



Available online at <http://www.ifgdg.org>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 12(1): 90-100, February 2018

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

International Journal
of Biological and
Chemical Sciences

Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Potentiel insecticide des formulations poudreuses à base des farines de graines de *Pisum sativum* et *Phaseolus vulgaris* avec la cendre de tiges de mil sur *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera : Curculionidae)

Béranger Raoul TAMGNO^{1*} et Léonard Simon NGAMO TINKEU²

¹ Institut des Sciences Halieutiques, Université de Douala, Cameroun.

² Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, Cameroun,

* Auteur correspondant, E-mail: tamgnobreranger@yahoo.fr, tamgnobreranger@gmail.com;

Tel: +237 675 57 71 84,

RESUME

Les insecticides synthétiques conventionnels dangereux continuent d'être en circulation au Cameroun en dépit des effets indésirables connus. Cette circulation est due à la libéralisation du secteur et au non suivi de la réglementation en la matière. Aussi, peu de produits alternatifs sont proposés dans la protection post récolte des grains par la science pour assurer leur retrait du marché tel que recommandé par le Protocole de Montréal. Le but du présent travail est de potentialiser l'activité insecticide des farines de pois et de haricot noir en formulation avec la cendre de tiges de mil sur *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). De ce fait, la toxicité par contact-ingestion de la cendre de tige de mil est testée seule ou en combinaison avec les doses létales 100 des farines de haricot noir et de pois sur des imagos de *S. oryzae*. Cette étude a révélé que la cendre de tige de mil à la proportion 15% est la plus efficace avec un taux de mortalité de 92,74%. Quant aux formulations poudreuses, les traitements aux 1/8 de pois et de haricot noir sont les plus efficaces au vu de la quantité réduite des farines de légumineuses dans ces combinaisons avec respectivement les traitements 1/8CP05 et 1/8CH10 qui induisent dans le même ordre 100±0% et 96,25±4,15% de mortalité. Des formulations poudreuses cendre+légumineuses peuvent donc assurer la protection des céréales au cours du stockage en milieu paysan.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: Céréales; Protéines entomotoxiques; *Phaseolus vulgaris*; *Pisum sativum*, *Sitophilus oryzae*.

Insecticidal potential of powdery formulations based on flour seeds of *Pisum sativum* and *Phaseolus vulgaris* with the ash of millets stalks on *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae)

ABSTRACT

Conventional hazardous synthetic chemicals continue to circulate in Cameroon despite known adverse effects. This circulation is due to the liberalization of the sector and the non-monitoring of the regulations in this area. Also, few alternative products are proposed in post-harvest grain protection by science to ensure their withdrawal from the market as recommended by the Montreal Protocol. The aim of the present work was to potentiate the insecticidal activity of pea and black bean flours in formulation with the ash of millets stalks on

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.7>

4079-IJBCS

Sitophilus oryzae L. (Coleoptera : Curculionidae). The test of toxicity by contact-ingestion of the ash of millet is done alone or in combination with the lethal doses 100 of black bean and pea flours on young adults of *S. oryzae*. The research carried out reveals that the ash of millet in the proportion of 15% is the most efficient with a mortality rate of 92.74%. As for powdery formulations, all combinations are effective on insect pest. The 1/8 combination of pea (1/8CP05) and black bean (1/8CH10) treatments are the most effective and induce respectively $100 \pm 0\%$ and $96.25 \pm 4.15\%$ mortality. The insecticidal preparations based on the formulation of the ash of millets and the flours of edible legume' seeds give interesting perspectives for the control of insect pests in grain storage systems.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Cereals, Entomotoxic proteins, *Phaseolus vulgaris*, *Pisum sativum*, *Sitophilus oryzae*.

INTRODUCTION

Éliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir l'agriculture durable constituent le deuxième Objectif de Développement Durable tel que prescrit par les Nations Unies en 2015. La population mondiale devrait augmenter de plus d'un tiers, soit 2,3 milliards de personnes, entre 2009 et 2050 et la quasi-totalité de cette progression devrait concerner les pays en développement avec l'Afrique subsaharienne qui marquerait l'avancée la plus rapide (+114%) (FAO, 2009). Pour pouvoir nourrir une telle population en 2050, la production alimentaire devrait doubler dans les pays en développement, la production céréalière annuelle s'élèvera à un milliard de tonnes (Gagnon, 2013).

La culture des céréales se fait sur 692 millions d'hectares, soit plus de 15% de la surface agricole mondiale (Gleizes, 2012 ; FAO, 2014). Ces céréales constituent l'aliment de base pour de nombreuses populations vivant en Afrique, en Asie et en Amérique Latine ; elles restent les principales sources quotidiennes d'énergie, de protéines, de vitamines et de sels minéraux pour des millions d'habitants parmi les pauvres de ces régions (Rahman, 2007 ; Goudoum, 2010 ; FAO, 2013). A cause des aléas climatiques et la courte période de productivité des champs, sa culture se fait une fois l'année et à des périodes fixes. Pour juguler à la période de soudure, le stockage s'avère inévitable afin de différer la période d'utilisation des denrées post récoltes tout au long de l'année, de conserver les semences pour les campagnes agricoles futures (Ngamo Tinkeu et Hance, 2007).

Au cours de ce stockage, différents facteurs biotiques et abiotiques déprécient qualitativement et quantitativement, dont les plus redoutables sont les Insectes ravageurs (Ngamo Tinkeu et al., 2007a ; Tamgno et Ngamo Tinkeu, 2013 ; Tamgno, 2016).

Ces pertes ne sauraient être tolérées au vu de l'importance que revêtent les céréales dans la nutrition de la population mondiale. Pour y faire face, l'utilisation des plantes anti insectes dans la lutte contre les insectes ravageurs des denrées stockées est en nette diminution au profit des produits chimiques conventionnels (Kouninki, 2007). L'application abusive, à répétitions et non raisonnée de ces derniers contre les insectes ravageurs au cours des dernières décennies a entraîné des effets néfastes tant pour les consommateurs que pour l'environnement et la biodiversité (Kouninki, 2007 ; Regnault-Roger et al., 2008 ; Goudoum, 2010 ; Ngamo Tinkeu et al., 2016a). Les insecticides synthétiques posent en outre à l'échelle du petit producteur des problèmes de disponibilité, de coût et de stockage. L'intoxication par les insecticides chimiques constitue un problème majeur de santé publique qui affecte de façon disproportionnée le nourrisson et l'enfant. 20 000 décès par an parmi un million de cas d'intoxication par ces produits ont été signalés dans le monde, la plupart vivant dans le Tiers Monde (Idrissi et al., 2010).

Malgré la sensibilisation sur la dangerosité des matières actives ; force est de constater que la Commission Nationale d'Homologation des Pesticides et de Certification des Appareils de Traitement du Cameroun a homologué en janvier 2017, pour

la protection des denrées stockées, 14 formulations insecticides à base de huit matières actives. Parmi elles, des substances de la classe Ia, (extrêmement dangereux) le phosphore d'aluminium ; la cyfluthrine de la classe Ib (très dangereux) et la deltaméthrine de classe « II » c'est-à-dire « modérément dangereuses » et « peu dangereuses » III d'après l'OMS. Il est évident que de nombreux produits potentiellement dangereux circulent légalement dans le pays et d'autres produits illicites et parfois obsolètes, du fait de la contrebande sont en circulation sur le territoire camerounais bien qu'interdits (Ngamo Tinkeu et al., 2016b ; Tamgno, 2016) Les cas d'empoisonnement dus aux pesticides notés en 2003 dans la région de l'Ouest, 2004 et 2006 dans la partie septentrionale du Cameroun (Goudoum, 2010) sont des conséquences de nombreuses insuffisances dans la gestion des pesticides.

Pour la préservation de la santé des consommateurs, il est impératif de développer des produits alternatifs aux pesticides extrêmement dangereux utilisés pour le contrôle des ravageurs dans les denrées stockées et ainsi éviter la famine et la pauvreté. Si aucun traitement n'est fait, le stock est perdu au bout de six mois (Tamgno et Ngamo Tinkeu, 2013 ; Ngamo Tinkeu et al., 2016a). Des bios essais sur l'efficacité insecticide des graines de Légumineuses ont été explorés ; elles constituent une source de protéines entomotoxiques contre les genres *Sitophilus* et *Tribolium* ; mais les doses à utiliser semblent très élevées (Fatimé, 2007 ; Tamgno, 2009 ; Karimi et al., 2010 ; Mebarkia et al., 2012 ; Silva et al., 2013 ; Tamgno et Ngamo Tinkeu, 2014). Les farines de graines de pois et de haricot noir dans un rapport massique de 5 et 10% respectivement assurent la protection du sorgho durant 6 mois (Tamgno et Ngamo Tinkeu, 2014 ; Ngamo Tinkeu et al., 2016a). Ces doses semblent très importantes. Le but de ce travail est de potentialiser l'effet insecticide de la farine des graines de *P. sativum* et *P. vulgaris* en formulant avec de la cendre de tiges de mil.

MATERIEL ET METHODES

Matériel animal

Il est constitué de *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera : Curculionidae), insecte ravageur provenant d'une collection de mil prélevée en novembre 2003 dans un grenier paysan de la localité de Beka Hosséré (Ngaoundéré, Cameroun) et suivi de façon permanente à l'Unité de Recherche Entomologique de l'Université de Ngaoundéré sous la référence 24Z/LN/01.

S. oryzae a été mis en élevage sur des grains sains de sorgho préalablement mis dans un congélateur à moins 17 °C pendant deux semaines. Pour ce faire, dans des pots en verre transparents d'une capacité de 1200 ml contenant 200 g de sorgho, 20 adultes, ont été introduits dans chacun des pots. Ces pots ont été fermés avec des couvercles préalablement percés pour permettre l'aération de l'enceinte. Après deux semaines, les insectes ont été retirés et les pots conservés avec le sorgho infesté jusqu'à émergence des imagos. Après émergence, le sorgho était de nouveau tamisé et les adultes de moins d'un mois d'âge ont été extraits pour constituer la population expérimentale.

Matériel végétal

Il est représenté par des graines de *Phaseolus vulgaris* (haricot commun) en provenance de Bandjoun (Ouest-Cameroun), de *Pisum sativum* (pois) achetés à Ngaoundéré (Adamaoua-Cameroun) et des tiges de mil *Sorghum bicolor* (sorgho) en provenance de Yagoua (Extrême Nord-Cameroun). Les graines de petit haricot noir, l'une des variétés du haricot commun et de pois une fois au laboratoire ont été réduites en farines à l'aide d'un broyeur mécanique. Les farines obtenues ont été tassées au tamis RETSCH GmbH & Co D-42781 de 500 µm d'ouverture de maille. Les différentes farines de granulométrie uniforme obtenues étaient pesées avec une balance électrique SARTORIUS de type 126400 de précision 0,01 g et directement utilisées pour les formulations et les tests biologiques.

Quant aux tiges de mil, elles ont été récoltées par des coupes au niveau du collet, puis, débarrassées des feuilles et les tiges uniquement découpées ramenées au

laboratoire où elles ont été préalablement séchées. Sur des feuilles de tôles en aluminium, des paquets de 2 kg de tiges ont été brûlés. Après refroidissement total, la cendre obtenue était pesée, et a été sassée à l'aide d'un tamis d'ouverture de mailles 500 µm afin d'éliminer les débris non consommés et les grosses particules des particules fines utilisées pour les tests insecticides.

Préparation des formulations poudreuses insecticides avec la cendre des tiges de mil et farines des graines de haricot noir et de pois

Les formulations poudreuses à proportions égales ont été obtenues par une simple combinaison d'une masse X de la cendre de tiges de mil avec une autre masse X de la farine de graines de pois ou de haricot noir. Ainsi deux mélanges ont été obtenus (CP = cendre + pois et CH = cendre + haricot noir). Les formulations poudreuses à proportions inégales ont consisté à la dilution des farines de pois ou de haricot noir dans de la cendre des tiges de mil. Les dilutions au 1/4 ont été obtenues en mélangeant dans un rapport massique 25 g de farine des graines de pois ou de haricot noir avec 75 g de la cendre ; les différents traitements obtenus sont nommés 1/4CP et 1/4CH respectivement. Quant aux dilutions au 1/8, elles ont été préparées en diluant 12,5 g de farine de pois ou de haricot noir dans 87,5 g de cendre ; les formulations obtenues sont notées 1/8CP et 1/8CH. Tous ces mélanges équilibrés et disproportionnés formulés ont été ensuite considérés comme des entités uniques et directement utilisées pour des tests biologiques.

Tests biologiques

Activité insecticide de la cendre de tiges de mil sur *Sitophilus oryzae*

Dans des pots en verre de capacité 1200 ml, 100 g, 99 g, 95 g, 90 g, 85 g et 80 g de sorgho ont été introduits respectivement. Dans le sens inverse, 20 g, 15 g, 10 g, 5 g, et 1 g de la cendre de tiges de mil ont été introduits de sorte que chaque pot ait un contenu total de 100 g. A l'aide d'une spatule, le contenu du pot a été homogénéisé en le remuant 10 fois dans un sens, puis 10 fois

dans l'autre. Chaque pot a été infesté par 20 adultes de *S. oryzae* de moins d'un mois d'âge, préalablement affamés pendant 48 h et les pots recouverts à l'aide des couvercles préalablement perforés pour permettre l'aération de l'enceinte. Pour chaque traitement, quatre répétitions ont été faites. 50 jours après application, tous les pots ont été tamisés ; le nombre d'individus morts relevés et les taux de mortalité calculés.

Evaluation de l'efficacité insecticide des formulations poudreuses à base de farines de graines de pois et de haricot noir et de la cendre des tiges de mil

Dans des pots contenant 99 g, 95 g et 90 g de sorgho sain, nous avons ajouté selon les formulations préparées 1 g, 5 g et 10 g de sorte que chaque pot ait un contenu total de 100g. Après homogénéisation, tous les pots ont été infestés avec 10 couples de *S. oryzae* préalablement affamés pendant 48 h. 50 jours après application, tous les pots ont été tamisés et les mortalités relevées. Les différents traitements sont CP01, CP05, 1/4CP01, 1/4CP05, 1/8CP01, 1/8CP05, 1/8CP05, CH10, CH05, CH01, 1/4CH10, 1/4CH05, 1/4CH01, 1/8CH01, 1/8CH05, 1/8CH10. Les traitements Ce01, Ce05, Ce10, Ce20, HN10, PP05 et le sorgho sans matières actives sont les témoins. Chaque traitement fut répété quatre fois.

Analyse statistique

Les résultats obtenus des tests biologiques ont été soumis à un test de comparaison des moyennes issues des échantillons de même taille grâce à l'analyse de variance (ANOVA) et complétés par le test de Duncan avec le logiciel XLSTAT 2007 version 8.04 dans le but de déterminer s'il existe des différences significatives entre les activités insecticides des différents bios essais.

RESULTATS

Toxicité de la cendre des tiges de mil sur *Sitophilus oryzae* 50 jours après application

Les mortalités de *S. oryzae* induites 50 jours après application sont fonctions des différentes doses de cendre de tiges de mil utilisées (Figure 1). Il ressort de cette Figure 1 que le taux de mortalité de *S. oryzae* observé

est lié à la quantité de cendre de tige de mil présente dans les différents traitements. Le traitement Ce01 a induit 50 jours après application, 7,36% de mortalité de *S. oryzae* contre 3,77% de mortalité dans le témoin. Les traitements Ce05, Ce10, Ce15 et Ce20 ont tué respectivement 34,51%, 89,33%, 92,74% et 100% de la population du charançon du mil. Les mortalités de *S. oryzae* observées dans les différents traitements ne pourraient s'expliquer que par la présence de la cendre de tiges de mil dans ces différents traitements. En effet, plus la dose de cendre est importante, plus les mortalités sont élevées.

L'analyse de variance montre une différence très hautement significative entre les mortalités de *S. oryzae* induites par les différentes doses de cendre dans les différents traitements ($F=386,201^{***}$, $ndf=23$). Bien que les mortalités observées dans le témoin (3,77%) et le traitement Ce01 (7,36%), soient différentes, le test de Duncan montre qu'il n'existe aucune différence significative entre ces deux traitements. Ce test signale également qu'il n'existe aucune différence significative entre les mortalités induites par les traitements Ce10 (89,33%) et Ce15 (92,74%) d'une part et entre celles induites par les traitements Ce15 (92,74%) et Ce20 (100%) d'autre part. Par contre, il existe une différence hautement significative entre les mortalités induites par le traitement Ce05 (34,51%) et tous les autres traitements. La mortalité maximale est obtenue à partir de la dose Ce15.

Toxicité des formulations poudreuses à base des farines de haricot noir ou de pois et de la cendre des tiges de mil sur *Sitophilus oryzae*

Les mortalités de *S. oryzae* induites sont fonction des différents traitements des formulations poudreuses à base des farines de graines de haricot noir ou de pois et de la

cendre des tiges de mil (Figure 2). Il se dégage de cette Figure 2 que les mortalités de *S. oryzae* sont fonction des types de formulations poudreuses et des doses appliquées. Pour chacune des formulations poudreuses, il apparaît que plus la dose est importante, plus les mortalités sont élevées. Les traitements des formulations équilibrées cendre plus haricot noir CH01, CH05, CH10 ont induit respectivement $3,75 \pm 3,13\%$, $37,68 \pm 3,97\%$ et $85,02 \pm 8,20\%$ de mortalité contre $56,20 \pm 1,72\%$ et $95 \pm 3,54\%$ pour les traitements des formulations équilibrées pois plus cendre respectivement CP01, CP05. Le test de Duncan montre une différence très hautement significative entre les mortalités induites par les formulations poudreuses haricot noir plus cendre et celles induites par les formulations pois plus cendre aux mêmes proportions (Figure 2). Le traitement CP à la dose 5 g (CP05) est le plus efficace avec $95 \pm 3,54\%$ de mortalité.

Quant aux dilutions des farines de graines de pois et de haricot noir dans la cendre de tiges de mil, les traitements des formulations disproportionnées au quart aux doses 1 g et 5 g (1/4CP01, 1/4CP05) ont induit des mortalités respectives de $52,5 \pm 9,01\%$ et $95 \pm 6,12\%$ contre $7,04 \pm 1,94\%$ et $49,29 \pm 11,44\%$ de mortalités induits par les traitements 1/4CH01 et 1/4CH05 dans le même ordre. Aussi, les traitements des formulations au huitième aux doses 1 g et 5 g (1/8CH01 et 1/8CH05) ont induit des taux de mortalité respectifs de $5,76 \pm 1,41\%$ et $81,65 \pm 2,81\%$ contre $13,74 \pm 5,26\%$ et 100% de mortalité induits par les traitements respectifs 1/8CP01 et 1/8CP05 aux mêmes doses. Le test de Duncan présente une différence très hautement significative entre les mortalités induites par les traitements des dilutions cendre plus pois et celles induites par les traitements cendre plus haricot noir à

proportions égales. Ainsi, le traitement 1/8CP05 est le plus actif sur *S. oryzae*.

L'ANOVA montre qu'il existe une différence très hautement significative entre les mortalités de *S. oryzae* induites par les différents traitements de formulations poudreuses ($F_{(17,54)}=105,301^{***}$). Le test de Duncan montre qu'il n'existe aucune différence significative entre les mortalités induites par tous les traitements à 1% des différentes formulations poudreuses et le témoin.

Pour les formulations poudreuses à base des farines de haricot noir et de la cendre des tiges de mil, la Figure 2 montre que les mortalités observées sont dose-dépendantes. Le test des étendues multiples de Duncan montre une absence de différence significative entre les mortalités induites par les traitements à 1% : CH01 (3,57%), 1/4CH01 (7,04%) et 1/8CH01 (5,76%), entre celles induites par les traitements à 10% : CH110 (85,02%), 1/4CH10 (100%), 1/8CH10 (96,25%) et enfin entre les mortalités des traitements à 5% : CH05 (37,68%) et 1/4CH05 (49,29%) ; mais qu'une différence hautement significative existe entre les mortalités de *S. oryzae* induites par les traitements CH05 (37,68%) et 1/8CH05 (81,65%). Ce test montre également qu'il existe une différence hautement significative entre les mortalités induites par les différentes formulations poudreuses à 1% et 5% d'une part et entre celles induites par les formulations à 1% et 10% d'autre part (Figure 2). Bien que Duncan test signale une absence de différence significative entre les mortalités induites par les traitements à 10% des formulations poudreuses cendre plus haricot noir, on s'aperçoit que la formulation 1/8CH10 peut être considérée comme la plus efficace avec une mortalité de $96,25 \pm 4,15\%$.

Quant aux formulations poudreuses à base de farine de pois et de cendre de tiges de mil, il découle également de la Figure 2 que

les mortalités observées dans les différentes formulations sont également dose-dépendantes. Le test de Duncan montre une absence de différence significative entre les mortalités induites par les traitements CP01 (56,20%) et 1/4CP01 (52,5%) d'une part et entre les traitements CP05 (95%), 1/4CP05 (95%) et 1/8CP05 (100%) d'autre part, mais qu'il existe une différence hautement significative entre ces dernières et celles du traitement 1/8CP01 (13,75%) (Figure 2). Il en découle donc que le traitement 1/8CP05 est le plus efficace.

Mortalités comparées de *Sitophilus oryzae* induites par la cendre, les farines de graines de haricot noir et de pois et les différentes formulations cendre + farines des graines de pois et de haricot noir

Le Tableau 1 présente les mortalités comparées de *S. oryzae* induites par la cendre de tige de mil, les farines de graines de pois et de haricot noir et les différentes formulations poudreuses à base de la cendre et les farines de ces deux Légumineuses. Il découle du Tableau 1 que les mortalités induites sont fonction des différents traitements. L'ANOVA montre une différence hautement significative entre les mortalités causées par la cendre et celles induites par les formulations poudreuses à la même proportion. Les doses 1% et 5% de la cendre ont induit respectivement 7,36% et 34,51% de mortalité contre 56,20% et 95% de mortalité pour les formulations poudreuses équilibrées cendre + pois. Les mêmes doses ont également induit 52,5% et 95% de mortalité pour les formulations au quart contre 13,75% et 100% de mortalité pour les formulations au huitième de la cendre et de la farine de pois (Figure 2, Tableau 1). Le test de Duncan montre une différence hautement significative entre ces mortalités.

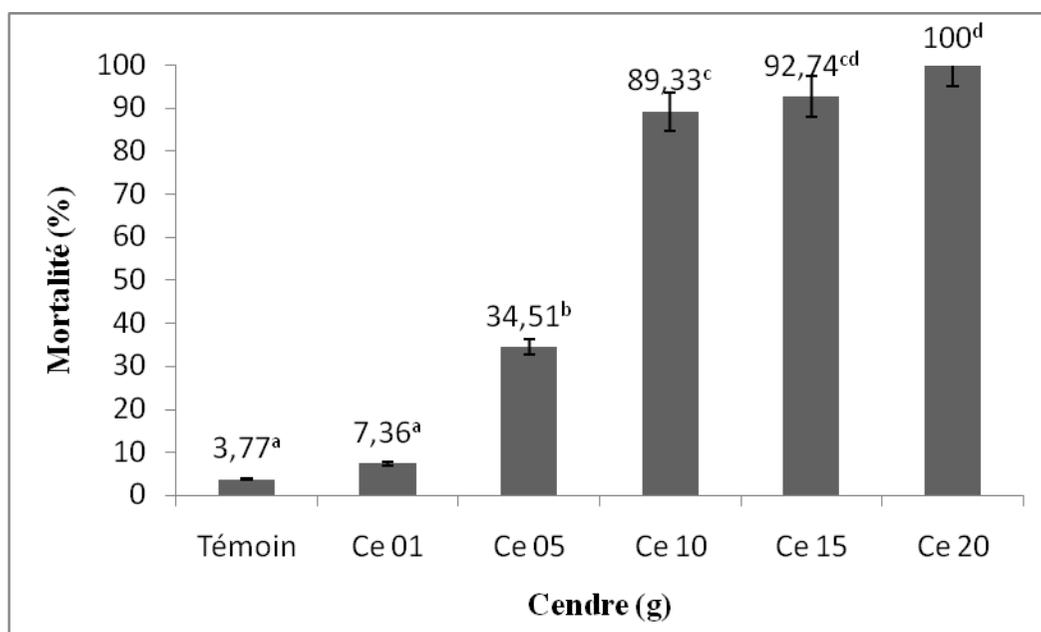


Figure 1: Mortalités de *Sitophilus oryzae* en fonction des doses de cendre de tiges de mil 50 jours après application. Les valeurs affectées de la même lettre ne diffèrent pas significativement, $F=386,201$, $ndf=23$, $P \leq 0,01$.

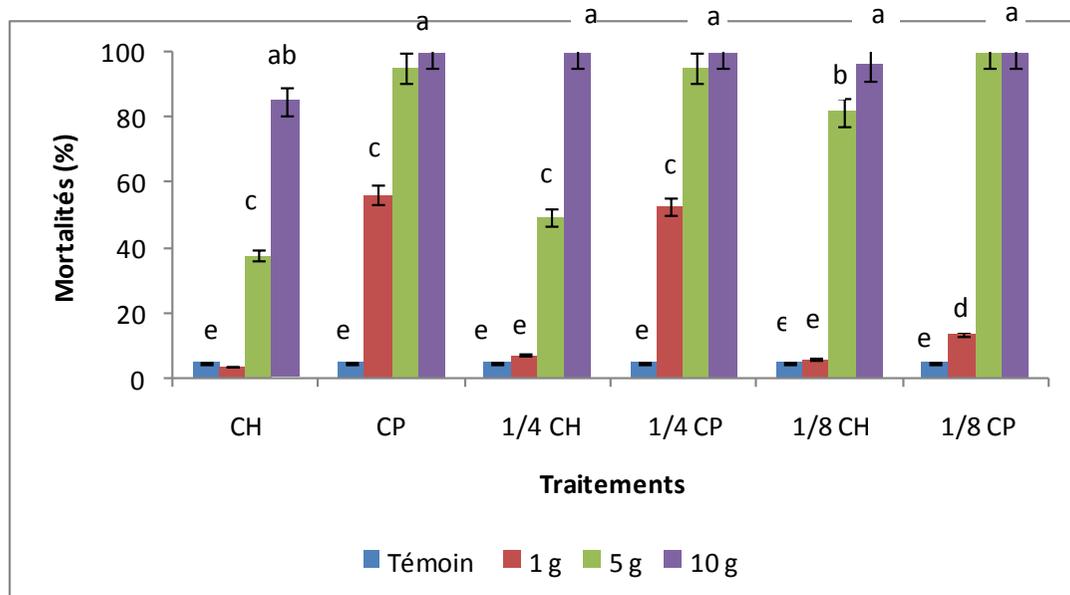


Figure 2: Mortalités (%) de *Sitophilus oryzae* en fonction des différents traitements de formulations poudreuses à base de la cendre et des farines de Légumineuses 50 jours après application. Les bandes affectées de la même lettre ne diffèrent pas significativement, $F=105,301^{***}$, $ndf= 17 ; 54$, $P \leq 0,01$. CH ou CP = Formulations poudreuses équilibrées cendre plus farine de haricot noir ou cendre plus farine de pois ; 1/4CH ou 1/4CP = Formulations poudreuses disproportionnées cendre plus farine de haricot noir ou cendre plus farine de pois au quart ; 1/8CH ou 1/8CP = Formulations poudreuses disproportionnées cendre plus farine de haricot noir ou cendre plus farine de pois au huitième.

Tableau 1: Mortalités (%) de *S. oryzae* induites par la cendre, les farines de pois et de haricot noir et les formulations poudreuses 50 jours après application.

Farines Légumineuses		Cendre (Ce)	Formulations poudreuses farines de Légumineuses et cendre		
Doses (g)	Haricot noir (HN)	Cendre (Ce)	CH	1/4CH	1/8 CH
01	27 ^f	7,36 ^h	3,57 ^h	7,04 ^h	5,76 ^h
05	65 ^c	34,51 ^e	37,68 ^e	49,29 ^d	81,65 ^b
10	100 ^a	89,33 ^b	85,02 ^b	100 ^a	96,25 ^a
Doses (g)	Pois (PP)	Cendre (Ce)	CP	1/4 CP	1/8CP
01	84 ^b	7,36 ^j	56,20 ^d	52,20 ^d	13,74 ^g
05	100 ^a	34,51 ^e	95 ^a	95 ^a	100 ^a

Les valeurs affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes ; $P \leq 0,05$;

Légende : CH ou CP = Formulations poudreuses équilibrées cendre plus farine de haricot noir ou cendre plus farine de pois ; 1/4CH ou 1/4CP = Formulations poudreuses disproportionnées cendre plus farine de haricot noir ou cendre plus farine de pois au quart ; 1/8CH ou 1/8CP = Formulations poudreuses disproportionnées cendre plus farine de haricot noir ou cendre plus farine de pois au huitième.

DISCUSSION

Les mortalités induites par la cendre des tiges de mil aux différents ravageurs utilisés (Figure 1) seraient dues à l'effet abrasif de cette dernière. En effet, l'abrasion du tégument de l'insecte use peu à peu ce dernier avec pour conséquence la perte massive de l'eau (Ntoukam et Kich, 2002a). De nombreux travaux ont montré l'usage de la cendre de bois dans la protection des denrées stockées (Aminatou, 2009 ; Tamgno, 2016). La cendre est en effet insecticide, car elle est abrasive. Ntoukam et Kich (2002b) ont signalé que la cendre, en occupant l'espace inter-granulaire, s'oppose au déplacement des insectes ravageurs. Dans de nombreux pays africains et asiatiques, plusieurs types de cendre sont utilisés traditionnellement dans la protection des denrées post récoltes à l'instar des cendres de acacia, du tamarinier et du manguier en Inde dans la protection du sorgho, du paddy et des légumineuses, les cendres de bouse de vache et de l'acajou au Botswana et au Ghana. Aminatou (2009) a montré que le nombre de *S. zeamais* vivants diminuait considérablement en fonction des doses de cendre des tiges de mil et de la durée du stockage.

La différence d'efficacité de la cendre des tiges de mil et des différentes formulations poudreuses observées sur le ravageur (Figures 1, 2) serait liée aux matières actives de ces végétaux. Des résultats similaires avec des extraits de plantes ont été rapportés par de nombreux auteurs (Karimi et al., 2010 ; Mebarkia et al., 2012 ; Silva et al., 2013 ; Gupta et al., 2013).

Les mortalités dues aux différentes formulations poudreuses légumineuses + cendre (Figure 2) sont inhérentes à la constitution chimique et biochimique des graines de Légumineuses utilisées. En effet, Louis (2004) a montré une différence entre la composition chimique et biochimique des graines de haricot commun et de pois. L'appartenance de *P. vulgaris* et *P. sativum* à deux Tribus distinctes : Phaseolae et Viciae respectivement (Louis, 2004) explique la différence d'efficacité observée entre les différentes formulations poudreuses à base de Légumineuses et de la cendre (Figure 2, Tableau 1).

Parlant des formulations poudreuses à base de la cendre et des farines de graines de pois et de haricot noir, les doses 1% et 5% de la cendre ont induit respectivement 7,36% et

34,51% de mortalité (Figure 1) contre 56,20% et 95% de mortalité pour les formulations poudreuses équilibrées, contre également 52,5% et 95% de mortalité pour les formulations au quart et enfin contre 13,75% et 100% de mortalité pour les formulations au huitième de la cendre et de la farine de pois (Tableau 2). Ces fortes mortalités des formulations poudreuses montrent d'une part un effet potentialisant de l'efficacité de la cendre de tiges de mil par la farine de pois. D'autre part, vu le coût de cette légumineuse, la formulation a permis de réduire sa dose dans l'application. Le test de Duncan montre qu'il n'existe aucune différence significative entre les mortalités induites par les différentes formulations à la proportion 10% pour le haricot noir et 5% pour le pois et celles induites par les traitements HN10 et PP05 qui induisent tous 100 % de mortalité 50 jours après application (Tableau 2).

Bien que le test de Duncan ait signalé une absence de différence significative entre les mortalités induites par la cendre à la proportion 10% (89,33%) (Figure 1) et celles induites par les différentes formulations poudreuses cendre + farine de haricot noir à la même proportion (Figure 2), les mortalités induites par la formulation cendre plus farine de haricot noir au huitième 1/8CH05 (81,65%) par contre, sont hautement significatives de celles induites par les traitements Ce05 (34,51%) et HN05 (65%) (Tableau 2) ; ce qui laisse penser à un effet synergique de la combinaison cendre et farine de haricot noir.

La combinaison des matières actives dans la protection post récolte des denrées a fait l'objet de nombreuses études (Ngamo Tinkeu et al., 2007a, 2007b ; Tamgno, 2009 ; Athanassiou et al., 2011 ; Tamgno, 2016). Trois situations possibles peuvent se présenter lorsqu'au moins deux composés sont mis ensemble : la synergie ou effet additif, l'antagonisme et la neutralité. Pour ces formulations, les effets produits ont été plus l'effet synergique des formulations de cendre et de poudres de neem sur *S. zeamais* et des formulations cendre et farine de haricot noir sur *S. oryzae* et la neutralité des formulations cendre et neem et cendre et farine de pois sur

S. oryzae (Tableau 2). Pour optimiser la protection des denrées stockées contre les insectes nuisibles dans le Nord Cameroun, les paysans introduisent simultanément plus d'une essence végétale (2 à 6 espèces) dans les greniers (Kouninki, 2007 ; Ngamo Tinkeu et al., 2007a ; Aminatou, 2009). Pour un stockage efficace des denrées, l'utilisation simultanée des huiles végétales du neem et du pyrèthre est conseillée.

Ainsi, les formulations poudreuses préparées ont un double intérêt : elles ont permis de potentialiser l'activité insecticide de la cendre des tiges de mil et de la farine de haricot noir sur *S. oryzae* ; et aussi de réduire la quantité de la farine de haricot noir et de pois dans les formulations.

Conclusion

La cendre des tiges de mil a des effets insecticides sur les insectes ravageurs des céréales entreposées principalement *S. oryzae*. Cette cendre constitue également un bon support de formulation pour les farines de graines de pois et de haricot noir. Ces différentes formulations ont permis de réduire de façon considérable la quantité des farines de graines de pois et de haricot noir dans la combinaison. Les formulations poudreuses disproportionnées cendre + légumineuses 1/8CH10 et 1/8CP05 sont les plus efficaces sur *S. oryzae*. L'étude comparée de l'efficacité des formulations poudreuses et celle des poudres et farines brutes laisse entrevoir un effet additif ou synergique des combinaisons cendre + graines de légumineuses sur le charançon du mil *S. oryzae*.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

BRT a mené les manipulations au laboratoire. Les résultats obtenus ont été analysés avec l'apport de LSNT qui a participé activement à la rédaction de ce manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Laboratoire de Zoologie de l'Université de Ngaoundéré et le Pôle Régional de Recherche Appliquée au Développement des Systèmes Agricoles d'Afrique Centrale.

REFERENCES

- Aminatou B. 2009. Inventaire des phytoinsecticides pour la protection des grains au cours du stockage contre les ravageurs dans la zone sahélienne (cas de l'Extrême Nord du Cameroun). Rapport final. Réseau Anafe/Raft-AHT, 32 p.
- Athanassiou CC, Arthur FH, Kavallieratos NG, Throne JE. 2011. Efficacy of spinosad and methoprene, applied alone or in combination, against six stored-product insect species. *J. Pest. Sci.* **84**: 61-67. DOI 10.1007/s10340-010-0326-1
- FAO. 2009. L'agriculture mondiale à l'horizon 2050, Forum d'experts de haut niveau. Comment nourrir le monde en 2050 ?, Rome, Italie, 4 p.
- FAO. 2013. Mission d'Appui pour la mise en oeuvre du processus Programme détaillé de développement de l'agriculture africaine (PDDAA) au Cameroun Phase pré-Pacte. Revue des politiques, stratégies, programmes et projets de développement rural au Cameroun. 59 p.
- FAO. 2014. Perspectives de récoltes et situation alimentaire, 1 : 40.
- Fatimé AA. 2007. Amélioration de la conservation de la farine de sorgho par l'incorporation des huiles essentielles et de la farine de deux légumineuses alimentaires. Mémoire de DEA, ENSAI Université de Ngaoundéré, 94p.
- Gagnon CC. 2013. *Croissance de la Population Mondiale et Alimentation*. Agri-Flash :Quebec, 4 p.
- Gleizes JF. 2012. Des chiffres et des céréales ; l'essentiel de la filière. Passion Céréale, 40 p.
- Goudoum A, Ngamo Tinkeu LS, Ngassoum MB, Tatsadjieu NL, Mbofung CM. 2010. *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Curculionidae) sensitivity to repetitive applications of lethal doses of imidacloprid and extracts of *Clausena anisata* (Rutaceae) and *Plectranthus glandulosus* (Lamiaceae). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **4**: 1242-1250. <http://ajol.info/index.php/ijbcs>
- Goudoum A. 2010. Impact des huiles essentielles sur le potentiel technologique et nutritionnel des grains et farine de maïs au cours du stockage. Thèse de Doctorat, Université de Ngaoundéré, 158 p.
- Gupta L, Deshpande S, Georges S, Sabharwal S. 2013. Bioefficacy of α -amylase inhibitors from the seeds of *Macrotyloma uniflorum* and *Vigna unguiculata* against *Sitophilus oryzae*. *Int. J. Cur. Agr. Sci.*, **3**(1): 1-4. DOI : 10.9735/0975-3710
- Idrissi M, Aït Daoud N, Ouammi L, Rhalem N, Soulaymani A, Soulaymani Bencheikh R. 2010. Intoxication aigüe par les pesticides. Données du Centre Anti Poison du Maroc (1989-2007). *Toxi. Maroc*, **4**: 5-7.
- Karimi J, Haubruge E, Francis F. 2010. Development of entomotoxic molecules as control agents: illustration of some protein potential uses and limits of lectins (Review), *Biotech. Agro., Soc. Env.*, **14**(1): 225-241.
- Kouninki H. 2007. Etude des potentialités d'utilisation d'huiles essentielles pour le contrôle de deux insectes ravageurs des grains *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) et *Sitophilus zeamais* (Coleoptera : Curculionidae) au Nord Cameroun. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Université Catholique de Louvain (Belgique), 286p.
- Louis S. 2004. Diversité structurale et d'activité biologique des albumines entomotoxiques de type 1b des graines de légumineuses. Thèse de Doctorat. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 260 p.
- Mebarkia A, Benkohila HS, Hamza M, Makhoulouf M. 2012. Efficacité d'une protéine entomotoxique du type A1b des

- graines de légumineuses. *Rev. Agr*, **3**: 1-8.
- Minader (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural), 2013. Commission nationale d'homologation des pesticides à usage agricole au Cameroun. Liste des produits homologués pour 10 ans au 30 décembre 2013, 23 p.
- Ngamo Tinkeu LS, Tamgno BR, Gandebe M. 2016a. Bioactivity of flours of seeds of leguminous crops *Pisum sativum*, *Phaseolus vulgaris* and *Glycine max* used as botanical insecticides against *Sitophilus oryzae* Linnaeus (Coleoptera: Curculionidae) on sorghum grains. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(3): 919-927. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i3.1>
- Ngamo Tinkeu LS, Ngatanko I, Tamgno B R, Watching D, Madou C, Goudoum A, Ngassoum M-B. 2016b. Extremely Hazardous and Highly Hazardous Pesticides Registered For Pests Control because of lack of Slightly Hazardous Alternatives. *Int. J. Sci. Pr. Res.*, **19**(03): 140-145. DOI : www.ijSpr.com
- Ngamo Tinkeu LS, Hance T. 2007. Diversité des ravageurs des denrées stockées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. *Trop.* **25**(4) : 215-220.
- Ngamo Tinkeu LS, Ngassoum MB, Mapongmetsem PM, Malaisse F, Haubruge E, Lognay G, Hance T. 2007a. Current post harvest practices to avoid insect attacks on stored grains in northern Cameroon. *Agri. J.*, **2**(2): 242-247.
- Ngamo Tinkeu LS, Ngassoum MB, Mapongmetsem PM, Noudjou WF, Malaisse F, Haubruge E, Lognay G, Kouninki H, Hance T. 2007b. Use of essential oils of aromatic plants as protectant of grains during storage. *Agri. J.*, **2**(2): 204-209.
- Ntoukam G, Kitch LW. 2002a. Le séchage solaire pour améliorer le stockage de Niébé. GTZ. Eschborn, Germany, 13 p.
- Ntoukam G, Kitch LW. 2002b. Stockage du niébé dans les sacs plastiques étanches à l'air (Triple ensachage) IRA CRSP, *Bul. Tech.*, **8**(3): 12.
- PAN International. 2013. PAN International List of Highly Hazardous Pesticides (PAN List of HHPs). Harmburg/Germany, 36 p.
- Rahman MS, 2007. Handbook of Food Preservation, Food Science and Technology, Taylor & Francis Group, Boca Raton London New York, 1088 p.
- Regnault-Roger C, Philogène BJR, Vincent C, 2008. *Biopesticides d'Origine Végétale*, (2^{ème} éd.). Lavoisier: Paris ; 550.
- Tamgno BR. 2009. Activité insecticide d'une formulation poudreuse à base de la farine de *Phaseolus vulgaris* (L.) sur *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera : Curculionidae). D.E.A., Dép. B.P.A. Université de Yaoundé I, 54 p.
- Tamgno BR, Ngamo Tinkeu LS. 2013. Diversity of stored grain insect pests in the Logone valley, from northern Cameroon to western Chad Republic in Central Africa. *J. Agr. Sci. Techn. A*, **3**(9): 724-731.
- Tamgno BR. 2016. Potentiel insecticide des formulations poudreuses de quatre Légumineuses et du neemier contre les Insectes ravageurs des céréales en stockage dans la Vallée du Logone. Thèse de Doctorat/Ph.D., Université de Ngaoundéré, 175 p.
- Tamgno BR; Ngamo Tinkeu LS. 2014. Application of the flour of four leguminous crops for the control of Tenebrionidae beetle (*Tribolium castaneum* - Herbst). *Af. J. F. Agri. Nat. Dev.*, **14**(1): 8474-8487.