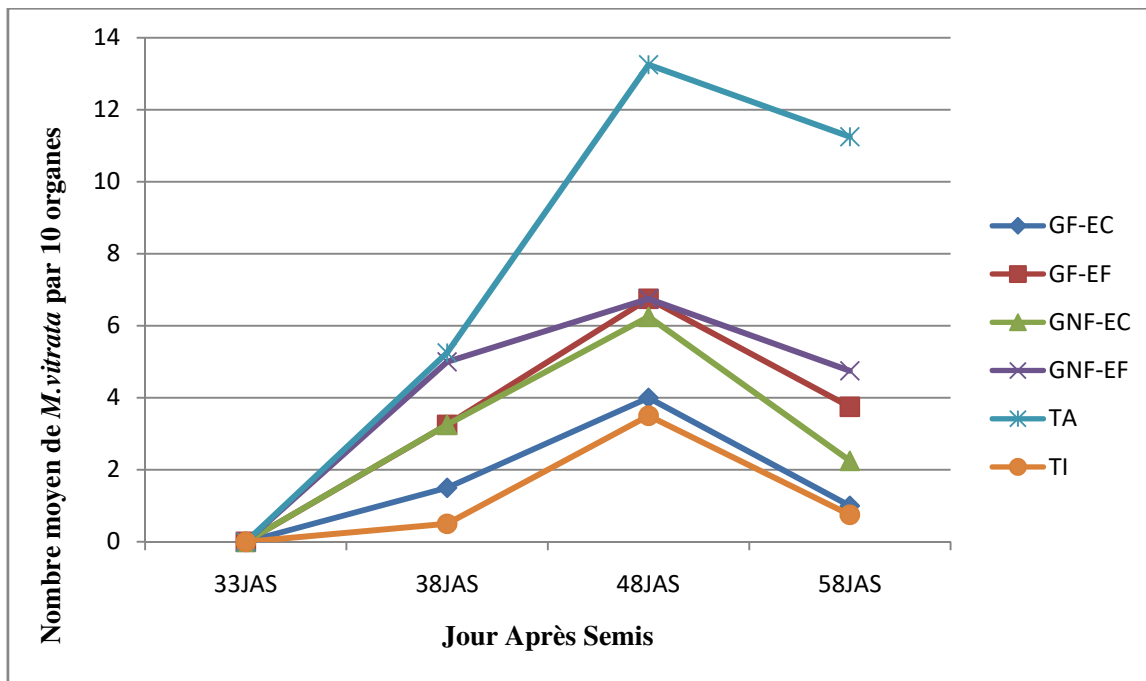
### Évolution des Populations de *Maruca Vitrata* sur les Organes (Boutons Floraux, Fleurs et Gousses) de Niébé

L'observation de l'évolution de la population de *Maruca vitrata*, durant le cycle de culture (Figure 3), indique une évolution en trois (3) périodes. La 1<sup>ère</sup> période allant du 33<sup>ème</sup> au 38<sup>ème</sup> Jour Après Semis (JAS), où on constate que l'évolution des populations dans les différents traitements présente une similarité entre les traitements (témoins et GNF-EF) ; (GNF-EC et GF-EF) et (GF-EC et traitement chimique). Cette différence de similarité observée dans les effectifs moyens de *M. vitrata* serait due au traitement phytosanitaire intervenu au 29<sup>ème</sup> JAS.

La seconde période va du 38<sup>ème</sup> jour au 48<sup>ème</sup> Jour Après Semis où on note un accroissement des populations de *M. vitrata* au niveau de tous les traitements. La 3<sup>ème</sup> période allant du 48<sup>ème</sup> jour au 58<sup>ème</sup> Jour Après Semis, est caractérisée par une baisse des niveaux d'infestations dans les différents traitements. Cette baisse est la conséquence immédiate du traitement phytosanitaire intervenu au 49<sup>ème</sup> Jour Après Semis.

L'augmentation des populations constatés pendant la seconde période (38<sup>ème</sup> jour au 48<sup>ème</sup> JAS), est liée au fait que le fait que le traitement intervenu au 39<sup>ème</sup> JAS est en début de floraison et ce traitement n'a pas contribué à la réduction des populations de *Maruca vitrata* ; en effet, l'action des produits phytosanitaires étant de courte durée, il y a certainement eu une réinfestation des parcelles par de nouvelles populations de *Maruca vitrata*. Le traitement phytosanitaire intervenu au 49<sup>ème</sup> Jour Après Semis, a permis de réduire considérablement la densité des populations de *Maruca vitrata* au niveau de toutes les parcelles traitées.

**Figure 3:** Evolution de la population de *Maruca vitrata* en fonction des différents traitements



Graphique obtenu sur la base de 4 répétitions, de 3 observations et sur 10 organes (fleurs et gousses)

**Légende:** GF-EC: graine fragilisée extraite à chaud ; GF-EF: graine fragilisée extraite à froid ; GNF-EC: graine non fragilisée extraite à chaud ; GNF-EF: graine non fragilisée extraite à froid ; TA: témoin absolu ; TI: traitement insecticide.

Les traitements (aux différents types de baumes et chimique) ont très hautement significativement réduit la densité de populations de *Maruca vitrata* comparativement au traitement témoin ( $P < 0,001$ ), (Tableau 3). D'autre part, que les traitements GF-EC et le traitement chimique ont considérablement réduit la densité de *Maruca vitrata* avec les plus faibles valeurs. Par contre, la plus forte valeur au niveau des parcelles traitées est enregistrée au niveau du traitement GNF-EF. Toutefois, il existe une différence significative entre l'effectif moyen d'insectes du traitement GNF-EF et celui des traitements GF-EC et chimique.

**Dégâts des chenilles sur les gousses suivants les différents traitements:** l'évaluation dans les parcelles expérimentales des dommages sur les gousses (liés au comportement alimentaire de *Maruca vitrata*) a permis de constater sur l'ensemble des observations, une variation des niveaux de dommages par rapport aux différents traitements. En effet, l'analyse de la variance suivie du test de Student-Newman-Keulh sur les différents dommages présente une variation suivant les traitements. (Tableau 3).

L'analyse statistique des longueurs moyennes des gousses suivant les traitements ne montre aucune différence significative entre les parcelles traitées comparativement aux témoins ( $P > 0,05$ ). Ainsi, les longueurs moyennes des gousses obtenues sur les parcelles expérimentales à l'issue des observations sont sensiblement les mêmes pour les parcelles traitées et les parcelles témoins. Le nombre moyen de gousses perforées après application des produits phytosanitaires, montrent l'efficacité du traitement chimique en comparaison à tous les autres traitements ; en effet, il existe une différence très hautement significative entre le nombre moyen de gousses perforées sur les parcelles traitées comparées aux parcelles témoins ( $P < 0,001$ ). Le plus faible nombre moyen de gousses perforées a été obtenu dans les parcelles traitées à l'insecticide LAMBDA 25 EC (Tableau 3). Il est à noter qu'il y a une différence significative entre le traitement GF-EC et tous les trois autres traitements réunis que sont: GF-EF ; GNF-EC ; GNF-EF. Le nombre moyen le plus élevé est obtenu sur les parcelles témoins, (Tableau 3).



Les résultats issus de l'analyse de la variance suivie du test de Student-Newman-Keulh du nombre moyen de gousses déformées montrent qu'il y a une différence très hautement significative entre le nombre moyen de gousses déformées par traitement comparativement aux témoins ( $P < 0,001$ ) (Tableau 3). En effet, les plus faibles nombres moyens de gousses déformées ont été obtenus au niveau du traitement chimique et du traitement GF-EC, avec une différence significative entre ces deux traitements. Le nombre moyen de gousses déformées le plus élevé est obtenu sur les parcelles témoins. Comparativement au traitement témoin, les traitements GF-EF ; GNF-EC ; GNF-EF ont donné un faible nombre de gousses déformées. Il est à noter qu'il n'y a pas de différence significative entre ces trois derniers traitements. (Tableau 3).

Pour ce qui concerne le pourcentage moyen de graines endommagées dans les gousses, il est à noter qu'il existe une différence très hautement significative entre le pourcentage moyen de graines endommagées sur les parcelles traitées comparativement aux témoins ( $P < 0,001$ ). Ainsi, les résultats obtenus montrent la nuisibilité du traitement chimique et du traitement GF-EC ; de plus, il y a une différence significative entre le pourcentage moyen de graines endommagées du traitement chimique et celui du traitement GF-EC. Pour ce qui est des autres traitements, il existe de différence significative entre les parcelles traitées et les parcelles témoins ; le pourcentage moyen le plus élevé de graines endommagées est obtenue sur les parcelles témoins. Au niveau des traitements au baume (GNF-EC ; GNF-EF ; GF-EF) les pourcentages moyens de graines endommagées obtenues sont comparativement supérieur aux témoins, avec une différence significative entre le traitement GNF-EC et les traitements GNF-EF et GF-EF réunis.

**Tableau 3:** Effets des différents traitements sur la présence des larves de *Maruca vitrata* dans les organes fructifères et leurs dommages sur les gousses

Traitements	Dommages				*Nombre moyen de <i>Maruca vitrata</i>
	**LMG	**NMGP	**NMGD	***%MGrE	
GF-EC	14,37 ± 0,75 a	2,33 ± 0,18 c	1,91 ± 0,28 b	1,23 ± 0,06 c	2,16 ± 0,61 c
GF-EF	13,20 ± 0,80 a	3,58 ± 0,25 b	2,41 ± 0,19 ab	1,35 ± 0,04 bc	4,58 ± 0,51 bc
GNF-EC	13,62 ± 0,72 a	3,66 ± 0,28 b	2,66 ± 0,28 ab	1,44 ± 0,04 b	3,91 ± 1,01 bc
GNF-EF	13,47 ± 0,57 a	3,33 ± 0,22 b	2,50 ± 0,26 ab	1,36 ± 0,05 bc	5,50 ± 0,64 b
TA	12,11 ± 0,48 a	6,41 ± 0,22 a	3,08 ± 0,19 a	1,76 ± 0,03 a	9,91 ± 1,46 a
TI	14,95 ± 0,79 a	0,83 ± 0,24 d	1,00 ± 0,17 c	0,59 ± 0,05 d	1,58 ± 0,46 c
Valeur de P	= 0,168	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Les moyennes d'une même colonne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (Analyse de la variance suivie du test de Student-Newman-Keulh), (hiérarchisation des moyennes).

**Légende:** GF-EC: graine fragilisée extraite à chaud ; GF-EF: graine fragilisée extraite à froid ; GNF-EC: graine non fragilisée extraite à chaud ; GNF-EF: graine non fragilisée extraite à froid ; TA: témoin absolu ; TI: traitement insecticide.

LMG: longueur moyenne des gousses ; NMGP: nombre moyen des gousses perforées ; NMGD: nombre moyen de gousses déformées ; % MGrE: pourcentage de graine endommagée dans les gousses récoltées. (Sur l'ensemble des observations)

\*Nombre moyen par traitement ± Erreur Standard (calculé sur la base de 4 répétitions, de 3 observations et sur 10 organes « fleurs et gousses »).

\*\* Nombre moyen par traitement ± Erreur Standard (calculé sur la base de 4 répétitions, de 3 observations et sur 10 organes « gousses »)

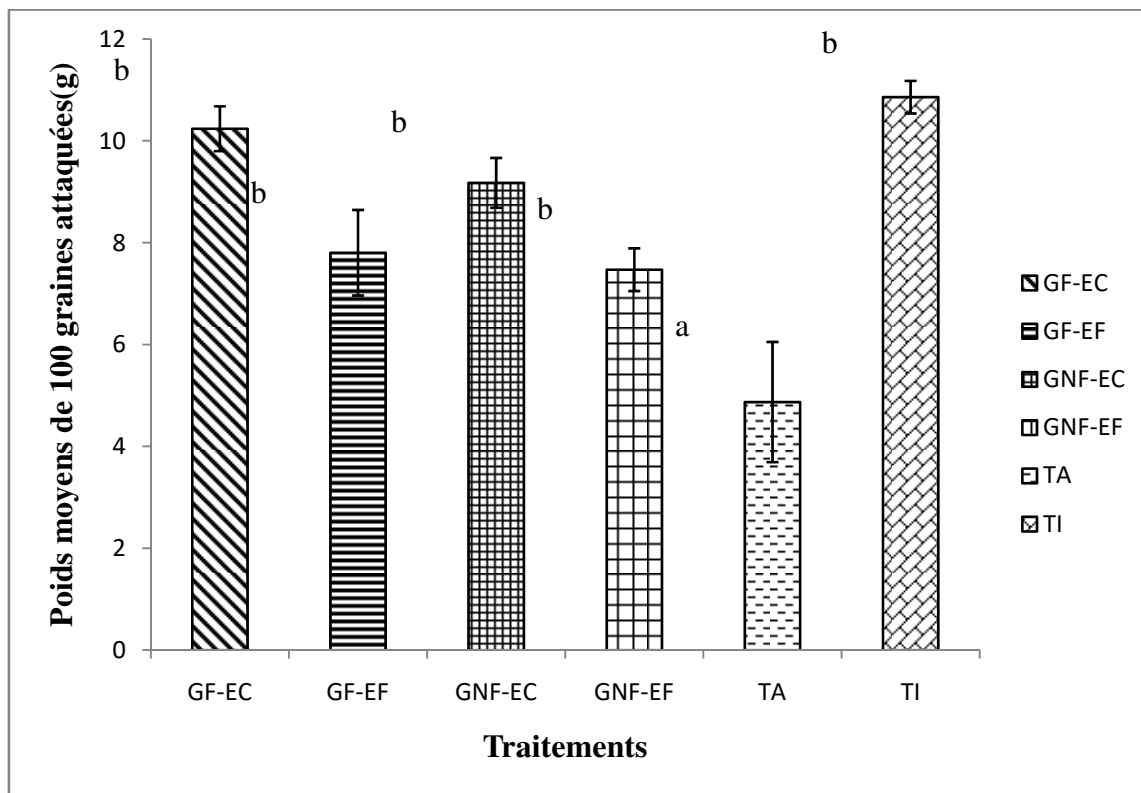
\*\*\* Pourcentage moyen de graines endommagées par 10 gousses par traitement ± Erreur Standard (calculé sur la base de 4 répétitions, de 3 observations et sur 10 organes « gousses »).

Ces résultats révèlent l'efficacité du produit biologique, en particulier le baume de cajou sur le foreur de gousses de niébé qui cause d'énormes dégâts sur les gousses de niébé en absence de tout traitement. En effet, comparativement aux parcelles témoins, les dommages associés à l'alimentation étroite de *M. vitrata* sur les gousses de niébé, ont été significativement réduits dans les parcelles traitées. Toutefois, la présence des chenilles sur les organes fructifères, n'est pas en liaison avec les degrés d'évolution de dommages. Un organe (une gousse ou une fleur) peut contenir une à deux, voire

trois chenilles de *M. vitrata* et sera considéré comme un seul organe attaqué. Ainsi la présence d'un même nombre de chenilles sur les organes fructifères n'implique pas le même degré d'attaque selon les traitements. En effet, la présence de deux ou trois chenilles sur un organe, sur les parcelles traitées ne cause pas d'importants dégâts comparativement à ce qui est remarqué sur les parcelles témoins. On a remarqué par exemple qu'une seule chenille de *M. vitrata* peut provoquer le pourrissement de la totalité des graines d'une gousse, alors que sur les parcelles traitées, même deux voire trois chenilles de *M. vitrata* provoquent un pourrissement localisé et sans progression, un pourrissement au point d'entrée de la chenille dans la gousse.

**Poids moyens de 100 graines attaquées en fonction des traitements:** les résultats obtenus montrent qu'il y a une différence hautement significative entre les poids moyens de 100 graines attaquées par traitement, comparativement au témoin ( $P < 0,01$ ). En effet, les poids moyens de 100 grains attaqués les plus élevés ont été obtenus sur les parcelles traitées aux différents types de baume et sur celles traitées à l'insecticide chimique. L'évolution des poids moyens de grains attaqués en fonction des traitements (Figure 4), indique que dans le cas du témoin, les grains ont été beaucoup plus endommagés par les ravageurs, ce qui n'est pas le cas des parcelles traitées aux différents types de baume et des parcelles traitées à l'insecticide chimique. Ces résultats montrent l'efficacité des différents types de baume face aux attaques des ravageurs.

**Figure 4:** Evolution du poids des graines attaquées en fonction du traitement



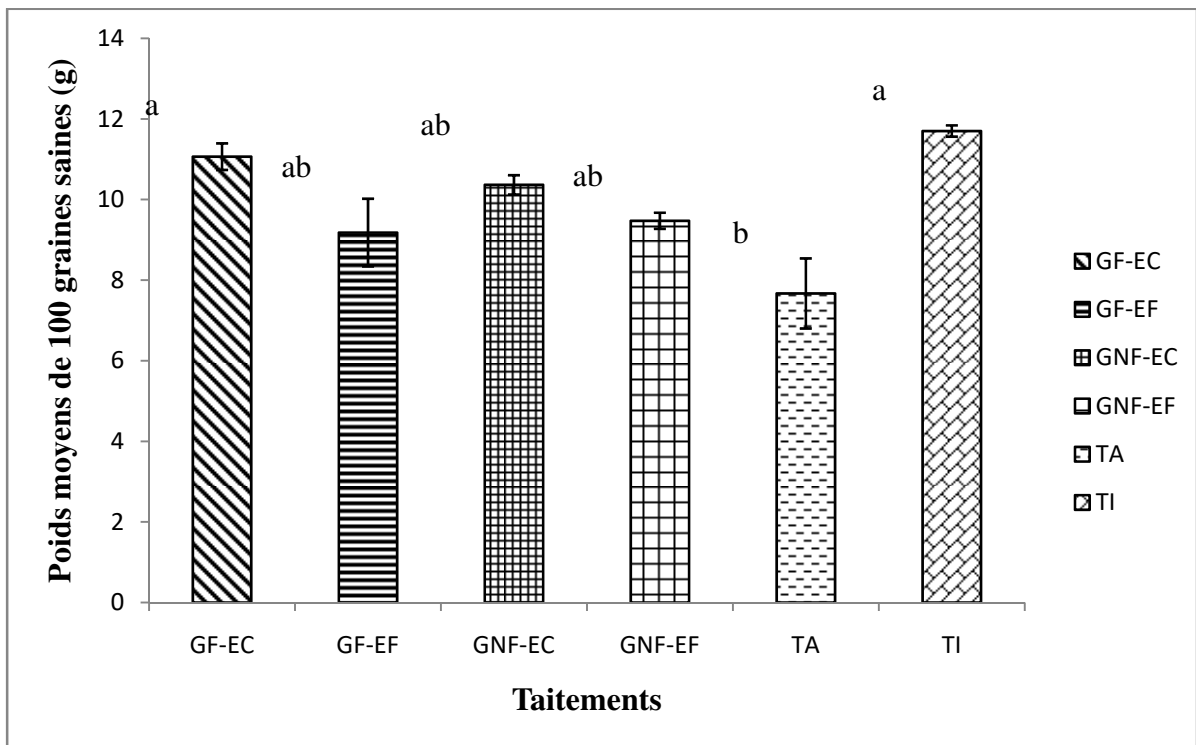
Les histogrammes surmontés des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5 % (Analyse de la variance suivie du test de Student-Newman-Keulh).

**Légende:** GF-EC: graine fragilisée extraite à chaud ; GF-EF: graine fragilisée extraite à froid ; GNF-EC: graine non fragilisée extraite à chaud ; GNF-EF: graine non fragilisée extraite à froid ; TA: témoin absolu ; TI: traitement insecticide.

**Poids moyens de 100 graines saines en fonction des traitements:** il existe une différence significative des poids moyens des graines saines par traitements comparativement au témoin ( $P < 0,05$ ). Ainsi, les poids moyens de 100 graines saines les plus élevés ont été obtenus sur les parcelles

traitées à l'insecticide chimique et sur celles traitées particulièrement au baume GF-EC. Le poids moyen de 100 graines saines le plus faible est obtenu sur les parcelles témoins (Figure 5). Ces différents résultats révèlent l'efficacité de chaque produit phytosanitaire et la vulnérabilité des traitements témoins. Ainsi, les graines saines issues des parcelles témoins ont le poids moyen le plus faible. Par contre, cette série d'attaques des ravageurs est fortement contrôlée sur les parcelles traitées en général.

**Figure 5:** Evolution du poids des graines saines en fonction du traitement



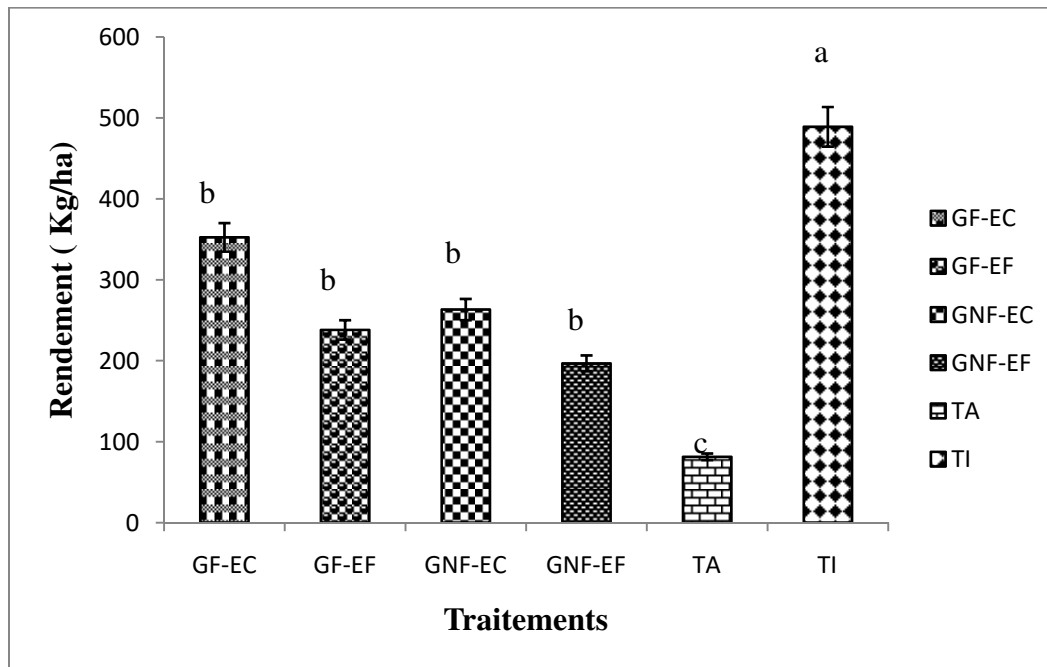
Les histogrammes surmontés des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5 % (Analyse de la variance suivie du test de Student-Newman-Keuhl).

**Légende:** GF-EC: graine fragilisée extraite à chaud ; GF-EF: graine fragilisée extraite à froid ; GNF-EC: graine non fragilisée extraite à chaud ; GNF-EF: graine non fragilisée extraite à froid ; TA: témoin absolu ; TI: traitement insecticide.

**Effet des différents traitements sur le rendement:** l'analyse de la variance suivie du test de Student-Newman-Keuhl des rendements moyens obtenus en fonction des traitements, révèle une différence hautement significative des rendements moyens du niébé par traitements comparativement au témoin ( $P < 0,01$ ). En effet, ces résultats montrent d'une part l'efficacité du produit chimique et d'autre part la performance du baume à améliorer le rendement de niébé par rapport aux témoins. Ainsi, le rendement moyen le plus élevé a été obtenu au niveau des parcelles traitées au produit chimique et le rendement moyen le plus faible est obtenu au niveau des parcelles témoins. Aussi, le rendement moyen obtenu sur les parcelles traitées au baume est statistiquement le même, et est-il significativement différent de ceux obtenus sur les parcelles traitées au produit chimique d'une part et ceux obtenus sur les parcelles témoins d'autre part (Figure 6).

Le rendement moyen du niébé obtenu varie selon les traitements. Dans l'ensemble, les gains de rendement des parcelles traitées par rapport aux parcelles témoins sont de 407,59 kg/ha pour le traitement chimique, et de 115,35-271,01 kg/ha pour les différents types de baumes, ce qui confirme le succès du baume à améliorer le rendement du niébé.

**Figure 6:** Rendement moyen du niébé en fonction du traitement



Les histogrammes surmontés des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5 % (Analyse de la variance suivie du test de Student-Newman-Keuhl).

**Légende:** GF-EC: graine fragilisée extraite à chaud ; GF-EF: graine fragilisée extraite à froid ; GNF-EC: graine non fragilisée extraite à chaud ; GNF-EF: graine non fragilisée extraite à froid ; TA: témoin absolu ; TI: traitement insecticide.

## Discussion

**Efficacité des différents traitements dans le contrôle des ravageurs du niébé au champ:** généralement, les traitements phytosanitaires visent à minimiser la perte économique occasionnée par des insectes ravageurs. Les résultats de cette étude ont montré l'importance des traitements phytosanitaires dans le contrôle des différents ravageurs du niébé. Ces résultats montrent que les parcelles témoins ont hébergé plus de ravageurs que les autres parcelles traitées, avec des taux d'infestation plus élevés. Au cours de cet essai, les insectes ravageurs de chaque stade phénologique du niébé ont été dénombrés. La population des insectes ravageurs du niébé suit une dynamique et cette population devient plus importante avec l'évolution phénologique du niébé (Atachi et Ahohuendo, 1989). Ces insectes sont à l'origine d'importants dégâts entraînant des pertes considérables et diminuent la valeur commerciale de la graine de niébé (Mehinto *et al.*, 2014 ). Selon (Dugje *et al.*, 2009), les insectes nuisibles constituent des contraintes majeures à la production du niébé en Afrique de l'Ouest ; à chaque phase de sa croissance, le niébé est si sévèrement attaqué par une multitude d'insectes que l'emploi de variétés résistantes et d'insecticides s'avère obligatoire. Selon les mêmes auteurs, le niveau d'infestation augmente au fur et à mesure que l'on va de la savane sud-guinéenne à la savane sahélienne selon les mêmes auteurs. Au 28<sup>ème</sup> JAS, la population de pucerons (*A. craccivora*) exerçant la pression parasitaire est fortement réduite au 38<sup>ème</sup> JAS par les différents types de baume et le produit chimique (LAMBDA 25 EC). Les résultats indiquent également que les parcelles témoins présentent plus de pucerons que les parcelles traitées aux baumes de cajou et celles traitées au LAMBDA 25 EC. Aussi, même en absence de différence significative entre la densité de pucerons sur les parcelles traitées, les plus faibles densités de pucerons ont-elles été enregistrées sur les parcelles traitées au produit de synthèse (LAMBDA 25 EC) et celles traitées au baume GF-EC ; il en résulte alors une efficacité du produit de synthèse d'une part, et du baume de cajou GF-EC d'autre part. Ceci

serait certainement dû au principe actif de LAMBDA-25 EC (ACETAMIPRIDE 10 g/l ; LAMBDA-CYHALOTHRINE 15 g/l) et aux molécules à effets insecticides (acide anacardique, cardol, 2-Methyl-cardol et cardanol) (Rodrigues *et al.*, 2011) qui sont plus abondantes dans le baume GF-EC.

Les différents produits de traitement utilisés au cours de cet essai ont permis une réduction considérable de la population des différents insectes ravageurs comparativement aux témoins. Le niveau de contrôle des dégâts se traduit par une diminution et une limitation des dégâts sur les organes fructifères (boutons floraux, fleurs et gousses) du niébé. Au cours de cet essai, les observations réalisées montrent une prédominance des effectifs de thrips (*Megalurothrips sjostedti*) sur les parcelles témoins. En effet, les effectifs de thrips les plus faibles statistiquement, ont été obtenus sur les parcelles traitées avec le produit chimique de synthèse et sur celles traitées au baume GF-EC. Aussi, les trois autres traitements de baumes (GF-EF ; GNF-EC ; GNF-EF) présentent également des densités de thrips statistiquement faibles par rapport aux témoins. De plus, malgré cette réduction d'effectif, l'action dévastatrice des thrips sur les organes fructifères du niébé (boutons floraux et fleurs), fait que la présence de thrips même en petit nombre est à éviter. Ces résultats corroborent ceux de (Reddy et Bankoula, 1988), qui estiment que les thrips sont les insectes les plus nuisibles de la culture du niébé au Niger et dans les autres pays de l'Afrique Occidentale. Néanmoins l'application des différents types de baume et le traitement insecticide ont significativement réduit la densité de thrips. Cette réduction serait due au principe actif de LAMBDA-25 EC (ACETAMIPRIDE 10g/l ; LAMBDA-CYHALOTHRINE 15g/l) et aux molécules à effets insecticides (acide anacardique, cardol, 2-Methyl-cardol et cardanol) (Rodrigues *et al.*, 2011) qui sont présentes dans le baume de cajou.

L'action dévastatrice des pucerons (*Aphis craccivora*) sur les plants de niébé et des thrips floricoles (*Megalurothrips sjostedti*) sur les boutons floraux et surtout les fleurs a été appuyée par les dégâts des foreurs de gousses, *Maruca vitrata* qui a attaqué également les fleurs du niébé. Au cours de cet essai, *Maruca vitrata* est apparu dans la culture dès l'apparition des boutons floraux et fleurs jusqu'à la récolte. Il représente de ce fait un nuisible responsable d'importants dégâts dans la culture installée. Cette nuisibilité de *Maruca vitrata* est confirmée par les résultats de (Liao et Lin, 2000), qui ont remarqué que *Maruca vitrata* fait partie des ravageurs d'importance économique du niébé dans les régions tropicales et subtropicales de l'Asie, de l'Amérique Latine et de l'Afrique. *Maruca vitrata* se trouve parmi les ravageurs dangereux du niébé (Liao et Lin, 2000), c'est parce qu'il attaque le niébé à tous les stades de développement : jeune tige tendre, bourgeons végétatifs, boutons floraux, fleurs, gousses et feuilles (Jackai, 1981). Les résultats issus de l'application des différents produits phytosanitaires montrent une forte réduction des densités de *Maruca vitrata*. En effet, au 48<sup>ème</sup> JAS, le pic de densités de *Maruca vitrata* observé est significativement réduit au 58<sup>ème</sup> JAS au niveau des parcelles traitées. Cet effet inhibiteur est beaucoup plus prononcé sur les parcelles traitées au baume GF-EC et sur celles traitées au produit chimique LAMBDA-25 EC où on a enregistré les plus faibles densités de *Maruca vitrata*. Cette réduction prononcée de densité de *Maruca vitrata* serait due au principe actif de LAMBDA-25 EC (ACETAMIPRIDE 10g/l ; LAMBDA-CYHALOTHRINE 15g/l), aux molécules à effets insecticides (acide anacardique, cardol, 2-Methyl-cardol et cardanol) (Rodrigues *et al.*, 2011) qui sont présentes dans le baume de cajou soit à une combinaison de molécules à effets insecticides et insectifuges présents au niveau du baume GF-EC.

**Impact des traitements sur le poids moyen des grains:** les résultats des poids des grains attaqués suivant les traitements montrent des poids moyens relativement élevés pour les graines issues des parcelles traitées, comparativement aux témoins avec des poids moyens des graines attaquées statistiquement égaux sur des parcelles traitées. La situation est similaire pour les graines saines au niveau des traitements où on a des poids moyens significativement supérieurs aux poids moyens enregistrés sur les parcelles témoins. La succession d'attaques des ravageurs qu'ont subies les parcelles témoins a également affecté les graines saines issues de ces parcelles témoins. Ceci serait dû au taux de dégâts relativement élevé sur les organes fructifères observés au niveau des parcelles témoins. La supériorité de poids des graines saines est plus remarquée sur les parcelles traitées au produit chimique et sur des parcelles traitées au baume GF-EC. On en déduit donc que les produits phytosanitaires

utilisés contiendraient des molécules répulsives qui limitent les attaques des ravageurs. Quant aux traitements GF-EC et chimique qui ont eu beaucoup plus d'effet au niveau des poids moyens des graines saines, nous pouvons dire que ces effets distingués seraient dus au principe actif de LAMBDA DACE 25 EC (ACETAMIPRIDE 10 g/l ; LAMBDA-CYHALOTHRINE 15 g/l), aux molécules à effets insecticides (acide anacardique, cardol, 2-Méthyl-cardol et cardanol) (Rodrigues *et al.*, 2011) qui sont présentes dans le baume de cajou ou à une combinaison de molécules insecticides présentes dans le baume GF-EC

**Impact des différents traitements sur le rendement:** L'ampleur et la diversité de diverses espèces d'insectes ravageurs du niébé laissent penser que toute culture de niébé sans traitement phytosanitaire est aléatoire (IITA, 1982). En ce qui concerne l'effet des traitements sur les rendements en graines, (Butt et Goettel, 2000), suggèrent qu'une évaluation des dommages sur des organes fructifères dans les parcelles traitées et témoins puisse être une approche intéressante pour mesurer l'impact réel d'un agent de lutte. Les résultats de l'impact des traitements phytosanitaires sur le rendement du niébé montrent que, les rendements moyens des parcelles traitées sont significativement supérieurs à ceux des parcelles témoins. Ces rendements moyens sont en liaison directe avec la nuisibilité des ravageurs et les différents dommages observés sur le site d'expérimentation. Ainsi, les gains de rendements obtenus après différentes applications phytosanitaires sont de: 407,59 kg/ha pour le traitement chimique et de 115,35-271,01 kg/ha pour les traitements à base de baume de cajou. Il est à noter que le rendement moyen le plus élevé est obtenu avec le baume GF-EC. Ces écarts de rendements moyens des parcelles traitées comparativement aux parcelles témoins seraient dus aux attaques successives d'insectes ravageurs subies par les parcelles témoins. Ces résultats confirment le constat fait par (Atachi *et al.*, 2007) selon lesquels les dommages et les pertes de niébé dus à *M. vitrata* se situent entre 20 et 80 %. La présence de *M. vitrata* sur le niébé et sa durée d'alimentation sur les organes fructifères réduit et dévalue la production de niébé. Les différents dommages induits par la présence de la chenille *M. vitrata*, ont été significativement réduits après application des produits phytosanitaires. Par ailleurs, (Djiéto-Lordon *et al.*, 2007), ont montré que *M. sjöstedti* est responsable des baisses sensibles des récoltes par avortement des fleurs. La gestion des ravageurs par l'utilisation des produits phytosanitaires améliorerait les rendements. Ces résultats corroborent ceux de (Douro *et al.*, 2013), qui ont démontré l'efficacité en milieu paysan, des champignons entomopathogènes *B. bassiana* et *M. anisopliae* dans la gestion intégrée de *H. armigera* sur le coton, et ceux de (Mehinto *et al.*, 2014), qui ont démontré l'efficacité comparée des insecticides de natures différentes dans la gestion des insectes ravageurs du niébé au centre du Bénin. Au regard des rendements en grains obtenus au niveau des différents traitements, on peut conclure que le niébé installé a une capacité productive satisfaisante lorsqu'il fait l'objet d'un traitement phytosanitaire approprié. Par contre, en absence de traitements, on remarque une réduction significative de rendement en grains. Cette réduction est donc due essentiellement aux attaques d'insectes ravageurs rencontrés sur le site d'expérimentation.

## Conclusion et Perspectives

Au terme de cette étude, il ressort que le niébé installé au cours de l'essai est sensible aux insectes recensés. Les effets du produit chimique (LAMBDA DACE 25 EC) et de ceux à base de baume de cajou, ont permis un contrôle efficace des ravageurs et une réduction significative du taux d'infestation des organes fructifères. La réduction de la densité des ravageurs s'est traduite par l'augmentation de la productivité en graines pour les parcelles traitées. Cette capacité du baume à réduire le nombre de ravageurs et les taux d'infestations des organes fructifères a permis l'obtention des rendements significativement supérieurs à ceux des parcelles témoins. Bien que ces rendements soient statistiquement inférieurs à ceux obtenus au niveau des parcelles traitées avec le produit chimique ; le baume de cajou se positionne comme une alternative au produit chimique de synthèse en ce sens qu'il a permis l'obtention de rendements non négligeables et étant un biopesticide il serait par la suite

biodégradable. Il serait donc un produit phytosanitaire sans impacts négatifs sur la santé humaine et sur les animaux et peut contribuer à la sauvegarde et à la protection de l'environnement.

En considération de ces conclusions, les résultats obtenus dans ce travail ouvrent de nouvelles perspectives de recherche. Il serait important de:

- proposer un système de protection phytosanitaire du niébé qui inclue des mesures prophylactiques et un traitement phytosanitaire à base de baume de cajou ;
- mettre en place une lutte intégrée efficace dans le contrôle des principaux insectes ravageurs du niébé ;
- mettre au point une méthode adaptée de dosage et de quantification de la teneur des molécules insecticides contenue dans le baume de cajou ;
- évaluer les résidus de baume contenus dans les végétaux et produits végétaux afin de protéger la santé humaine quant à leur utilisation comme bio-insecticide ;
- évaluer le temps de dégradation du baume dans le sol nu, dans l'eau et sur les feuilles des plantes traitées ;
- évaluer la toxicité du baume de cajou sur les ennemis naturels des insectes nuisibles et sur d'autres insectes utiles tels que les pollinisateurs.

## Références Bibliographiques

- [1] Agboton, C. 2004. Potentialités biologiques et écologiques de *Ceranisus femoratus* (Gahan) (Hymenoptera: Eulophidae) un nouvel ennemi naturel pour lutter contre *Megalurothrips sjostedti* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) ravageur du niébé au Bénin. Thèse pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA). UAC, : 95p.
- [2] Ahounou, D.M. 1990. Elevage de *Maruca testulalis* (Geyer) (Lépidoptère: Pyralidae). Cycle de développement et table de vie de l'insecte en conditions de laboratoire. Thèse d'ingénieur agronome. Université Nationale du Bénin, Faculté des Sciences Agronomiques: 81p.
- [3] Atachi, P. 1998. Etude bioécologique de *Maruca testulalis* (Geyer) dans les cultures de *Vigna unguiculata* (L.) en République du Bénin. Perspectives de lutte intégrée. Thèse de doctorat d'Etat ès-Sciences Naturelles. Faculté des Sciences et Techniques de l'Université d'Abidjan (Cocody). Côte-d'Ivoire: 351p.
- [4] Atachi, P. et B.C. Ahohuendo. 1989. Comparaison de quelques paramètres caractéristiques de la dynamique des populations entre *Megalurothrips sjostedti* (Trybom) et *Maruca testulalis* (Geyer) sur une même plante hôte, le niébé. *Insect Science and its Application* 10: 83.
- [5] Atachi, P., E. Dannon et D. Rurema. 2007. Trap cropping and intercropping of pigeon pea (*Cajanus cajan* Millsp.) in pest management of cowpea (*Vigna unguiculata*) in southern Bénin: competing risk and pest status in pod attack. *An. Sci. Agro. Bénin* 9: 1-20.
- [6] Bottenberg, H., M. Tamo, D. Arodokoun, L.E.N. Jakai, B.B. Singh et O. Youm. 1997. Population dynamics and migration of cowpea pests in northern Nigeria : implication for integrated pest management. In: *Advances in Cowpea Research*, edited by. Singh B. B., Mohan Raj D. R., Dashiell K. E. & Jackai L. E. N. Copublication of IITA, Ibadan, Nigeria: 271-284.
- [7] Butt, T. et M. Goettel. 2000. Bioassays of entomogenous fungi. In: *Bioassays of entomopathogenic microbes and nematodes*. Navon A, Ascher KRS (editor), CABI Publishing, Oxon, UK: 141-196.
- [8] Cavalcante, A.A., G. Rübensam, J. Picada, E. Silva, F. Moreira et J. Henriques. 2003. Mutagenic evaluation, antioxidant potential and antimutagenic activity against hydrogen peroxide of cashew (*Anacardium occidentale* L.) apple juice and cajuina. *Environ. Mol. Mut* 41: 360-369.
- [9] Chabi, S.K., H. Adoukonou-Sagbadja, L.E. Ahoton, I. Adebo, F.A. Adigoun, A. Saidou, S.O. Kotchoni, A. Ahanchede et L. Baba-Moussa. 2013. Indigenous knowledge and traditional

- management of cashew (*Anacardium occidentale* L.) genetic resources in Benin. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences* 1: 375-382.
- [10] Chabi, S.K., H. Adoukonou-Sagbadja, L.E. Ahoton, G.O. Roko, A. Saidou, K. Adeoti, A. Ahanchède et L. Baba-Moussa. 2014. Antimicrobial activity of *Anacardium occidentale* L. leaves and barks on pathogenic bacteria. *African Journal Microbiology research* 8: 2458-2467.
- [11] Coulibaly, O. et J. Lowenber-Deboer. 2002. The economics of cowpea in West Africa. In : Fatokun, C. A., Tarawali, S. A, Singh, B. B, Kormawa, P. M. et Tamo, M. Challenge and Opportunities for enhancing sustainable cowpea production. *Proceeding of the World Cowpea Conference III held at the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria*: 354- 366.
- [12] Djiéto-Lordon, C., D. Aléné et J. Reboul. 2007. Contribution à la connaissance des insectes associés aux cultures maraîchères dans les environs de Yaoundé-Cameroun. *J. Bio. Sci* 15: 1-13.
- [13] Douro, K., D. Djegui, I. Glitho et M. Tamo. 2013. Comparative Study of the Efficacy of Entomopathogenic Fungi, Chemicals and Botanical Pesticides in the Management of Cotton Pests and Their Natural Enemies in Benin. *Inter. J. Adv. Sci. Tech.* 3: 21-33.
- [14] Dugje, I., L. Omoigui, F. Ekeleme, A. Kamara et H. Ajeigbe. 2009. Production du niébé en Afrique de l'Ouest. *Guide du paysan*. IITA, Ibadan, Nigeria: 20p.
- [15] FAO. 2013 Major Food And Agricultural Commodities And Producers - Countries By Commodity.
- [16] Gomgnimbou, A.P.K., P.W. Savadogo, A.J. Nianogo et J. Millogo-Rasolodimby. 2009. Usage des intrants chimiques dans un agrosystème tropical : diagnostic du risque de pollution environnementale dans la région cotonnière de l'est du Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ* 13: 499-507.
- [17] IITA. 1982. Annual report for 1981. IITA, Ibadan, Nigeria: 46 p.
- [18] Jackai, L.E.N. 1981. Use of an oil soluble dye to determine the oviposition sites of the legume pod borer, *Maruca testulalis* (Geyer) (Lepidoptera: Pyralidae). *Insect Sci. Applic* 2: 205-207.
- [19] Liao, C. et C. Lin. 2000. Occurrence of legume pod borer *Maruca testulalis* (Geyer) (Lepidoptera: Pyralidae) on cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp. and its insecticides application trial. *Plant Pro. Bull* 42: 213-222.
- [20] Mehinto, J.T., P. Atachi, M. Elégbédé, O.K.D. Kpindou et M. Tamò. 2014. 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.
- [21] Oyerinde, A.A., P.Z. Chuwang et G.T. Oyerinde. 2013. Evaluation of the effects of climate change on increased incidence of cowpea pests in Nigeria. *The Journal of Plant Protection Sciences* 5: 10-16.
- [22] Reddy, K. et A. Bankoula. 1988. Manuel de l'Expérimentation en Plein Champ à l'Usage des Cadres de Développement Agricole INRAN: Niamey, Niger (1ère édn): 141p.
- [23] Rodrigues, F.H.A., F.C.F. França, J.R.R. Souza, N.M.P.S. Ricardo et J.P. Feitosa. 2011. Comparison between physico-chemical properties of the technical Cashew Nut Shell Liquid (CNSL) and those natural extracted from solvent and pressing. *Polímeros*, 21: p. 156-160.
- [24] Singh, S.R. et D.J. Allen. 1980. Pests, Diseases, resistance and protection of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In: *Advances in legumes Science*, Summerfield R. J. & Bunting A. H., eds., London, Royal Botanical Gardens, and Ministry of Agriculture, Fish and Food: 419-443.