

Etude de quelques facteurs influençant l'efficacité de l'activité insecticide de *Boscia senegalensis* Lam (Ex. Poir) dans le contrôle de *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera-Bruchinae), ravageur du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.

[Study of some factors influencing the efficacy of insecticidal activity of *Boscia senegalensis* Lam (E.g. Poir) in the control of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera-Bruchinae), pest of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]

B. M. Toufique, D. A. Moumouni, H. H. Kadidjatou, and A. Doumma

Université Abdou Moumouni de Niamey,
Faculté des Sciences et Techniques,
BP. 10662 Niamey, Niger

Copyright © 2014 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: In Sahel, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchinae) is one of the most fearsome pest of Cowpea (*Vigna unguiculata* Walp). To effectively combat this pest, many authors have advocated leaves *Boscia senegalensis*, plant commonly used by African producers in the protection of stored products. In this study, the factors that may influence the insecticidal activity of this insecticide plant in the Cowpea storage structures were examined. It is the effect of an increase in the mass of stored seeds, the effect of an increase in the numbers of insects and the effect of shelf life of broyât green leaves on the toxicity of the product. The tests showed that the strong insecticidal activity of *B. senegalensis* is influenced by the amount of stored seeds, the number of individuals in the stock and sex. Thus the results showed that, for a given dose of *B. senegalensis*, plus the amount of stored seed or insect density increases, more the efficiency of the product decreases. Also, males appear to be more sensitive to the product than females. Furthermore, analysis of the persistence of the insecticidal activity of the plant shows that the remanence of the product is a function of the applied dose. Indeed, more is high over the product continues to have an effect on insects. This study shows that the insecticidal activity of *B. senegalensis* is significantly influenced by factors related to the storage environment.

KEYWORDS: Cowpea; *Callosobruchus maculatus*, *B. senegalensis*, biopesticide, protection of stocks.

RESUME: En zone sahélienne, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchinae) est un des ravageurs les plus redoutables des graines de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Pour lutter efficacement contre ce ravageur, de nombreux auteurs ont préconisé les feuilles de *Boscia senegalensis*, plante couramment utilisée par les producteurs africains dans la protection des denrées stockées. Au cours de cette étude, les facteurs susceptibles d'influencer l'activité insecticide de cette plante insecticide dans les structures de stockage du niébé ont été examinés. Il s'agit de l'effet d'une augmentation de la masse de graines stockées, l'effet d'une augmentation des effectifs d'insectes et l'effet de la durée de conservation du broyât de feuilles vertes sur la toxicité du produit. Les tests réalisés ont montré que la forte activité insecticide de *B. senegalensis* est influencée par la quantité de graines stockées, le nombre d'individus dans le stock et le sexe. Ainsi les résultats obtenus ont montré que, pour une dose donnée de *B. senegalensis*, plus la quantité de graines stockées ou la densité des insectes augmente, plus l'efficacité du produit diminue. Aussi, les mâles semblent être plus sensibles au produit que les femelles. Par ailleurs, l'analyse de la persistance de l'activité insecticide de la plante montre que la rémanence du produit est fonction de la dose appliquée. En effet, plus la dose est importante plus le produit continue à avoir un effet sur

les insectes. Cette étude montre que l'activité insecticide de *B. senegalensis* est considérablement influencée par les facteurs liés à l'environnement de stockage.

MOTS-CLEFS: Niébé; *Callosobruchus maculatus*, *B. senegalensis*, biopesticide, protection des stocks.

1 INTRODUCTION

Le niébé, (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) est une légumineuse alimentaire largement cultivée dans le monde avec une production estimée à 3,3 millions de tonnes (FAOSTAT, 2004) de graines sèches dont 64% sont réalisés en Afrique (Nkouanessi, 2005). Les graines de cette légumineuse constituent la source de protéines la moins onéreuse pour la plupart des populations africaines. En effet, les graines de niébé contiennent la plupart des acides aminés nécessaires à l'alimentation humaine, à l'exception des acides aminés soufrés (Smart, 1964). C'est donc un aliment de haute valeur nutritive qui pourrait aider les populations locales dans leur effort vers l'autosuffisance alimentaire.

Cependant, la production du niébé, déjà touchée par les aléas climatiques, est limitée par les pertes occasionnées par des Coléoptères Bruchinae qui rendent très difficile sa conservation après la récolte. En effet, les stades larvaires de ces insectes ravageurs se développent à l'intérieur des graines et consomment les réserves contenues dans les cotylédons.

Il s'agit surtout de deux espèces sympatriques, *Bruchidius atrolineatus* Pic. et *Callosobruchus maculatus* Fab. dont les adultes apparaissent dans les cultures à la fin de la saison des pluies et s'y reproduisent lors de la période de fructification du niébé (Alzouma *et al.*, 1985).

Pendant l'entreposage des récoltes du niébé, le taux d'infestation initial par les bruches est généralement inférieur à 5% (Ouedraogo, 1991 ; Sanon *et al.*, 2005). Ce taux passe à 30% après 1 mois de conservation, puis 80 à 100% en l'espace de 5 à 6 mois de stockage si aucune mesure de contrôle n'est entreprise (Nuto et Glitho, 1990 ; Seck *et al.*, 1992 ; Ouedraogo *et al.*, 1996 ; Sanon *et al.*, 1998).

Par l'intermédiaire de sa forme non voilière, *C. maculatus*, arrive à se maintenir dans les stocks durant toute la période de stockage alors que *Bruchidius atrolineatus* disparaît des stocks après quelques mois en raison d'une diapause reproductrice. Plusieurs générations de *C. maculatus* se succèdent alors dans les stocks entraînant d'énormes dégâts. Cette espèce est donc la plus destructrice des graines de niébé en stockage.

Dans le souci de pallier aux pertes dues aux coléoptères bruchinae et particulièrement *C. maculatus* qui est l'espèce qui se maintient dans les stocks durant toute l'année, les producteurs de niébé ont le plus souvent recours à la lutte chimique, dite classique qui, malgré son efficacité, a vite montré ses limites (persistance des attaques d'insectes nuisibles) et ses conséquences néfastes.

Face à cette situation, des efforts importants ont été déployés en vue de mettre au point des méthodes alternatives de lutte contre ces bruches. Dans cette optique, l'utilisation des insecticides botaniques représente de nos jours une alternative aux insecticides chimiques dans la protection des végétaux, mais aussi un moyen de lutte non polluant pour l'environnement (Sanon *et al.*, 2005; Ketoh *et al.*, 2005; Nyamador, 2009 ; Ilboudo, 2009).

Cependant, les études menées jusque là se sont, pour l'essentiel, intéressées à l'effet de ces méthodes sur la dynamique des populations de bruches au cours de la conservation des stocks de niébé. Or, pour permettre aux exploitants agricoles de bénéficier de tout le potentiel de ces biopesticides, il s'avère important d'examiner l'influence des facteurs liés à l'environnement du stockage sur l'efficacité du produit dans les structures d'entreposage.

Ainsi, la présente étude se propose d'étudier l'évolution de la persistance de l'effet de *B. senegalensis* et l'influence de quelques facteurs liés à l'environnement de stockage sur l'activité insecticide de la plante dans les stocks traités.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 CONDITIONS EXPÉRIMENTALES

Toutes les expériences ont été réalisées dans les conditions climatiques naturelles au laboratoire d'entomologie de la faculté des sciences de l'Université Abdou Moumouni de Niamey. Elles ont été réalisées entre novembre et février où les températures moyennes (entre 27,25°C et 29,33 °C) et l'hygrométrie moyenne (entre 17,33 % et 30% HR) sont les plus basses de l'année

2.2 ELEVAGE DE CALLOSOBRUCHUS MACULATUS

Les adultes de *C. maculatus* utilisés au cours de cette étude proviennent des gousses infestées achetées au marché auprès des commerçants. Les adultes obtenus sont introduits dans un bocal contenant environ 100 g de graines saines de niébé de la variété TN 5-78.

Quarante huit heures après, les insectes sont retirés et les graines contaminées sont laissées en incubation jusqu'à l'émergence des adultes qui sont utilisés pour l'expérience.

2.3 MÉTHODOLOGIE EXPÉRIMENTALE

2.3.1 ETUDE DE LA RÉMANENCE DU BROYÂT DES FEUILLES DE *B. SENEGALENSIS* SUR LES ADULTES DE *C. MACULATUS*

Pour chacune des doses suivantes (2 g/l ; 4 g/l ; 6 g/l ; 8 g/l ; 10 g/l, 20g/l), huit (8) lots de trois (3) bouteilles en verre de 1 l contenant chacune 50 g de graines saines de niébé sont préparées. Vingt-quatre heures après, 20 couples de *C. maculatus* âgés d'au plus 48 h sont introduits chaque jour dans chaque lot. Au bout de 24h, les insectes sont retirés et 20 couples sont immédiatement introduits de nouveau. Dans chaque situation expérimentale répétée quatre fois, les insectes retirés sont d'abord conservés au laboratoire pendant 24 avant de dénombrer les adultes morts.

Pour chaque dose, l'expérience est arrêtée lorsque la mortalité dans le lot traité est identique à celle du témoin qui est constitué de lot non traité.

2.3.2 IMPACT DE LA DURÉE DE CONSERVATION DES FEUILLES DE *B. SENEGALENSIS* SUR L'ACTIVITÉ INSECTICIDE

Des feuilles de *B. senegalensis* sont récoltées et conservées au laboratoire en milieu ambiant. Tous les deux jours, une quantité est prélevée et pilée et une dose de 4 g/l de broyat est introduite dans une bouteille d'1 litre renfermant 20 couples de *C. maculatus* âgés d'au plus 24h et 50g de graines saines de niébé.

L'expérience est poursuivie jusqu'à ce que la mortalité dans les lots traités devienne égale à celle du le témoin.

Pour chaque durée de conservation, les insectes sont exposés pendant 24h. Puis ils sont retirés et conservés au laboratoire pendant 24h au bout desquelles la mortalité est déterminée

2.3.3 EFFETS DE L'AUGMENTATION DE LA QUANTITÉ DE GRAINES STOCKÉES SUR L'EFFICACITÉ DE *B. SENEGALENSIS*

20 couples de *C. maculatus* âgés d'au plus 24h sont introduits dans une bouteille contenant une masse donnée de graines saines de niébé et traitée avec une dose de 2,5 g/l de broyat de feuilles fraîches de *B. senegalensis*. Les densités de graines testées sont respectivement 10g ; 20g ; 30g ; 40g et 50g. Chaque traitement est répété 4 fois.

Pour chaque situation expérimentale, les insectes sont exposés pendant 24h. Puis ils sont retirés et conservés au laboratoire pendant 24h au bout desquelles la mortalité est déterminée.

2.3.4 EFFETS DE L'AUGMENTATION DES EFFECTIFS DE BRUCHES SUR L'ACTIVITÉ INSECTICIDE DE *B. SENEGALENSIS*

Des couples de *C. maculatus* âgés d'au plus de 24h sont introduits dans une bouteille contenant 50g de graines saines de niébé et traitée avec une dose de 4 g/l de broyat de feuilles fraîches de *B. senegalensis*. Le nombre d'adultes introduits dépend du traitement. Le nombre d'adultes testés est respectivement 20 ; 40 ; 60 ; 80. Chaque traitement est répété 4 fois.

Pour chaque situation expérimentale, les insectes sont exposés pendant 24h. Puis ils sont retirés et conservés au laboratoire pendant 24h au bout desquelles la mortalité est déterminée.

2.3.5 SENSIBILITÉ DES MÂLES ET DES FEMELLES

20 mâles ou 20 femelles de *C. maculatus* âgés de 24h sont introduits dans une bouteille d'un litre renfermant 50g de graines saines de niébé et une dose de 2,5 g/L de broyat de feuilles fraîches de *B. senegalensis*. Pour chaque situation expérimentale, l'expérience est répétée quatre fois.

Au bout de 24h d'exposition, les insectes sont retirés et conservés au laboratoire pendant 24 h afin d'évaluer la mortalité.

2.4 ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

Toutes les données ont été soumises à l'analyse de variance et la séparation des moyennes a été faite selon le test de comparaison multiple de Duncan ($p = 0.05$).

2.5 RESULTATS

2.5.1 PERSISTANCE DE L'EFFET DU BROYAT DES FEUILLES FRAICHES DE *B. SENEGALENSIS* SUR LES ADULTES DE *C. MACULATUS*

La figure 1 montre que l'efficacité et la rémanence du broyât des feuilles fraîches de *B. senegalensis* est fonction du temps d'exposition et de la dose appliquée.

En effet, les résultats de cette figure montrent que les doses les plus élevées sont celles qui sont les plus efficaces avec une rémanence relativement longue.

C'est ainsi qu'on remarque que le broyât de feuilles fraîches de *B. senegalensis* n'a aucun effet sur les adultes de bruches à la dose de 2 g/l lorsqu'il est gardé vingt-quatre heures avant d'être appliqué. Par contre à la dose de 20 g/l, un taux de mortalité de 37,5% est observé lorsque le broyât est conservé 5 jours avant d'être appliqué.

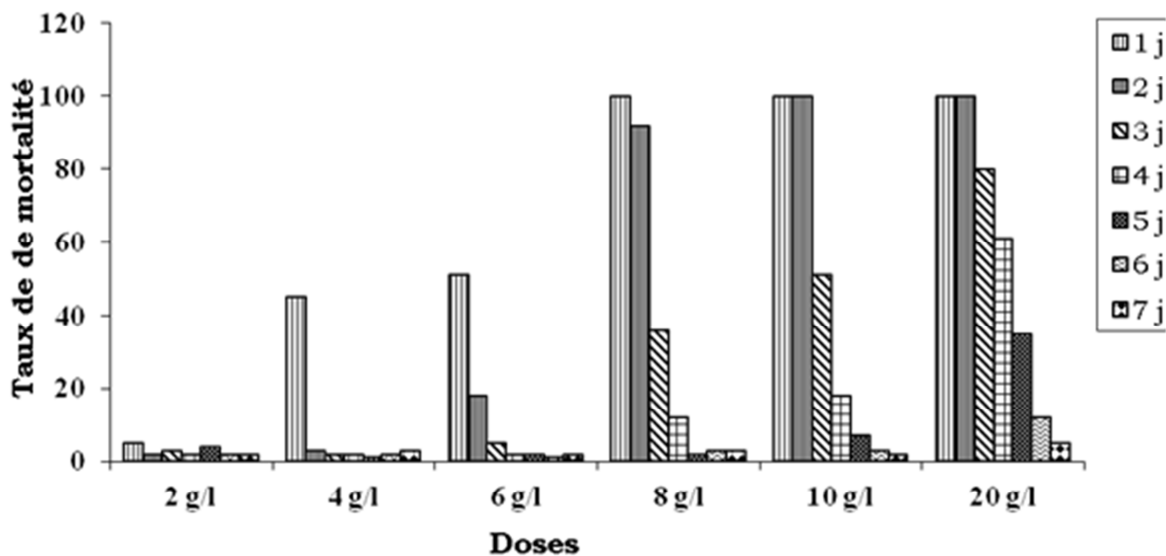


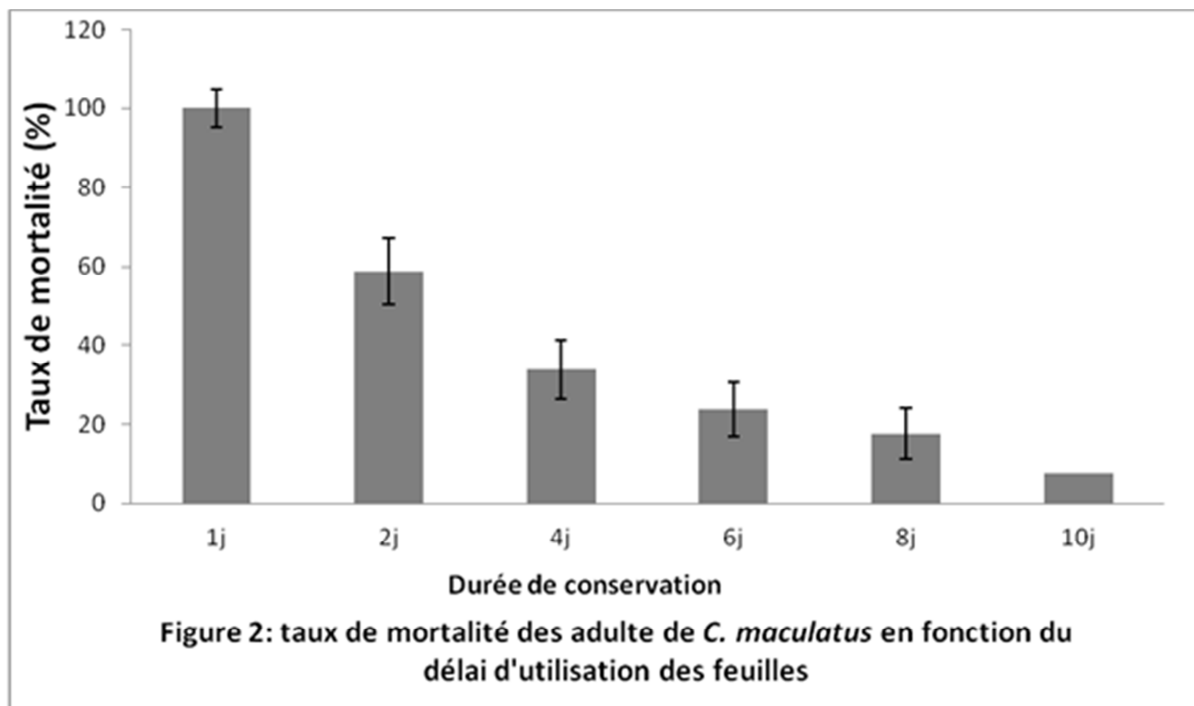
Fig. 1: Evolution de l'activité insecticide du broyât de *B. senegalensis* en fonction de la durée de conservation

2.5.2 EVOLUTION DE L'ACTIVITÉ INSECTICIDE DE *B. SENEGALENSIS* EN FONCTION DU DÉLAI D'UTILISATION DES FEUILLES RÉCOLTÉES

L'efficacité du broyât dépend de la période d'utilisation après la récolte des feuilles (figure 2).

En effet, plus les feuilles sont conservées avant d'être broyées et utilisées, plus elles perdent leur activité insecticide. C'est ainsi que la dose de 4 g/l qui entraîne une mortalité 100% d'individus lorsque les feuilles sont immédiatement utilisées après la récolte, n'entraîne que la mort de 58,75 % d'individus si elles sont utilisées 2 jours après les avoir récoltées.

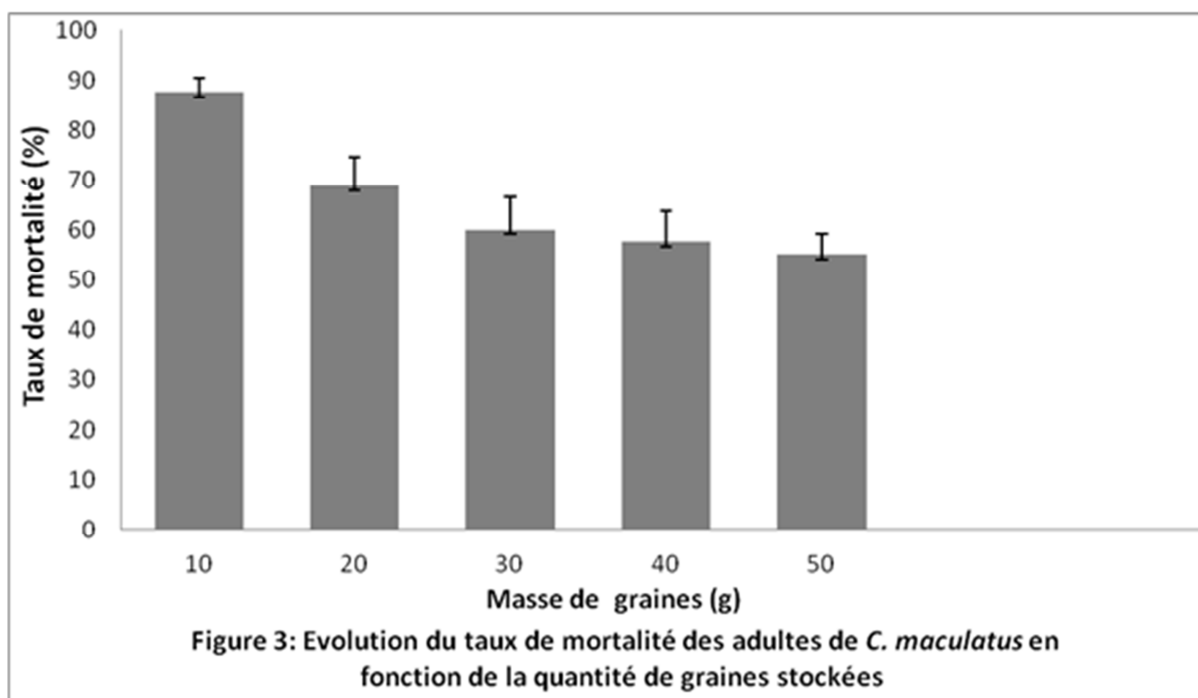
Dans nos conditions d'étude, le broyât des feuilles de *B. senegalensis* n'a plus d'effet sur les adultes au bout de 10 jours de conservation.



2.5.3 EFFETS DE L'AUGMENTATION DE LA QUANTITÉ DE GRAINES STOCKÉES SUR L'EFFICACITÉ DE *B. SENEGALENSIS*

L'efficacité du broyat dépend de la densité des graines stockées (figure 3). En effet, plus la densité augmente, plus l'activité insecticide du produit diminue. C'est ainsi qu'avec une masse de 10 g de graines de niébé, on observe une mortalité de plus de 80% d'insectes alors que ce taux chute à 55% avec une masse de 50 g de graines.

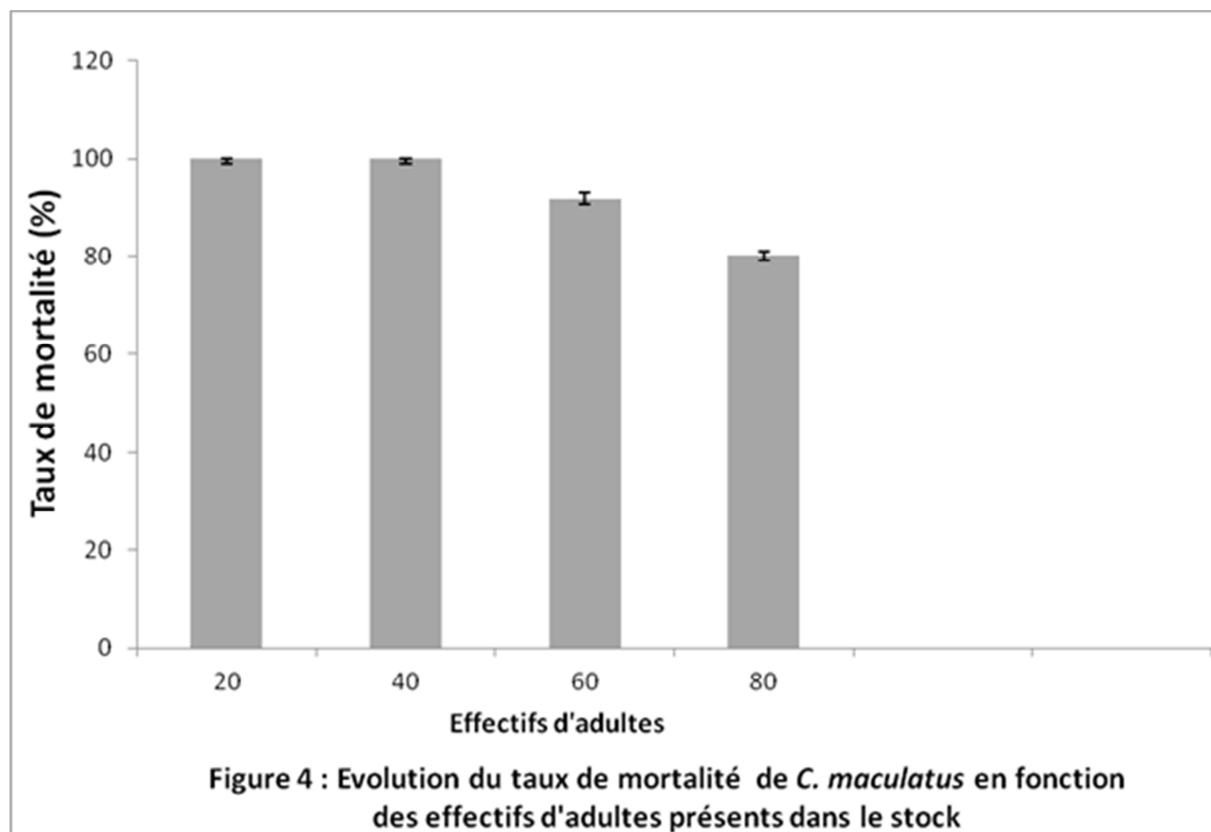
Mais à partir d'une certaine masse de graines, l'activité insecticide du produit ne semble pas varier en fonction de la quantité de graines stockées.



2.5.4 EFFETS DE L'AUGMENTATION DES EFFECTIFS DE BRUCHES SUR L'ACTIVITÉ INSECTICIDE DE *B. SENEGALENSIS*

Le nombre de bruche présent dans le stock ne semble pas influencer l'efficacité du broyat de feuilles fraîches de *B. senegalensis* (figure 4). En effet, quelle que soit l'effectif considéré, le taux de mortalité observé est supérieur à 80%.

Nos résultats montrent que jusqu'à 40 individus, on observe une mortalité de 100% des insectes traités au bout de 24h. Il s'ensuit une baisse du taux de mortalité des insectes qui est de 80,12% lorsque les effectifs d'insectes atteignent 80 individus.



2.5.5 SENSIBILITÉ DES MÂLES ET DES FEMELLES

Les mâles de *C. maculatus* semblent être plus sensibles au broyat de feuilles de *B. senegalensis* que les femelles. En effet, avec une dose de 2,5 g/l on observe un taux de mortalité de 100% pour les mâles contre 37,5% pour les femelles (Tableau 1).

Tableau 1: Taux de mortalité de *C. maculatus* en fonction du sexe des individus

Sexe	Taux de mortalité(%)
Mâles	100±0,00a
Femelles	37,50±6,45b

3 DISCUSSION

L'utilisation de *B. senegalensis* dans la protection des stocks de niébé est une méthode employée depuis longtemps par les paysans africains.

Les tests de toxicité réalisés montrent que le broyat de feuilles fraîches de cette plante présente un effet insecticide assez marqué sur les adultes *C. maculatus*. En effet, nos résultats montrent un taux de mortalité des adultes de 100% dès le premier jour d'application à partir de la dose de 4 g/l. Toutefois, la persistance de l'action du broyat semble dépendre de la dose appliquée. C'est ainsi que pour les doses de 2.5g/l et 1.25g/l, on constate que le taux de mortalité reste relativement constant au bout de 48 h et 72 h ; par contre pour la dose de 20g/l, l'effet persiste 7 jours après l'introduction du produit comme l'indiquent les tests de rémanence. Ceci permet d'en déduire que la faible efficacité des feuilles constatée avec les

doses de 1,25 g/l et 2,5 g/l n'est pas liée à une destruction de la substance active, mais plutôt à une faible concentration des substances émises par les doses appliquées.

La rémanence dépend du délai entre la récolte des feuilles et leur utilisation. En effet, plus les feuilles sont conservées avant d'être broyées et utilisées, plus elles perdent leur activité insecticide. C'est ainsi que la dose de 4 g/l qui entraîne une mortalité de 100% d'individus lorsque les feuilles sont immédiatement utilisées après la récolte, n'entraîne que la mort de 58,75 % d'individus si elles sont utilisées 2 jours après les avoir récoltées.

Dans nos conditions d'étude, le broyat des feuilles de *B. senegalensis* n'a plus d'effet sur les adultes au bout de 10 jours de conservation.

Cette rémanence dépend également de la quantité de graines stockées et des effectifs d'insectes présents dans le stock constituant des facteurs susceptibles d'influencer l'activité insecticide de la plante. En effet, en faisant varier la quantité de graines pour une dose donnée, il apparaît que l'efficacité diminue en fonction de la quantité de graines stockées. Ce phénomène a été observé par Ilboudo (2009) qui a montré que la quantité de graines utilisées influence l'efficacité de certaines huiles essentielles notamment celles de *Lippia multiflora* et de *Hiptis spicigera* pour lesquelles aucune mortalité n'est observée dans un stock de 200 g de graines de niébé.

Selon Delobel et Malonga (1987), l'efficacité des plantes insecticides est relative. Elle dépend de la quantité de graines à stocker et de la toxicité réelle de plantes. Elle dépend aussi de la nature des substances actives et de la vitesse d'absorption par les graines. Ainsi les huiles à efficacité quantité-dépendante pourraient être considérées comme comportant des constituants chimiques qui présentent un degré d'absorption par les graines très élevé. Cette absorption expose alors les insectes à de faibles quantités de composés actifs et conséquemment à une mortalité réduite (Sanon et al., 2002). Le mécanisme d'absorption des composés a été analysé par Huignard et al. (2002) qui ont révélé que les composés terpéniques pénètrent moins que les composés soufrés et que pour une même huile essentielle certains composés pénètrent mieux que d'autres.

L'influence des facteurs liés à l'environnement de stockage au cours de ce travail est un résultat nouveau rarement démontré et requiert une attention particulière dans l'emploi des produits végétaux dans la protection des denrées stockées. En effet, ce résultat montre clairement que pour une conservation longue durée des stocks de niébé avec les biopesticides d'origine végétale, un certain nombre de conditions sont requises. D'abord il faut une adéquation entre la quantité de graines à stocker et la dose à appliquer. Par ailleurs, il faut tenir compte des effectifs d'insectes au début du traitement et l'évolution des populations au cours du stockage.

REFERENCES

- [1] FAOSTAT, 2004. FAO Stat database. Site internet: <http://www.fao.org/statistic> consulté le 25/04/2005.
- [2] Nkouannessi M., 2005. The genetic, morphological and physiological evaluation of African cowpea genotypes. Thesis, University of the Free State Bloemfontein, South Africa, 131 p.
- [3] Smart J., 1964: Pulses in human nutrition. A Wiley Interscience Publication Tropical pulses. Longmans London, 96-104.
- [4] Alzouma I., Huignard J. & Leroi B., 1985. Etude du comportement de ponte de *B. atrolineatus* (coleoptera, Bruchidae) au cours de la maturation des gousses de sa plante-hôte (*V. unguiculata* L. WALP.) et de ses conséquences sur le développement des œufs. *Ann.soc. Ent.Fr.*, 21 : 207-217.
- [5] Ouedraogo P.A., 1991: Le déterminisme du polymorphisme imaginal chez *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera : Bruchidae). Importances des facteurs climatiques sur l'évolution des populations de ce Bruchidae dans un système expérimental de stockage de graines de *Vigna unguiculata* (Walp.) *Thèse de Doctorat*. Université de Cote d'Ivoire 117pp.
- [6] Sanon A. et al., 2005. Combining *Boscia senegalensis* Lamarck (Capparaceae) leaves and augmentation and the larval parasitoid *Dinarmus basalis* Rondani (Hymenoptera: Pteromalidae) for bruchids control in stored cowpea. *J. Entomol.*, 2(1), 40-45.
- [7] Nuto Y. & Glitho I.A., 1990. De rapports entre les Bruchidae déprédateurs de légumineuses alimentaires cultivées au Togo et leurs plantes-hôtes. *Actes des journées scientifiques de l'UB*, II : 313-325.
- [8] Seck D.; Sidibé B.; Haubruge E.; lienari V. et Garpar. C., 1992. La Résistance variétale du niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) à *Callosobruchus maculatus* F. (Col. Bruchidae): Evaluation et perspectives d'utilisation au Sénégal Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent 57 (3a): 743 - 750.l.
- [9] Ouedraogo P. A., Sou S., Sanon A., Monge J.-P., Huignard J., Tran B. and Credland P. F., 1996. Influence of temperature and relative humidity on population of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Pteromalidae) in two climatic zones of Burkina Faso. *Bull. Entomol. Res.*, 86, 695–702.

- [10] Sanon, A., Ouedraogo, P.A., Tricault, Y., Credland, P.F., Huignard, J., 1998. Biological control of bruchids in cowpea stores by release of *Dinarmus basalis* (Hym.: Pteromalidae) adults. *Environmental Entomology* 27, 717–725.
- [11] Ketoh G.K., Koumaglo H.K. & Glitho I.A., 2005. Inhibition of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) development with essential oil extracted from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. (Poaceae), and the wasp *Dinarmus basalis* Rondani (Hymenoptera: Pteromalidae). *J. Stored Prod. Res.*, 41, 363-371.
- [12] Nyamador S. W., 2009. Influence des traitements à base d'huiles essentielles sur les capacités de reproduction de *Callosobruchus subinnotatus* Pic.et de *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera : Bruchidæ) : Mécanisme d'action de l'huile essentielle de *Cymbopogon giganteus* Chiov. Thèse de Doctorat, Université de Lomé 197 pages
- [13] Ilboudo, 2009. Activité Biologique de quatre huiles essentielles contre *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera : Bruchidae), insecte ravageur des stocks de niébé au Burkina Faso. Thèse de Doctorat, 126p.
- [14] Delobel A. & Malonga P., 1987. Insecticidal properties of six plants materials against *Careydon serratus* (Ol.). *Journal of Stored Products Research* vol. 23, pp. 173-174.
- [15] Sanon A., Garba M., Auger J. & Huignard J., 2002. Analysis of the insecticidal activity of methylisothiocyanate on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae). *J. Stored Prod. Res.*, 38, 129-138.
- [16] Huignard J., Dugravot S., Ketoh K.G., Thibout E. & Glitho I.A., 2002. Utilisation de composés secondaires des végétaux pour la protection des graines d'une légumineuse, le niébé. Conséquences sur les insectes ravageurs et leurs parasitoïdes. In « Biopesticide d'origine Végétale », pp. 133-149.