



Interaction mycorhizes et extraits de *Hyptis suaveolens*/*Cyperus rotundus* : Bioinsecticides appropriés pour la protection du cotonnier contre *Helicoverpa armigera*

Abakar Abba Said¹, Tchuenteu Tatchum Lucien¹, Kosma Philippe², Koulagna Issa Honoré¹, Kaka Amma Talba³ et Megueni Clautilde¹,

¹Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, B.P. 454 – Ngaoundéré-Cameroun ; ²Ecole Nationale Supérieure Polytechnique de Maroua, Université de Maroua-Cameroun ;

³SODECOTON, Maroua, Cameroun

*Auteur correspondance Email : tatchumlucien@yahoo.fr

Original submitted in on 7th February 2020. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 31st May 2020
<https://doi.org/10.35759/JABs.v149.1>

RESUME

Objectif : La culture du cotonnier au Cameroun est marquée par une faible production liée à l'attaque des ravageurs principalement *Helicoverpa armigera* (héliothis). Sa protection durable contre ce ravageur nécessite l'usage des bioinsecticides tels que les mycorhizes, extraits de *Hyptis suaveolens* (chan) et *Cyperus rotundus* (souchet rond).

Méthodologie et résultats : Un dispositif de type 7×2×2 avec 07 qualités de bioinsecticides (témoin (Te-) ; intrant chimique (Te+) ; *H. suaveolens* (H) ; *C. rotundus* (C) ; mycorhizes (M) ; 02 combinaisons : mycorhizes-*H. suaveolens* (M+H) et mycorhizes-*C. rotundus* (M+C)) ; 02 variétés (Q302 et L457) et 02 localités (Kodek et Mouda). Les densités de *H. armigera* dans les parcelles M, H, C, M+C, M+H, et Te+ sont respectivement 1,9 ; 2,18 ; 2,35 ; 3,6 ; 3,82 et 3,82 fois moins élevés que dans les parcelles Te-. La teneur en métabolites secondaires des capsules M est 02 fois supérieure à celle des capsules Te-.

Conclusion et application des résultats : Le ravageur du cotonnier *H. armigera* est moins dense dans les parcelles M+H et M+C autant que dans les parcelles Te+. Les traitements M+H et M+C ont réduit considérablement le pourcentage des capsules attaquées par *H. armigera* par rapport à Te-. Les mycorhizes stimule la biosynthèse de certains métabolites et améliore la teneur des plants de cotonnier en métabolites secondaire. Les traitements M+C et M+H pourraient être inclus dans un programme de lutte comme alternative à l'utilisation des insecticides chimiques de synthèse contre *H. armigera*. 20 g de mycorhizes devraient être appliquées par poquet au moment des semis et les extraits de *H. suaveolens* ou de *C. rotundus* devraient être pulvérisés sur toutes les parties aériennes du cotonnier à intervalle de temps régulier de 7 jours à partir du 45^{ième} jour après semis.

Mots clés : Cotonnier, *Hyptis suaveolens* ; *Cyperus rotundus*, mycorhizes, Cameroun

Interaction mycorrhizae and extracts of *Hyptis suaveolens*/*Cyperus rotundus*: Suitable Bioinsecticides relative to cotton protection against *Helicoverpa armigera*

ABSTRACT

Objective: In Cameroon, cotton cultivation is marked by low production due to the attack of pests, *Helicoverpa armigera* (heliiothis) mainly. The sustainable protection of cotton against this pest requires the use of bioinsecticides such as mycorrhizae, extracts of *Hyptis suaveolens* (chan) and *Cyperus rotundus* (purple nutsedge).

Methodology and results: A 7x2x2 factorial design with 07 qualities of bioinsecticides (control (Te-); chemical input (Te+); *H. suaveolens* (H); *C. rotundus* (C); mycorrhizae (M); 02 combinations: mycorrhizae-*H. suaveolens* (M+H) and mycorrhizae-*C. rotundus* (M+C)); 02 cotton varieties (Q302 and L457) and 02 localities (Kodek and Mouda). The densities of *H. armigera* from M, H, C, M+C, M+H, and Te+ plots were 1.9; 2.18; 2.35; 3.6; 3.82 and 3.82 respectively fold lower than that from Te- plots. The secondary metabolites content of capsules from M plants is 02 fold higher than that from Te- plants.

Conclusion and application of results: *H. armigera* is less dense in M+H and M+C plots as much as in Te+ plots. M+H and M+C treatments considerably reduced the percentage of capsules attacked by *H. armigera* compared to Te-. Mycorrhizae stimulate the biosynthesis of some metabolites and improve secondary metabolites content of cotton plants. M+C and M+H treatments could be included in a control program of *H. armigera* as alternative to the use of chemical insecticides. 20 g of mycorrhizae should be applied per hole at the sowing and the extracts of *H. suaveolens* or *C. rotundus* should be sprayed on all the aerial parts of cotton plant every 7 days from the 45th day after sowing.

Key words: Cotton, *Hyptis suaveolens*; *Cyperus rotundus*, mycorrhizae, Cameroon

INTRODUCTION

Le cotonnier (*Gossypium hirsutum*), encore appelé l'or blanc, est l'une des plus importantes plantes textiles commercialement cultivées dans plus de 50 pays dans le monde (Amin et al., 2016). Il joue en effet un rôle économique majeur dans les zones rurales des pays africains de l'Ouest et du Centre. Environ 2 millions d'agriculteurs produisent en moyenne plus de deux millions de tonnes de coton-graines, soit près de 830.000 tonnes de fibres au taux moyen de rendement à l'égrenage de 41,5 %. Ce volume de coton fibre représente plus de 15 % des échanges internationaux, pour un chiffre d'affaires entre 500 et 700 milliards F CFA (CMA /AOC, 2017). Toutefois, le cotonnier est une plante aux dépens de laquelle vivent de nombreux bio-agresseurs (Vaissayre, 2007). Au Cameroun parmi les insectes ravageurs, un lépidoptère de la famille des *Noctuidae*, *Helicoverpa armigera* (héliothis), insecte polyphage et vorace attaquant les organes fructifères, est responsable d'une part importante des dégâts sur le cotonnier (Renou et Deguine, 1992 ; Drabo, 2005, SODECOTON, 2015). La

lutte chimique est la méthode la plus souvent utilisée contre les larves des lépidoptères ravageurs des plantes. Elle a été, en général, très efficace pour détruire les ravageurs. Cependant cette lutte chimique présente des sérieux risques environnementaux due à l'utilisation élevée de pesticides et des risques d'acquisition des nouvelles résistances (Ouurou et al., 2012). Face à la pression des insectes ravageurs sur le cotonnier et l'utilisation abusive des insecticides chimiques, les grands pays producteurs du coton en l'occurrence la Chine, l'Inde, le Brésil et les Etats-Unis ont recours aux semences génétiquement modifiées (*Bt*) pour réduire le dégât de *H. armigera* afin d'améliorer la productivité du cotonnier tout en diminuant l'utilisation des insecticides chimiques (MINADER, 2012). Elles ont été testées au Cameroun en 2012 (MINADER, 2012) mais leur vulgarisation a été rejetées par la SODECOTON en 2018, car le prix de ces semences est élevé, en plus cet insecte ravageur développe très vite des résistances et le rendement par rapport à la culture conventionnelle n'est pas perceptible et laisse

ainsi les agriculteurs à l'usage des insecticides chimique. En générale, l'avènement des pesticides a permis de juguler l'action des ravageurs et ces derniers ont été pris comme une panacée avant de connaître un coup de frein (Guèye, 2012). Il est donc nécessaire d'envisager dans les milieux paysans locaux, des modes de gestion qui permettent une exploitation rationnelle et durable des bioressources (Manlay, 2000) et d'augmenter la production agricole tout en protégeant l'environnement (Megueni et al., 2011). L'usage des mycorhizes, des extraits aqueux de *Hyptis suaveolens* (chan) et *Cyperus rotundus* (souchet rond) s'avèrent être une solution pour réduire le dégât de ce potentiel ravageur qu'est *H. armigera*. En effet, l'inoculum mycorhiziens pour la culture du cotonnier contribuerait à améliorer la résistance de cette plante vis-à-vis de *H. armigera* afin d'augmenter la productivité de cette plante tout en

assurant une agriculture durable. De même, les extraits aqueux de *H. suaveolens* et de *C. rotundus* pourraient être efficaces pour la protection des cultures contre les ravageurs (Ayodele et al., 2011). L'objectif principal de ce travail consiste à protéger la culture du cotonnier contre l'attaque de *H. armigera* tout en limitant au maximum l'utilisation de l'insecticide chimique. Spécifiquement, il s'agit (1) d'évaluer l'effet des mycorhizes et des extraits aqueux de *H. suaveolens* (feuilles) et de *C. rotundus* (rhizomes) sur l'infestation du cotonnier par *H. armigera* ; (2) d'évaluer l'impact de *H. armigera* sur les capsules du cotonnier ; (3) étudier l'effet des mycorhizes sur les teneurs en métabolites secondaires des capsules de cotonnier. L'intérêt et l'utilité de ce travail reposent sur le fait que le traitement qui présentera une meilleure protection du cotonnier contre *H. armigera* sera vulgarisé.

MATERIEL ET METHODES

Description du site d'étude : L'expérimentation s'est déroulée en champ dans deux localités de l'extrême-Nord Cameroun : La localité de Kodek situé à 15 Km à l'Est de Maroua et ayant pour coordonnées géographiques 10° 38' 43" de latitude Nord et 14° 24'27" de longitude Est et 378 m d'altitude puis la localité de Mouda situé à 33 Km au Sud de Maroua et a pour coordonnées géographiques 10° 37' 79" de latitude Nord et 14° 22'48" de longitude Est et 523 m d'altitude. La région de l'Extrême-Nord Cameroun présente un climat Soudano-sahélien du type tropical sec à longue saison sèche de 9 mois (Octobre-Juin) et d'une courte saison de pluie de 3 mois (Juillet-Septembre). La température moyenne annuelle est de 28,3 °C (CTFC, 2011).

Semences du cotonnier : Les graines des variétés IRMA Q302 et IRMA L457 du cotonnier sont utilisées pour ce travail. Ces graines ont été fournies par l'Institut de Recherches Agronomique pour le Développement (IRAD) de Maroua. Ces deux variétés de cotonnier ont un court cycle de vie (120 jours) et sont très sollicitées par les paysans de l'Extrême-Nord Cameroun. L'usage d'une culture à court cycle de vie présente un avantage pour le paysan en ce sens que ce dernier peut avoir plusieurs récoltes par an s'il possède des moyens de culture à contre saison (Tchuenteu et al., 2018).

Inoculum mycorhizien : L'inoculum mycorhizien utilisé pour ce travail provient de la collection du Laboratoire

des Sols du Centre de Biotechnologie de l'Université de Yaoundé I. Il est constitué d'un mélange de sol (argile, grains de sable), des fragments racinaires des plantes ayant des spores de champignons du genre *Glomus* et *Gigaspora* pour une concentration de 20 spores/g du substrat. Selon Jansa et al. (2002), les champignons mycorhiziens à arbuscules du genre *Glomus* spp. et *Gigaspora* spp. sont les plus connus. Le *Glomus* est un champignon symbiotique obligatoire et qui n'est pas très spécifique à l'hôte (Bouamri et al., 2006 ; Wang et al., 2008).

Intrants chimiques : L'engrais chimique (NPKBS de formule 21.08.12.3.1.) et l'insecticide chimique (Trofort 400 EC) sont utilisés. Ces intrants chimiques sont achetés au niveau de la Société de Développement de Coton (SODECOTON) à Maroua (Cameroun). Les matières actives du Trofort sont les organophosphorés associés aux pyréthrinoides. Ces intrants chimiques sont appropriés à la culture du cotonnier et sont couramment utilisés par les paysans de l'Extrême Nord Cameroun.

Extraits aqueux des feuilles de *Hyptis suaveolens* et des rhizomes de *Cyperus rotundus* : *H. suaveolens* est une plante aromatique appartenant à la famille des *Lamiaceae*, ses feuilles sont récoltées à Houro-tchéde à Maroua le 25 juin 2019. *C. rotundus* appartient à la famille des *Cyperaceae*. Ses rhizomes dégagent une forte odeur. Ils sont récoltés à Kodek le

23 juin 2019. Concernant l'obtention des bioinsecticides (figure 1 et 2), les feuilles de *H. suaveolens* et les rhizomes de *C. rotundus* récoltés sont séchés à l'ombre pendant 12 jours, ensuite ces organes végétatifs sont broyés finement à l'aide d'une broyeuse électrique (Victoria Grain Mill-High Hopper, Medellin, Colombia) pour l'obtention des poudres des feuilles de *H. suaveolens* et des rhizomes de *C. rotundus*. Le protocole d'obtention des extraits aqueux des poudres

de *H. suaveolens* et *C. rotundus* utilisé est décrit par Kumar (2009) et Kosma (2011) ; Une quantité de 100 g de la poudre est enveloppée dans une toile (1 mm de diamètre des mailles), puis plongée dans un récipient contenant 2 litres d'eau. Après 24 h de macération, la toile contenant la pâte est retirée du récipient et essorée pour obtenir une solution aqueuse des extraits des plantes traitées.



Figure 1 : Plant, rhizomes et extrait aqueux des rhizomes de *Cyperus rotundus*



Figure 2 : Plant, feuilles et extrait aqueux des feuilles de *Hyptis suaveolens*

Préparation des sites d'étude et dispositif expérimental : Les sites d'étude sont labourés à 5 cm de profondeur. Le dispositif expérimental utilisé est de type 7x2x2 avec 07 qualités de bioinsecticides (témoin (Te-); intrant chimique (Te+); *H. suaveolens* (H); *C. rotundus* (C); mycorhizes (M); 02 combinaisons : mycorhizes-*H. suaveolens* (M+H) et mycorhizes-*C. rotundus* (M+C)); 02 variétés de cotonnier (Q302 et L457) et 02 localités (Kodek et Mouda). Chaque unité expérimentale comporte 30 poquets disposés en 03 lignes de semis.

Semis, programme de traitement du cotonnier et paramètres étudiés : Les semis se sont déroulés le 3 et 5 juin 2019 respectivement à Kodek et à Mouda. Trois graines ont été semées par poquet à une profondeur de 3 cm (SODECOTON, 2015). L'inoculation mycorhizienne est effectuée au moment des semis. Ce biofertilisant est mis en contact direct avec les graines. 20 g d'inoculum mycorhizien sont mis par poquet. L'application de l'engrais chimique (NPKSB) s'est faite au 14^{ième} jour après semis. 10 g d'engrais chimique sont déposés juste au pied de la plantule (Deschênes, 2010). Les traitements insecticides (Trofort, solution aqueuse de *H. suaveolens* et de *C. rotundus*) sont effectués à partir du 45^{ième} jour après semis. L'application de l'insecticide est faite sur toutes les parties aériennes des plants de cotonnier. Le traitement par les extraits aqueux de *H. suaveolens* et *C. rotundus* ont eu lieu tous les 7 jours, (12 traitements au total sont effectués). Les traitements insecticides sont pulvérisés au champ à l'aide d'un appareil à disques rotatifs de marque Micron.

Détermination de la densité de *Helicoverpa armigera* : Dans chaque sous-parcelle, les chenilles de ce ravageur ont été dénombrées. Sept dénombrements

ont été effectués entre le 80^e et le 115^e jour après semis et la densité de *H. armigera* est déterminée en fonction des traitements.

Evaluation du pourcentage de capsules attaquées par *Helicoverpa armigera* : Le pourcentage de capsules de cotonnier attaqué par *H. armigera* a été déterminé en fonction des traitements : Sept observations des capsules attaquées par *H. armigera* ont été effectuées entre le 80^e et le 115^e jour après semis. Les capsules ayant des trous circulaires sont celles endommagées par *H. armigera* (IFDC, 2016). Les observations sont portées sur toutes les capsules.

Étude de l'effet des mycorhizes sur les teneurs en métabolites secondaires des capsules du cotonnier : Les capsules de cottonniers sont récoltées et séchées à l'ombre pendant 12 jours, ensuite ces capsules sont broyées finement à l'aide d'une broyeuse électrique (Victoria Grain Mill-High Hopper, Medellin, Colombia). Les poudres obtenues sont utilisées pour déterminer qualitativement et quantitativement les métabolites secondaires responsables de l'efficacité insecticide. Concernant le dosage des métabolites secondaires (flavonoïdes, polyphénols, saponines et tanin), la poudre sèche des capsules (10 g) est dissoute dans 100 mL de méthanol 80%. Après filtration, le filtrat a été dilué 10 fois. Durant tous les travaux d'analyses, ce sont les mêmes extraits qui ont été utilisés. Le dosage de ces métabolites secondaires a été effectué selon la méthode de Folin-Ciocalteu (Mahmoudi et al, 2013).

Analyses statistiques : Le logiciel Statgraphics plus 5.0 est utilisé pour l'analyse de variance et le test de Duncan est utilisé pour comparer les moyennes des traitements.

RESULTATS ET DISCUSSION

Densité de *Helicoverpa armigera* : L'analyse de variance (ANOVA) effectuée indique que les parcelles n'ayant reçu aucun traitement (Te-) présente significativement ($p < 0,05$) la plus grande densité de *H. armigera*. Cependant, il n'existe pas de différences significative entre les parcelles traitées à base des mycorhizes (M), des extraits de *Hyptis suaveolens* (H), de *Cyperus rotundus* (C) et celles traitées à base des combinaisons mycorhizes-extraits de *H. suaveolens* (M+H) ou de *C. rotundus* (M+C) sur la densité de ce ravageur. Il n'existe aucune incidence significative ($p < 0,05$) des sites d'étude et des variétés de cotonnier sur la densité de *H. armigera* (tableau 1). Dans cette étude, l'extrait de *H. suaveolens* a réduit la densité de

H. armigera sur le cotonnier, ce qui est en conformité avec les travaux rencontrés dans la littérature. Fall et al. (2017) et Biao et al. (2018) rapportent respectivement que l'extrait de *H. suaveolens* réduit les taux d'infestation de *Sitophilus* spp., ravageur du maïs et des pucerons vecteurs du virus de la panachure du piment vert. Par ailleurs, les travaux de Barbosa et al. (2011) sur la toxicité des extraits de *C. rotundus* sur *Diabrotica speciosa* ont révélé que les extraits des rhizomes de *C. rotundus* ont une activité insecticide positive. Dans la présente étude, la réduction des ravageurs dans les parcelles traitées aux extraits de *H. suaveolens* et de *C. rotundus* serait due aux fortes odeurs dégagées par ces extraits, ce qui

empêcheraient l'épanouissement de *H. armigera* l'obligeant ainsi à se déplacer. En outre, certains métabolites secondaires présents dans ces extraits tels que les alcaloïdes, saponines et flavonoïdes auraient eu un effet positif sur la mortalité de *H. armigera*. En effet, Bouchelta et al. (2005) font des études sur les effets biocides des alcaloïdes, saponines et flavonoïdes sur la survie des œufs et des adultes de *Bemisia tabaci* infestant les plants de tomates, et rapportent que les oeufs et adultes répondent aux effets toxiques des composés testés. Par ailleurs, L'effet bénéfique des mycorhizes sur la densité de *H. armigera* s'expliquerait

par le fait que ce biofertilisant aurait stimulé chez le cotonnier la biosynthèse des métabolites secondaires ayant un effet répulsif ou mortel sur ce ravageur (Strack et Fester, 2006; Akiyama, 2007). Dans la présente étude, les densités de *H. armigera* dans les parcelles M, H, C, M+C, M+H, et Te+ sont respectivement 1,9 ; 2,18 ; 2,35 ; 3,6 ; 3,82 et 3,82 fois moins élevés que dans les parcelles Te-, suggérant ainsi que les traitements M+C et M+H sont efficaces pour la protection du cotonnier contre *H. armigera* autant que l'insecticide chimique de synthèse Trofort.

Tableau 1 : Densité de *Helicoverpa armigera* en fonction des traitements

Traitements	Densité de <i>Helicoverpa armigera</i> (nombre/3,6 m ²)			
	KODEK		MOUDA	
	Q302	L457	Q302	L457
Te+	0,50±0,52 ^a	0,58±0,67 ^{ab}	0,75±0,62 ^a	0,75±0,62 ^a
Te-	2,50±1,00 ^b	2,58±0,90 ^c	2,08±0,79 ^{ab}	2,67±0,89 ^b
M+H	0,58±0,67 ^a	0,58±0,51 ^{ab}	0,67±0,65 ^a	0,75±0,62 ^a
M+C	0,83±0,72 ^a	0,50±0,52 ^a	0,67±0,65 ^a	0,75±0,62 ^a
H	1,00±0,74 ^{ab}	1,67±0,94 ^{bc}	1,08±0,79 ^{ab}	0,75±0,62 ^a
C	1,08±0,67 ^{ab}	0,83±0,94 ^{ab}	1,25±0,96 ^{ab}	1,00±0,85 ^a
M	1,50±0,80 ^{ab}	1,00±0,74 ^{abc}	1,33±0,89 ^b	1,33±0,98 ^{ab}
Moy	1,14±4,43	1,10±0,74	1,11±0,76	1,14±0,74
P. Value	0,0043	0,0087	0,1714	0,0162

Te+ : intrants chimiques ; Te- : parcelles non traitées ; H : Extrait aqueux de *H. suaveolens* ; C : Extrait aqueux de *C. rotundus* ; M : Mycorhizes ; M+C : Combinaison M et C ; M+H : combinaison M et H.

Impact de *Helicoverpa armigera* sur les capsules du cotonnier : Les résultats obtenus indiquent qu'il existe une différence significative ($p < 0,05$) entre les traitements sur le pourcentage de capsules endommagées par *H. armigera*. Les parcelles traitées à la combinaison mycorhizes-extraits aqueux de *Hyptis suaveolens* (M+H) ou de *Cyperus rotundus* (M+C) n'ont pas présenté de différence significative par rapport aux parcelles traitées avec de l'intrant chimique (Te+) (figure 3 et 4). En effet, les traitements M+H et M+C ont réduit de 03 fois le pourcentage des capsules attaquées par rapport au témoin négatif (Te-). En outre, aucune incidence significative n'a été observée entre les variétés de cotonnier d'une part et d'autre part entre les différentes localités de cette étude sur la variabilité de ce paramètre. Dans cette étude les extraits de *H. suaveolens* et *H. armigera* ainsi que les mycorhizes ont eu des effets significativement positifs sur la réduction de l'impact de *H. armigera* sur les plants du cotonnier.

Ceci corrobore en partie les travaux rencontrés dans la littérature (Biao et al., 2018 ; Barbosa et al., 2011). L'efficacité de ces extraits (*H. suaveolens* et *C. rotundus*) serait due à la présence en quantité de certains métabolites notamment les flavonoïdes, les alcaloïdes, les tanins et les saponines qui protégeraient (odeurs répulsifs, goût désagréable ou activités insecticides) dans ces extraits. Nos études futures consisteront à déterminer le métabolite secondaire de *H. suaveolens* et de *C. rotundus* qui a un effet répulsif ou bien qui cause la mort de *H. armigera*. Dans cette étude, la combinaison mycorhizes-extraits de *H. suaveolens* s'est avérée plus efficace sur la réduction des dégâts de *H. armigera* sur les capsules. De ce fait, l'usage de ce traitement par les cultivateurs du cotonnier contribuerait non seulement à améliorer la productivité de cette plante, mais aussi à conserver la biodiversité, tout en assurant une agriculture durable.

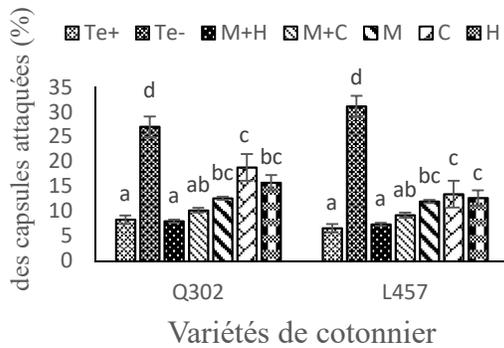


Figure 3 : Pourcentage de capsules attaquées en fonction des traitements dans la localité de Kodek
Te+ : intrants chimiques ; Te- : parcelles non traitées ; H : Extrait de *H. suaveolens* ; C : Extrait de *C. rotundus* ; M : Mycorhizes ; M+C : Combinaison M et C ; M+H : combinaison M et H

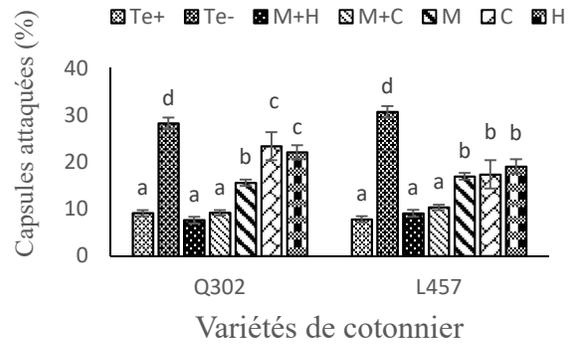


Figure 4 : Pourcentage de capsules attaquées en fonction des traitements dans la localité de Mouda

Effet des mycorhizes sur la teneur des capsules du cotonnier en métabolites secondaires : L'analyse phytochimique des capsules du cotonnier a révélé la présence de tous les métabolites secondaires étudiés dans les extraits des capsules témoins excepté les stéroïdes (tableau 2). Par contre, dans les extraits des capsules récoltées sur les plants enrichis aux

mycorhizes nous avons observé une forte présence des alcaloïdes, flavonoïdes, quinones et saponine par rapport à l'extrait des capsules issues des plants témoins. De même, les stéroïdes ont été présents seulement dans l'extraits des capsules enrichies aux mycorhizes.

Tableau 2 : Analyse qualitative des métabolites secondaires des capsules du cotonnier

Métabolites secondaires	Alcaloïdes	Composés réducteurs	Flavonoïdes	Quinones	Saponines	Stéroïdes	Tanins
CT	+	+	+	+	+	-	+
CM	++	+	+++	++	+++	+	+

- : réaction négative, + : réaction faiblement positive, ++ : réaction moyennement positif, +++ : réaction fortement positive

Concernant les teneurs des capsules en métabolites secondaires, il existe une différence significative ($p < 0,05$) entre les capsules récoltées sur les plants de cotonnier inoculés à base des mycorhizes et celles issues des plants de cotonnier non fertilisés (figure 5). En effet, les extraits des capsules du cotonnier enrichi aux mycorhizes ont une forte teneur en flavonoïdes (15,01 EqgAG/100 g), en polyphénols (56,35 EqgAG/100 g) et en tanins (4,41 EqgAG/100 g) par rapport aux extraits des capsules témoins qui ont une teneur de 7,69 EqgAG/100 g en flavonoïdes, 24,22 EqgAG/100 g en polyphénols et de 1,20 EqgAG/100 g en tanin. Globalement, la teneur en métabolites secondaires des capsules de cotonnier issues des plants inoculés à base des mycorhizes est 02 fois supérieure à celle des capsules récoltées sur les plants non fertilisés. La forte présence des métabolites

secondaires dans les extraits des capsules récoltées sur les plants de cotonnier inoculés à base des mycorhizes comparé à celle des capsules témoins est en accord avec les travaux de plusieurs auteurs (Malard 2016 ; INRA, 2017). Ces derniers révèlent que les mycorhizes stimule la biosynthèse de certains métabolites et améliore la teneur des plants en métabolites secondaire. Cette stimulation de la synthèse des métabolites secondaires chez les plants inoculés serait due à la bonne nutrition hydrominérale de la plante grâce à l'association symbiotique plantes-champignons mycorhiziens. Cette nutrition aurait renforcée la défense naturelle de la plante par la présence de ces métabolites secondaires. Une forte teneur en métabolite secondaire des capsules de cotonnier détermine la capacité de ces capsules à résister face aux attaques des ravageurs, ce qui

justifierait d'une part la faible densité de *H. armigera* dans les parcelles de cotonnier traitées avec les mycorhizes et d'autre part le faible pourcentage de

capsules attaquées par *H. armigera* dans les parcelles inoculées avec les mycorhizes.

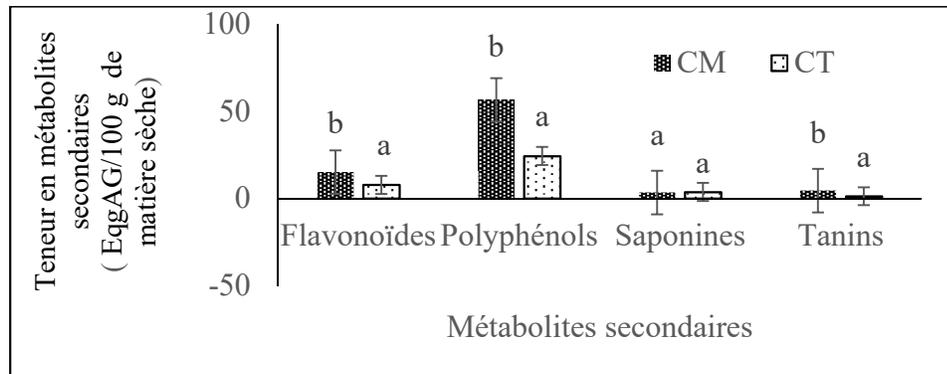


Figure 5 : Teneur des capsules en métabolites secondaires en fonction des traitements
CM : Mycorhizes ; CT : plants non fertilisées

CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

Le ravageur du cotonnier, *Helicoverpa armigera* est moins dense dans les parcelles traitées à base des combinaisons mycorhizes-extraits de *Cyperus rotundus* (M+C) et mycorhizes-extraits de *Hyptis suaveolens* (M+H) autant que dans les parcelles de cotonnier traitées à l'insecticide chimique de synthèse Trofort (Te-). Les traitements M+H et M+C réduisent le pourcentage des capsules attaquées par *H. armigera* rapport à Te-. Les mycorhizes stimulent la biosynthèse de certains métabolites et améliorent la teneur des plants de cotonnier en métabolites secondaire. L'usage du traitement M+C ou M+H pour la culture du cotonnier constituerait un produit alternatif aux insecticides chimiques de synthèse pour la protection du cotonnier contre *H.armigera*. Leur utilisation améliorerait la

productivité du cotonnier si l'inoculation mycorhizienne est appliquée au moment des semis et les traitements par les extraits aqueux de *H. suaveolens* et *C. rotundus* ont eu lieu à intervalle de temps régulier de 7 jours à partir du 45^{ème} jour après semis. Ces bioinsecticides garantiront la production des aliments sains assurant la santé du consommateur et contribueront à la conservation de la biodiversité tout en favorisant une agriculture durable. L'inoculation de 20 g de mycorhizes par poquet combinée à la pulvérisation des extraits aqueux de *H. suaveolens* ou de *C. rotundus* sur toutes les parties aériennes du cotonnier est recommandée. Ces combinaisons pourront avoir des effets mortels ou repulsifs sur *H. armigera*.

BIBLIOGRAPHIE

- Akiyama K, 2007. Chemical identification and functional analysis of apocarotenoids involved in the development of arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Bioscience. Biotechnology. Biochemistry*, 71 :1405-1414.
- Ayodele O, Kolawole RE, Okonji JO et Ajele, 2011. *Tithonia diversifolia*, *Cyperus rotundus* and *Hyptis suaveolens* ethanol extracts combinatorially and competitively inhibit affinity purified cowpea storage bruchid (*Callosobruchus maculatus*) glutathione S-transferase. pp.175–184.
- Barbosa FSL, Germano LDP, Marney AO, Guilherme DO, Maia JTLS et Fernandes RC, 2011. Toxicity of extracts of *Cyperus rotundus* on *Diabrotica speciosa*. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 33 (4) : 607-611.
- Bouamri R, Dalpé Y, Serrhini M et Bennani A, 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi species associated with rhizosphere of *Phoenix dactylifera* L. *African Journal of Biotechnology*, 16: 510-516.
- Bouchelta A, Boughdad A, Blenzar A, 2005. Effets biocides des alcaloïdes, des saponines et des flavonoïdes extraits de *Capsicum frutescens* L. (Solanaceae) sur *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera : Aleyrodidae). *BASE*.9.

- CTF, 2011. Centre Technique de la Foret Communale. Etat des lieux sur les réserves forestières dans la Région de l'Extrême-Nord.
- Conférence des ministres de l'agriculture de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (CMA/AOC), 2017. Quel avenir pour le coton en Afrique de l'Ouest et du Centre. 33 p.
- Drabo A, 2005. Evaluation de l'efficacité de deux delta-endotoxines de *Bacillus thuringiensis* (Cry1Ac et Cry2Ab) synthétisées par le cotonnier transgénique (coton Bt) dans la gestion de la résistance de *Helicoverpa armigera* (Hübner) à la deltaméthrine. Mémoire 44 d'ingénieur. Institut du Développement Rural. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (Burkina-Faso), 59p.
- Derogoh NAN, Megueni C et Tchuenteu TL, 2018. Study of intercropping system castor Bean and legumes on seeds yield and yield related traits in two Agroecological zones of Cameroon. *Scholar Journal of Agricultural and Veterinary Science*, 5(6) :352-368.
- Deschênes ML, 2010. Augmentation du potentiel de croissance d'une plantation d'épinette blanche. *Rapport Technique-Projet* N°093, Volet II 2009-2010 Québec/ Canada. 240 p.
- Biao F, Afouda L, et Koné D, 2018. Effet des extraits aqueux à base d'ail (*Allium sativum*), de neem (*Azadirachta indica*), de *Hyptis suaveolens* et d'huile d'arachide sur les pucerons vecteurs du virus de la panachure du piment vert (*Capsicum chinense*) au Nord-Benin. *Journal of Animal & Plant Sciences*. 38(3) : 6336-6348.
- Guèye MT, 2012. Gestion intégrée des ravageurs de céréales et de légumineuses stockées au Sénégal par l'utilisation de substances issues de plantes. Thèse de doctorat, Université de Liège-Gembloux *Agro-Bio Tech*, Liège. pp. 216.
- IFDC, 2016. Lutte intégrée contre les ravageurs, maladies et carences du coton et des cultures de rotation. pp. 1-156.
- IRAD, 2017. Institut de Recherche Agronomique pour le Développement. Usages des alternatives au glyphosate dans l'agriculture française. pp. 45.
- Jansa J, Mozafar A, Anken T, Ruh R, Sanders IR et Frossard E, 2002. Diversity and structure of AMF communities as affected by tillage in a temperate soil. *Mycorrhiza*, 45: 225–234.
- Kosma P, Ambang Z, Boyogueno ADB, Ten Hoopen M, Kuate J et Akoa A, 2011. Assessment of nematicidal properties and phytochemical screening of neem seed formulations using *Radopholus similis*, parasitic nematode of plantain in Cameroun. *Crop Protection*, 30: 733-738.
- Kumar S, Saini RK et Ram P, 2009. Natural Mortality of *Helicoverpa armigera* (Hübner). Eggs in the Cotton Ecosystem. *Journal of agricultural sciences and technologies*, 11:17-25.
- Mahmoudi S, Khali M et Mahmoudi N, 2013. Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Nature & technologie. b-sciences agronomiques et biologiques*, N° 09 : 35-40.
- Manlay R., 2000. Dynamique de la matière organique à l'échelle d'un terroir agro-pastoral de la savane ouest-africaine (Sud-Sénégal). *Thèse Doctorat ès sciences de l'environnement*. Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêts. Université de Montpellier, 246 p.
- MALARD A, 2016. Les mycorhizes, les plantes, la biodiversité et la Permaculture. Pp.1-9.
- Megueni C, Awono et Ndjouenkeu R, 2011. Effet simultané de la dilution et de la combinaison du *Rhizobium* et des mycorhizes sur la production foliaire et les propriétés physico-chimiques des jeunes feuilles de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Journal of Applied Biosciences* 40: 2668-2676.
- Amin MR, Afrin R, Suh SJ et Kwon YJ, 2016. 'Infestation of sucking insect pests on five cotton cultivars and their impacts on varietal agronomic traits, biochemical contents, yield and quality, " *SAARC Journal of Agriculture*, 14(1): 11–23.
- MINADER, 2012. Annuaire des Statistiques du Secteur Agricole. Campagnes 2009 et 2010. AGRISTAT Cameroun, n°17, Direction des Enquêtes et des Statistiques Agricoles. pp. 1-13.
- Ouorou KDK, Denis, Assouan D, Isabelle AG et Manuele T, 2012. Réponse des stades larvaires de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera : Noctuidae) à l'application de champignons entomopathogènes *Metarhizium anisopliae* et *Beauveria bassiana*. pp. 283-293.
- Renou A et Deguine JP, 1992. Ravageurs et protection de la culture cotonnière au Cameroun. Cotonet

- Fibres Tropicales, Série étude, documents et synthèse. pp. 13-26.
- Fall R, Ngom S, Sembène ASM, 2017. Activité insecticide par fumigation des huiles essentielles de *Callistemon viminalis*, *Melaleuca leucadendron* et *Hyptis suaveolens* contre *Sitophilus spp.* ravageurs du maïs. Pp : 31-36.
- SODECOTON/DPA N°001/2015. Fiche technique de la culture cotonnière. pp. 1-13.
- Strack D, Fester T, 2006. Isoprenoid metabolism and plastid reorganization in arbuscular mycorrhizal roots. *New Phytologist*. 172 : 22-34.
- Vaissayre M, 2007. Place du cotonnier Bt dans une gestion intégrée des ravageurs en Afrique de l'Ouest. Atelier ICAC, Ouagadougou, 29-31 octobre, 29 p.
- Tchuenteu TL, Megueni C, Noubissie E et Wamkoua MM, 2018. Study on physico-chemical properties of composts and the effects on growth, yield and fruits quality of *Capsicum annum* L. at Dang locality (Ngaoundéré Cameroon). *Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*. 11 (11) : 26-35.
- Wang Y, Vestberg M, Walker C, Hurmer T, Zhang X et Lindström K, 2008. Diversity and infectivity of arbuscular mycorrhizal fungi. *Agricultural soils of the Sichuan*. 18: 59-68. Institut du Développement Rural. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (Burkina-Faso), 59 p.