



Etude de l'efficacité de la poudre et des cendres de balle de riz contre deux insectes ravageurs du riz stocké au Sénégal, *Sitophilus zeamais* (Motsch.) et *Tribolium castaneum* (Herbst)

Aminata KA^{1,2}, Momar Talla GUEYE¹, Serigne Mbacké DIOP^{1,3*},
Papa Seyni CISSOKHO¹ et Absa Ndiaye GUEYE²

¹ Institut de Technologie Alimentaire, Laboratoire des Analyses Phytosanitaires, BP 2765
Hann-Dakar, Sénégal.

² Université Cheikh Anta Diop, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Biologie Animale,
BP 5005 Dakar, Sénégal.

³ Université Cheikh Anta Diop, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Chimie, BP 5005 Dakar,
Sénégal.

* Auteur correspondant ; E-mail: serigneami@hotmail.fr

REMERCIEMENTS

Nous remercions le projet ERA/USAID qui a soutenu financièrement une partie des travaux. Nous remercions également Professeur Georges Lognay (Chimie Analytique, Département Agro-Bio-Chem, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège, 2, Passage des Déportés-5030 Gembloux, Belgique) tant pour le dosage de la silice que pour la relecture du présent manuscrit.

RESUME

Les pesticides de synthèse utilisés dans la protection des céréales causent souvent d'énormes dégâts sur la santé humaine et l'environnement. Pour limiter les méfaits dus à l'utilisation de ces produits chimiques, il est nécessaire de trouver des méthodes alternatives. A cet effet, les substances naturelles peuvent constituer une voie salutaire. L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet de la balle de riz sur la mortalité et l'émergence de deux insectes ravageurs du riz, *Sitophilus zeamais* (Motsch.) et *Tribolium castaneum* (Herbst). Pour ce faire, deux poudres de balle de riz de granulométrie 0,3 et 0,5 mm ont été chacune testées aux doses de 0,8 ; 1,2 ; 1,6 et 2,0% (m.m⁻¹) sur des insectes adultes tandis que les cendres ont été utilisées aux doses de 0,1 ; 0,2 ; 0,4 et 0,8%. L'actellic a été utilisé comme référence. Les résultats ont montré que *S. zeamais* était plus sensible que *T. castaneum* aussi bien pour les cendres que pour la poudre dont l'efficacité dépendait de la finesse des particules. Le dosage de la silice a révélé une forte teneur dans les cendres, soit 88,76%, ce qui expliquerait leur grande efficacité, laquelle était statistiquement égale à celle de l'actellic. Cette étude a montré que les cendres de balle de riz peuvent être considérées comme une alternative à l'utilisation des insecticides chimiques dans la conservation des grains de riz au Sénégal.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: Balle de riz, poudre, cendres, riz stocké, *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum*.

Study of efficacy of powder and ashes from rice husk against two insects pests found in stored rice in Senegal, *Sitophilus zeamais* (Motsch.) and *Tribolium castaneum* (Herbst)

ABSTRACT

Synthetic pesticides used in the protection of cereals cause enormous damage on human health and environment. To limit the damage caused by the use of these chemicals, it is necessary to find alternative methods. For this purpose, natural substances can constitute a healthier way. The aim of this work is to study the effect of rice husk on mortality and emergence of two insects pests found in stored rice, *Sitophilus zeamais* (Motsch.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). To do this, two powders of rice husk (0.3 and 0.5 mm) were each tested at doses of 0.8; 1.2; 1.6 and 2.0% (w.w⁻¹) on adult insects while the ashes were used at doses of 0.1; 0.2; 0.4 and 0.8%. Actellic was used as a reference. The results showed that *S. zeamais* was more sensitive than *T. castaneum* for both powders and ash. It is also showed that the efficacy of a powder depend on the particles size. The silica assay revealed a high content in the ashes (88.76%), which could explain their high efficacy that was statistically not different to that of the actellic. This study showed that ashes of rice husk can be considered as a good alternative to chemical insecticides in the protection of stored rice in Senegal.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Rice husk, powder, ashes, stored rice, *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum*.

INTRODUCTION

Le riz est l'une des principales céréales qui assure une part importante de l'alimentation pour plus de la moitié de la population mondiale. La production mondiale de riz est estimée entre 455 et 460 millions de tonnes, dont 90% proviennent d'Asie (Boutsen et Aertsen, 2013). Au Sénégal, des statistiques publiées en 2012 ont montré que les besoins en riz sont couverts à 75% par des importations, soit 920.000 tonnes, pour une valeur commerciale de plus de 306 millions US\$ (Gergely et al., 2014). Pour pallier ce déficit, le gouvernement du Sénégal a mis sur place un programme d'autosuffisance en riz qui a entraîné l'augmentation de la production, laquelle est passée de 345.519 tonnes en 2014 à 560.000 tonnes en 2015 (Grandry, 2016). Cependant, la gestion post-récolte reste problématique pour les petits producteurs qui fournissent l'essentiel de la production nationale. En effet, lors du stockage, le riz est attaqué par des insectes ravageurs qui causent d'énormes dégâts et pertes (Guèye et al., 2011). Pour lutter contre ces insectes, les producteurs appliquent des pesticides de synthèse plus accessibles et efficaces dans la plupart des cas. Toutefois, leur utilisation cause de nombreux effets indésirables tels que

: l'apparition de souches résistantes, la pollution de l'environnement, l'élimination des auxiliaires et les intoxications des utilisateurs (Guèye et al., 2011 ; Cissokho et al., 2015). Ces méfaits ont suscité un regain d'intérêt pour la biodiversité locale. Ainsi beaucoup de programmes de recherche sur les denrées stockées sont orientés vers la valorisation des propriétés insecticides de plantes mais aussi de substances inertes dont l'utilisation pose moins de problèmes sanitaires et écologiques (Guèye et al., 2012 ; Habou et al., 2013 ; Bossou et al., 2015). Glietho et al. (2008) font remarquer que de nombreux minéraux tant par leurs caractéristiques, leur coût et leur répartition dans le monde, constituent aussi une source de substances phytosanitaires. Il est rapporté que les cendres des déchets d'haricots et d'épis de maïs entraînent une augmentation significative de la mortalité de *S. zeamais* dans les grains de maïs (Khakame et al., 2012). Le principal avantage des substances naturelles réside dans leur très faible toxicité pour l'Homme et leur mode d'action sur les insectes (Athanassiou et al., 2007).

C'est dans ce contexte de recherche de méthodes de lutte non polluantes, peu coûteuses et efficaces que s'inscrit la présente

étude. L'objectif principal de ce travail est de proposer la balle de riz comme méthode alternative de protection du riz stocké contre les insectes ravageurs. En effet, la balle de riz est largement disponible dans les rizeries où elle est utilisée comme combustible pour sécher le paddy. Ainsi les quantités de cendres produites pourraient servir comme pesticide naturel dans le cadre de la protection des semences en particulier. Il s'agira dans cette étude de comparer l'efficacité de la poudre et des cendres de balle de riz dans la protection du riz contre *Sitophilus zeamais* (Motsch.) et *Tribolium castaneum* (Herbst).

MATERIEL ET METHODES

Insectes utilisés

Des adultes de *S. zeamais* (Motsch.) et *T. castaneum* (Herbst) âgés de trois jours ont été utilisés pour les tests. Ces insectes sont issus d'un élevage de masse dans les conditions ambiantes du laboratoire : température (22 ± 4 °C) et humidité relative ($80 \pm 5\%$). Les insectes ont été sexés à l'aide d'une loupe binoculaire *Bioblock Scientific* selon les descriptions anatomiques faites par Halstead (1963) pour *S. zeamais* et Delobel et Tran (1993) pour *T. castaneum*.

Matériel végétal

Le riz utilisé a été prélevé chez des cultivateurs à Richard-Toll dans la Vallée du Fleuve Sénégal. La variété «Sahel 108» a été choisie du fait de sa forte adoption par les producteurs locaux. Les grains de riz bruts collectés ont été décortiqués à l'aide d'une décortiqueuse de type *Elmar (Colombini and Co SRL)*. Après blanchissement, les grains de riz ont été triés pour enlever les impuretés et les grains endommagés. Les grains sains sont conservés au congélateur (à +1 °C) pendant une semaine afin d'enrayer de potentielles infestations cachées. La balle de riz provenant du décortiquage a été divisée en deux portions : une portion broyée en poudre et une autre calcinée en cendres.

Poudre de balle de riz

La poudre a été obtenue par broyage de la balle de riz à l'aide d'un broyeur électrique de marque *IKA A10*. Le broyat a été ensuite passé sur deux refus de tamis (*Fisher Scientific Company*) pour l'obtention de deux poudres de granulométries différentes : 0,3 mm et 0,5 mm.

Cendres de balle de riz

Les cendres ont été obtenues par calcination de la balle de riz dans un four à moufle de marque *Thermo Scientific*. La balle de riz a été au préalable broyée finement (<0,5 mm) à l'aide du broyeur susmentionné. La poudre obtenue a été initialement incinérée par élévation graduelle de la température de 105 à 550 °C jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de fumée. Après l'incinération, la matière restante a été calcinée dans le four à une température constante (550 °C) pendant 4 heures jusqu'à l'obtention de cendres de couleur grise. La teneur en cendres de la balle de riz représente le rapport entre la masse de cendres et la masse de balle de riz fraîche. La teneur en silice des cendres de balle de riz est déterminée par analyse gravimétrique selon la méthode AOAC 950.85N.

Tests de toxicité

Le dispositif expérimental a été subdivisé en 14 traitements (Tableau 1) répétés quatre fois. Les tests ont été effectués dans des bocaux en verre de 1 litre dont les couvercles ont été perforés pour permettre une bonne aération. La méthode consistait à introduire dans chaque bocal, 250 g de riz avec la dose de poudre (2, 3, 4 et 5 g) ou de cendres correspondante (0,25, 0,5, 1 et 2 g), soit 0,8 ; 1,2 ; 1,6 et 2,0% ($m \cdot m^{-1}$) pour la poudre et 0,1 ; 0,2 ; 0,4 et 0,8% pour les cendres. Les bocaux ont été fortement secoués (1 à 2 min) puis stabilisés pendant 5 à 10 min afin d'homogénéiser le dépôt des particules et ensuite dix couples d'insectes adultes ont été introduits dans chaque bocal. Un témoin non traité et un témoin traité à l'actellic (1,6% de pirimiphos-méthyl et 0,3% de perméthrine en masse) ont été utilisés comme références.

Tableau 1: Dispositif expérimental.

Formulations	Contrôles					Balle de riz								
	Négatif	Positif (actellic)	Poudre								Cendres			
			0,5mm			0,3mm								
Traitements	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
Doses (en g)	0	0,125	2	3	4	5	2	3	4	5	0,25	0,5	1	2

Evaluation de la mortalité

Le suivi quotidien de la mortalité des insectes a été effectué sur une durée de 15 jours. L'évaluation a consisté au recensement des insectes morts. Ces derniers ont été retirés des bocaux alors que les survivants y ont été remis pour l'évaluation des émergences. La formule d'Abbott (1925) ci-dessous a été utilisée pour corriger la mortalité naturelle.

$$M_{corr} = \left(\frac{Mt - Mc}{100 - Mc} \right) \times 100$$

M_{corr} = mortalité corrigée (%)

M_t = Mortalité dans le groupe traité

M_c = Mortalité dans le groupe du témoin négatif

Evaluation des émergences

Les émergences ont été évaluées un et trois mois après le suivi de la mortalité. Le nombre d'insectes émergents représente la différence entre le nombre total d'insectes présents dans le bocal au moment de l'évaluation et le nombre d'insectes rescapés après le suivi de la mortalité.

$$E = N_T - N_R$$

E = nombre d'émergences

N_T = nombre total d'insectes

N_R = nombre de rescapés

Analyses statistiques

Les analyses statistiques des variables mesurées ont été effectuées avec le logiciel XL-STAT 6.1.9. Les données obtenues ont été soumises à l'analyse de la variance ANOVA et les moyennes comparées par le test de Newman-Keuls au seuil de 5%.

RESULTATS

Teneur en silice des cendres

Les analyses ont montré que la balle de riz avait une forte teneur en matière sèche, soit 92,22 ± 0,16% avec une teneur en cendres de 16,96 ± 0,41% par rapport à la matière fraîche. Le dosage de la silice présente dans les cendres a montré des teneurs élevées, soit 88,76%.

Effet de la poudre et des cendres sur la mortalité des insectes

***Sitophilus zeamais* (Motsch.)**

La Figure 1 montre l'efficacité de la poudre et des cendres de balle de riz sur la mortalité de *S. zeamais*. Aucune mortalité n'a été observée au niveau du témoin non traité, contrairement à celui traité à l'actellic où aucun insecte n'a survécu. Avec la poudre de balle de riz, la granulométrie 0,5 mm a causé de faibles mortalités qui n'ont pas dépassé 5% quelle que soit la dose appliquée. Cependant, avec la granulométrie 0,3 mm, les taux de mortalité sont statistiquement égaux et varient de 39 à 41% pour T6, T7 et T9 alors que T8 a provoqué 31% de mortalité. Les cendres ont montré une efficacité plus élevée que la poudre avec des mortalités respectives de 68, 77, 88 et 93% pour T10, T11, T12 et T13.

***Tribolium castaneum* (Herbst)**

La Figure 2 montre l'efficacité de la poudre et des cendres de balle de riz sur la mortalité de *T. castaneum*. La mortalité est nulle avec le témoin sans insecticide et totale avec celui traité à l'actellic. Les deux granulométries 0,5 et 0,3 mm ont montré des taux de mortalité très faibles, soit moins de 5% quelle que soit la dose appliquée. Les cendres sont plus efficaces que la poudre sur

la mortalité de *T. castaneum* avec des maxima de 57% pour T12 et 52% pour T13.

Effet de la poudre et des cendres sur l'émergence des insectes

***Sitophilus zeamais* (Motsch.)**

La Figure 3 présente les moyennes d'émergences de *S. zeamais* au bout d'un et trois mois. Les résultats ont montré que le témoin sans insecticide enregistre en moyenne 13 et 60 individus émergents respectivement après un et trois mois alors que pour l'actellic, aucune émergence n'a été notée. Pour la balle de riz, de faibles émergences ont été enregistrées au bout d'un mois aussi bien pour la poudre que pour les cendres. Avec la poudre, on note à peine des émergences après un mois à la granulométrie de 0,3 mm et celles-ci ne dépassent guère 5 insectes pour 0,5 mm. Ce n'est qu'avec T2 qu'il est relevé une différence significative avec l'actellic qui n'a pas permis aux insectes de se reproduire. Après 3 mois, l'efficacité de la poudre reste statistiquement différente à celle de l'actellic.

Les émergences se situent en moyenne à 10 individus mais elles dépassent les 20 avec T2. Avec les cendres, aucune émergence n'a été enregistrée au bout d'un mois tandis que pour trois mois un maximum de 3 insectes émergents a été noté.

***Tribolium castaneum* (Herbst)**

La Figure 4 présente les moyennes d'émergences de *T. castaneum* obtenues au bout d'un et trois mois. Pour le témoin non traité, les résultats ont montré 47 et 74 insectes respectivement au bout d'un et trois mois. Au niveau du témoin traité avec l'actellic, aucune émergence n'a été enregistrée. Pour la poudre des émergences variant de 8 à 11 et de 7 à 8 insectes ont été obtenues respectivement avec les granulométries 0,5 et 0,3 mm au bout d'un mois. Après trois mois, les émergences ont été assez élevées 18 à 30 avec la granulométrie 0,5 mm et 15 à 29 pour 0,3 mm. Avec les cendres, les émergences ont été nulles pour toutes les doses quelle que soit la durée.

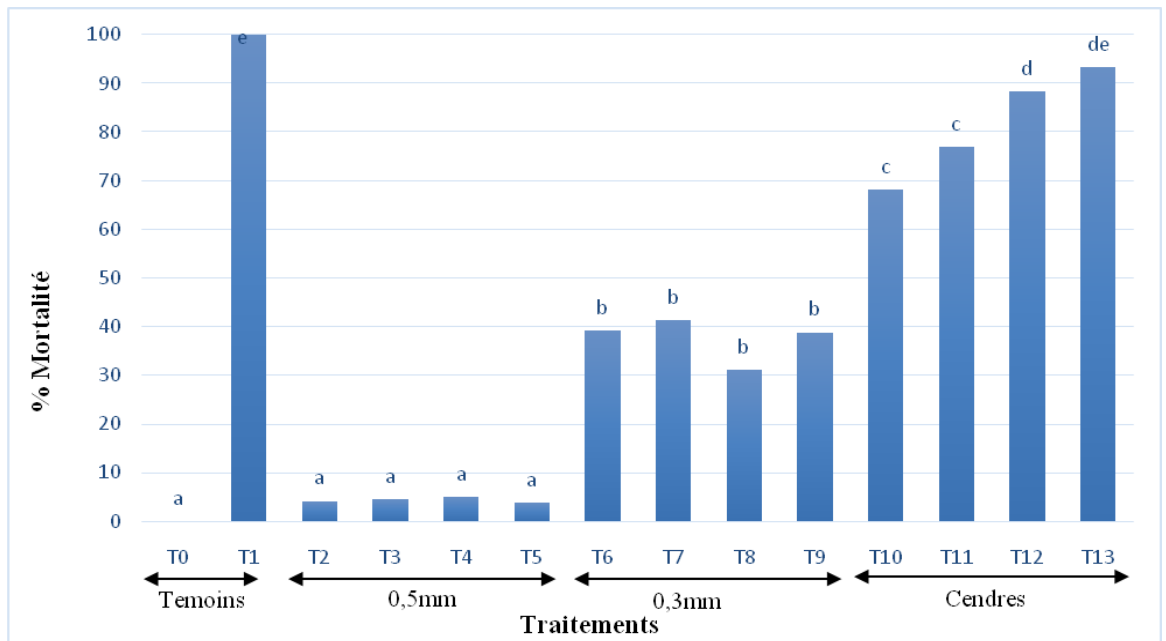


Figure 1 : Effet de la poudre et des cendres de balle de riz sur la mortalité de *Sitophilus zeamais* en fonction des traitements. Les pourcentages de mortalité suivis d'une même lettre ne sont pas statistiquement différents ($P < 0,05$).

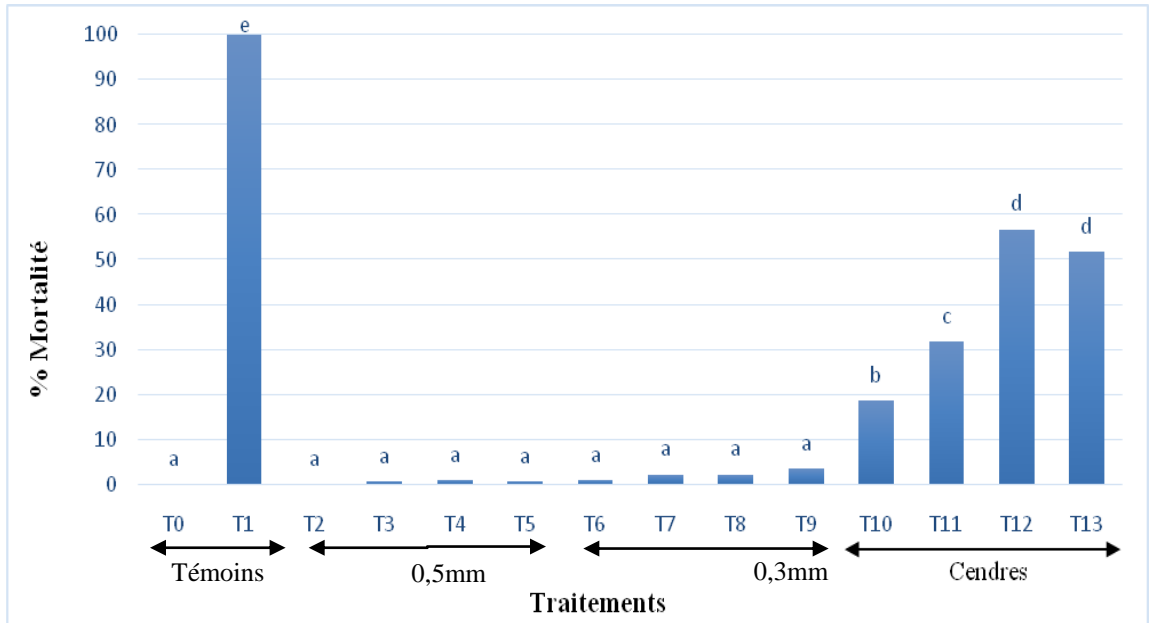


Figure 2 : Effet de la poudre et des cendres de balle de riz sur la mortalité de *Tribolium castaneum* en fonction des traitements. Les pourcentages de mortalité suivis d'une même lettre ne sont pas statistiquement différents ($P < 0,05$).

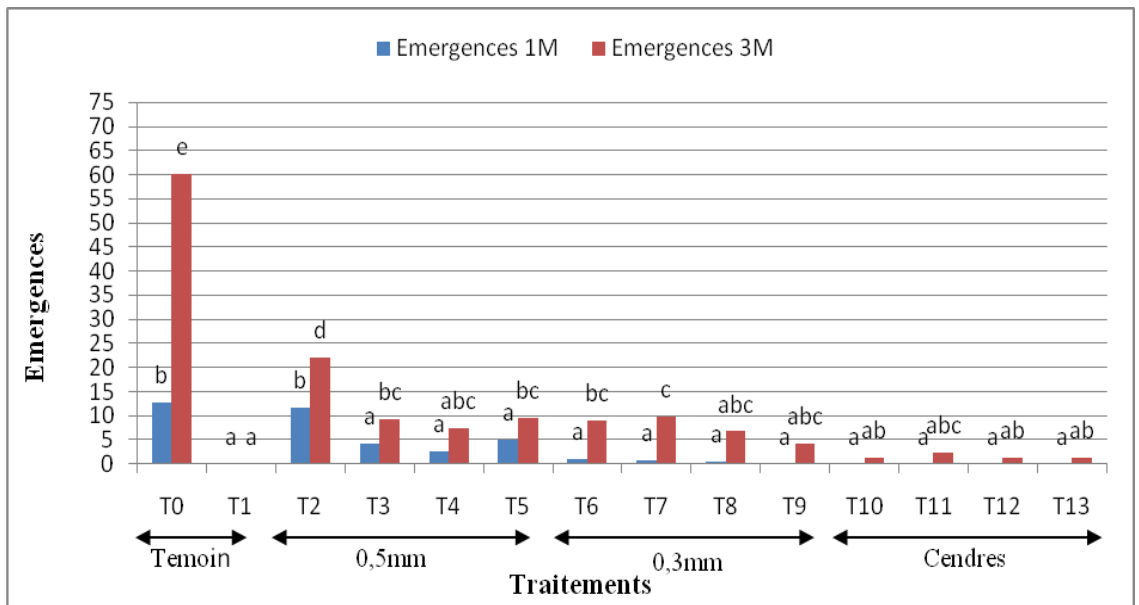


Figure 3 : Effet de la poudre et des cendres de balle de riz sur l'émergence de *Sitophilus zeamais* en fonction des traitements au bout d'un et de trois mois. Les moyennes d'émergences suivies d'une même lettre ne sont pas statistiquement différentes ($P < 0,05$).

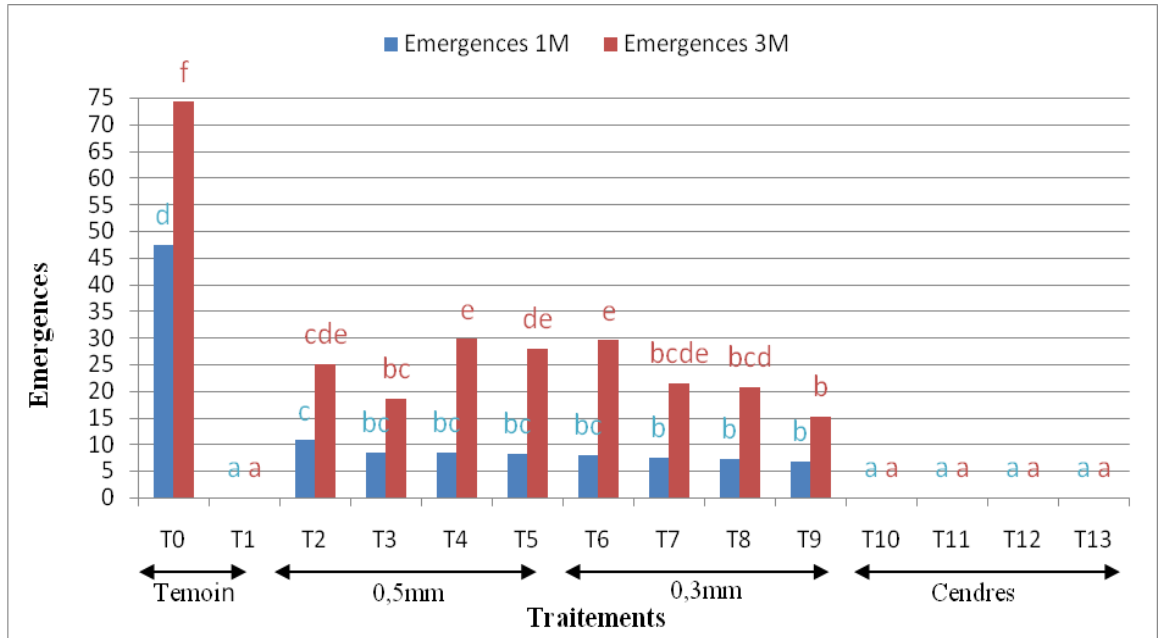


Figure 4: Effet de la poudre et des cendres de balle de riz sur l'émergence de *Tribolium castaneum* en fonction des traitements au bout d'un et de trois mois. Les moyennes d'émergences suivies d'une même lettre ne sont pas statistiquement différentes ($P < 0,05$).

DISCUSSION

Les résultats de cette étude ont montré que la balle de riz possède une activité insecticide très intéressante contre *S. zeamais* et *T. castaneum*. *Sitophilus zeamais* a été plus sensible que *T. castaneum* à toutes les doses testées aussi bien pour la poudre que pour les cendres. Le potentiel insecticide des cendres est bien meilleur que celui de la poudre pour laquelle la finesse de la granulométrie est d'importance. L'efficacité des cendres (particulièrement le traitement T13) sur la mortalité de *S. zeamais* montre des performances très proches de celles de l'actellic, produit insecticide de référence. La plus forte efficacité des cendres de balle de riz par rapport à la poudre semble liée à sa teneur en silice (88,76%). Ces résultats sont en concordance avec ceux de Otiodun et al. (2017) qui ont obtenu 91,1% de mortalité pour *S. oryzae* quand le blé est traité par des cendres de balle riz riches en silice (87,1%). Ceci va dans le même sens que l'efficacité des terres à diatomées qui sont des matrices enrichies en silice. En effet, la formulation Silicosec a entraîné 100% de mortalité de *S.*

zeamais après deux jours d'exposition à la dose de 3 g/kg dans les grains de maïs (Doumbia et al., 2014). Celle-ci exercerait un effet abrasif à travers ses frottements avec la cuticule de l'insecte ; en outre elle adsorberait les lipides épicuticulaires conduisant à la mort de l'insecte par dessiccation (Vayias et al., 2008 ; Kabir, 2013 ; Korunic et al., 2016). La plus faible mortalité de *T. castaneum* par rapport à *S. zeamais* pourrait aussi être expliquée par le fait que les adultes de *T. castaneum* soient moins sensibles aux terres à diatomées ; Doumbia et al. (2014) avaient abouti aux mêmes résultats. Selon ces auteurs, *T. castaneum* est capable de compenser l'eau perdue par dessiccation à travers les métabolismes des produits alimentaires. Par ailleurs, le caractère rugueux de la cuticule de *S. zeamais* favorise une meilleure adhésion des particules abrasives expliquant sa plus grande sensibilité à la poudre et aux cendres.

Les résultats observés sur l'émergence des insectes ont montré que la poudre et les cendres de balle de riz pouvaient empêcher ou réduire la multiplication de *S. zeamais*. Comme pour la mortalité, les

cendres ont été beaucoup plus efficaces que la poudre sur l'inhibition de l'émergence des insectes. Par ailleurs, pour la poudre, *S. zeamais* était plus sensible que *T. castaneum*. Guèye et al. (2012) avaient déjà constaté une forte inhibition de la reproduction de *S. zeamais* grâce à l'application de poudre d'épis de maïs. Des pontes faibles par dissuasion des femelles ou une forte mortalité des œufs ou des larves néonates peuvent être à l'origine de l'efficacité de la poudre observée sur *S. zeamais*. Quant à *T. castaneum*, la poudre n'a pas pu empêcher une forte émergence des insectes quelles que soient la granulométrie et la dose appliquées. Les cendres de balle de riz quant à elles réduisent très significativement les émergences de *S. zeamais* et *T. castaneum*.

Conclusion

La présente étude a montré que les cendres de balle de riz possèdent des propriétés insecticides intéressantes à l'égard de *T. castaneum* et *S. zeamais*. Le faible taux de reproduction de *S. zeamais* ravageur primaire du riz induit par une forte mortalité lorsque le riz est traité par les cendres issues des balles de riz, fait de ce sous-produit une alternative prometteuse aux pesticides de synthèse. Son utilisation dans la conservation des semences en particulier devrait être encouragée. Une étude plus large sur d'autres ravageurs du riz circonscrirait son spectre d'efficacité.

CONFLIT D'INTERETS

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

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

AK a effectué les tests et rédigé l'article ; MTG a orienté et supervisé les travaux ; SMD a participé à la rédaction du manuscrit ; PSC a participé à l'exploitation des résultats ; ANG a participé à la supervision des travaux.

REFERENCES

Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Meletsis CM. 2007. Insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations, applied alone or in combination, against three

stored-product beetle species on wheat and maize. *Journal of Stored Products Research*, **43**: 330-334. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2006.08.004>

Bossou AD, Ahoussi E, Ruysbergh E, An Adams, Smagghe G, De Kimpe N, Avlessi F, Sohounhloue DCK, Mangelinckx S. 2015. Characterization of volatile compounds from three *Cymbopogon* species and *Eucalyptus citriodora* from Benin and their insecticidal activities against *Tribolium castaneum*. *Industrial Crops and Products*, **76**: 306-317. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.06.031>

Boutsen S, Aertsen J. 2013. Peut-on nourrir l'Afrique de l'Ouest avec du riz? *Mondiaal Nieuws*, **74**, 1-21. DOI : https://www.mo.be/sites/default/files/MO-paper74_Riz_fr.pdf

Cissokho PS, Guèye MT, Sow E, Diarra K. 2015. Substances inertes et plantes à effet insecticide utilisées dans la lutte contre les insectes ravageurs des céréales et légumineuses au Sénégal et en Afrique de l'ouest. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **9**(3): 1644-1653. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.43>

Delobel A, Tran M. 1993. *Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes*. Paris, France: ORSTOM/CTA.

Doumbia M, Douan BG, Kwadjo KE, Kra DK, Martel V, Dagnogo M. 2014. Effectiveness of diatomaceous earth for control of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium castaneum* and *Palorus subdepressus* (Coleoptera : Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research*, **57**: 1-5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2013.11.008>

El Halfawy M. 1976. Powdered rice husks as a stored grain protectant against the rice weevil *Sitophilus oryzae* L. *Agricultural Research Review*, **54**(1): 139-141.

Gergely N, Coronel C, Hathié H. 2014. *Identification des possibilités d'appui*

- aux filières de commercialisation porteuses. Rapport Intermédiaire : AOL/001/SER/2013.
- Glitho IA, Ketoh KG, Nuto PY, Amevoin SK, Huignard I. 2008. Approches non toxiques et non polluantes pour le contrôle des populations d'insectes nuisibles en Afrique du Centre et de l'Ouest. In *Biopesticides d'Origine Végétale* (2ème édn), Regnault-Roger C, Philogène BJR, Vincent C (eds). Lavoisier, TEC & DOC : Paris ; 207-217.
- Grandry F. 2016. *Bulletin mensuel des statistiques*. Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie. Dakar, Sénégal.
- Guèye MT, Cissokho PS, Goergen G, Ndiaye S, Seck D, Guèye G, Wathelet JP, Lognay G. 2012. Efficacy of powdered maize cobs against the maize weevil *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in stored maize in Senegal. *International Journal of Tropical Insect Science*, **32**(2): 94-100. DOI: 10.1017/S1742758412000148
- Guèye MT, Lognay G, Seck D, Wathelet JP. 2011. Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale: synthèse bibliographique. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, **15**(1): 183-194. DOI: <http://www.pressesagro.be/base/index.php/base/article/view/532/519>
- Habou AZ, Haubruge E, Adam T, Verheggen FJ. 2013. Insectes ravageurs et propriétés biocides de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) : synthèse bibliographique. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, **17**(4): 604-612. DOI: <http://www.pressesagro.be/base/index.php/base/article/view/680/667>
- Halstead DGH. 1963. External sex differences in stored product Coleoptera. *Bulletin of Entomological Research*, **54**: 119-134.
- Kabir BGJ. 2013. Laboratory evaluation of efficacy of three diatomaceous earth formulations against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) in Stored Wheat. *European Scientific Journal*, **30**(9): 116-124. DOI: <http://www.ejournal.org/index.php/esj/article/view/1949/1891>
- Khakame SK, Likhayo P, Olubayo FM, Nderitu JH. 2012. Effect of grain moisture content and storage time on efficacy of inert and botanical dusts for the control of *Sitophilus zeamais* in stored maize. *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, **3**(10): 145-151. DOI: 10.5897/JSPPR12.007
- Korunić Z, Rozman V, Liška A, Lucić P. 2016. A review of natural insecticides based on diatomaceous earths. *Poljoprivreda/Agriculture*, **22**(1): 10-18. DOI: <http://dx.doi.org/10.18047/poljo.22.1.2>
- Otitodun GO, Opit GP, Nwaubani SI, Okonkwo EU. 2017. Efficacy of rice husk ash against rice weevil and lesser grain borer on stored wheat. *African Crop Science Journal*, **25**(2): 145-155. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/acsj.v25i2.2>
- Vajias BJ, Stephou VK. 2009. Factors affecting the insecticidal efficacy of an enhanced diatomaceous earth formulation against three stored-product insect species. *Journal of Stored Products Research*, **45**: 226-231. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2009.03.002>