

Activités insecticides de neem (*Azadirachta indica* A Juss.) contre les charançons du maïs (*Sitophilus zeamais* Mostchulsky) en stockage à Kinshasa (RD Congo)

[Insecticide activities of neem (*Azadirachta indica* A Juss.) against corn weavers (*Sitophilus zeamais* Mostchulsky) in storage at Kinshasa (DR Congo)]

NDJU ESSAHO Pene DJOLO James Hilaire¹, DIAMBA MPO Héritier², DJANYA OKITO Benoit³, OKITANGONGO T'ESE Patrick³, and DIONGO LOWOLO Raymond²

¹Département de Phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université Pédagogique Nationale, RD Congo

²Département de Gestion des Ressources Naturelles, Option Eaux et Forêt, Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement, Université de Lodja, RD Congo

³Département de Phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement, Université de Lodja, RD Congo

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The excessive use of chemical pesticides causes collateral damage to the environment with unimaginable consequences. In search of an alternative solution based on a biopesticide of plant origin (*Azadirachta indica* A Juss) and its insecticidal action, a trial was conducted against *Sitophilus zeamais* Motsch at the Laboratory of Food Chemistry at the National Pedagogical University. The aim was to determine the effectiveness of the natural bio-insecticidal effect of *A. indica*. By comparing the bio-insecticidal activities at various levels of powder formulation: 15, 25, 35 g in the protection of shelled maize. And the completely randomised setup was used in maize (*Zea mays* L.) storage.

The bio-insecticidal activity was efficient with 15, 25 and 35 g of neem powder formulation proved to be more insecticidal with 13 and 14 dead insects against 0 dead insects for the control after 42 days of storage. It was observed that time, temperature and humidity play an important role in post-harvest storage.

KEYWORDS: Pest control, Maize weevils, Maize shelled, neem.

RESUME: L'utilisation excessive des pesticides chimiques occasionne des dégâts collatéraux sur l'environnement avec des conséquences inimaginables. À la recherche d'une solution alternative en base d'un biopesticide d'origine végétale (*Azadirachta indica* A Juss) et son action insecticide, un essai a été mené contre *Sitophilus zeamais* Motsch au laboratoire de chimie alimentaire à l'Université Pédagogique Nationale. Il s'agit de déterminer l'efficacité de l'effet bio-insecticide naturel d'*A. indica*. En comparant les activités bio-insecticides à divers niveaux de formulation de poudre: 15, 25, 35 g dans la protection de maïs égrenés. Et le dispositif complètement aléatoire a été utilisé en conservation de maïs (*Zea mays* L.).

L'activité bio-insecticide était performante avec 15, 25 et 35 g de formulation de poudre de neem et se sont révélées plus insecticides avec 13 et 14 insectes morts contre 0 insectes morts pour le témoin après 42 jours de conservation. Il a été observé que la durée, la température et l'humidité jouent un rôle important en stockage des produits post-récolte.

MOTS-CLEFS: Lutte phytosanitaire, Charançons de maïs, Maïs égrené, neem.

1 INTRODUCTION

Le maïs, céréale importante pour l'alimentation humaine et animale, est devenu le deuxième aliment de base des populations congolaises après le manioc en République Démocratique du Congo (Loma et Macaron, 1985).

Parmi les contraintes les plus poignantes de la filière maïs, on peut citer la conservation dans les entrepôts ou les greniers traditionnels. Les charançons se développent rapidement grâce au climat favorable et peuvent détruire 30 à 50 % des récoltes après quelques mois d'entreposage (Alzouma, 1990; Alzouma, 2001; Foua-Bi, 1992 et Hall, 1970). Un inconvénient fondamental est que ces insecticides que ce soit de synthèse ou naturels n'ont pas d'action directe sur tous les stades de l'insecte qui sont les œufs, les larves et les adultes.

L'utilisation excessive des insecticides chimiques provoque l'apparition des souches résistantes dans la population des insectes nuisibles et qui entraînent la bioaccumulation, la bioamplification avec des effets collatéraux au niveau de chaque maillon de la chaîne trophique (Addac *et al.*, 2002; Alzouma *et al.*, 1996 et Raven *et al.*, 2009).

En République Démocratique du Congo, le maïs (*Zea mays* L.) occupe le deuxième rang national des cultures vivrières après le manioc (*Manihot esculenta* Crantz). La culture de maïs est stratégique en sa qualité de garant de la sécurité alimentaire. Elle constitue la seconde source de revenus pour les agriculteurs congolais.

Les rendements de cultures vivrières traditionnelles sont généralement très bas (Ristanovic, 2001). Ces mauvaises performances s'expliquent par le fait que l'exploitant agricole n'a pas à sa portée des cultivars performants, ne maîtrise pas très bien les techniques culturales et n'assure pas correctement la protection phytosanitaire des cultures (Kéita *et al.*, 2000). Les pertes enregistrées depuis le champ jusqu'à la transformation en passant par la conservation, sont estimées à plus de 50%.

Ainsi, pour augmenter la production du maïs en République Démocratique du Congo et réduire la dépendance extérieure, plusieurs stratégies ont été proposées, notamment l'utilisation des techniques susceptibles d'améliorer la production; l'augmentation de la superficie emblavée par la mécanisation et l'utilisation des intrants agricoles.

Depuis des années 1939, la mise au point avec millier des insecticides organochlorés, organophosphorés et perythinoïdes a provoqué ce que l'on peut qualifier de la révolution verte et de l'amélioration sensible des productions agricoles (Kéita *et al.*, 2001; Teuscher *et al.*, 2005). Néanmoins, depuis quelques décennies, des voix s'élèvent pour décrier les méfaits dangereux des pesticides conventionnels de synthèse sur les environnements physique et humain: déséquilibres dans les écosystèmes naturels, apparition de résistance génétique ainsi que persistance, bioaccumulation et amplification biologique sur les produits post récolte (Kolama *et al.*, 2008; Raven *et al.*, 2009).

Actuellement, les efforts inlassables sont de plus en plus orientés vers l'utilisation des biopesticides d'origine végétale qui n'agissent pas directe par toxicité et qui sont moins dangereux pour les êtres vivants et l'environnement physique, d'autant plus qu'ils sont biodégradables (Ishakawa, 2013; Stoll, 2000). L'utilisation des substances sémio-chimiques (biologiques) en agriculture familiale et agrobusiness est recommandée pour une économie verte et une agriculture écologiquement durable (Ketoh *et al.*, 2002; Regnault-Roger *et al.*, 2005; Stoll, 2002;). La gestion des insectes ravageurs de stock par les substances naturelles d'origine végétale est une alternative fiable et potentielle pour une économie verte et agriculture durable (Addac *et al.*, 2002).

C'est dans ce cadre que nous avons orienté cette recherche en utilisant des bio-insecticides d'origine végétale pour gérer des insectes ravageurs de stock en régions tropicales humides au sud du Sahara. L'agriculture biologique est sans conséquences particulières sur l'environnement physique et les êtres vivants (Alzouma, 2001; Langyintuo *et al.*, 2003).

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

L'expérience a été réalisée en conservation au Laboratoire de chimie alimentaire, à la Faculté des Sciences de l'Université Pédagogique Nationale de Kinshasa. Dans la commune de Ngaliema de la ville province de Kinshasa. L'expérience s'est déroulée du 24 octobre au 04 décembre 2021.

2.2 MATÉRIEL

Les grains sains de maïs ont été achetés au service National des semences (SENASA), variété certifiée Samaru. Les feuilles d'*Azadirachta indica* A Juss ont été choisies pour servir de matériel à l'expérimentation. Et les feuilles d'*A. indica* ont été cueillies au champ didactique de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université Pédagogique Nationale de Kinshasa.

Tandis que les charançons de maïs (*Sitophilus zeamais* Motsch.) ont été capturés dans les entrepôts du marché de Matadi Kibala dans la Commune de Mont-Ngafula.

Ces charançons adultes ont fait l'objet d'une infestation artificielle des grains de maïs au laboratoire de chimie alimentaire de l'Université Pédagogique Nationale.

2.3 MÉTHODES

2.3.1 REDUCTION EN POUDRE DE FEUILLES DE NEEM

Les feuilles ont été réduites en poudre à l'aide d'un moulin et ensuite pilées à l'aide d'un mortier et d'un pilon pour obtenir la poudre fine. La poudre est tamisée à l'aide d'un tamis de 0,5 mm de mailles. La poudre obtenue a été conservée dans un bocal en plastique hermétiquement fermé.

2.3.2 SACS EN COTON ET CHARANçons

Les petits sacs ont été cousus pour abriter les grains sains et les charançons. Chaque sac a reçu 50 g de grains sains et 14 charançons de maïs.

2.3.3 TRAITEMENTS

Les traitements ont été effectués avec trois doses, qui sont 15, 25, et 35 g de poudres foliaires de neem.

2.3.4 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif expérimental retenu est celui de blocs complètement randomisés. L'expérimentation comptait quatre traitements dont chacun répété quatre fois. L'emplacement était aléatoire (Fig. 1).

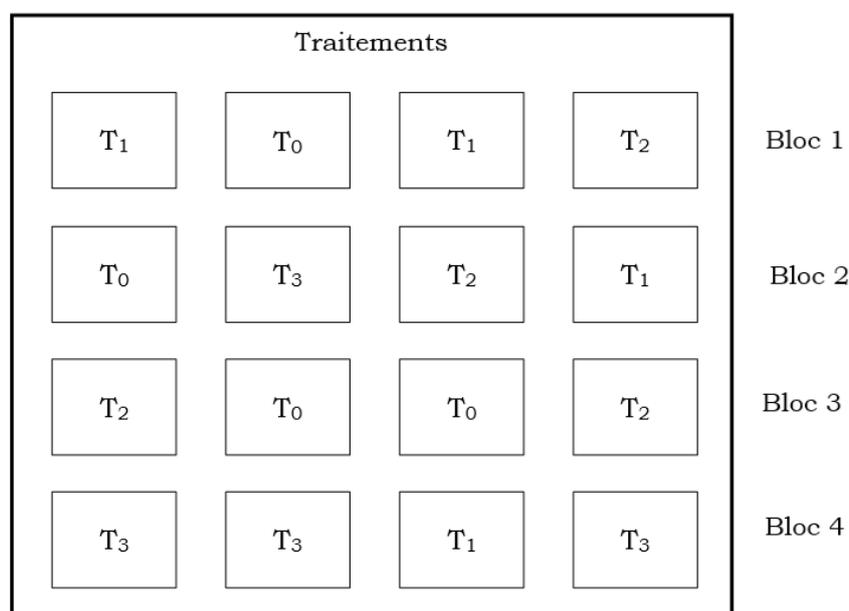


Fig. 1. Dispositif expérimental randomisation totale

Légende :

- T₀: 50 g maïs + 0 g poudre de neem et 14 charançons;
- T₁: 50 g maïs + 15 g poudre de neem et 14 charançons;
- T₂: 50 g maïs + 25 g poudre de neem et 14 charançons;
- T₃: 50 g maïs + 35 g poudre de neem et 14 charançons

Elle a consisté à l'évaluation de l'efficacité de la formulation en poudre des feuilles d'*A. indica* mis au contact des grains infestés de *S. zeamais* sur base des variables entomologiques d'attaques dont: le nombre d'insectes ravageurs morts, le nombre d'insectes survivants à l'issue des traitements et l'évaluation d'insectes survivants et morts par rapport au temps de conservation. Et le pouvoir germinatif a été évalué à la fin de l'expérience (Sidali, 2010).

Le dispositif expérimental adopté au cours de l'expérience est celui en blocs complètement randomisés constitués de 4 répétitions et de 4 traitements étudiés, à savoir les extraits de 15 g, de 25 g, de 35 g et le témoin.

- Conduite de l'expérience

Nous avons procédé à la couture des petits sacs en tissus de coton aux dimensions de 14 x 7 cm. Les petits sacs en tissus contenant des maïs égrenés infestés artificiellement de *S. zeamais* enrobés de poudre d'*A. indica* ont été placés suivant le dispositif en bloc complètement aléatoire. Chaque petit sac à coton contenait 50 g de grains sains (soit 170 grains) de maïs.

- Mise en place

La mise en place et conservation a eu lieu au laboratoire de chimie alimentaire à la Faculté des Sciences de l'Université Pédagogique National en date du 24 octobre 2021 et a été effectuée par introduction des grains de maïs dans les sacs et les différentes doses de la formulation en poudre de neem pesée par une balance de précision de marque *Danver Intrument*.

Les deux matériels (poudre de neem et grains de maïs) mélangés sont ensuite infestés par quatorze (14) adultes de l'insecte où l'âge et le sexe ne sont pas déterminés. Ces matériels sont alors mis en conservation pendant un mois et demi (42 jours). Les dépouillements ont été effectués à la fin de l'expérience.

Au début et à la fin de la conservation, nous avons analysé évolutivement et successivement les paramètres suivants:

- Le nombre d'insectes morts;
- La durée de la période de conservation des grains de maïs

- Variables entomologiques observées

Les variables observées dans cet essai étaient constituées d'une part d'activités insecticides sur les charançons du maïs (bio-agresseurs): l'évaluation de nombre d'insectes morts par rapport à la durée de stockage et le pouvoir germinatif à la fin de l'expérience.

Les observations concernant le nombre d'insectes morts ont été évaluées progressivement pendant l'expérimentation. Le comptage de ces grains sains s'opérait sur tous les grains dans chaque échantillon après avoir été débarrassés de tous débris. Ces observations se sont poursuivies avec le dénombrement des insectes morts.

3 RÉSULTATS

3.1 INSECTES MORTS

a. Résultat après 14 jours de conservation des grains de maïs

Tableau 1. Nombre d'insectes mort après 14 jours de stockage (Analyse de la variance)

Source de Variation	DL	Σ	CM	FC	F Tabulaire	
					0,05	0,01
Traitements	3	125	41,7	4,7	3,49*	5,95
Erreur	12	107	8,9			
TOTAL	15	232				

Il ressort de l'analyse de la variance ci-dessus que la différence est significative entre les différents traitements observés, la valeur de F calculé étant supérieure à celle de F tabulaire au seuil de 5%. Il est nécessaire de faire la comparaison multiple de différentes moyennes de nombre d'insectes morts avec le test de ppds.

La comparaison multiple de différentes moyennes de nombre d'insectes morts :

Traitements :	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
Moyennes :	1	4	7	8

	B	A	A	A

ppds = 4,6

En faisant la comparaison multiple de différentes moyennes de nombre d'insectes morts avec le test de ppds, il nous arrive à conclure qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements phytosanitaires naturels d'origine végétale (neem). Mais il se manifeste une différence significative entre le témoin et tous les traitements d'*A. indica*.

b. Résultat après 28 jours de conservation des grains de maïs

Tableau 2. Nombre d'insectes mort après 28 jours de stockage (Analyse de la variance)

Source de Variation	DL	Σ	CM	FC	F Tabulaire	
					0,05	0,01
Traitements	3	296	99	66	3,49*	5,95**
Erreur	12	18	1,5			
TOTAL	15	314				

Il ressort de l'analyse de variance ci-dessus que la différence est hautement significative entre les traitements phytosanitaires d'origine végétale. D'où la valeur de F calculé est supérieure à celle de F tabulaire au seuil de 1%.

La comparaison multiple de différentes moyennes de nombre d'insectes morts

Traitements :	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
Moyennes :	2	9	12	13

	C	B	A	A

ppds = 2,7

Le test ppds nous montre qu'il existe une différence hautement significative entre les moyennes de différents traitements phytosanitaires d'origine végétale appliqués eux, ainsi qu'avec le témoin. Il existe une évidence de la manifestation de l'effet bio-insecticide.

c. Résultat après 42 jours de conservation des grains de maïs

Tableau 3. Nombre d'insectes mort après 42 jours de stockage (Analyse de la variance)

Source de Variation	DL	Σ	CM	FC	F Tabulaire	
					0,05	0,01
Traitements	3	562	187	623	3,49*	5,95**
Erreur	12	3	0,3			
TOTAL	15	565				

Il ressort de l'analyse de variance ci-dessus que la différence est hautement significative entre les traitements de produits phytosanitaires naturels *Azadirachta indica* et le témoin. La valeur de F calculé étant supérieure à celle de F tabulaire au seuil de 1%.

La comparaison multiple de différentes moyennes de nombre d'insectes morts

Traitements :	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
Moyennes :	0	13	14	14
	.	●	.	●
	B	A	A	A

ppds = 2,7

En faisant la comparaison multiple de différentes moyennes de nombre d'insectes morts avec le test de ppds, il nous arrive à conclure qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements phytosanitaires naturels d'origine végétale (neem). Mais il se manifeste une différence hautement significative entre tous les traitements d'*A. indica* et le témoin.

3.2 NOMBRE MOYEN D'INSECTES MORTS PENDANT TOUTE LA DUREE DE STOCKAGE

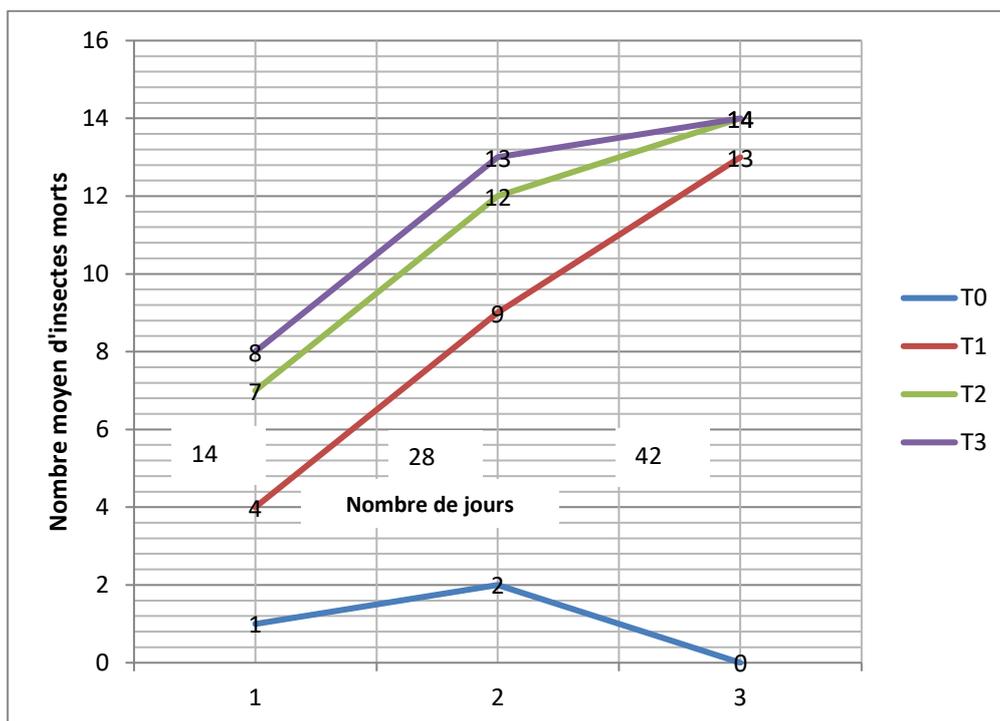


Fig. 2. Nombre moyen d'insectes morts par rapport au temps

Le graphique ci-dessus montre la synthèse de nombres moyens d'insectes morts à chaque date d'observation, l'action bio-insecticide d'origine végétale à chaque étape indiquée sur la manifestation de la mortalité des insectes tout au long de l'expérimentation.

4 DISCUSSION

D'une manière générale, il ressort des observations faites sur les différents calculs de coefficients de variation effectués, qu'il y a hétérogénéité entre les différentes substances phytosanitaires appliquées. C'est-à-dire des différences significatives entre les différents traitements bio-insecticides d'origine végétale expliquent leur toxicité. Ceci montre l'effectivité la concentration de l'azidarachtine dans la formulation en poudre avec une dose de 35 g des feuilles de neem.

On peut émettre l'hypothèse que la dose la plus grande quantité de la formulation en poudre de neem utilisée a tué le nombre assez élevé d'insectes. Cela signifie que les 35 g de poudre avaient la concentration de l'azidarachtine plus élevée que dans d'autres des traitements en observation. La preuve est que tous les insectes introduits n'ont pas évolués de la même manière dans tous les traitements à la formulation en poudre, mais une prolifération est constatée dans le traitement témoin (T₀). Il est nécessaire de souligner que les substances phytosanitaires appliquées en gestion des charançons du maïs n'ont pas

impacté le pouvoir germinatif des grains de maïs en conservation qui peuvent être utilisés comme semence dans l'agriculture familiale en milieu rural. Les produits phytosanitaires d'origine végétale étant biodégradable n'ont pas de conséquences néfastes sur le pouvoir germinatif de conservation des denrées alimentaires en post récolte.

Il s'avère que des résultats obtenus avec la plus grande dose de neem à 35 g de poudre a des effets insecticides plus significatifs que ceux obtenu avec la plus petite dose sur les charançons de maïs. D'où, dans la plupart de cas, c'est traitement avec la formulation de poudre avec 35 g (T₃) où on a utilisé la plus grande quantité de produit phytosanitaire naturel d'origine végétale donne la plus petite différence significative au test de ppds. Nous pouvons dire qu'il y a une corrélation positive (étroite) entre l'augmentation de la formulation en poudre des produits phytosanitaires d'origine végétale et le nombre moyen d'insectes morts.

L'analyse de la variance des variables examinées a révélé que les grains de maïs traités aux produits phytosanitaires botaniques d'origine végétale avaient diminué significativement le nombre d'insectes survivants au cours de toute la période de conservation (Keita et al., 2001). Nos résultats corroborent avec ceux de Delobel et Malonga, (1987) qui ont montré, que *Chenopodium ambrosioides* L. possède des propriétés insecticides réelles contre le bruche de l'arachide, *Caryedon serratus*. Au Togo, Ketoh et al. (2002) ont trouvé que *Cymbopogon shoeranthus* et *Lavandula* sp. sont très toxiques sur les adultes de *C. maculatus*. Au Niger, les recherches ont montré que *B. senegalensis* avait un effet insecticide très puissant sur les adultes de *B. atrolineatus* et *C. malucatus* et activité ovicide sur les œufs de ces bruches (Alzouma et Boubacar, 1987).

Pour pallier aux différents problèmes de stockage dus aux ravageurs et aux moisissures, il a été constaté que le neem entre dans le système de stockage traditionnel dans différentes régions au sud du Sahara et de l'océan indien: À Mahabo, les feuilles de neem fraîches ou sèches sont entreposées au-dessous et au-dessus des sacs de stockage de denrées (riz, maïs et sorghos); au Sud, le manioc stocké est disposé en couches alternées avec une de feuilles de neem.

5 CONCLUSION

Le but de notre travail était d'étudier les effets bio-insecticides de la formulation en poudre des feuilles de neem sur les ravageurs de stock des grains de maïs (*Sitophilus zeamais* Motsch.) en conservation afin de subvenir au besoin de recherche menée sur l'efficacité de certaines plantes médicinales présumées bio-insecticides, lesquelles pourraient pallier aux inconvénients de certains produits chimiques de synthèse.

L'effet bio-insecticide de la formulation en poudre des feuilles de neem a été testé par l'analyse de la variance et le test de ppds en conservation des grains de maïs par les feuilles de neem (*Azadirachta indica*) après infestation artificielle.

Les résultats de notre recherche montrent qu'il est possible de détecter la dose optimale dans nos conditions de travail.

Ainsi, nous suggérons que cette expérience soit répétée avec la formulation en poudre de neem pour connaître la plus simple concentration économique efficace en gestion des ravageurs de stock. Toutefois, malgré un taux d'Azadirachtine probablement très bas dans la formulation en poudre de 15 g de neem, ces derniers conservent un pouvoir insecticide qui s'explique peut-être par la présence d'autres matières telles que la nimbidine, la solanine, meliantról, etc. Aussi, la vulgarisation de l'utilisation de la formulation en poudre que les paysans n'éprouvent pas de difficultés pour l'application du produit qui peut se faire, soit avec un pulvérisateur, soit à l'aide d'un balai.

REFERENCES

- [1] Addac, C., Borgemeister, C., Biliwa, A. et Meikle, W.G. (2002). Integrated pest management in post-harvest maize: sa case study from the Republic of Togo (West Africa) «. Agric. Ecosyst. Environ., 93: 305-321. »Against six-stored product beetles», J. Stored Prod. Res., 38: 395-402. Agricole et Agroalimentaire au Sénégal. Dakar.
- [2] Alzouma, I. (2001). Systèmes traditionnels de stockage et conservation des denrées alimentaires en Afrique. In: la lutte contre les déprédateurs des denrées stockées par les agriculteurs en Afrique. Actes Premier coll. Int. Res. Afric. Rech. sur les Bruches, Lomé (Togo) du 10 au 14 février 1997, 58-72.
- [3] Alzouma, I. (1990). Les problèmes de la post-récolte en Afrique Sahélienne, In: Foua-Bi K, Philogène B. (éds). La post-récolte en Afrique. In: Actes du Séminaire International de la 1^{er} post-récolte en Afrique, Abidjan, Côte-d'Ivoire, 29 janv. - fév. 1990). Montmagny: Aupelf-Uref, 22-7.
- [4] Alzouma, I., Huignard J. et Lenga, A. (1996). Les coléoptères Bruchidae et autres insectes ravageurs des légumineuses alimentaires en zone tropicale. In Post-récolte: Principes et applications en zone tropicale. Verstraeten C., ESTEM/AUPELF 79-103.

- [5] Foua-Bi, K. (1992). Préambule. In Foua-Bi K, Philogène B, oos. 1990. La post-récolte en Afrique: Actes du Séminaire International de la Post-Récolte en Afrique, Abidjan, Côte d'Ivoire 29 jan -1er fév. Montmagny. Aupelf-Uref, 152-4.
- [6] Hall, D.W., 1970. Handling and Storage of Food Grains, in Tropical and Subtropical Areas. FAO. Rome, 350 p.
- [7] Ishakawa, 2013: Guide pratique sur la culture de niébé pour le Burkina Faso, international institute of Tropical agriculture (IITA).
- [8] Kéita, S.M., Vincent, C., Schmit, J.P., Arnason, J.T. et Bélanger, A. (2001). Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. Applied as an insectidal fumigant and powder 10 control *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera: Bruchidae). *J Stored Prod. Res.*, 37, 339-349.
- [9] Kéita, S. M., Vincent, Schmit J. P., Rammaswany S. et Belanger, A. (2000). Effet of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of stored products Research.* 36, 355-364.
- [10] Ketoh, G.K., Glitho, I.A. et Huignard, J. (2002). *Susceptibility of the bruchid Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae) to three essential oils. *J. Econ. Entomol.*, 95 (1), 174-182.
- [11] Kolama, A., Kitambala, K., Ndjango, N.L., Sinzahera, U. et Paluku, T. (2008). Effet des poudres d'Eucalyptus citriodora, de Cupressus lucitanica et de Tagetas miniflora dans la conservation du maïs (Zea mays) et haricot (Phaseolus vulgaris) dans les conditions de Rethy (République Démocratique du Congo).
- [12] Langyintuo, A., Lowenberg De Boer, J., Faye, M., Lambert, D., Ibro, G., Moussa, B., Kergna, A., Kushwaha, S., Mussa, S., Ntoukam, G. (2003). Cowpea supply and demand in West, and Central Africa. In Peter H. Graham., Anthony E.Hall., Dernet P. Cogne. (Eds), *Field crops Research*.
- [13] Loma, T., et Macaron, J. (1985). Vers un essai du contrôle de la population des Lépidoptères parasites du maïs au Plateau de Bateke, CRPA, Kinshasa.
- [14] Raven, P.H., Berg, L.R. et Hassenzahl, D.M. (2009). *Environnement*, Editions De Boeck Université, Nouveaux Horizons-ARS, Paris: 581-603.
- [15] Regnault-Roger, C. (2005). Molécules allélochimiques et extraits végétaux dans la protection des denrées alimentaires en conservation. In *Biopesticides d'origine végétale*, 1^{ière} édition, Lavoisier, Paris. 350p.
- [16] Ristanovic, D. (2001). « *Le maïs* », dans Raemakers, H. 2001. *Agriculture en Afrique Tropicale*. DGCI, Bruxelles. pp. 44-70.
- [17] Sidali, B., 2010: Effet insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera; Curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera; Tenebrionidae) Ecole nationale supérieure agronomique El-Harrach d'Alger - Ingénieur d'Etat en science agronomique. 37 -38.
- [18] Stoll, G., 2000. *Natural crop protection in the tropics*. CTA/AGRECOL. 376 p.
- [19] Stoll, G. (2002). Protection naturelle des végétaux en zones tropicales, vers une dynamique de l'information. (Deuxième édition revue et augmentée), édit. Margraf Verlag, Weikersheim, 386 p.
- [20] Teuscher G., Anton R., Lobstein A. (2005). *Plantes aromatiques: épices, aromates, condiments et huiles essentielles*. Paris, Lavoisier, 522p.