Premier article : Analyse de l'efficacité du champignon entomopathogène *Beauveria bassiana*, sur la mortalité des stades larvaires de *Clavigralla tomentosicollis* Stål, 1855 (Hemiptera : Coreidae)

Par : M. Abdourahamane Harouna, I. Baoua, O. K. Douro Kpindou, M. Akpoffo, L. Amadou, B. Datinon et M. Tamó

Pages (pp.) 01-11.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) – *Septembre 2020* – Volume 30 - *Numéro 03*

Le BRAB est en ligne (on line) sur le site web http://www.slire.net et peut être aussi consulté sur le site web de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) http://www.inrab.org

ISSN imprimé (print ISSN) : 1025-2355 et ISSN électronique (on line ISSN) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin

Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Direction Scientifique (DS) - Service Animation Scientifique (SAS)

01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01 - République du Bénin

Tél. : (+229) 21 30 02 64 ; E-mail : sp.inrab@inrab.org / inrabdg1@yahoo.fr / brabpisbinrab@gmail.com

La rédaction et la publication du bulletin de la recherche agronomique du Bénin (BRAB)
de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)
01 B.P. 884 Recette Principale, Cotonou 01
Tél. : (+229) 21 30 02 64 - E-mail: brabpisbinrab@gmail.com
République du Bénin

Sommaire

Informations générales	ii
Indications aux auteurs	iii
Bulletin d'abonnement	vii
Analyse de l'efficacité du champignon entomopathogène *Beauveria bassiana*, sur la mortalité des stades larvaires de *Clavigralla tomentosicollis* Stål, 1855 (Hemiptera : Coreidae) **M. Abdourahamane Harouna, I. Baoua, O. K. Douro Kpindou, M. Akpoffo, L. Amadou, B. Datinon et M. Tamó**	1
Effet de la farine de lentille d'eau (*Lemna minor*) sur la croissance des alevins de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) **A. F. M. d'Almeida, J. E. Akotènou Agossou, M. Ogbon et G. A. Mensah**	12
Diversité faunique au Bénin, statut de conservation et stratégies de préservation de la biodiversité faunique dans les plantations de bois de feu au Sud-Bénin **J. Kpetere, A. R. A. Oualiou, S. G. A. Nago, A. K. Natta et G. A. Mensah**	25
Analyse de la dépendance mycorrhizienne du maïs (*Zea mays* L.) et du soja (*Glycine max* L. (Merr.)) sous différentes mesures de Gestion Durable des Terres (GDT) au Nord-Bénin **O. Tammou, K. I. Tchan, E. Y. Toré, T. Chabi Bogo, T. Godau et N. S. Yorou**	43
Évaluation de la contamination métallique (Pb, Cd et As) et analyse de risques toxicologiques à Houin Logbo (lac Toho) dans la commune de Lokossa au sud-ouest du Bénin **P. M. Hekpazo, A. S. Y. Hounkpatin, V. T. Dougnon, G. Boni, E. Pognon et R. C. Johnson**	54
Flores mellifères et potentialités apicoles du département des Collines au centre du Bénin **E .B. F. Sèdégan, S. C. B. Pomalégni, H. Dakpogan, S. Salifou, A. B. Gbangboché et G. A. Mensah**	65

ISSN imprimé (print ISSN) : 1025-2355 et ISSN électronique (on line ISSN) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin

Informations générales

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) édité par l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) est un organe de publication créé en mai 1991 pour offrir aux chercheurs béninois et étrangers un cadre pour la diffusion des résultats de leurs travaux de recherche. Il accepte des articles originaux de recherche et de synthèse, des contributions scientifiques, des articles de revue, des notes et fiches techniques, des études de cas, des résumés de thèse, des analyses bibliographiques, des revues de livres et des rapports de conférence relatifs à tous les domaines de l'agronomie et des sciences apparentées, ainsi qu'à toutes les disciplines du développement rural. La publication du Bulletin est assurée par un comité de rédaction et de publication appuyés par un conseil scientifique qui réceptionne les articles et décide de l'opportunité de leur parution. Ce comité de rédaction et de publication est appuyé par des comités de lecture qui sont chargés d'apprécier le contenu technique des articles et de faire des suggestions aux auteurs afin d'assurer un niveau scientifique adéquat aux articles. La composition du comité de lecture dépend du sujet abordé par l'article proposé. Rédigés en français ou en anglais, les articles doivent être assez informatifs avec un résumé présenté dans les deux langues, dans un style clair et concis. Une note d'indications aux auteurs est disponible dans chaque numéro et peut être obtenue sur demande adressée au secrétariat du BRAB. Pour recevoir la version électronique pdf du BRAB, il suffit de remplir la fiche d'abonnement et de l'envoyer au comité de rédaction avec les frais d'abonnement. La fiche d'abonnement peut être obtenue à la Direction Générale de l'INRAB, dans ses Centres de Recherches Agricoles ou à la page vii de tous les numéros. Le BRAB publie par an normalement deux (02) numéros en juin et décembre mais quelquefois quatre (04) numéros en mars, juin, septembre et décembre et aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web : http://www.slire.net. Un thesaurus spécifique dénommé « TropicAgrif » (Tropical Agriculture and Forestry) a été développé pour caractériser les articles parus dans le BRAB et servir d'autres revues africaines du même genre. Pour les auteurs, une contribution de quarante mille (40.000) Francs CFA est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'auteur principal reçoit la version électronique pdf du numéro du BRAB contenant son article.

Comité de Rédaction et de Publication du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin - 01 BP 884 Recette Principale - Cotonou 01 – Tél.: (+229) 21 30 02 64 - E-mail: brabpisbinrab@gmail.com – République du Bénin

Éditeur : Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Comité de Rédaction et de Publication : **-i- Directeur de rédaction et de publication :** Directeur Général de l'INRAB ; **-ii- Rédacteur en chef :** Directeur Scientifique de l'INRAB ; **-iii- Secrétaire documentaliste :** Documentaliste archiviste de l'INRAB ; **-iv- Maquettiste :** Analyste programmeur de l'INRAB ; **-v- Opérateur de mise en ligne** : Dr Ir. Sètchémè Charles Bertrand POMALEGNI, Chargé de recherche ; **-vi- Membres :** Dr Ir. Guy A. MENSAH, Directeur de Recherche, Dr Ir. Angelo C. DJIHINTO, Maître de Recherche, Dr Ir. Rachida SIKIROU, Maître de Recherche et MSc. Ir. Gbènakpon A. Y. G. AMAGNIDE.

Conseil Scientifique : Membres du Conseil Scientifique de l'INRAB, Pr. Dr Ir. Brice A. SINSIN (Ecologie, Foresterie, Faune, PFNL, Bénin), Pr. Dr Michel BOKO (Climatologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Joseph D. HOUNHOUIGAN (Sciences et biotechnologies alimentaires, Bénin), Pr. Dr Ir. Abdourahamane BALLA (Sciences et biotechnologies alimentaires, Niger), Pr. Dr Ir. Kakaï Romain GLELE (Biométrie et Statistiques, Bénin), Pr. Dr Agathe FANTODJI (Biologie de la reproduction, Elevage des espèces gibier et non gibier, Côte d'Ivoire), Pr. Dr Ir. Jean T. C. CODJIA (Zootechnie, Zoologie, Faune, Bénin), Pr. Dr Ir. Euloge K. AGBOSSOU (Hydrologie, Bénin), Pr. Dr Sylvie M. HOUNZANGBE-ADOTE (Parasitologie, Physiologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Jean C. GANGLO (Agro-Foresterie), Dr Ir. Guy A. MENSAH (Zootechnie, Faune, Elevage des espèces gibier et non gibier, Bénin), Pr. Dr Moussa BARAGÉ (Biotechnologies végétales, Niger), Dr Jeanne ZOUNDJIHEKPON (Génétique, Bénin), Dr Ir. Gualbert GBEHOUNOU (Malherbologie, Protection des végétaux, Bénin), Dr Ir. Attanda Mouinou IGUE (Sciences du sol, Bénin), Dr DMV. Delphin O. KOUDANDE (Génétique, Sélection et Santé Animale, Bénin), Dr Ir. Aimé H. BOKONON-GANTA (Agronomie, Entomologie, Bénin), Dr Ir. Rigobert C. TOSSOU (Sociologie, Bénin), Dr Ir. Gauthier BIAOU (Economie, Bénin), Dr Ir. Roch MONGBO (Sociologie, Antropologie, Bénin), Dr Ir. Anne FLOQUET (Economie, Allemagne), Dr Ir. André KATARY (Entomologie, Bénin), Dr Ir. Hessou Anastase AZONTONDE (Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. Claude ADANDEDJAN (Zootechnie, Pastoralisme, Agrostologie, Bénin), Dr Ir. Paul HOUSSOU (Technologies agro-alimentaires, Bénin), Dr Ir. Adolphe ADJANOHOUN (Agro-foresterie, Bénin), Dr Ir. Isidore T.GBEGO (Zootechnie, Bénin), Dr Ir. Françoise ASSOGBA-KOMLAN (Maraîchage, Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. André B. BOYA (Pastoralisme, Agrostologie, Association Agriculture-Elevage), Dr Ousmane COULIBALY (Agro-économie, Mali), Dr Ir. Luc O.SINTONDJI (Hydrologie, Génie Rural, Bénin), Dr Ir. Vincent J. MAMA (Foresterie, SIG, Sénégal)

Comité de lecture : Les évaluateurs (referees) sont des scientifiques choisis selon leurs domaines et spécialités.

Indications aux auteurs

Types de contributions et aspects généraux

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) accepte des articles scientifiques, des articles de synthèse, des résumés de thèse de doctorat, des analyses bibliographiques, des notes et des fiches techniques, des revues de livres, des rapports de conférences, d'ateliers et de séminaires, des articles originaux de recherche et de synthèse, puis des études de cas sur des aspects agronomiques et des sciences apparentées produits par des scientifiques béninois ou étrangers. La responsabilité du contenu des articles incombe entièrement à l'auteur et aux co-auteurs. Le BRAB publie par an normalement deux (02) numéros en juin et décembre mais quelquefois quatre (04) numéros en mars, juin, septembre et décembre et aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web : http://www.slire.net. Pour les auteurs, une contribution de quarante mille (40.000) Francs CFA est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'auteur principal reçoit la version électronique pdf du numéro du BRAB contenant son article.

Soumission de manuscrits

Les articles doivent être envoyés par voie électronique et/ou en trois (3) exemplaires en version papier par une lettre de soumission (*covering letter*) au comité de rédaction et de publication du BRAB aux adresses électroniques suivantes : *E-mail :* ***brabpisbinrab@gmail.com***. Dans la lettre de soumission les auteurs doivent proposer l'auteur de correspondance ainsi que les noms et adresses (y compris e-mail) d'au moins trois (03) experts de leur discipline ou domaine scientifique pour l'évaluation du manuscrit. Certes, le choix des évaluateurs (*referees*) revient au comité éditorial du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin.

Les manuscrits doivent être écrits en français ou en anglais, tapé/saisi sous Winword ou Word ou Word docx avec la police Arial taille 10 en interligne simple sur du papier A4 (21,0 cm x 29,7 cm). L'auteur doit fournir des fichiers électroniques des illustrations (tableaux, figures et photos) en dehors du texte. Les figures doivent être réalisées avec un logiciel pour les graphiques. Les données ayant servi à élaborer les figures seront également fournies. Les photos doivent être suffisamment contrastées. Les articles sont soumis par le comité de rédaction à des lecteurs, spécialistes du domaine. Pour qu'un article soit accepté par le comité de rédaction, il doit respecter certaines normes d'édition et règles de présentation et d'écriture. Ne pas oublier que les trois (3) **qualités fondamentales d'un article scientifique** sont la **précision** (supprimer les adjectifs et adverbes creux), la **clarté** (phrases courtes, mots simples, répétition des mots à éviter, phrases actives, ordre logique) et la **brièveté** (supprimer les expressions creuses).

Titre

On doit y retrouver l'information principale de l'article et l'objet principal de la recherche. Le titre doit contenir 6 à 10 mots (22 mots au maximum ou 100 caractères et espaces) en position forte, décrivant le contenu de l'article, assez informatifs, descriptifs, précis et concis. Il comporte les mots de l'index *Medicus* pour faciliter la recherche sur le plan mondial. Il est recommandé d'utiliser des sous-titres courts et expressifs pour subdiviser les sections longues du texte. Ils doivent être écrits en minuscules, à part la première lettre et non soulignés. Toutefois, il faut éviter de multiplier les sous-titres. Le titre doit être traduit dans la seconde langue donc écrit dans les deux langues.

Auteur et Co-auteurs

Les initiales des prénoms en majuscules séparées par des points et le nom avec 1ère lettre écrite en majuscule de tous les auteurs (auteur & co-auteurs) sont écrits sous le titre de l'article. Immédiatement, suivent les titres académiques (Pr., Prof., Dr, MSc., MPhil. et/ou Ir.), les prénoms écrits en minuscules et le nom écrit en majuscule, puis les adresses complètes (structure, BP, Tél., e-mail, pays, etc.) de tous les auteurs. Il ne faut retenir que les noms des membres de l'équipe ayant effectivement participé au programme et à la rédaction de l'article. L'auteur principal est celui qui a assuré la direction de la recherche et le plus en mesure d'assumer la responsabilité de l'article.

Résumé

Un bref résumé dans la langue de l'article est nécessaire. Ce résumé doit être précédé d'un résumé détaillé dans la seconde langue (français ou anglais selon le cas) et le titre sera traduit dans cette seconde langue. Le résumé est : un compte rendu succinct ; une représentation précise et abrégée ; une vitrine de plusieurs mois de dur labeur ; une compression en volume plus réduit de l'ensemble des idées développées dans un document ; etc. Il doit contenir l'essentiel en un seul paragraphe de 200 à 350 mots. Un bon résumé a besoin d'une bonne structuration. La structure apporte non seulement de la force à un résumé mais aussi de l'élégance. Il faut absolument éviter d'enrober le lecteur dans un amalgame de mots juxtaposés les uns après les autres et sans ordre ni structure logique. Un résumé doit contenir essentiellement : une courte **Introduction** (**Contexte**), un **Objectif**,

la **Méthodologie** de collecte et d'analyse des données (**Type d'étude**, **Echantillonnage**, **Variables** et **Outils statistiques**), les principaux **Résultats** obtenus en 150 mots (**Résultats importants et nouveaux pour la science**), une courte discussion et une Conclusion(**Implications de l'étude en termes de généralisation et de perspectives de recherches**). La sagesse recommande d'être efficacement économe et d'utiliser des mots justes pour dire l'essentiel.

Mots-clés

Les mots clés suivront chaque résumé et l'auteur retiendra 3 à 5 mots qu'il considère les plus descriptifs de l'article. On doit retrouver le pays (ou la région), la problématique ou l'espèce étudiée, la discipline et le domaine spécifique, la méthodologie, les résultats et les perspectives de recherche. Il est conseillé de choisir d'autres mots/groupes de mots autres que ceux contenus dans le titre.

Texte

Tous les articles originaux doivent être structurés de la manière suivante : Introduction, Matériel et Méthodes, Résultats, Discussion/Résultats et Discussion, Conclusion, Remerciements (si nécessaire) et Références bibliographiques. Le texte doit être rédigé dans un langage simple et compréhensible.

Introduction

L'introduction c'est pour persuader le lecteur de l'importance du thème et de la justification des objectifs de recherche. Elle motive et justifie la recherche en apportant le background nécessaire, en expliquant la rationalité de l'étude et en exposant clairement l'objectif et les approches. Elle fait le point des recherches antérieures sur le sujet avec des citations et références pertinentes. Elle pose clairement la problématique avec des citations scientifiques les plus récentes et les plus pertinentes, l'hypothèse de travail, l'approche générale suivie, le principe méthodologique choisi. L'introduction annonce le(s) objectif(s) du travail ou les principaux résultats. Elle doit avoir la forme d'un entonnoir (du général au spécifique).

Matériel et méthodes

Il faut présenter si possible selon la discipline le **milieu d'étude** ou **cadre de l'étude** et indiquer le lien entre le milieu physique et le thème. **La méthodologie d'étude** permet de baliser la discussion sur les résultats en renseignant sur la validité des réponses apportées par l'étude aux questions formulées en introduction. Il faut énoncer les méthodes sans grands détails et faire un extrait des principales utilisées. L'importance est de décrire les protocoles expérimentaux et le matériel utilisé, et de préciser la taille de l'échantillon, le dispositif expérimental, les logiciels utilisés et les analyses statistiques effectuées. Il faut donner toutes les informations permettant d'évaluer, voire de répéter l'essai, les calculs et les observations. Pour le matériel, seront indiquées toutes les caractéristiques scientifiques comme le genre, l'espèce, la variété, la classe des sols, etc., ainsi que la provenance, les quantités, le mode de préparation, etc. Pour les méthodes, on indiquera le nom des dispositifs expérimentaux et des analyses statistiques si elles sont bien connues. Les techniques peu répandues ou nouvelles doivent être décrites ou bien on en précisera les références bibliographiques. Toute modification par rapport aux protocoles courants sera naturellement indiquée.

Résultats

Le texte, les tableaux et les figures doivent être complémentaires et non répétitifs. Les tableaux présenteront un ensemble de valeurs numériques, les figures illustrent une tendance et le texte met en évidence les données les plus significatives, les valeurs optimales, moyennes ou négatives, les corrélations, etc. On fera mention, si nécessaire, des sources d'erreur. La règle fondamentale ou règle cardinale du témoignage scientifique suivie dans la présentation des résultats est de donner tous les faits se rapportant à la question de recherche concordant ou non avec le point de vue du scientifique et d'indiquer les relations imprévues pouvant faire de l'article un sujet plus original que l'hypothèse initiale. Il ne faut jamais entremêler des descriptions méthodologiques ou des interprétations avec les résultats. Il faut indiquer toujours le niveau de signification statistique de tout résultat. Tous les aspects de l'interprétation doivent être présents. Pour l'interprétation des résultats il faut tirer les conclusions propres après l'analyse des résultats. Les résultats négatifs sont aussi intéressants en recherche que les résultats positifs. Il faut confirmer ou infirmer ici les hypothèses de recherches.

Discussion

C'est l'établissement d'un pont entre l'interprétation des résultats et les travaux antérieurs. C'est la recherche de biais. C'est l'intégration des nouvelles connaissances tant théoriques que pratiques dans le domaine étudié et la différence de celles déjà existantes. Il faut éviter le piège de mettre trop en évidence les travaux antérieurs par rapport aux résultats propres. Les résultats obtenus doivent être interprétés en fonction des éléments indiqués en introduction (hypothèses posées, résultats des recherches antérieures, objectifs). Il faut discuter ses propres résultats et les comparer à des résultats de la littérature scientifique. En d'autres termes c'est de faire les relations avec les travaux antérieurs.

Il est nécessaire de dégager les implications théoriques et pratiques, puis d'identifier les besoins futurs de recherche. Au besoin, résultats et discussion peuvent aller de pair.

Résultats et Discussion

En optant pour **résultats et discussions** alors les deux vont de pair au fur et à mesure. Ainsi, il faut la discussion après la présentation et l'interprétation de chaque résultat. Tous les aspects de l'interprétation, du commentaire et de la discussion des résultats doivent être présents. Avec l'expérience, on y parvient assez aisément.

Conclusion

Il faut une bonne et concise conclusion. Il ne faut jamais laisser les résultats orphelins mais il faut les couvrir avec une conclusion étendant les implications de l'étude et/ou les suggestions. Une conclusion ne comporte jamais de résultats ou d'interprétations nouvelles. On doit y faire ressortir de manière précise et succincte les faits saillants et les principaux résultats de l'article sans citation bibliographique. Elle fait l'état des limites et des faiblesses de l'étude (et non celles de l'instrumentation mentionnées dans la section de méthodologie). Elle suggère d'autres avenues et études permettant d'étendre les résultats ou d'avoir des applications intéressantes ou d'obtenir de meilleurs résultats. La conclusion n'est pas l'endroit pour présenter la synthèse des conclusions partielles du texte car c'est une des fonctions du résumé. Il faut retenir que la conclusion n'est pas un résumé de l'article.

Références bibliographiques

Il existe deux normes internationales régulièrement mise à jour, la :

- **norme Harvard** : **-i-** West, J.M., Salm, R.V., 2003: Resistance and resilience to coral bleaching: implications for coral reef conservation and management. *Conservation Biology*, 17, 956-967. **-ii-** Pandolfi, J.M., R.H. Bradbury, E. Sala, T.P. Hughes, K.A. Bjorndal, R.G. Cooke, D. McArdle, L. McClenachan, M.J.H. Newman, G. Paredes, R.R. Warner, J.B.C. Jackson, 2003: Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science*, 301 (5635), 955-958.
- **norme Vancouver** : **-i-** WEST, J.M., SALM, R.V., (2003); Resistance and resilience to coral bleaching: implications for coral reef conservation and management. *Conservation Biology*, vol. 17, pp. 956-967. **-ii-** PANDOLFI, J.M., et al., (2003); Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science*, vol. 301 N° 5635, pp. 955-958.

Il ne faut pas mélanger les normes de présentation des références bibliographiques. En ce qui concerne le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), c'est la norme Harvard qui a été choisie. Les auteurs sont responsables de l'orthographe des noms cités dans les références bibliographiques. Il faut s'assurer que les références mentionnées dans le texte sont toutes reportées dans la liste des références et inversement. La bibliographie doit être présentée en ordre alphabétique conformément aux deux (2) exemples donnés ci-dessus comme suit : nom et initiales du prénom du 1er auteur, puis initiales du prénom et nom des autres auteurs ; année de publication (ajouter les lettres a, b, c, etc., si plusieurs publications sont citées du même auteur dans la même année) ; nom complet du journal ; numéro du volume en chiffre arabe, éditeur, ville, pays, première et dernière page de l'article. Dans le texte, les publications doivent être citées avec le nom de l'auteur et l'année de publication entre parenthèses de la manière suivante : Sinsin (1995) ou Sinsin et Assogbadjo (2002). Pour les références avec plus de deux auteurs, on cite seulement le premier suivi de « *et al.* » (mis pour *et alteri*), bien que dans la bibliographie tous les auteurs doivent être mentionnés : Sinsin *et al.* (2007). Les références d'autres sources que les journaux, par exemple les livres, devront inclure le nom de l'éditeur et le nom de la publication. Somme toute selon les ouvrages ou publications, les références bibliographiques seront présentées dans le BRAB de la manière suivante :

Pour les revues :

Adjanohoun, E., 1962 : Etude phytosociologique des savanes de la base Côte-d'Ivoire (savanes lagunaires). *Vegetatio*, 11, 1-38.

Grönblad, R., G.A. Prowse, A.M. Scott, 1958: Sudanese Desmids. *Acta Bot. Fenn.*, 58, 1-82.

Thomasson, K., 1965: Notes on algal vegetation of lake Kariba..*Nova Acta R. Soc. Sc. Upsal.*, ser. 4, 19(1): 1-31.

Poche, R.M., 1974a: Notes on the roan antelope (*Hippotragus equinus* (Desmarest)) in West Africa. *J. Applied Ecology*, 11, 963-968.

Poche, R.M., 1974b: Ecology of the African elephant (*Loxodonta a. africana*) in Niger, West Africa. *Mammalia*, 38, 567-580.

Pour les contributions dans les livres :

Whithon, B.A., Potts, M., 1982: Marine littoral: 515-542. *In*: Carr, N.G., Whitton, B.A., (eds), The biology of cyanobacteria. Oxford, Blackwell.

Annerose, D., Cornaire, B., 1994 : Approche physiologique de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées pour l'amélioration de la production en zones sèches: 137-150. *In* : Reyniers, F.N., Netoyo L. (eds.). Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale. Ed. John Libbey Eurotext. Paris.

Pour les livres :

Zryd, J.P., 1988: Cultures des cellules, tissus et organes végétaux. Fondements théoriques et utilisations pratiques. Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, Suisse.

Stuart, S.N., R.J. Adams, M.D. Jenkins, 1990: Biodiversity in sub-Saharan Africa and its islands. IUCN–The World Conservation Union, Gland, Switzerland.

Pour les communications :

Vierada Silva, J.B., A.W. Naylor, P.J. Kramer, 1974: Some ultrastructural and enzymatic effects of water stress in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) leaves. Proceedings of Nat. Acad. Sc. USA, 3243-3247.

Lamachere, J.M., 1991 : Aptitude du ruissellement et de l'infiltration d'un sol sableux fin après sarclage. Actes de l'Atelier sur Soil water balance in the Sudano-Sahelian Zone. Niamey, Niger, IAHS n° 199, 109-119.

Pour les abstracts :

Takaiwa, F., Tnifuji, S., 1979: RNA synthesis in embryo axes of germination pea seeds. Plant Cell Physiology abstracts, 1980, 4533.

Thèse ou mémoire :

Valero, M., 1987: Système de reproduction et fonctionnement des populations chez deux espèces de légumineuses du genre *Lathyrus*. PhD. Université des Sciences et Techniques, Lille, France, 310 p.

Pour les sites web :

http:/www.iucnredlist.org, consulté le 06/07/2007 à 18 h. - http:/www.cites.org, consulté le 12/07/2008 à 09 h.

Equations et formules

Les équations sont centrées, sur une seule ligne si possible. Si on s'y réfère dans le texte, un numéro d'identification est placé, entre crochets, à la fin de la ligne. Les fractions seront présentées sous la forme « 7/25 » ou « (a+b)/c ».

Unités et conversion

Seules les unités de mesure, les symboles et équations usuels du système international (SI) comme expliqués au chapitre 23 du Mémento de l'Agronome, seront acceptés.

Abréviations

Les abréviations internationales sont acceptées (OMS, DDT, etc.). Le développé des sigles des organisations devra être complet à la première citation avec le sigle en majuscule et entre parenthèses (FAO, RFA, IITA). Eviter les sigles reconnus localement et inconnus de la communauté scientifique. Citer complètement les organismes locaux.

Nomenclature de pesticides, des noms d'espèces végétales et animales

Les noms commerciaux seront écrits en lettres capitales, mais la première fois, ils doivent être suivis par le(s) nom (s) communs(s) des matières actives, tel que acceptés par « International Organization for Standardization (ISO) ». En l'absence du nom ISO, le nom chimique complet devra être donné. Dans la page de la première mention, la société d'origine peut être indiquée par une note en bas de la page, p .e. PALUDRINE (Proguanil). Les noms d'espèces animales et végétales seront indiqués en latin (genre, espèce) en italique, complètement à la première occurrence, puis en abrégé (exemple : *Oryza sativa* = *O. sativa*). Les auteurs des noms scientifiques seront cités seulement la première fois que l'on écrira ce nom scientifique dans le texte.

Tableaux, figures et illustrations

Chaque tableau (avec les colonnes rendus invisibles mais seules la première ligne et la dernière ligne sont visibles) ou figure doit avoir un titre. Les titres des tableaux seront écrits en haut de chaque tableau et ceux des figures/photographies seront écrits en bas des illustrations. Les légendes seront écrites directement sous les tableaux et autres illustrations. En ce qui concerne les illustrations (tableaux, figures et photos) seules les versions électroniques bien lisibles et claires, puis mises en extension jpeg avec haute résolution seront acceptées. Seules les illustrations dessinées à l'ordinateur et/ou scannées, puis les photographies en extension jpeg et de bonne qualité donc de haute résolution sont acceptées. Les places des tableaux et figures dans le texte seront indiquées dans un cadre sur la marge. Les tableaux sont numérotés, appelés et commentés dans un ordre chronologique dans le texte. Ils présentent des données synthétiques. Les tableaux de données de base ne conviennent pas. Les figures doivent montrer à la lecture visuelle suffisamment d'informations compréhensibles sans recours au texte. Les figures sont en Excell, Havard, Lotus ou autre logiciel pour graphique sans grisés et sans relief. Il faudra fournir les données correspondant aux figures afin de pouvoir les reconstruire si c'est nécessaire.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) Septembre 2020 - Volume 30 - Numéro 03
BRAB en ligne (on line) sur le site web http://www.slire.net
ISSN imprimé (print ISSN) : 1025-2355 et ISSN électronique (on line ISSN) : 1840-7099

Analyse de l'efficacité du champignon entomopathogène *Beauveria bassiana,* sur la mortalité des stades larvaires de *Clavigralla tomentosicollis* Stål, 1855 (Hemiptera : Coreidae)

M. Abdourahamane Harouna[1, 2], I. Baoua[2*], O. K. Douro Kpindou[3], M. Akpoffo[3], L. Amadou[1], B. Datinon[3] et M. Tamó[3]

[1]Dr. Maimouna ABDOURAHAMANE HAROUNA, Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN) BP 240 Maradi, E-mail : maimanumouna@gmail.com, Tél. : (+227) 96 62 79 34, République du Niger

[1]Dr. Laouali AMADOU, INRAN, BP 240 Maradi, E-mail : amadoulaouali@gmail.com, Tél. : (+227) 96 33 75 54, République du Niger

[2]Dr. Ibrahim BAOUA, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, BP 465 Maradi, E-mail : baoua.ibrahim@gmail.com, Tél. : (+227) 96 97 01 90, République du Niger

[3]Dr Ouorou Kobi DOURO KPINDOU, International Institute of Tropical Agriculture (IITA). 08 B.P. 0932. Tri Postal. Cotonou, E-mail : Kpindou@cgiar.org, Tél. : (+229) 95054034, République du Bénin

[3]Msc Marius AKPOFFO, IITA, 08 BP 0932 Tri Postal, Cotonou, E-mail : abimibola@yahoo.fr, Tél. : (+229)21 35 01 88, République du Bénin

[3]Dr Benjamin DATINON, IITA, 08 BP 0932 Tri Postal, Cotonou, E-mail : b.datinon@cgiar.org, Tél. : (+229) 66 41 89 96, République du Bénin

[3]Dr Manuele TAMÓ, IITA, 08 BP 0932 Tri Postal, Cotonou, E-mail : m.tamo@cgiar.com, Tél. : (+229) 64 18 13 13, République du Bénin

*Auteur de correspondance : E-mail : baoua.ibrahim@gmail.com

Résumé

Le niébé *Vigna unguiculata* (L.) Walpers joue de multiples rôles dans l'alimentation de l'homme et du bétail de par ses graines riches en protéines et ses fanes à haute valeur fourragère. Cependant, sa production est limitée par les insectes ravageurs qui contribuent à la baisse des rendements. L'étude a été entreprise pour tester au laboratoire l'efficacité du champignon entomopathogène *Beauveria bassiana*, isolat 115 (Balsamo) Vuillemin dans la gestion de la punaise *Clavigralla tomentosicollis Stål* (Hemiptera : Coreidae), ravageur important du niébé. Les concentrations de 0 ; 2,5 x 10^8 ; 5.10^8 et 10^9 conidies par ml de *B. bassiana* 115 ont été pulvérisées sur les stades larvaires L3 et L4 par la méthode topique et celle par aspersion. L'effet de ces concentrations sur la mortalité larvaire de *C. tomentosicollis*a été évalué quotidiennement pendant deux semaines. Les doses de 5 x 10^8 et 10^9 conidies/ml ont donné des mortalités importantes de 82,5 à 100% sur les deux stades larvaires du 11ème, 12ème et 13ème jour. Une réduction de la longévité des stades larvaires de *C. tomentosicollis* a été aussi notée de 7,6 à 9,10 jours. Les régressions de Cox avec différentes doses ont donné des valeurs relativement élevées de coefficient *B* montrant une réponse effet/dose significative.

Mots-clés : Champignons entomopathogène, niébé, stades larvaires, méthode topique, aspersion.

Efficacy analysis of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*, on the mortality of the larval stages of *Clavigralla tomentosicollis Stål*, 1855 (Hemiptera: Coreidae)

Abstract

Cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walpers has multiple roles in human and livestock feeding through its protein-rich seeds and high forage haulms. However, its production is limited by insect pests which lower the yields. The study was conducted to test in the laboratory the efficacy of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana, isolate* 115 (Balsamo) Vuillemin in the management of the bug *Clavigralla tomentosicollis Stål* (Hemiptera: Coreidae), a major pest of cowpea. Concentrations of 0; 2.5 x 10^8; 5 x 10^8 and 10^9 conidia per ml of *B. bassiana* 115 were applied on the third and fourth larval instar stages by the topical and spray methods. The effect of these concentrations on the larval mortality of *C. tomentosicollis* was assessed daily for two weeks. The doses of 5 x 10^8 and 10^9 conidia / ml gave significant mortalities of 82.5 to 100% with the two larval stages from the 11th to the 13th day. A reduction in the longevity of *C. tomentosicollis* larval stages was also observed from 7.6 to 9.10 days. Cox regressions with different doses gave relatively high values of coefficient *B* showing a significant effect response/dose.

Key words: Entomopathogenic fungus, cowpea, larval stages, topical method, spray method.

Introduction

Le niébé *Vigna unguiculata* L. Walpers (Fabaceae) est une culture alimentaire importante en Afrique de l'Ouest. Il contribue à la réduction de la pauvreté et à l'amélioration de la sécurité alimentaire (Singh *et al*., 1990). Les graines sont riches en protéines végétales, vitamines et procurent un revenu important aux familles (Dugje *et al*., 2009). Le Niger est le 2ème pays producteur du niébé dans le monde après le Nigeria. Il est mis annuellement en valeur 5.858.085 ha en 2017 avec une production

d'environ 1.953.707 tonnes (MA, 2018). Le rendement est très faible, de moins de 350 kg/ha (MA, 2018) et inférieur au potentiel de la plante estimé à deux tonnes/ha (Singh *et al.*, 1997). Cette faible performance est due à plusieurs facteurs abiotiques et biotiques dont la pression des insectes ravageurs. Plusieurs espèces d'insectes sont associées à cette culture depuis sa levée au champ jusqu'au stockage (Singh et Allen, 1980 ; Ahounou, 1990; Atachi, 1998 ; Agboton, 2004; Issoufou *et al.*, 2017).

Les principaux insectes ravageurs qui ont une incidence économique considérable sont : les foreurs de gousses *Maruca vitrata* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae), les thrips floricoles *Megalurothrips sjostedti* Trybom (Thysanoptera: Thripidae), les punaises *Clavigralla tomentosicollis Stål* et *Anoplocnemis curvipes* Fabricius (Heteroptera : Coreidae) et les pucerons *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae) (Jackai et Oyediran, 1991 ; Tamò *et al.*, 1993 ; Jackai, 1993 ; Egho, 2011).

Parmi les punaises, *C. tomentosicollis* est l'espèce la plus dominante (Aina, 1975; Hammond, 1983; Jackai et Daoust, 1986; Singh *et al.*, 1990; Dabiré, 2001). Elle est inféodée au niébé (Sawadogo, 2004). Elle occasionne des pertes importantes de rendement et altère la viabilité des graines (Dabiré *et al.*, 2005a). Les larves et les adultes sucent la sève sur les gousses du niébé depuis le début de leur formation jusqu'à la maturité. Les dégâts se manifestent par la chute ou le dessèchement précoce des gousses et des graines (Singh et Jackai, 1985; Suh*et al.*, 1986).

La lutte chimique est la méthode la plus utilisée pour la gestion des ravageurs. L'application des pesticides de synthèse est souvent responsable de l'apparition de souches de ravageurs résistantes et d'intoxication chronique des consommateurs et de l'environnement (Sawadogo, 2004 ; Pretty et Hine, 2005). Il existe aussi d'autres méthodes alternatives non chimiques. Les entomopathogènes sont des agents potentiels de lutte biologique et constituent une composante importante au sein des systèmes de gestion intégrée des insectes ravageurs (McGurire *et al.*, 2005).

De nombreuses études soulignent l'efficacité des biopesticides à base de champignons entomopathogènes pour la lutte contre de nombreux ravageurs d'importance agricole (Halouane *et al.*, 2001 ; Douro Kpindou *et al.*, 2005; Islam *et al.*, 2010 ; Toffa Mehinto *et al.*, 2014a ; Arkam*et al.*, 2017). *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Ascomycota : Hyphocreales) et *Metarhizium anisopliae* var Acridum (Hypocreales : Clavicipitaceae) constituent environ 68% des pesticides microbiens à base de champignons entomopathogènes (Faria et Wraight, 2007). *B. bassiana* est un agent très prometteur de lutte biologique contre les ravageurs des cultures. Plusieurs auteurs ont rapporté son efficacité sur les insectes ravageurs notamment *Nezara viridula* Linnaeus, *Aphiscraccivora* Koch, *Spodopteralitura* Fabricius, *Helicoverpa armigera* Hübner, *Maruca vitrata* Fabricius, (Abdel-Raheem *et al.,* 2011 ; Sanehdeep *et al.*, 2011 ; Douro Kpindou *et al.*, 2012a ; Toffa Mehinto *et al.*, 2014b).

Sur la punaise brune *C. tomentosicollis*, les études retrouvées concernent l'utilisation de la souche CPD9. Des études effectuées au laboratoire au Nigeria ont démontré que l'application de cette souche à la concentration de 10^8 conidies/ml a donné des mortalités de 91 à 94% sur les œufs et 91 à 100% chez les larves de *C. tomentosicollis* (Ekesi *et al.*, 2002). Il est aussi rapporté des mortalités de 58 à 97% chez les adultes 7 jours après l'inoculation du pathogène de la même souche (Ekesi, 1999). Plus récemment, la souche 115 a été testée au Bénin en champ à la concentration très élevée de 75.10^{10} conidies/ml sur plusieurs ravageurs du niébé. Il a été obtenu une mortalité des adultes de *C. tomentosicollis* de 79,8% (Toffa Mehinto *et al.*, 2014a). Cependant, ce test a été effectué avec une densité faible de 2 adultes de la punaise par 10 poquets.

Au Niger, les densités du ravageur en champ peuvent atteindre 25 individus par poquet de niébé. Les effectifs observés sont composés surtout de larves (Abdoulaye *et al.*, 2018). Cette étude a été entreprise pour déterminer au laboratoire la dose optimale de *B. bassiana* souche 115 pour la gestion des effectifs des larves et adultes de la punaise *C. tomentosicollis*.

Milieu d'étude

Les expérimentations ont été conduites dans un laboratoire de l'IITA-Bénin, d'août à janvier 2016 où la température moyenne était de 27,66 ± 0,14 °C avec une humidité relative moyenne de 51,37 % ± 0,81. L'IITA-Bénin est situé à Abomey Calavi (06°25'N ;002°19'E, 15 m d'altitude) dans le département de l'Atlantique, au Sud du Bénin.

Matériels et méthodes

Matériel animal

Les larves de *C. tomentosicollis* provenaient du laboratoire d'élevage de l'IITA (Bénin). Elles ont été élevées sur un support de gousses fraîches de niébé renouvelées tous les deux jours. L'isolat du

champignon entomopathogène *B. bassiana* 115 a été obtenu avec l'unité de collection de l'IITA-Bénin. Les conidies utilisées avaient un taux moyen de germination de 92,87± 0,75% après 24 h d'incubation à 28 °C. Elles ont été produites par un procédé diphasique à deux étapes de multiplication du champignon en milieu liquide, puis solide (Heviefo *et al*., 2019).

Protocole expérimental

La méthode topique et celle par aspersion ont été les deux méthodes utilisées dans le protocole expérimental d'inoculation du pathogène. Les tests ont été effectués sur les larves L3 et L4 de *C. tomentosicollis*. Pour la méthode topique et pour chacun des stades larvaires, ont été préparés 4 lots de dix boîtes en plastique de 5,0 cm x 8,5 cm x 7 cm de dimension, contenant chacune une larve. Dans chacun des lots, les larves ont été inoculées avec une des 4 concentrations suivantes de *B. bassiana* 115 :

- $2{,}5.10^8$ conidies/ml ;
- 5.10^8 conidies/ml ;
- 10^9 conidies/ml ;
- 0 conidies/ml (solution de tween 80).

Le pathogène a été appliqué sur les larves en déposant 2 µl de la solution sur le pronotum de chacun des insectes à l'aide d'une micropipette (Peveling et Demba, 1997). Pour la méthode par aspersion, il a été préparé 4 lots de dix boîtes contenant chacune 10 larves de *C. tomentosicollis*. Dans chaque lot, les larves de chacune des boîtes ont été aspergées avec 90 µl d'une des quatre concentrations du pathogène mentionnées plus haut. L'application par boîte a été effectuée avec des micro-pulvérisateurs. Après l'inoculation, les larves ont été régulièrement nourries avec le changement des gousses toutes les 48 heures.

Collecte et analyse des données

Mortalité de C. tomentosicollis

Les observations ont été effectuées pendant 14 jours et il a été dénombré quotidiennement le nombre d'insectes morts dans chacun des traitements. Le taux de mortalité journalière a été calculé pour chacune des unités expérimentales avec la formule suivante :

$$Mortalité\ (\%) = \frac{Nombredelarvesmortes}{Nombretotaldelarvesaudébutdel'expérience} \times 100.$$

Estimation de la DL50 (Dose Létale 50)

L'estimation de la DL50 (Dose Létale 50) a été définie comme la dose nécessaire pour causer la mort de la moitié des organismes testés à un moment donné après application (Maddox, 1982). Ce paramètre a été calculé pour chacun des stades larvaires selon les méthodes d'inoculation. Les mortalités journalières, le temps de survie de chacune des larves, les concentrations des pathogènes appliquées ont été utilisés avec le modèle « *Cox regression*» (SPSS, 1989-2007) pour estimer la DL50 (Douro Kpindou*et al*., 2012a ; Mayack et Boff, 2019).

Temps moyen de survie larvaire

Le temps moyen de survie larvaire est le délai entre le jour où l'insecte a été inoculé avec le pathogène et le jour de sa mort. Ce paramètre a été déterminé pour les 40 individus ayant subi une application topique du pathogène et les 400 individus ayant été traités par aspersion.

Analyses de Variance (ANOVA)

Pour les taux de mortalité journalière, les données ont subi une transformation arc-sinus. L'analyse de variance a servi à comparer les taux de mortalité journalière et le temps moyen de survie entre les traitements pour chacune des méthodes d'inoculation et les stades larvaires. Le test SNK (Student-Newman Keuls) au seuil de 5% a été utilisé pour séparer les moyennes des différents traitements et le test t de Student pour comparer les mortalités et le temps de survie entre les deux stades larvaires pour chacune des doses testées. Le logiciel SPSS version 16 a été utilisé pour les analyses.

Résultats

Mortalité de C. tomentosicollis

Méthode topique

Pour les larves de stade 3, les taux moyens de mortalité ont varié entre les quatre traitements à partir du 3ème jour après application ($F_{3,36}$ = 13,33 ; P < 0,001) (figure 1). Le traitement témoin et celui avec 2,5.10^8 conidies/ml ont été comparables durant toute la période d'observation avec des taux moyens de mortalité des larves de *C. tomentosicollis* de 7,5 ± 4,8 à 10,0 ± 4,1% au 5ème jour et 27,5 ± 11,1 à 30 ± 10,8% au 14ème jour. Les traitements avec 5.10^8 conidies/ml et 10^9 conidies/ml ont donné des résultats similaires avec des taux moyens de mortalité élevés variant de 67,5 ± 6,3 à 82,5± 8,5% au 5ème jour, 87,5 ± 6,3 à 90,0 ± 7,1% au 9ème jour et 90,0 ± 7,1 à 95,0 ± 5,0%au 14ème jour.

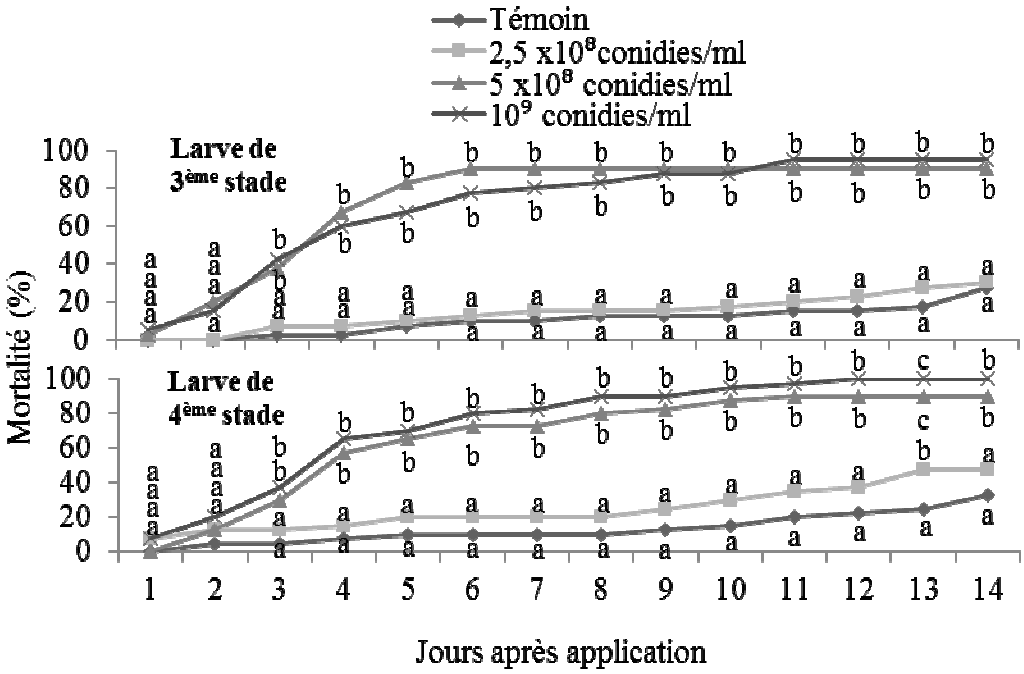

Figure 1. Taux moyen de mortalité par traitement des larves L3 et L4 de *C. tomentosicollis* inoculées par la méthode topique

Dans le cas des larves de stade 4, une différence significative a été notée entre les traitements à partir de la 3ème observation ($F_{3, 36}$ = 6,61 ; P = 0,007). Le traitement témoin et celui avec 2,5.10^8 conidies/ml ont été comparables avec les taux moyens de mortalité les plus faibles de 10,0 ± 5,8 à 20,0 ± 4,1% de larves au 5ème jour et 32,5 ± 6,3 à 47,5 ± 6,3% larves au 14ème jour. Les doses de 5.10^8 conidies/ml et 10^8 conidies/ml ont donné des résultats comparables avec des mortalités assez élevées de 65,0 ± 5,0% à 70,0 ± 12,3% au 5ème jour, 82,5 ± 6,3 à 90,0 ± 4,1% au 9ème jour et 90,0 ± 5,8 à 100,0 ± 0,0% au 14ème jour.

Les taux moyens de mortalité journalière entre les deux stades ont été comparés. Pour les doses de 5.10^8 et 10^9 conidies/ml, elles ont été identiques entre les larves de stade 3 et 4 du 11ème au 14ème jour après inoculation.

Méthode d'aspersion

Dans le cas des larves de stade 3, les taux moyens de mortalité ont varié entre les quatre traitements à partir du 3ème jour après application ($F_{3,396}$ = 6,82 ; P = 0,006) (figure 2). Le traitement témoin et celui avec 2,5.10^8 conidies/ml ont été comparables durant toute la période d'observation avec des taux moyens de mortalité de 15,0 ± 8,6 à 22,5 ± 8,5% au 5ème jour et 32,5 ± 2,5 à 47,5 ± 9,5% au 14ème jour. Les traitements avec 5.10^8 conidies/ml et 10^9 conidies/ml ont donné des résultats similaires avec des taux moyens de mortalité plus élevés de 57,5 ± 8,5% à 47,5 ± 4,8% au 5ème jour, 82,5 ± 7,5 à 77,5 ± 9,5% au 9ème jour et 85,0 ± 11,9 à 95,0 ± 5,0% au 14ème jour. Pour les larves de 4ème stade, il a été noté une différence significative entre les traitements à partir du 7ème jour ($F_{3,396}$= 6,44 ; P = 0,008). Le traitement témoin et celui avec 2,5.10^8 conidies/ml ont été comparables avec les taux moyens de

mortalité les moins élevés de 25,0 ± 5,0 à 32,5 ± 8,5% au 9ème jour et 42,5% au 14ème jour. Les deux autres traitements ont donné les taux moyens de mortalité les plus élevés avec 75,0 ± 12,6 à 82,5 ± 11,8% au 9ème jour et 82,5 ± 11,8 à 100,0 ± 0,0% au 14ème jour.

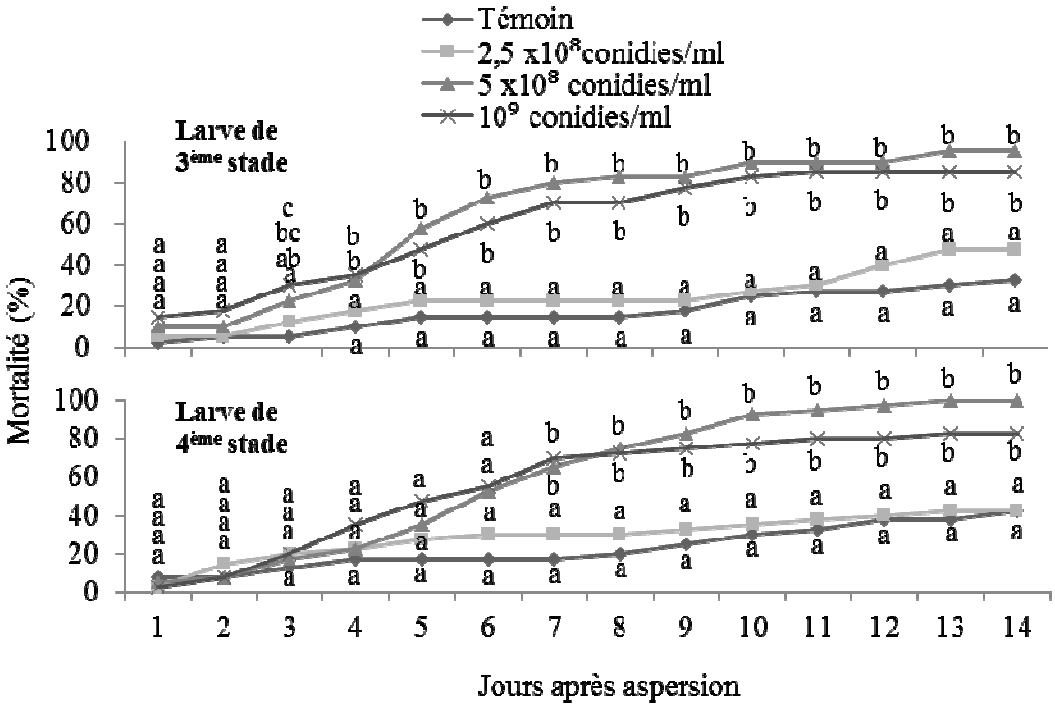

Figure 2. Taux moyens cumulés de mortalité par traitement des larves L3 et L4 de *C. tomentosicollis* inoculées par aspersion

Pour la dose de 5.10^8 conidies/ml, les taux moyens de mortalité ont été comparables entre les larves de stades 3 et 4 au 11ème jour (t_{198}= -0,84 ; P = 0,09). Elles ont différé au 12ème jour ($t_{1,198}$= -1,38 ; P = 0,005), au 13ème jour ($t_{1,198}$ = -1,43 ; P = 0,003) et au 14ème jour ($t_{1,198}$ = -1,43; P = 0,003). Pour le traitement avec 10^9 conidies/ml, les taux moyens de mortalité ont été similaires entre les stades 3 et 4 au 11ème jour ($t_{1,198}$= 0,58 ; P = 0,24), au 12ème jour ($t_{1,198}$ = 0,58; P = 0,24), au 13ème jour ($t_{1,198}$ = 0,29 ; P = 0,55) et au 14ème jour ($t_{1,198}$ = 0,29; P = 0,55).

Estimation de la DL50

L'analyse de régression de Cox a indiqué que dans le cas de la méthode topique ou celle par aspersion, les différentes doses utilisées ont été un prédicateur significatif et indépendant de la survie des stades larvaires de *C. tomentosicollis* (P < 0,05) (tableau 1).

Tableau 1. Valeurs des estimations de la valeur de coefficient *B* résultant de la régression Cox et les stades larvaires de *C. tomentosicollis* testés, y inclus les coefficients de Wald

Caractéristiques	Méthode topique		Méthode aspersion	
	Larves de			
	3ème stade (L3)	4ème stade (L4)	3ème stade (L3)	4ème stade (L4)
B	0,150	0, 222	0,142	0,182
SE	0,023	0,027	0,023	0,026
Wald	42,536	68,037	37,872	48,026
Probabilité	0,001	0,001	0,001	0,001
ddl	1	1	1	1

B : Coefficient *Beta*; SE : Erreur Standard; Wald : coefficient de Wald.

Les valeurs de coefficient *B* démontrent l'existence d'une relation de dose-réponse. Cette relation a été forte pour le stade L4 qui a une valeur de coefficient *B* plus élevée dans le cas des deux méthodes d'inoculation, ce qui démontre la forte réaction de ce stade à l'effet de la dose.

Évolution de la DL50 après l'application de *B. bassiana115*

Pour les deux méthodes d'application de l'entomopathogène et pour chacun des stades larvaires, selon les estimations du modèle « *Cox regression*» (SPSS, 1989-2007), les courbes obtenues sur les DL50 sont toutes décroissantes (figures 3 et 4).

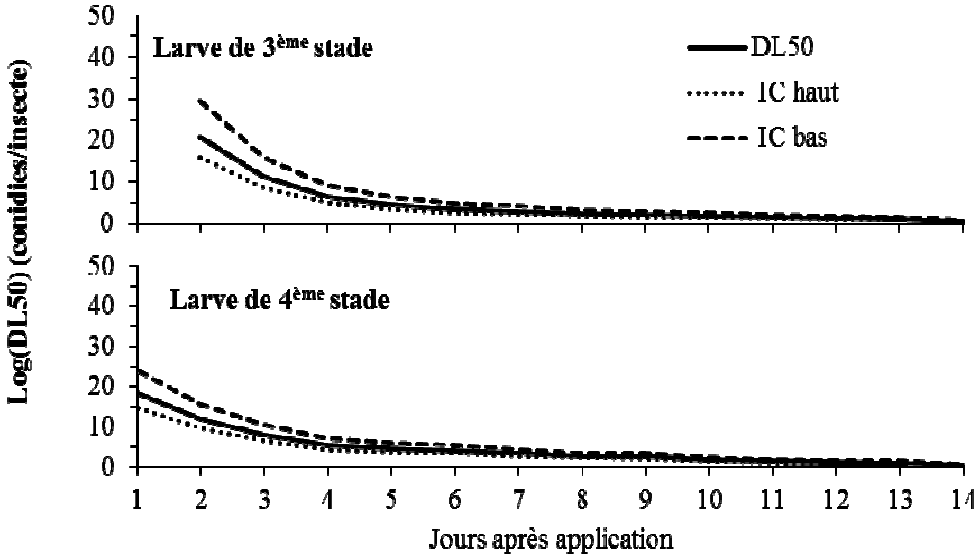

Figure 3. Valeurs des DL50 des larves de 3eet 4estades de *C. tomentosicollis* après l'application de différentes concentrations de conidies de *B bassiana*115 par la méthode topique (IC = Intervalle de Confiance)

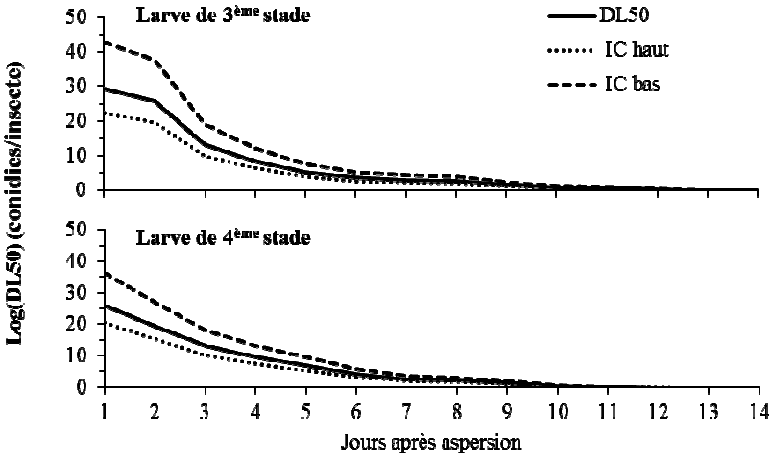

Figure 4. Valeurs des DL50 des larves de 3ème et 4ème stades de *C. tomentosicollis* après l'application de différentes concentrations de conidies de *B. bassiana*115 par aspersion (IC=Intervalle de Confiance)

Cela démontre que la DL50 est inversement proportionnelle au délai de mortalité. Pour la méthode topique dans le cas des larves de stade 3, la DL50 a été de $2{,}59.10^{17}$, $7{,}19.10^{7}$, $1{,}21.10^{3}$ et 14,4 conidies par insecte respectivement pour les délais de 2, 3, 4 et 5 jours. Pour le stade 4, la DL50 a été obtenue avec les doses de $3{,}49.10^{11}$, $4{,}33.10^{7}$, $9{,}84.10^{4}$ et $1{,}81.10^{4}$conidies par insecte respectivement pour les durées de 2, 3, 4 et 5 jours.

Avec la méthode par aspersion, les doses de $5{,}13.10^{25}$, $9{,}19.10^{12}$, $1{,}75.10^{8}$ et $1{,}39.10^{5}$ conidies par insecte ont permis d'obtenir la mortalité de 50% des larves L3 de *C. tomentosicollis* respectivement en

2, 3, 4 et 5 jours. Aussi, pour les larves L4, la DL50 a été obtenue avec les doses de $3{,}03.10^{19}$, $1{,}23.10^{13}$, $3{,}51.10^{9}$ et $8{,}17.10^{6}$conidies par insecte respectivement pour les délais de 2, 3, 4 et 5 jours.

Temps moyen de survie larvaire (TMS)

Pour les deux méthodes d'application des concentrations d'entomopathogènes et pour chacun des stades larvaires, les TMS ont varié selon les doses (tableau 2).

Tableau 2. Temps moyen de survie (TMS) des larves L3 et L4 inoculées avec différentes concentrations de conidies B. *bassiana115* par la méthode topique

Traitements	Larve stade 3	Larve stade 4	Test t de Student
Témoin	13,5 ± 0,5a	13,2 ± 0,6 a	($t_{1,18}$ = 0,51 ; P = 0,43)
$2{,}5.10^{8}$ conidies/ml	5,9 ± 0,7b	4,76 ± 0,519 b	($t_{1,18}$= 1,26 ; P = 0,03)
5.10^{8} conidies/ml	4,5 ± 0,4b	3,9 ± 0,3 bc	($t_{1,18}$ = 1,36 ; P = 0,53)
10^{9} conidies/ml	4,4 ± 0,4b	2,73 ± 0,2 c	($t_{1,18}$ = 3,58 ; P = 0,05)
ANOVA	($F_{3,36}$ = 66,76 ; P< 0,001)	($F_{3,36}$ =120,88 ; P< 0,001)	

Pour la méthode d'application topique, dans le cas du 3ème stade larvaire de *C. tomentosicollis*, les traitements avec $2{,}5.10^{8}$, 5.10^{8} et 10^{9} conidies de *B. bassiana* 115/ml ont donné des TMS comparables et réduits de 7,6 à 9,10 jours par rapport au délai obtenu avec le traitement témoin (tableau 2). Pour le 4ème stade larvaire, le traitement avec 10^{9} conidies/ml a donné le TMS le moins élevé, réduit de 10,5 jours par rapport au traitement témoin et de 1,6 à 2,5 jours par rapport aux deux autres traitements. Les doses de $2{,}5.10^{8}$ et 5.10^{8} conidies/ml ont donné des TMS comparables réduits de 8,5 à 9,3 jours par rapport au délai obtenu avec le traitement témoin.

Les TMS sont comparables entre les larves de stades 3 et 4 pour le traitement témoin, et ceux de 5.10^{8} conidies/ml et 10^{9} conidies/ml. Dans le cas du traitement avec $2{,}5.10^{8}$ conidies/ml le TMS des larves du stade 3 a été plus élevé que celui du stade 4.

Dans le cas de la méthode par aspersion, pour les deux stades larvaires de *C. tomentosicollis*, les traitements avec $2{,}5.10^{8}$, 5.10^{8} et 10^{9} conidies ont donné des TMS similaires, réduits par rapport au traitement témoin de 6,4 à 7,9 jours pour le stade 3 et de 6,1 à 7,2 jours pour le stade 4 (tableau 3). Cependant, aucune différence significative (P > 0,05) n'a été notée entre les deux stades larvaires pour chacune des doses testées.

Tableau 3. Temps moyen de survie (TMS) des larves L3 et L4 inoculées avec différentes concentrations de conidies *B. bassiana 115* par la méthode d'aspersion

Traitements	Larve stade 3	Larve stade 4	Test t de Student
Témoin	12,6 ± 0,7a	11,8 ± 0,7a	($t_{1,198}$ = 0,78 ; P = 0,31)
$2{,}5.10^{8}$ conidies/ml	6,2 ± 0,7b	5,7 ± 0,5b	($t_{1,198}$= 0,49 ; P = 0,02)
5.10^{8} conidies/ml	4,7 ± 0,4b	4,6 ± 0,2b	($t_{1,198}$ = 0,44 ; P = 0,06)
10^{9} conidies/ml	4,9 ± 0,4b	5,0 ± 0,3b	($t_{1,198}$ = - 0,21 ; P = 0,85)
ANOVA	($F_{3,396}$ = 44,81 ; P< 0,001)	($F_{3,396}$ = 46,22 ; P< 0,001)	-

Discussion

Les deux méthodes d'application de l'entomopathogène *B. bassiana* 115 sur les larves de *C. tomentosicollis* donnent des mortalités importantes du ravageur. L'application topique a consisté à inoculer par insecte 5.10^{5} à 2.10^{6} millions de conidies selon les doses. La contamination du pronotum permet le développement du pathogène à l'intérieur de l'insecte conduisant à des mortalités importantes de 90 à 100% des insectes dans un délai maximal de 14 jours. La méthode par aspersion qui a permis d'épandre 22,5 à 90 millions de conidies de *B. bassiana* 115 sur une population de 10 insectes pour donner des mortalités importantes. Ces données confirment la pathogénicité de la souche 115 de *B. bassiana* sur *C. tomentosicollis* comme déjà démontrée par Toffa Mehinto (2004) avec les expérimentations en plein champ effectuées au Bénin.

L'un des aspects importants est relatif aux doses à utiliser pour la lutte contre *C. tomentosicollis*. La dose de 2,5 x 10^{8} conidies/ml est à exclure, car pour les deux méthodes testées, cette concentration après deux semaines d'application a donné des mortalités maximales moyennes faibles de 30,0 à 47,5% comparables à celle du témoin qui est de l'eau de Tween 80. Dans le cas de la méthode topique, elle correspond à l'application de $5x10^{5}$de conidies, ce qui semble faible, car, Douro Kpindou

et al. (2012b) ont démontré que l'application de 10^6 conidies de *B. bassiana*11 sur les larves de 4ème stade du lépidoptère *H. armigera* a donné une mortalité de moins de 60% après 11 à 14 jours.

Avec les deux méthodes, les doses de $5x10^8$ et 10^9 conidies/ml ont donné des mortalités importantes de 82,5 à 100% sur les deux stades larvaires du 11ème au 13ème jour après application. Ces résultats corroborent ceux de Doumandji-Mitiche *et al*. (1999) qui ont noté aussi des taux de mortalité de 100% entre le 6ème et le 12ème jour chez les différents stades de *Schistocerca gregaria* et *Locust amigratoria* traités avec des doses plus faibles de 10^5 et 10^2 spores/ml de *B. bassiana*. Sur les larves de *M. vitrata*, Toffa Mehinto *et al.* (2014c) ont rapporté des mortalités de 30 à 100% après 10 jours d'incubation. Todorova *et al.* (2000) ont confirmé la forte virulence de différents isolats de *B. bassiana* sur le doryphore de la pomme de terre, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera : Chrysomelidae) et le puceron vert du pêcher, *Myzuspersicae* (Sulzer) (Homoptera : Aphididae).

De même, l'application de l'entomopathogène a réduit la longévité des stades larvaires de *C. tomentosicollis* de 7,6 à 9,10 jours. Les individus traités ont donc vécu moins longtemps par rapport à ceux non traités. Ces résultats sont comparables à ceux de Douro Kpindou *et al*. (2012b) qui ont rapporté après l'utilisation de la souche 11 une diminution de la longévité des larves de *H. armigera* de 7 jours. Toffa Mehinto *et al.* (2014c) ont aussi noté une baisse de la durée de survie des larves de *M. vitrata* de 8 jours après application de *B. bassiana* 115.

Pour les deux méthodes d'application et la majorité des doses testées, les mortalités des larves de stade 3 ont été comparables à celles des stades 4. Cela démontre que les deux stades ont réagi de la même façon à l'application des différentes doses. Ces données ne semblent pas mettre en évidence une variabilité de la pathogénicité du champignon selon les stades larvaires comme démontré chez d'autres espèces par Inglis *et al.* (2001).

La relation dose-mortalité a été significative pour les deux méthodes d'application. Les DL50 ont été inversement proportionnelles au délai de mortalité pour les deux stades larvaires. Les différentes doses de *B. bassiana* 115 utilisées ont donc été un prédicateur significatif de la survie de *C. tomentosicollis* à travers l'analyse de régression de Cox ($P < 0,05$) avec des intervalles de confiances relativement petits. Ces résultats sont conformes à ceux de Douro Kpindou *et al.* (2012b) qui ont expérimenté l'utilisation des souches de *B. bassian*a115 sur les larves de *H. armigera* et de Abebe (2002) qui a aussi utilisé certaines souches de *M. anisopliae* et de *B. bassiana* virulentes contre les termites.

Pour obtenir la DL50 des deux stades larvaires de *C. tomentosicollis* en 3 jours, il faut $4,33.10^7$ à $7,19.10^7$ conidies par insecte pour la méthode topique et $9,19.10^{12}$ à $1,23.10^{13}$ conidies par insecte pour la méthode par aspersion. Ici, on peut noter que les DL50 obtenues avec la méthode par aspersion sont plus élevées que celles obtenues avec l'application topique. En effet la méthode par aspersion simule l'application des biocides au champ où une grande partie est souvent perdue sur le sol ou dans les organes des plantes. Toutefois, ces informations renforcent l'hypothèse de la faisabilité de la lutte biologique contre *C. tomentosicollis* avec la pulvérisation en champ des dilutions des conidies du biopesticide. Ainsi, *B. bassiana* est un entomopathogène pouvant être utilisé dans la lutte contre les insectes ravageurs de diverses cultures dont le niébé (Wilson, 1983 ; Gowda *et al.*, 1992 ; Douro Kpindou *et al.*, 2012b).

Conclusion

Les différentes dilutions de conidies de *B. bassiana* expérimentées montrent une réponse effet/dose significative ($p < 0,05$) pour la gestion des larves de *C. tomentosicollis*. Pour les deux méthodes d'inoculation testées, les doses de 5.10^8 et 10^9 conidies/ml donnent des mortalités élevées des larves du ravageur. Les DL50 sont estimées et il est possible de réduire la survie des larves de *C. tomentosicollis* en augmentant la dose du biopesticide. Ces informations peuvent contribuer à la gestion biologique de l'insecte. Des expérimentations tant en station qu'en milieu paysan dans des contextes écologiques assez contrastés sont nécessaires afin de confirmer l'efficacité du biocide.

Références bibliographiques

Abdel-Raheem, M. A., Z. A. Ragab, I. E. Abdel-Rhman, 2011: Effect of entomopathogenic fungi on the green stink bug, *Nezaraviridula* l. in sugar-beet in egypt. Bull. NRC, 36(2), 145-152.

Abdoulaye, O. Z., I. Baoua, S. Boureima, L. Amadou, M. Tamo, S. Mahamane, A. Mahamane, B. R. Pittendrigh, 2018 : Etude de l'efficacité des biopesticides dérivés du neem et de l'entomopathogène *Mavi NPV* pour la gestion des insectes ravageurs du niébé au Niger. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) 83, 16-24.

Abebe, H., 2002: Potential of entomopathogenic fungi for the control of *Macrotermes subhyalinus* (Isoptera: Termitidae). PhD thesis: Universität Hannover (germany).161 p.

Agboton, C., 2004 : Potentialités biologiques et écologiques de *Ceranisus femoratus* (Gahan) (Hymenoptera: Eulophidae) un nouvel ennemi naturel pour lutter contre *Megalurothrips sjöstedti* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) ravageur du niébé au Bénin. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA), Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 95 p.

Ahounou, D. M., 1990 : Elevage de *Maruca testulalis* (Geyer) (Lépidoptère: Pyralidae). Cycle de développement et table de vede l'insecte en conditions de laboratoire. Thèse d'ingénieur agronome. Université Nationale du Bénin, Faculté des Sciences Agronomiques, Bénin. 81 p.

Aina, J.O., 1975: The distribution of coreids infesting cowpea pods in southwestern Nigeria. Nigerian Journal of Entomology,1, 119-123.

Arkam, F., T. F. Zohra, T. H. Ghania, S. Fairouz, 2017 : Effets des traitements avec le Green muscle® en milieu naturel (Nord-Ouest de l'Algérie) sur les larves de *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) et sur l'histologie du tégument. Algerian Journal of Natural Products, 5(3), 530-540.

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. 351 p.

Dabiré, L. C. B., 2001 : Etude de quelques paramètres biologiques et écologiques de *Clavigralla tomentosicollis Stål*, 1855 (Hemiptera : Coreidae), punaise suceuse des gousses du niébé [*Vigna unguiculata* (L.) WALP.] dans une perspective de lutte durable contre l'insecte au Burkina Faso. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles. Université de Cocody, UFR Biosciences.179 p.

Dabiré, C., A. Sanon, H. Bama, K. Foua-Bi, 2005: Alternative Host Plants of *Clavigralla tomentosicollis* Stal (Hemiptera: Coreidae), the Pod Sucking Bug of Cowpea in the Sahelian Zone of Burkina Faso. Journal of Entomology, 2, 9-16.

Douro Kpindou O. K., C. Gbongboui, R. Badou, E. Paa-Kwessi, J. B. Ackonor, J. Langewald, 2005: Optimisation de l'application du *Metarhizium anisopliae* var. acridum sur le criquet puant, *Zonocerus variegatus* (Orthoptera: Pyrgomorphidae). International Journal of Tropical Insect Science, 25(4), 251-258.

Douro Kpindou, O. K., D. A. Djegui, I. A. Glitho, M. Tamò, 2012a: Sensitivity of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) to the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in laboratory. J. Agri. Biological Sci, 7,1007-1015.

Douro Kpindou, O. K., D. A. Djegui, I. A. Glitho, M. Tamò, 2012b : Réponse des stades larvaires de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) à l'application de champignons entomopathogènes *Metarhizium anisopliae* et *Beauveria bassiana*. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 16(3), 283-293.

Dugje, I. Y., L. O. Omoigui, F. Ekeleme, A.Y. Kamara, H. Ajeigbe, 2009 : Production du niébé en Afrique de l'Ouest : Guide du paysan. Document de l'IITA. 20 p.

Doumandji-Mitiche, B., F.Halouane, H.Bensaad, F.Bissaad,A. Cherief,1999: The efficiency of *Beauveria bassiana* (Bals.) against *Locusta migratoria* and *Schistocercagregaria* (Orthoptera: Acrididae). Mededelingen-FaculteitL and bouwkundige en ToegepasteBiologischeWetenschappenUniversiteit Gent (Belgium).5p.

Egho, E.O., 2011: Evaluation of Neem Seed Extract for the Contro of Major Field Pests of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) under Calendar and Monitored Sprays. Advances in Environmental Biology, 1, 61-66.

Ekesi, S., 1999: Selection of virulent isolates of entomopathogenic hyphomycetes against *Clavigralla tomentosicollis Stål*. and evaluation in cage experiment using three cowpea varieties. Mycopathologia, 148(3),131-139.

Ekesi, S., Adamu, Maniania, N.K., 2002: Ovicidal activity of entomopathogenic hyphomycetes to the legume pod borer, *Maruca vitrata* and the pod sucking bug, *Clavigralla tomentosicollis*.Crop Protection,21(7), 589-595.

Faria, M. R., Wraight, M. P., 2007: Mycoinsecticides and mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. Biological Control, 43(3), 237-256.

Gowda J., Prasad, T. N. R., 1992: Occurrence of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin on the red gram pod borer *Heliothis armigera* Hüb. Journal of Biological Control, 6, 48-49.

Heviefo, A. G., 2019: Production en masse de *Beauveria bassiana*(Balsamo) Vuillemin (Ascomycota : Hyphocreales), le champignon entomopathogène à action infectieuse directe et endophytique. Sciences de la vie, de la terre et agronomie, 6(2), 36-44.

Halouane, F., A. Benzara, B. Doumandji-Mitiche, M. Bouhacein, 2001 : Effet de deux entomopathogènes, *Beauveria bassiana* et *Metarhizium flavoviride* (Hyphomycètes, Deuteromycotina) sur l'hémogramme des larves de 5e stade et des adultes de *Locusta migratoria migratorioides* (Orthoptera: Acrididae). Journal of Orthoptera Research, 2, 331-334.

Halouane, F., 2008 : Recherche fondamentale sur l'entomopathogène *Beauveria bassiana (Bals.-Criv.) Vuill. (Ascomycota: Hypocreales)*.Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, Institut National Agronomique d' El Harrah , Algérie.167 p.

Hammond, W. N. O., 1983: The ecology of pod sucking bugs of cowpea (*Vigna unguiculata* Walp.) with special reference to *Clavigralla* species and their host range in Nigeria. MSc thesis. University of Ghana. 38 p.

Inglis, G. D., M. S. Goettel, T. M. Butt, H.Strasser, 2001: Use of Hyphomycetous fungi for managing insect pests. In: Butt, T.M., Jackson, C. et Magan, N. (eds), Fungi as biocontrol agents. CABI Publishing. Oxon. 390 p.

Islam, M. T., Castle, S. J., Ren, S., 2010: Compatibility of the insect pathogenic fungus *Beauveria bassiana* with neem against sweetpotato whitefly, *Bemisiatabaci*, on eggplant. Entomologia Experimentalis et Applicata, 134(1), 28-34.

Issoufou, O. H., Boubacar S., Adam T., Boubacar Y., 2017 : Identification des insectes, parasites et évaluation économique de leurs pertes en graines sur les variétés améliorées et locale de niébé en milieu paysan à Karma (Niger). International Journal of Biological and Chemical Sciences, 11(2), 694-706.

Jackai, L. E. N., Daoust, R. A., 1986: Insect pests of cowpeas. Annual Review of Entomology, 31(1),95-119.

Jackai, L. E. N., Oyediran, I. O., 1991: The potential of neem *Azadirachta indica* (A. Juss) for controlling post-flowering pests of cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp-1.The pod borer *Maruca testulalis*. Insect Science and its Applications, 12(1-2-3), 103-109.

Jackai, L. E. N., 1993: The use of neem in controlling cowpea pests. IITA Research, 7, 5-11.

McGurire, R. M., Ulloa, M., Young-Hoon, P., Hudson, N., 2005: Biological and molecular characteristic of *Beauveria bassiana* isolates from California *Lygus Hesperus* (Hemiptera: Miridae) populations. Biol. Control. 33(3), 307- 314.

MA, 2018 : Rapport d'évaluation de la campagne agricole d'hivernage 2017 et perspectives alimentaires 2017- 2018. Direction générale des ressources, direction des statistiques. 42 p.

Maddox, J.V., 1982: Use of insectpathogens in pest management. Environmental Science & Technology. 41p.

Mayack, C., Boff, S., 2019: LD50 values may be misleading predictors of neonicotinoid toxicity across different bee species. UludağArıcılıkDergisi,19(1), 19-33.

Peveling, R., Demba, S.A., 1997: Virulence of the entomopathogenic fungus *Metarhiziumflavoviride*gams and rozsypal and toxicity of diflubenzuron, fenitrothion-esfenvalerate and profenofos-cypermethrin to nontarget arthropods in Mauritania. Arch. Environ. Contam.Toxicol., 32(1), 69-79.

Pretty, J., Hine, R., 2005: Pesticide use and the environment in the pesticide detox - Towards a More Sustainable Agriculture. EARTHSCAN: London, Sterling, VA. 32(1), 293.

Reed, D. K., Warthen, J. D. Jr., Uebel, E. E. , Reed, G. L., 1982: Effect of two triterpenoids from neem on feeding by cucumber beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). Journal of Economic Entomology, 75(6), 1109-1113.

Sanehdeep, K., Harminder, P. K., Kirandeep, K., Amarjeet, K., 2011: Effect of different concentrations of *Beauveria bassiana* on development and reproductive potential of *Spodoptera litura* (Fabricius). Journal of Biopesticides, I. 4(2), 161-168.

Sawadogo, F., 2004 : Etude de la résistance de lignées de niébé (*Vigna unguiculata* Walp.) vis-à-vis de la punaise suceuse de gousses (*Clavigralla tomentosicollis Stål*.) et effet des extraits végétaux. Mémoire d'Ingénieur de l'Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 44 p.

Singh, S. R., Allen, D. J., 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. 24p.

Singh, S. R., Jackai, L. E. N., 1985: Insect pests of cowpeas in Africa: their life cycle, economic importance and potential for control. Cowpea Research, Production and Utilization, 2, 217- 231.

Singh, S. R., Jackai, L. E. N., Dos, S. J. H. R., Adalla, C. B., 1990: Insect pest of cowpea in S.R. Singh: Insect of tropical food of legumes. (Editor) John Wiley and Sons Ltd. 47 p.

Singh, B. B., Chambliss, O. L., Sharma, B., 1997: Recent advances in cowpea breeding. In: Singh B.B., Mohan Raj D.R., Dashiell K., Jakai L.E.N.(Eds.).Advances in cowpea research. 30 - 49 p. Proceedings of the Second World Cowpea Research Conference, 5-8 September 1995, Accra, Ghana. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria.

Islam, M.T., S. J. Castle, S. Ren, 2010: Compatibility of the insect pathogenic fungus *Beauveria bassiana* with Neem against sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, on eggplant. Entomologia Experimentalis et Applicata, 134(1), 28-34.

Suh, J. B., L. E. N. Jackai, W. N.O. Hammond, 1986: Observations on pod sucking bug populations on cowpea at Mokwa, Nigeria. Tropical Grain Legume Bulletin, 33, 17-19.

Tamò, M., J. Baumgarter, V. Delucchi, H. R. Herren, 1993: Assessment of key factors responsible for the pest status of the bean flower thrips *Megalurothrips sjostedti* (trybom) (Thysanoptera: Tripidae). Bulletin of Entomological Research, 83(2), 251-258.

Todorova, S. I., Coderre1, D., Côté, J-C., 2000: Pathogenicity of *Beauveria bassiana* isolates toward *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae), *Myzuspersicae* (Homoptera: Aphididae) and their predator *Coleomegilla maculate* lengi (Coleoptera: Coccinellidae). Phytoprotection, 81(1), 15-22.

Toffa Mehinto, J., 2004 : Efficacité au champ des spores de champignons entomopathogènes. *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin et *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin dans le contrôle de *Clavigralla tomentosicollis* (Stål)

(Hétéroptère : Coreidae). punaise suceuse de gousses de niébé *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Mémoire d'Ingénieur des travaux, Université d'Abomey-Calavi. 82 p.

Toffa Mehinto, J., P. Atachi, M. Elégbédé, O.K. Douro Kpindou, M. Tamò, 2014~~a~~ : Efficacité comparée des insecticides de natures différentes dans la gestion des insectes ravageurs du niébé au Centre du Bénin. Journal of Applied Biosciences, Vol. 84(1), 7695-7706.

Toffa Mehinto, J., Atachi, P., Douro Kpindou, O. K., Tamo, M., 2014b: Pathogenicity of entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* on larvae of the legume pod borer *Maruca vitrata* (Lepidoptera: Crambidae). J. Agric. Biological Sci, 9, 55-64.

Toffa Mehinto, J., P. Atachi, O. K. Douro Kpindou, E. A. Dannon, M. Tamò, 2014c: Mortality of *Maruca vitrata* (Lepidoptera: Crambidae) larval stages induced by different concentrations of the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. International Journal of Advanced Research, 4, 273-2854.

Wilson, A. G. L., 1983: Abundance and mortality of overwintering and spring emergence of *Heliothis* spp. Australian Journal of Entomology, 22(3), 191-199.