

Problématique de la conservation du niébé (*Vigna unguiculata* (L), Walp) en Afrique de l'Ouest : étude d'impact et approche de solution

Kpatinvoh Brice, Adjou Euloge S., Dahouenon-Ahoussi Edwige, Konfo T. R. Christian, Atrevy Brice C., Sohounhlou Dominique

Laboratoire d'Étude et de Recherche en Chimie Appliquée, École Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP : 2009 Cotonou, (Bénin).

Adresse pour correspondance : edahoussi_95@yahoo.fr

Mots clés : niébé, conservation, méthodes de lutte chimique, Afrique de l'Ouest

Keywords : Cowpea, conservation, chemical control methods, West Africa

1 RÉSUMÉ

Le niébé *Vigna unguiculata* (L), Walp. est l'une des principales légumineuses d'importance dans le monde. Il est susceptible de combler les nombreux déficits protéiques enregistrés dans les pays en développement. La valeur réelle des déperditions notées lors du stockage est depuis fort longtemps sujette à polémique, car l'Afrique de l'ouest est actuellement loin de couvrir ses besoins en niébé par sa propre production. Malgré les initiatives prises de part et d'autre pour accroître la production, le contexte d'insécurité alimentaire est toujours marqué par des pertes post-récoltes non négligeables. Ainsi, au cours du stockage, les graines sont exposées aux insectes qui causent des dégâts considérables et des pertes post-production. Les méthodes de lutte envisagées comprennent les méthodes traditionnelles dont l'utilisation de substances inertes (cendre, sable fin, argile, sel, chaux éteinte,...), l'utilisation de la fumée, le séchage solaire, le stockage en gousses et le stockage hermétique. Il existe aussi d'autres méthodes de lutte telles que la résistance variétale, la lutte biologique et la lutte chimique dont les conséquences sont entre autres, la résistance des ravageurs aux insecticides et la contamination des denrées alimentaires. Face à ces conséquences, l'utilisation des plantes insecticides constitue alors une alternative efficace et respectueuse de l'environnement. Cependant, dans cette lutte destinée aux fermiers dont la plupart en Afrique ont un faible niveau d'instruction, il est impératif de tenir compte des choix, de la technique et des modèles proposés, car les cadres de vie en milieu rural, souvent rudimentaires, rendent complexe la mise en application de certaines de ces méthodes.

ABSTRACT.

Cowpea *Vigna unguiculata* (L), Walp. is one of the most important legumes in the world. It is likely to fill the many protein deficits in developing countries. The actual value of the losses observed during storage has long been subject to controversy, because West Africa is currently far from covering its cowpea requirements by its own production. Despite initiatives on both sides to increase production, the context of food insecurity is still marked by significant post-harvest losses. Thus, during storage, the seeds are exposed to insects that cause considerable damage and post-production losses. The envisaged methods of control, include traditional methods characterized by the use of inert substances (ash, fine

sand, clay, salt, slaked lime.), smoke use, solar drying, pod storage and storage hermetic. There are also other control methods such as varietal resistance, biological control and chemical control, which consequences are resistance of pests to insecticides and the contamination of foodstuffs. In other to face these consequences, the use of insecticide plants is an effective and environmentally friendly alternative. However, face with these control methods destined for farmers with a low level of education in Africa, it is imperative to take into account the choices, the technique and the models proposed, because rural settings often rudimentary, make implementation of some of these control methods very difficult.

2 INTRODUCTION

Les problèmes rencontrés en Afrique par les producteurs pendant la phase post-récolte des produits agricoles ont été longtemps négligés, confondus à ceux liés à la production. Pendant ce temps, les pertes post-récoltes enregistrées sont de plus en plus croissantes, car les technologies traditionnelles de stockage et de transformation mises en œuvre sont généralement inadéquates avec des risques d'infestation des produits stockés (Fandohan *et al.*, 2003). Le niébé (*Vigna unguiculata* F.) est l'une des légumineuses largement consommées en Afrique de l'Ouest. Il constitue la principale source de protéine des populations en milieu rural (CBDD, 2000). Cependant, il constitue un substrat de prédilection pour les moisissures et les déprédateurs. En effet, *Callosobruchus maculatus* est un insecte ravageur qui s'attaque au stock des graines de niébé entraînant une dégradation rapide des récoltes. Les pertes provoquées par cet insecte dans les grands systèmes agricoles post-récolte de stockage du niébé sont considérables. Elles sont évaluées à environ 2,4 % de perte annuelle par tonne de gousse en stockage (Caswell, 1968 ; Alzouma, 1988 et Zannou *et al.*, 1997). La lutte chimique a toujours été la principale mesure pour réduire l'incidence des contaminations post-récoltes. Cependant, l'application à des concentrations élevées de ces produits chimiques synthétiques dans une perspective de contrôle post-récolte des denrées alimentaires augmente le risque de résidus toxiques dans les produits alimentaires (Hammer *et al.*, 1999 ; Soumanou et Adjou, 2016). Ainsi, l'une des préoccupations majeures dans ces systèmes agricoles post-récolte est le

remplacement progressif des pesticides de synthèse par des substances naturelles moins polluantes, moins toxiques et moins coûteuses. Les moyens traditionnels de conservation dont dispose le paysan (sable, cendres de bois ou diverses parties de plantes odorantes) sont aussi efficaces mais seulement pour la protection de petits stocks destinés essentiellement aux semis. De plus en plus, les travaux de recherche portent sur l'amélioration des formes d'utilisation des plantes (feuilles, extraits volatiles ou non volatiles) qui permettent de mieux renforcer leur activité insecticide (Isman, 1994). Ainsi, le présent review vise donc à faire le point sur la problématique de la conservation du niébé en Afrique, ainsi que les avancées technologiques dans la perspective de la réduction des pertes post-récolte.

2.1 Le niébé : aspect botanique : Le niébé est une plante annuelle autogame, présentant de grandes variabilités morphologiques en relation avec le nombre élevé de variétés (Borget, 1989). Le port peut être buissonnant, érigé, semi érigé, prostré ou rampant. Les tiges de section circulaire, sont grêles, parfois cannelées et glabres. Les feuilles trifoliolées, ont une pilosité faible ou nulle, avec des stipules éperonnées à la base. Les folioles, ovales, aiguës, sont généralement entières, parfois lobées. Les fleurs, de couleur blanche, jaunâtre, bleu pâle rose ou violette, sont à l'extrémité d'un long pédoncule, formant des grappes axillaires. Les gousses, indéhiscentes, de forme cylindrique plus ou moins comprimée, voire aplatie, sont dressées par paire (CIRAD, 1991). Les graines, au nombre

de 8 à 20 par gousse et de forme ellipsoïde, plus ou moins arrondies, ont un tégument épais, de couleur blanche, blanc rosé, brune ou rosé (Ouédraogo, 1991).

2.2 Importance socio-économique : Le niébé joue un rôle très important dans l'alimentation en Afrique de l'Ouest. Ses graines, riches en protéines, sont constituées de la plupart des acides aminés essentiels, à l'exception des acides aminés soufrés (Bressani, 1985). C'est donc un complément nutritionnel intéressant dans le cas des régimes alimentaires déficients en protéines. Les tiges et les feuilles, enroulées en bottes après la récolte des gousses et séchées sur les hangars, constituent un excellent fourrage pour les animaux pendant la saison sèche. Le niébé possède des caractéristiques agronomiques intéressantes. En effet, il peut être cultivé sur des sols pauvres, car sa culture exige peu d'engrais à cause de son aptitude à réaliser la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique (Rachie, 1985). Cette légumineuse est donc recommandée dans les rotations et les associations de cultures.

2.3 Les contraintes de la culture : Tout au long de son cycle végétatif et reproducteur, le niébé est attaqué par des insectes, des maladies virales et fongiques et soumis à la concurrence des mauvaises herbes.

2.3.1 Les déprédateurs

2.3.1.1 Les insectes de la pré-floraison : Ils regroupent essentiellement les Homoptères piqueurs-suceurs de sève, dont les Jassidae (*Empoasca spp*) et les Aphidae (*Aphis spp*). Ces insectes envahissent les plants de niébé en début du cycle de croissance (Zakaria I., 2009). A cela s'ajoute aussi les Coléoptères du feuillage, représentés par les Chrysomelidae (*Medythia quaterna* Fairmaire et *Ootheca mutabulis* Sahlberg) dont les adultes sont d'excellents vecteurs du virus de la mosaïque jaune du niébé (Singh et Jackai, 1985). Les larves de Lépidoptères consommatrices de feuilles représentées par des Noctuidae, causent aussi de sérieux dégâts aux tiges tendres, aux pédoncules et aux feuilles de niébé. Les thysanoptères du feuillage représentés par les

Thripidae (*Sericothrips occipitalis* Hood) peuvent provoquer des nécroses et une déformation des feuilles (Singh, 1985).

2.3.1.2 Les insectes de la floraison et post-floraison : Ils sont constitués des Thysanoptères des fleurs, représentés par les Thripidae (*Megalurothrips sjostedti*) qui entraînent la perte des fleurs (Singh et Van Emeden, 1979), des Coléoptères des fleurs dont principalement les Meloïdae (*Mylabris spp*, *Mylabris biparta*) qui dévorent les fleurs de niébé (Singh et Van Emeden, 1979). Les foreuses de gousses, regroupant les larves de Lépidoptères (*Maruca vitrata*) et des punaises suceuses de gousses dont *Clavigralla tomentosicollis* (Dabiré, 2001).

2.3.1.3 Les déprédateurs du niébé en post-récolte : En Afrique de l'Ouest, les insectes qui attaquent les graines de Niébé sont essentiellement constitués des bruches (Alzouma, 1987 ; Ouédraogo, 1991). En effet, au Burkina Faso, *Callosobruchus maculatus* et *Bruchidius atrolineatus* sont les plus fréquemment rencontrés (Ouédraogo et Huignard, 1981 ; Ouédraogo, 1991 ; Sanon et al., 2005). Les infestations des gousses par les déprédateurs ont lieu en cours de culture, mais le développement des larves dans les cotylédons des graines se poursuit pendant la phase de stockage (Glitho, 1990 ; Ouédraogo et al., 1996 ; Sanon et al., 2006). Face à l'étendue de leurs attaques et les conséquences sur la qualité du niébé, ces déprédateurs constituent sans doute une des contraintes majeures au développement des cultures de légumineuses à graines dont le niébé. En effet, des études réalisées dans plusieurs pays d'Afrique Soudano-sahélienne, montrent qu'au niveau des villages, la plupart des récoltes de niébé sont détruites par les bruches après quelques mois de stockage. L'ampleur des dégâts occasionnés par *C. maculatus* est fonction du niveau d'infestation initiale, de la durée et des techniques de stockage (Seck, 1992). De même, le Nigéria qui représente l'un des plus grand pays producteur de niébé enregistre chaque année des pertes post-récolte, estimées à environ 4,5% de la

production annuelle, soit l'équivalent de plus de 30 millions de dollars (Singh & Singh, 1992). Les dégâts causés par les bruches sont variées et incluent les pertes quantitatives (perte de poids) et qualitatives (perforations, déjections d'insectes et réduction du pouvoir germinatif).

3 Les stratégies de lutte

3.1 Les méthodes traditionnelles : Les méthodes traditionnelles de lutte ont toujours été conçues de manière à être compatibles avec les moyens dont dispose le paysan. Il s'agit entre autres de :

- L'utilisation de substances inertes (cendre, sable fin, argile, sel, chaux éteinte,...) mais aussi d'huiles végétales et d'extraits ou d'organes de plantes supposées insecticides ou insectifuges (Zehrer, 1987 ; Maïga, 1987 ; Van Huis, 1991 ; Dabiré, 1992 ; Nuto, 1995).

- L'utilisation de la fumée ou le séchage au soleil (Zehrer, 1987). La fumée et la chaleur semblent avoir une action physique, répulsive ou insecticide.

- Le stockage en gousses : le péricarpe des gousses agit comme une barrière physique contre la pénétration des larves néonates (Van Huis, 1991).

- Le stockage hermétique : ce procédé entraîne la mort de *Callosobruchus maculatus* par asphyxie. L'efficacité de ces méthodes est tributaire d'une bonne compréhension des mécanismes de base tels que la quantité de graines à stocker, la masse de substances inertes à utiliser et surtout le protocole de leur application. Pour le stockage hermétique, il faut entasser les graines de façon à bien remplir les espaces intergranaires et réduire la disponibilité de l'oxygène dans l'atmosphère du stockage. Certaines de ces méthodes font l'objet d'adaptation par la recherche scientifique en vue d'améliorer leur efficacité. C'est le cas par exemple du stockage hermétique à l'aide de sacs à triple fond de l'Institut de l'Environnement et de Recherche Agronomique (INERA) actuellement en vulgarisation à grande échelle au Burkina Faso. Cette méthode est certes pratique, simple et efficace mais son application nécessite quelques précautions. Essentiellement

basée sur la privation d'oxygène aux insectes, cette technologie est confrontée aux risques de perforation des sacs. En effet, dans l'environnement de stockage, les rongeurs, les objets pointus ainsi que les possibles mouvements de manutention sont autant d'obstacles susceptibles de provoquer des trous dans les sacs, les rendant ainsi accessibles à l'air et au développement des bruches. De plus, face au nombre de sacs nécessaires pour stocker de grande quantité de niébé, cette technologie est confronté au risque pour les paysans de ne pas racheter de nouveaux sacs et d'utiliser des sacs endommagés, ce qui pourrait entraîner une perte d'efficacité.

3.2 La lutte chimique : Face à l'ampleur des dégâts occasionnés par les insectes et surtout l'inefficacité des méthodes traditionnelles à protéger de façon efficiente et durable les stocks de niébé, les paysans ont souvent recouru à la lutte chimique qui consiste à l'utilisation de substances chimiques de synthèse ayant des propriétés insecticides, pour protéger leurs récoltes. Cependant, les conséquences de l'utilisation de ces pesticides de synthèse dans la perspective de contrôle des prédateurs restent multiples :

3.2.1 Résistance des ravageurs aux insecticides. : La résistance des insectes aux pesticides de synthèse est l'un des principaux méfaits de l'application répétée des produits contre les ravageurs. De nombreux cas de résistance sont révélés partout. Actuellement, aucun ne groupe parmi les organophosphorés, organochlorés, pyréthrinoïdes ou encore fumigants n'échappe à la résistance des insectes. Avec le retrait au niveau mondial du bromure de méthyle en 2015 (Bell, 2000), le problème de la fumigation est un des plus préoccupants en Afrique. Bell et Wilson (1995) puis Benhalima *et al.*, (2004) ont rapporté respectivement des souches de *Trogoderma granarium* (Everts) provenant du Maroc ayant un fort degré de tolérance à la phosphine, produit réputé efficace et ne laissant pas de résidus. Les espèces du genre *Sitophilus* sont parmi celles qui sont le plus citées dans la résistance aux

pesticides. Pour pallier à cette résistance, une association avec d'autres gaz a été prônée. A cet égard, Athié *et al.*, (1998) suggèrent la combinaison de la phosphine au dioxyde de carbone (10 à 20 %) pour maîtriser des souches résistantes de *S. oryzae* et de *Rhizopertha dominica* (F.). Pimentel *et al.*, (2009), sur la base de la méthode FAO de détection standard de la résistance à la phosphine, ont aussi découvert pour la première fois au Brésil la résistance à la phosphine de vingt populations de *S. zeamais* issues des LC₅₀ jusqu'à 86,6 fois plus élevées. Ces auteurs expliquent la base physiologique de la résistance à la phosphine par la capacité de ces souches de *S. zeamais* à réduire leur taux de respiration et non par une exclusion active du gaz. L'examen de ces différents travaux montre que l'acquisition de la tolérance à la phosphine est, dans bien des cas, associée à de mauvaises pratiques de fumigation dont le manque d'étanchéité des silos, le manque de suivi de la concentration du gaz lors des opérations, le temps d'exposition, mais surtout l'utilisation à grande échelle d'un seul produit. Zettler et Arthur (2000) faisaient état de la menace qui pèse sur l'utilisation de ces fumigants, évoquent l'intérêt de développer de nouvelles alternatives dans le cadre de programmes de lutte intégrée. À ce sujet, plusieurs pistes sont proposées. Herron *et al.*, (1996), se référant à des lieux de stockage où des grains traités ont été mélangés à des reliques de vieux grains infestés, ont constaté une augmentation des niveaux d'infestation et de la résistance au fénitrothion et au pirimiphos-méthyl chez des populations de *Oryzaephilus surinamensis* (L.). Ainsi, les mesures d'hygiène, bien n'ayant peu d'effet direct, s'avèrent nécessaires pour ralentir le développement de la résistance. Mohandas *et al.*, (2006) suggèrent l'hydroprène, un analogue de l'hormone juvénile présenté comme alternative aux insecticides conventionnels de par sa spécificité contre les formes immatures des insectes de stocks et une non-toxicité vis-à-vis des mammifères. Selon Mbata *et al.*, (2009), une faible oxygénation découlant de l'application d'une faible pression (32,5 ± 1,0

mm Hg) lors du stockage des variétés résistantes à *C. maculatus* peut constituer une alternative aux fumigants. L'ensemble des cas évoqués ci-dessus montre la nécessité d'associer la lutte chimique à d'autres techniques qui seront à même de confiner les dégâts des insectes dans des limites économiquement supportables, tout en assurant un environnement moins exposé aux pollutions chimiques.

3.2.2 Contamination des denrées agricoles et alimentaires : Djaneyé-Boundjou *et al.*, (2000) ont détecté des résidus de pesticides organochlorés à des concentrations variables dans des échantillons de légumes cultivés dans le périmètre maraîcher de Lomé et dans des échantillons de céréales prélevés sur les différents marchés de Lomé. La recherche des résidus de pesticides dans les céréales, les légumes et les légumineuses au Togo par le Service de Protection des Végétaux en collaboration avec la Coopération Technique Allemande entre 1976 et 1978 a révélé une contamination de ces produits vivriers par les composés organochlorés (Essobiyou, 1990). Des études réalisées au Nigeria (Adeyeye et Osibanjo, 1999), au Ghana (Ntow, 2001), au Sénégal et en Gambie (Manirakiza *et al.*, 2003) ont révélé des contaminations de tubercules, fruits et légumes par divers résidus de pesticides. La contamination généralisée de l'environnement et des aliments par les pesticides entraîne inévitablement la contamination de l'être humain par ces derniers. Les pesticides les plus persistants et lipophiles possédant des propriétés de bioaccumulation sont souvent retrouvés dans les organismes humains. L'insuffisance d'efficacité de la plupart des méthodes traditionnelles, jointe aux préoccupations engendrées par la lutte chimique militent en faveur de la recherche d'alternatives, moins onéreuses et moins toxiques. Au nombre de ces nouvelles alternatives figurent la mise au point de variétés résistantes, la lutte biologique et l'utilisation des extraits de plantes.

3.3 La résistance variétale : Depuis plus d'une décennie, l'IITA (International Institut for Tropical Agriculture) au Nigeria et l'INERA (Institut d'Études et de Recherches Agronomiques) au Burkina Faso, cherchent à introduire des facteurs de résistance dans les variétés adaptées de niébé. Malheureusement, la plupart des variétés partiellement ou modérément résistantes mises au point présentent des graines dont les caractéristiques ne sont pas toujours très bien appréciées par les consommateurs (Singh et al., 1992). L'objectif des recherches actuelles au Burkina Faso est donc d'incorporer les gènes de résistance dans des variétés performantes et adaptées, déjà vulgarisées et appréciées des producteurs (Dabiré et al., 2004).

3.4 La lutte biologique : Elle occupe une place de choix parmi les alternatives nouvelles de lutte. Elle se définit comme étant l'utilisation d'organismes vivants comme agents de régulation des populations des ravageurs. Parmi les modèles généralement utilisés en lutte biologique, nous avons *le contrôle biologique classique ou acclimatation d'un auxiliaire exotique* et *l'augmentation d'ennemis naturels* (Waage, 1992). Les travaux de laboratoire et de terrain conduits en zone sahélienne au Niger et au Burkina Faso et en zone guinéenne au Togo, au Bénin et en Côte d'Ivoire ont prouvé l'existence d'un cortège d'ennemis naturels inféodés aux bruches aussi bien dans les champs que dans les greniers. Il s'agit d'un parasitoïde oophage, *Uscana lariophaga* (Hymenoptera : Trichogrammatidae) et de trois parasitoïdes larvophages *Dinarmus basalis* Rond. (Hymenoptera : Pteromalidae), *Eupelmus orientalis* Crw et *Eupelmus. villeti* Crw. (Hymenoptera : Eupelmidae) (Monge et Huignard, 1991 ; Monge et al., 1995 ; Sanon, 1997; Amevoïn, 1998). Parmi ces parasitoïdes *Dinarmus basalis* a été identifié comme meilleur agent de lutte biologique avec des performances parasitaires très intéressantes. Ainsi, lorsqu'il se développe seul en présence des bruches, il peut réduire considérablement les effectifs des populations du ravageur (Ouédraogo et al.,

1996). Au Burkina Faso, une étude entièrement réalisée en conditions naturelles montre que les introductions régulières de *Dinarmus basalis* dans les greniers en début de stockage permettent un contrôle efficace des effectifs de *Callosobruchus maculatus* avec une réduction significative de 80-90% (Sanon, 1997). Un autre intérêt de la lutte biologique est la possibilité de son utilisation dans une stratégie globale de protection intégrée des stocks de niébé. Ainsi, du fait de sa spécificité d'action et du stade cible, on pourrait envisager de combiner l'introduction de parasitoïdes dans les greniers en complément de celle de substances allélochimiques comme les extraits de plantes (huiles essentielles) qui ont surtout montré leur efficacité contre les adultes de bruches (Ketoh et al., 2005).

3.5 Utilisation des plantes insecticides : L'usage des plantes indigènes dans la conservation des récoltes a été pratiqué avant même l'apparition des insecticides de synthèse. Les plantes sont utilisées contre les ravageurs pour leurs effets répulsifs, de contact ou fumigant. Les molécules actives peuvent varier d'une famille à une autre et à l'intérieur d'une même famille et la sensibilité peut différer pour un insecte donné d'un stade à un autre. Boeke et al., (2004) ont relevé une action répulsive et toxique de *Tephrosia vogelii* Hook f. sur *C. maculatus*, alors que *Blumea aurita* (L.) DC, qui ne présente aucune toxicité, possède un fort pouvoir répulsif. Par ailleurs, *Dracaena arborea* du Mono au Bénin est répulsif et la même espèce récoltée dans le Borgou n'est guère efficace. Paul et al., (2009) fournissent plusieurs exemples de plantes avec une efficacité différente entre les feuilles entières ou réduites en poudre et les graines dans le contrôle de *C. maculatus* et *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). Ces auteurs ont en outre mis en exergue avec *Chenopodium ambrosioides* une variabilité de l'efficacité des traitements en fonction des zones de collecte et des stades phénologiques. Parmi les extraits de plante, les huiles essentielles font partie des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs ces dernières années. Leur application dans la protection des stocks a

fait l'objet de nombreux travaux (Ketoh *et al.*, 2002 ; Habiba, 2007 ; Bossou *et al.*, 2015). Leur toxicité s'exprime de différentes manières : activités ovicide, larvicide, adulticide, antinutritionnelle et inhalatoire (Regnault-Roger, 2002). Mis à part l'inhibition de l'éclosion des œufs, les vapeurs d'huiles essentielles accroissent la mortalité des larves. Papachristos et Satamopoulos (2002) ont démontré la toxicité de *Lavandula hybrida*, *Rosmarinus officinalis* et *Eucalyptus globulus* sur les œufs de *A. obtectus* avec une différence de sensibilité significativement corrélée à l'âge. C'est au-delà de trois jours que la sensibilité est la plus forte, probablement à cause d'une plus grande perméabilité du chorion ou de la membrane vitelline facilitant ainsi la diffusion des vapeurs. Ogendo *et al.*, (2008) ont quant à eux démontré la toxicité des huiles essentielles de *Ocimum gratissimum* L. à $1 \mu\text{l.l}^{-1}$ sur *R. dominica*, *O. surinamensis* et *C. chinensis* (L.) avec des taux de mortalité de 98 à 100 % en 24 h. Ils ont identifié le méthyle eugénol comme composant majoritaire et précisent une très forte variation dans la composition chimique de neuf chémotypes de *O. gratissimum* en relation avec la saison, le stade de récolte ainsi que l'origine géographique. Habiba (2007) a obtenu une toxicité par contact équivalente à celle des huiles essentielles d'*O. gratissimum* ainsi que celles de *Xylopiia aethiopica* sur *S. zeamais*. L'étude menée par Noudjou-Wandji en (2007) a montré un effet *knock-down* de l'huile essentielle de la poudre de *X. aethiopica* sur *C. maculatus*. Cet auteur a obtenu une mortalité maximale lors des trois premiers jours au-delà desquels la teneur en huile baisse, résultant d'une quasi-absence de molécules volatiles libérées entraînant une baisse accrue de la mortalité. Les huiles essentielles de certaines plantes sont utilisées pour leurs activités de contact et inhalatoire qui n'offrent pas souvent le même degré d'efficacité selon la cible visée. Par contre, la fumigation par l'huile essentielle de cette plante ($0,2 \mu\text{l.cm}^{-1}$) tue 80 à 100 % des adultes de *C. chinensis*, *A. obtectus*, *S. zeamais* et *P. truncatus*, tandis qu'avec *C. maculatus* et *S.*

granarius, la mortalité n'a été respectivement que de 20 et 5 %. Selon ces derniers, il est probable que l'activité des feuilles soit due à une forte teneur en huiles essentielles. Ketoh *et al.* (2002) ont évoqué une possible absorption des huiles par les graines de niébé. De plus, le parasitoïde *D. basalis* est plus sensible que son hôte aux terpènes émis particulièrement par *Cymbopogon schoenanthus* (L.) et *Ocimum basilicum* (L.).

3.6 Les biofongicides : Un autre aspect inhérent à l'établissement des insectes est la colonisation des stocks par des champignons (Ngamo et Hance 2007). Ainsi, Houinsou *et al.*, (2014), ont réalisé des essais de conservation du niébé avec les huiles essentielles de *Pimenta racemosa* et *Syzygium aromaticum*. Les résultats obtenus, ont révélé une réduction significative ($p < 5\%$) de la flore fongique dans les échantillons de niébé conservés avec les huiles essentielles, comparativement aux échantillons témoins. Ces résultats montrent donc l'efficacité des huiles essentielles utilisées comme biofongicide dans la conservation du niébé au Bénin. En tenant compte de la composition chimique de ces huiles essentielles, leur pouvoir serait dû à la présence dans ces huiles essentielles de molécules bioactives tels que les terpénoïdes. Ces agents antimicrobiens détruisent la membrane plasmique de manière irréversible conduisant ainsi à la mort cellulaire par un processus lytique (Razzaghi-Abyaneh *et al.*, 2008). Cette propriété facilite leur insertion entre les phospholipides membranaires et assure leur solubilisation dans la bicouche lipidique. Il s'ensuit une déstabilisation de la structure de la membrane plasmique et une modification de sa perméabilité aux ions, protons et autres constituants cellulaires (Carson *et al.*, 2006). Cependant, dans cette lutte destinée aux fermiers dont la plupart en Afrique sont illettrés ou à faible niveau d'instruction, il est impératif de tenir compte des choix de la technique et des modèles proposés, car les cadres de vie en milieu rural, souvent rudimentaires, rendent complexe la mise en pratique de certaines de ces méthodes.

4 CONCLUSION

Les dégâts causés par les insectes sur les récoltes et les cultures sont immenses et compromettent sérieusement la sécurité alimentaire. Pour une bonne rationalisation des méthodes de gestion des ravageurs, il est important de préciser les stades cibles afin d'établir une concordance chronologique entre les périodes de traitement et le stade nuisible du ravageur. Ceci limiterait les dégâts tout en

préservant la valeur marchande des graines de niébé. Les chercheurs explorent depuis plus de deux décennies de nouvelles alternatives de lutte contre les ravageurs des denrées stockées. Parmi ces alternatives, l'emploi des biopesticides d'origine végétale répond à cet impératif à cause de leur caractère naturel, écologiquement sain et économiquement accessible.

5 RÉFÉRENCES

- Adeyeye A, Osibanjo O: 1999. Residues of organochlorine pesticides in fruits, vegetables and tubers from Nigerian markets. *The Science of the Total Environment* 231: 227-233.
- Alzouma I: 1987. Reproduction et développement de *Bruchidius atrolineatus* (Pic.) (Coleoptera: Bruchidae) aux dépens des cultures de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Légumineuse: Papilionacée) dans un agrosystème sahélien au Niger. *Thèse de doctorat*, Univ. de Tours, 162p.
- Amevoin K., 1998. Activités reproductrices et réponses comportementales de *Dinarmus basalis* (Rond.) et de *Eupelmus vuilleti* (Craw.) en présence de leur hôte *Callosobruchus maculatus* (Fab.) en zone Guinéenne au Togo. *Thèse de doctorat de troisième cycle*, Univ. du Bénin, Lomé (Togo), 152p.
- Athié I, Gomes RAR, Bolonhezi S, Valentini SRT, De Castro MFPM : 1998. Effects of carbon dioxide and phosphine mixtures on resistant populations of stored-grain insects. *J. Stored Prod. Res.* 34(1): 27-32.
- Bell CH: 2000. Fumigation in the 21st century. *Crop Prot.* 19: 563-569.
- Bell CH, Wilson SM: 1995. Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) *J. Stored Prod. Res.* 31(3): 199-205.
- Benhalima H., Chaudhry MQ, Mills KA, Price NR: 2004. Phosphine resistance in stored-product insects collected from various grain storage facilities in Morocco. *J. Stored Prod. Res.* 40: 241-249.
- Boeke S, Baud C, Loon VJ, Kossou D, van Huis A, Dicke M: 2004. *International Journal of Pest Management* 50: 251-258.
- Borget M: 1989. Les légumineuses vivrières tropicales. G. P. Maisonneuve et Larose ACCT. 45p.
- Bossou Annick D., Ahoussi Edwige, Ruysbergh Ewout, Adams An, De Kimpe Norbert, Avlessi Félicien, Sohounhlou Dominique C.K., Mangelinckx Sven, Smagghe Guy: 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.
- Bressani R.: 1985. Nutritive value of cowpea. Pp 40-42. In: Cowpea research, production and utilization. Singh S. R. and Rachie K. O. (eds.). Clairafrique. Dakar. Livre Africain. 659p.
- Carson CF, Hammer KA, Riley TV: 2006. *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil: a review of antimicrobial and other medicinal properties. *Clin. Microbiol. Rev.* 19: 50-62.
- Dabiré C: 1992. Les méthodes traditionnelles de protection des stocks de niébé au Burkina Faso. *Sahel PV-Info* 42: 7-13.

- Dabiré C: 2001. Étude de quelques paramètres biologiques et écologiques de *Clavigralla tomentosicollis* STAL., (Hemiptera : Coreidae) punaises suceuses des gousses du niébé (*Vigna unguiculata* (L.)) dans une perspective de lutte durable contre l'insecte au Burkina Faso. *Thèse de Doctorat d'état*, Université de Cocody, 179 p.
- Dabiré C., Sanon A. & Drabo I., 2004. Evaluation de lignées de niébé en ségrégation pour la résistance aux bruches. *Annales des sciences Agronomiques du Bénin*, Vol (5).
- Djaneyé-Boundjou G, Bawa LM, Boukari Y: 2000. Organochlorinated pesticide residues in vegetable food. *Microbiologie Hygiène Alimentaire* 12 :42–46.
- Essobiyou T. 1990. Contribution à l'étude des atteintes à l'environnement liées au développement industriel au Togo. Mémoire du diplôme de Technicien Supérieur de Génie Sanitaire, Ecole des Assistants Médicaux – Université de Lomé. 92 p.
- Fandohan P, Hell K, Marasas WFO : 2003. Infection of mayse by *Fusarium specifis* and contamination with fumonisin in Africa. *African Journal of Biotechnology* 2: 510-579.
- Glitho IA : 1990. Les bruchidae ravageurs de *Vigna unguiculata* Walp. En zone Guinéenne. Analyse de la diapause chez les mâles de *Bruchidius atrolineatus* (Pic.). *Thèse de doctorat*, Univ. de Tours, 100p.
- Habiba K: 2007. Étude 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, Centre de Recherche sur la Biodiversité, Université Catholique de Louvain (Belgique).
- Hammer KA, Carson CF, Ridley CV: 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plants extract. *Journal of applied microbiology* 86:985-990.
- Houinsou RF, Adjou ES, Dahouenon-Ahoussi E, Sohounhloué DCK, Soumanou MM : 2014. Caractéristiques biochimique et sensorielle du niébé (*Vigna unguiculata*) conservé au moyen des huiles essentielles extraites de plantes de la famille des Myrtaceae. *International Journal of Innovation and Applied Studies* 9(1): 428-437.
- Isman M.B. 1994. Botanical insecticides. *Pesticides outlook* 26-3.
- Isman MB: 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* 19(10): 603–608.
- Ketoh GK, Glitho AI, Huignard I: 2002. Susceptibility of the Bruchid *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) and its Parasitoid *Dinarmus basalis* (Hymenoptera : Pteromalidae) to three Essential oils. *J Econ. Entomol.* 95: 174-182.
- Ketoh KG, Koumaglo HK, Glitho IA.: 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). *Journal of Stored Products Research* 41: 363-371.
- Maiga S.D., 1987. Inventaires des méthodes traditionnelles de conservation du niébé (*Vigna unguiculata*) au Niger. In "Légumineuses alimentaires en Afrique". Colloque, Niamey, Montmagny, pp. 274-280.
- Manirakiza P, Akinbamijo O, Covaci A, Pitonzo R, Schepens P, 2003. Assessment of organochlorine pesticide residues in West African City Farms: Banjul and Dakar case study. *Archives of*

- Environmental Contamination and Toxicology* 44: 171-179.
- Mbata GN, Phillips TW, Payton ME: 2009. Effects of cowpea varietal susceptibility and low pressure on the mortality of life stages of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *J. Stored Prod. Res.* 45: 232- 235.
- CIRAD, 1991. Memento de l'Agronome : Le niébé. Quatrième édition. Collection Techniques Rurales en Afrique. pp. 851-853.
- Mohandas SM, Arthur FH, Zhua KY, Throneet JE: 2006. Hydroprene: mode of action, current status in stored-product pest management, insect resistance, and future prospects. *Crop Prot.* 25: 902-909.
- Monge JP, Huignard J: 1991. Population fluctuation of two bruchid species *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Bruchidius atrolineatus* (Pic.) and their parasitoids *Dinarmus basalis* (Rondani) and *Eupelmus vuilleti* (Crawford) (Hymenoptera, Pteromalidae, Eupelmidae) in a storage situation in Niger. *J. Afr. Zool.* 105: 187-196.
- Monge JP, Dupont P, Idi A, Huignard J: 1995. The consequence of interspecific competition between *Dinarmus basalis* Rond and *Eupelmus vuilleti* Crw (Hymenoptera: Eupelmidae) on the development of their host populations. *Acta Oecologia* 16(1): 19-30.
- Ngamo LS, Hance T: 2007. Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. *Tropicicultura* 25 (4) : 215-220.
- Noudjou-Wandji F : 2007. Utilisation des huiles essentielles pour la protection des grains contre les insectes ravageurs au nord du Cameroun. Thèse de doctorat : Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux (Belgique). 187p
- Ntow W. J., 2001. Organochlorine pesticides in water, sediment, crops, and human fluids in a farming community in Ghana. *Archive of Environmental Contamination and Toxicology* 40: 557-563.
- Nuto Y: 1995. Synergistic action of co-occurring toxins in the root bark of *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Rutaceae) against the cowpea beetle *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Thesis of Ph.D.S.U.N.Y. Syracuse, New York 107p.
- Ogendo JO, Kostyukovsky M, Ravid U, Matasyoh JC, Deng AL, Omolo EO, Kariuki ST, Shaaya E: 2008. Bioactivity of *Ocimum gratissimum* L. oil and two of its constituents against five insect pests attacking stored food products. *J. Stored Prod. Res.* 44: 328-334.
- Ouédraogo AP: 1991. Le déterminisme du polymorphisme imaginal chez *Callosobruchus maculatus* (Fab.), Coléoptère Bruchidae. Importance des facteurs climatiques sur l'évolution des populations de ce Bruchidae dans un système expérimental de stockage des graines de *Vigna unguiculata* (Walp.). *Thèse de doctorat d'Etat*, 117p.
- Ouédraogo PA, Huignard J: 1981. Polymorphism and ecological reaction in *Callosobruchus maculatus* in Upper Volta. *Series entomologica* 19: 175-184.
- Ouédraogo PA, Sou S, Sanon A, Monge JP, Huignard J, Tran B, Credlang PF: 1996. Influence of temperature and humidity on population of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Pteromalidae) in two climatic zones of Burkina Faso. *Bull. Ent. Research* 86: 695-702.
- Papachristos DP, Stamopoulos DC : 2002. Toxicity of vapours of three essential oils to the immature stages of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *J. Stored Prod. Res.* 38: 365-373.
- Paul UV, Lossini JS, Edwards PJ, Hilbeck A: 2009. Effectiveness of products from

- four locally grown plants for the management of *Acanthoscelides obtectus* (Say) and *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (both Coleoptera: Bruchidae) in stored beans under laboratory and farm conditions in Northern Tanzania. *J. Stored Prod. Res.* 45: 97-107.
- Pimentel MAG, Faroni LRDA, Guedes RNC, Sousa AH, Tótola MR: 2009. Phosphine resistance in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *J. Stored Prod. Res.* 45 (1): 71-74.
- Rachie KO: 1985. Introduction. Singh S. R. et Rachie K.O.(eds) cowpea research production and utilization. John Wiley and sons, Chichester, London. 6p.
- Razzaghi-Abyaneh M, Shams-Ghahfarokhi M, Yoshinari T, Rezaee MB, Jaimand K, Nagasawa H, Sakuda S: 2008. Inhibitory effects of *Satureja hortensis* L. essential oil on growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus*. *International Journal of Food Microbiology* 123: 228-233.
- Regnault-Roger C. 2002. De nouveaux phytoinsecticides pour le troisième millénaire In: Biopesticides d'origine végétales, ed Tec & doc. Londres-Paris-New York . pp. 19-39.
- Sanon A : 1997. Contribution à l'étude du contrôle biologique des populations de bruchidae ravageurs de graines de Niébé (*V. unguiculata* Walp.) au cours de leur stockage au Burkina Faso. *Thèse de Doctorat troisième cycle*. Université de Ouagadougou 162 p.
- Sanon A, Ouedraogo AP, Tricault Y, Credland PF, Huignard J: 1998. Biological control of bruchids in cowpea stores by release of *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae) adults. *Environmental Entomology* 27:717-725.
- Sanon A., Dabiré C., Ouedraogo A. P. et Hignard J., 2005. Field occurrence of Bruchid Pests of Cowpea and Associated Parasitoids in a Sub Humid Zone of Burkina Faso: Importance on the Infestation of two cowpea varieties at harvest, *Plant Pathology Journal*, vol 4 (N°1): 14-20.
- Sanon A., Ilboudo Z., Dabiré C.L.B., Nèbié R.C.H., Dicko O.I., Monge J-P., 2006. International Journal of Pest Management. 52(2); 117 – 123.
- Seck D : 1992. Importance économique et développement d'une approche de lutte intégrée contre les insectes ravageurs des stocks de maïs, mil et niébé en milieu paysan. *Proceeding 2^{ème} séminaire sur la lutte intégrée contre les ennemis des cultures vivrières dans le Sahel*, Bamako (Mali), 2-4 janvier, p 328-355.
- Singh S.R. & Van Emeden H.F., 1979. Insect pest of grain legumes. *Annual Review of Entomology*. 24: 255-278.
- Singh SR, Jackai IEN : 1985. Insect pests of cowpea in Africa: their life cycle, economic importance, potential for control. Cowpea, research, production and utilization. John Wiley and Sons, Chichester, London pp. 217-231.
- Singh BB, Singh S.R., 1992. Selection de niébé résistant aux bruches. *La recherche à l'IITA n° 5-Sept 1992*.pp 1-5.
- Singh SR, Jackai LEN, Thottappilly G, Cardwell KF, Myers GO: 1992. Status of reaserch on constraints to cowpea production. In "Thottappilly G., Monti L.M., Mohan Raj D.R. and Moore A.W. (eds), *Biotechnology: Enhancing Reaserch on Tropical Crop in Africa*". CTA/IITA, Ibadan, pp. 21-26.
- Soumanou M.M, Adjou ES : 2016. Sweet Fennel (*Ocimum gratissimum*) Oils. In:Preedy, V.R. (Ed.), *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. Academic Press, 765–773.Elsevier Inc
- Van Huis A: 1991. Biological methods of bruchid control in the tropics: a review. *Insect science and its application*, 12(1): 87-102.



- Waage JK : 1992. Introduction à la lutte biologique contre les insectes nuisibles. In “Manuel de lutte biologique”, tome 1, Markham R.H., Wodageneh A. et Agboola S. (eds), David, California, pp. 16-21.
- Zakaria I., 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 de troisième cycle, Univ de Ouagadougou* (Burkina-Faso), 150p.
- Zehrer W : 1987. Méthodes traditionnelles de stockage du niébé (*Vigna unguiculata*) au Togo. In « les légumineuses Alimentaires en Afrique ». Colloque, Niamey, Montmagny, pp. 296-299.
- Zettler JL, Arthur FH: 2000. Chemical control of stored product insects with fumigants and residual treatments. *Crop Protection* 19: 577–582.