

Quatorzième article : Diversité des insectes et champignons du maïs, du voandzou, du niébé et de la lentille de terre en stocks dans les marchés du Sud-Bénin

Par : D. K. Worou, M. Zandjanakou-Tachin, J. Boulga et A. H. Bokonon-Ganta

Pages (pp.) 132-143

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) - Numéro spécial Agronomie, Société, Environnement & Sécurité Alimentaire - Août 2016

Le BRAB est en ligne (on line) sur le site web <http://www.slire.net> et peut être aussi consulté sur le site web de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) <http://www.inrab.org>

ISSN sur papier (on hard copy) : 1025-2355 et ISSN en ligne (on line) : 1840-7099



## Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Centre de Recherches Agricoles à vocation nationale basé à Agonkanmey (CRA-Agonkanmey)

Service Informatique Scientifique et Biométrique (PIS-B)

01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01 - République du Bénin

Tél.: (229) 21 30 02 64 / 21 13 38 70 / 21 03 40 59 ; E-mail : [brabinrab@yahoo.fr](mailto:brabinrab@yahoo.fr) / [craagonkanmey@yahoo.fr](mailto:craagonkanmey@yahoo.fr)

## **Diversité des insectes et champignons du maïs, du voandzou, du niébé et de la lentille de terre en stocks dans les marchés du Sud-Bénin**

**D. K. Worou<sup>39</sup>, M. Zandjanakou-Tachin<sup>39,40</sup>, J. Boulga<sup>39</sup> et A. H. Bokonon-Ganta<sup>39,41</sup>**

### **Résumé**

Le stockage et la conservation des produits agricoles comme les céréales et les légumineuses demeurent les seules conditions assurant la disponibilité quasi permanente des denrées alimentaires. Cependant, des infestations dues aux insectes et microorganismes y sont constatées très souvent. Une enquête a cherché à comprendre la perception des vendeurs et vendeuses, et à apprécier la diversité des insectes et champignons qui sont responsables des dégâts occasionnés à leurs produits. Une enquête structurée a été réalisée auprès de 30 commerçants (27 femmes et 03 hommes) de maïs (*Zea mays L.*), de niébé (*Vigna unguiculata L.*), de voandzou (*Vigna subterranea (L.) Verdc.*) et de la lentille de terre [*Macrotyloma geocarpum* (Harms) Maréchal et Baudet] dans les marchés de Dangbo, Ouando et Saint Michel au Sud-Bénin. Quatre échantillons de 500 g de grains de chaque spéculature ont été collectés par marché et traités au laboratoire. Les résultats ont montré que cette activité est majoritairement menée par les femmes (90% contre 10% d'hommes) et le quart d'entre elles a constaté que les denrées stockées dans les marchés subissaient des infestations croisées d'insectes et de champignons. La présence de deux principaux ordres d'insectes ravageurs [les Lépidoptères, les Coléoptères et les Hyménoptères (regroupant les insectes bénéfiques)] a été enregistrée. Les Coléoptères majoritaires, étaient représentés par six familles alors que les Lépidoptères et les Hyménoptères étaient respectivement représentés par une seule famille chacun. Les pertes occasionnées par ces insectes ravageurs variaient de 1 à 23,96% selon le type de denrée stockée, la durée du stockage et les paramètres des marchés. A ces différents ordres d'insectes s'ajoute un pathogène des stocks, *Aspergillus sp.*, reconnu pour être l'un des champignons producteurs de mycotoxines cancérigènes.

**Mots clés :** Céréales, légumineuses, insecte, champignon, marché

### **Diversity of insects and fungi of maize, bambara groundnut, cowpea and kersting's groundnut stored in the markets in Southern Benin**

### **Abstract**

Storage and conservation of agricultural products such as cereals and legumes remain the only way to ensure permanent availability of food. However, they are subject to deterioration due to many storage insects and fungi. The current survey assessed the understanding of sellers on infestations (insects, fungi) of maize (*Zea mays L.*), bambara groundnut (*Vigna subterranea (L.) Verdc.*), cowpea (*Vigna unguiculata L.*) and kersting's groundnut [*Macrotyloma geocarpum* (Harms) Maréchal et Baudet] in order to evaluate their diversity in three markets (Dangbo, Ouando and St. Michel) in Southern Benin. A questionnaire was administrated to 10 sellers randomly chosen in each market, making a total of 30 sellers (27 women, 03 men) in the fore listed markets. During this investigation, four samples of 500 g of each crop were collected and treated in the laboratory in the view to identify insect and fungal species and subsequent losses. The results showed that women were more involved in the selling activity of those crops (90% against 10% of men). Two orders of insect pests were recorded namely *Lepidoptera* and *Coleoptera*, and one beneficial parasitoid in the order *Hymenoptera*. *Coleoptera* was mainly represented by six families. *Lepidoptera* and *Hymenoptera* were represented by one family each. The damages caused by these insect pests ranged from 1 to 23.96%, depending on the type of food, the type of store, the storage period and the status of the markets. In addition to these different

---

<sup>39</sup> Licencié Denis Kayodé WOROU, Laboratoire de Diagnostic et de Soutien à la Protection des Végétaux (LDSPV), Direction de la Production Végétale (DPV), Université de Parakou (UP), B.P. 123 Parakou, e-mail : [denisworrou@yahoo.fr](mailto:denisworrou@yahoo.fr), Tél. : (+229)66382153, République du Bénin

Dr Ir. Julien BOULGA, LDSPV/DPV/UP, B.P. 123 Parakou, e-mail : [jboulga@yahoo.fr](mailto:jboulga@yahoo.fr), Tél. : (+229)97989400, République du Bénin

<sup>40</sup> Dr Martine ZANDJANAKOU-TACHIN, LDSPV/DPV, Université d'Agriculture de Kétou, B.P. 01 B.P 6083 Kétou, e-mail : [mtachin@yahoo.com](mailto:mtachin@yahoo.com), Tél. : (+229)96943381, République du Bénin

<sup>41</sup> Dr Ir. Aimé H. BOKONON-GANTA, LDSPV/DPV, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Recette Principale Cotonou 01, e-mail : [aimehbg@yahoo.com](mailto:aimehbg@yahoo.com), Tél. : (+229)96149618, République du Bénin

insect orders a fungus of stored grains of the genus *Aspergillus* recognized as one of the carcinogenic mycotoxin-producing fungi was found.

**Key words:** Cereal, legumes, insect, fungus, market

## INTRODUCTION

L'insécurité alimentaire est l'un des cruciaux problèmes auxquels l'humanité a toujours fait face. Les zones d'insécurité alimentaire, réparties à travers le monde sont beaucoup plus concentrées sous les tropiques et surtout en Afrique au Sud du Sahara. Pour résoudre ce problème, l'Afrique se doit, soit de réduire sa croissance démographique, soit d'accroître sa production agricole par l'augmentation des rendements et des superficies cultivables, soit de réduire les pertes avant et après la récolte (Ngamo *et al.*, 2007). Cette situation d'insécurité alimentaire a induit la reconsidération dans les programmes de recherche des institutions nationales et sous régionales, des cultures vivrières qui étaient autrefois délaissées au profit des cultures d'exportation (Coly, 2007). De nombreuses recherches ont été conduites dans le but d'améliorer le rendement des différentes cultures vivrières, avec un regard particulier porté sur les céréales et les légumineuses qui constituent la base de l'alimentation dans la plupart des pays africains. Au Bénin par exemple, dans le cadre de la réalisation du projet RAMR (Recherche Appliquée en Milieu Réel), l'Institut National de Recherche Agricole du Bénin (INRAB) a entrepris, dans le département du Mono au sud-ouest du Bénin, des essais variétaux afin de rechercher de nouvelles variétés performantes de maïs et de niébé pouvant s'adapter aux conditions du milieu en vue de l'amélioration de la production desdites cultures. Cependant, si l'accroissement de la production permet la mise au point de chacun de ces produits, seule la conservation constitue la problématique de rendre possible leur disponibilité quasi permanente, entre la récolte et la consommation. Ainsi, après la récolte, les producteurs, dans le souci de disposer de leurs produits récoltés tout au long de l'année, font recours à la conservation des denrées alimentaires. Il en est de même des commerçants ainsi que des structures étatiques et paraétatiques qui, pour divers objectifs, font aussi recours à la conservation des denrées alimentaires qui, dans leur majorité, sont des céréales et des légumineuses à graines sous diverses formes. Pour y parvenir, les producteurs utilisent plusieurs systèmes de stockage. Toutefois, aussi diversifiés qu'ils sont, ces systèmes de stockage n'offrent pas la protection parfaite escomptée aux produits stockés.

Les produits stockés sont sujets à des détériorations de toutes sortes, lesquelles sont dues à de nombreux agents dont les insectes et les pathogènes des stocks qui endommagent souvent une grande partie du produit stocké (de Groot, 2004). Des études ont montré que les pertes dues aux organismes nuisibles, au cours du stockage, varient entre 1% et 50% de la production (Kodio, 1989). Foua-bi en 1989 disaient que les agents de détérioration les plus importants sont les insectes (44%), les mammifères rongeurs (30%) et les champignons (26%) et les principaux insectes qui infestent les denrées stockées sont extrêmement destructifs en milieu tropical (Décolé, 1999). Ils sont responsables sous les tropiques des pertes pouvant dépasser 30% (Momar *et al.*, 2010). Devant la gravité des pertes post-récolte, Labeyrie (1992), mentionnait qu'en Afrique, les paysans travaillent pour les insectes. Ainsi, si aucune mesure de protection n'est prise face à cette situation, les insectes, ravageurs de stocks des céréales et légumineuses (base de l'alimentation dans la plupart des pays africains) peuvent réduire à néant tout effort de production.

Il urge dès lors que des mesures soient prises pour limiter les différentes déprédations des stocks de céréales et légumineuses. Dans ce sens, il faut donc une parfaite identification des nuisibles en vue de mener une lutte efficace contre ces derniers. C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude pour évaluer non seulement l'infestation des denrées stockées dans les marchés du sud-Bénin mais aussi d'établir la diversité des insectes et champignons impliqués dans ces infestations.

## MILIEU D'ÉTUDE

Les collectes d'échantillon ont été faites dans les trois marchés suivants du Sud-Bénin :

- Le marché Ouando : C'est l'un des marchés de la ville de Porto-Novo. Située au sud du Bénin à 30 km de Cotonou, la ville de Porto-Novo est localisée entre 6°30' de l'altitude nord et 3°30' de longitude Est.
- Le marché Saint Michel : Le marché Saint Michel est l'un des marchés de la ville de Cotonou. La commune de Cotonou est située sur le cordon littoral qui s'étend entre le lac Nokoué et l'Océan Atlantique. Elle représente la seule commune du département du Littoral et est limitée au nord par la commune de Sô-Ava et le lac Nokoué, au Sud par l'Océan Atlantique, à l'Est par la commune de Sèmè-Kpodji et à l'Ouest par celle d'Abomey-Calavi.

- Le marché de Dangbo : La commune de Dangbo est située dans le département de l'Ouémé. Elle est limitée au nord par la commune d'Adjohoun, au sud par la commune des Aguégus, à l'est par la commune de Akpro-Missérété et à l'ouest par la commune de So-Ava (département de l'Atlantique).

Les travaux ont été conduits dans le laboratoire de phytopathologie de la direction de production végétale (DPV) du Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche (MAEP) sise à Porto-Novo, au quartier Oganla, dont les coordonnées géographiques sont 06.47320° de latitude Nord, 002.61499° de longitude Est et 30 m d'altitude.

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

### Perception du problème de stockage et de la conservation par les vendeurs/vendeuses

La démarche a consisté à réaliser une enquête auprès de 30 vendeurs, à raison de dix, choisis de façon aléatoire par marché, à l'aide d'un questionnaire. Le questionnaire était élaboré pour permettre de déterminer les acteurs de cette activité, les différents types de matériels de conservation, la provenance des denrées vendues, les agents de détérioration desdites denrées stockées dans les marchés ainsi que les méthodes de conservation utilisées.

### Échantillonnage et analyse des denrées au laboratoire

Quatre échantillons de 500 g de grains de maïs (*Zea mays L.*), de niébé (*Vigna unguiculata L.*), de voandzou (*Vigna subterranea (L.) Verdc.*) et de lentille de terre [*Macrotyloma geocarpum* (Harms) Maréchal et Baudet] ont été prélevés dans chacun des marchés ciblés. Les prélèvements ont été faits en haut, au milieu et en bas donc à trois différents niveaux des stocks. Ainsi, un échantillon a été un mélange des grains provenant de la surface, du milieu et du bas des stocks. Des 500 g de grains prélevés par échantillon, seulement 300 g ont été mis en stockage dans des bouteilles de dimensions 17/8 cm (hauteur/diamètre) afin de suivre l'émergence des insectes nuisibles des denrées stockées et l'expression des symptômes des maladies. Afin de permettre l'aération à l'intérieur des bouteilles fermées par des couvercles dont les ouvertures de 6,5 cm de diamètre ont été recouvertes de grillage devant empêcher la sortie et/ou l'entrée des insectes.

### Mise en évidence de la présence des insectes ravageurs et estimation des pertes et dégâts induits au laboratoire

Des insectes provenant des différents échantillons ont été inventoriés et le niveau de l'infestation due à leur activité a été évalué. Par conséquent, des évaluations de l'infestation ont été effectuées chaque semaine sur les échantillons collectés, sur une période d'un mois et demi. Ces évaluations ont consisté à tamiser le contenu de chaque bouteille à l'aide d'un tamiseur de marque Retsch As200 constitué de quatre tamis de mailles respectives 0,045 mm, 0,09 mm, 0,5 mm et 1 mm. Cette opération a permis de recueillir les insectes qui, après le comptage, ont été observés à la loupe binoculaire pour leur identification grâce aux méthodologies développées par IDI (2012) et le Petit Manuel d'identification des principaux ravageurs des denrées stockées en Afrique de l'Ouest (INRAB et IITA, 2005).

Parallèlement à la mise en évidence des insectes, les pertes et dégâts occasionnés par ceux-ci ont été évalués. Pour estimer la perte, le poids du contenu de chaque bouteille a été noté après le tamisage. Pour les dégâts, un tirage successif sans remise de 100 grains a été fait de chaque bouteille. A chaque tirage fait, le tri des grains infestés a été effectué. Les dégâts causés et les pertes induites ont été calculés et exprimés respectivement en pourcentage de poids et en pourcentage de grain selon les formules mathématiques suivantes :

- Taux de perte de poids =  $\frac{\text{poids initial} - \text{poids final}}{\text{poids initial}} \times 100$ , avec le poids initial égal au poids au début du stockage (Badii *et al.*, 2011) ;
- Taux de dégât =  $\frac{\text{nombre de grains abimés}}{\text{nombre de grains tirés}} \times 100$ .

## **Mise en évidence des champignons au laboratoire**

Pour la mise en évidence des champignons, cinq graines ont été choisies de façon aléatoire dans chaque répétition. Après la stérilisation de surface à l'aide d'une solution d'eau de Javel (2%), ces graines ont été ensemencées sur le milieu de culture PDA sous une hotte à flux laminaire de marque Biohazard Atlantic 900, (Tipo 900 N°119), afin d'éviter toutes contaminations éventuelles. Les boîtes ainsi ensemencées ont été mises à l'incubateur (marque Genlab) à des températures fluctuant entre 25 et 28°C afin de permettre le développement des pathogènes pendant au moins trois jours. Les micro-organismes observés ont été multipliés et purifiés afin d'obtenir une culture pure en vue de l'identification des pathogènes. Quarante-huit heures après la sporulation, le pathogène a été identifié par une observation morphologique (caractéristiques) en se basant sur le compendium "Illustrated Genera Imperfect Fungi" de Barnet et Barry (1972).

## **Taux d'humidité, taux de germination et caractérisation morphologique des grains**

Dans le but d'apprécier la relation existant entre la quantité d'eau contenue dans les grains et leur vulnérabilité à l'attaque des ravageurs des stocks qu'étaient les champignons et les insectes, le taux d'humidité des grains pour chaque répétition a été mesuré à l'aide d'un humidimètre (SMAP-O-TEST, modèle H40 programmable). Afin de mettre en évidence la perte de la qualité germinative induite par la pression parasitaire ou l'infestation croisée champignons-insectes, un test de germination a été effectué. Vingt-cinq grains de chaque répétition ont été semés sur le papier buvard, dans les boîtes de pétri plastiques avec un apport de 10 ml d'eau chaque matin et chaque soir pendant la période d'observation. Les chambres humides ainsi installées dans les conditions ambiantes de température et d'humidité ont été suivies sur des durées variables, selon les graines qui y ont été semées et compte tenu de leur temps limite de germination. Ainsi, les grains de maïs ont été suivis pendant six jours et les graines des légumineuses pendant huit jours.

## **Traitement et analyse des données**

Les données obtenues ont été soumises à la statistique descriptive (moyenne, pourcentage) et ont permis de présenter les résultats sous forme de graphes et de tableaux. Les données collectées ont été soumises à l'analyse de la variance (ANOVA) grâce à la structure générale du GenStat avec une précision au seuil de 5% pour comparer les marchés. Les moyennes ont été comparées en utilisant les tests de Student et Newman-Keuls.

## **RÉSULTATS**

### **Sources d'approvisionnement**

Au total, 30 vendeurs dont trois hommes et 27 femmes ont été interrogés sur l'ensemble des trois marchés. Les trois hommes étaient tous rencontrés au marché de Ouando. Dans l'ensemble des trois marchés, 23,33% des détaillants s'approvisionnaient directement auprès des producteurs, 60% auprès des grossistes, des magasiniers (constituant des intermédiaires entre paysans et détaillants) et 16% à la fois auprès des producteurs et des intermédiaires. De façon plus spécifique, au marché Saint Michel, 80% des vendeurs représentés uniquement par des femmes achetaient leurs produits au marché Dantokpa. Les 20% restants effectuaient leurs achats soit à Dantokpa comme les autres, soit chez les producteurs soit chez les intermédiaires des localités de Parakou, de Malanville et de Glazoué. Ceux des marchés de Porto-Novo et Dangbo s'approvisionnaient dans plusieurs localités telles que Kétou, Glazoué, Djidja, Ikpinlé, Adja, Kpédékpo et Malanville. Ces denrées collectées de différentes localités étaient conservées par les vendeurs sur des durées variables, pouvant aller jusqu'à cinq mois voire six mois.

### **Matériels de conservation**

L'enquête a révélé l'usage de trois principaux types de matériels suivants pour le stockage des denrées (figure 1) : le sac de polyéthylène ; le panier ; les bassines de dimensions variables utilisés pour l'exposition des denrées. Les sacs de polyéthylène étaient disposés au sol dans une chambre pour les besoins du stockage. Lors de cette exposition, dans la journée, ces denrées n'étaient pas recouvertes. Dans le cas spécifique du marché de Ouando, les paniers utilisés étaient badigeonnés ou non à l'aide de bouse de vache dans le but d'éviter que les grains ne tombent du panier. Parfois, l'intérieur des paniers est tapissé de sac de polyéthylène (figure 1).



a) Panier badigeonné



b) Bassine



c) Panier tapissé de sac de polyéthylène

Figure 1. Photographie des matériels de stockage

### Ennemis des denrées stockées et principales méthodes de conservation

Les insectes et les champignons étaient les deux catégories de nuisibles des stocks reconnus respectivement par 100% et 30% des vendeurs enquêtés. Pour ce pourcentage, 60% estimaient que les champignons étaient souvent observés selon la durée de conservation dans les magasins/greniers (après 10 j de conservation). Par ailleurs, ils ajoutaient que l'eau contribuait à la prolifération des champignons. La contamination par les champignons commençait généralement par la partie basse qui est en contact direct avec le sol. L'infestation par les insectes commençait soit depuis le lieu d'approvisionnement soit au cours du stockage. Son apparition au cours du stockage dépendait du temps de conservation de la denrée auprès du détaillant selon les vendeurs enquêtés.

Pour le contrôle des principaux nuisibles qu'étaient les insectes, 100% des enquêtés utilisaient des méthodes de lutte physique qu'étaient le tamisage, le triage et parfois le vannage (beaucoup plus pour le maïs). Sur les marchés de Porto-Novo (Ouando) et de Dangbo, respectivement 70% (hommes et femmes) et 50% (uniquement des femmes) des enquêtés faisaient usage de produits chimiques, contre 0% au marché Saint Michel de Cotonou. Les produits chimiques utilisés par ceux-ci variaient quelque peu suivant le type de denrée et en fonction du marché. A Dangbo, aucun produit chimique n'était utilisé pour la protection du maïs stocké, contrairement au marché de Ouando où, 10% des vendeurs utilisaient «Agrophoss» en formulation solide. Pour la protection des légumineuses (voandzou, niébé et lentille de terre), 60% des vendeurs du marché de Ouando et la moitié de ceux de Dangbo faisaient usage de produits chimiques dont ils ne maîtrisaient pas eux-mêmes le nom exact. Selon les enquêtés, ces produits étaient achetés auprès de vendeurs ambulants sous l'appellation fétiche de «poudre magique» à Dangbo ou «Aïvi sin atinkin» à Ouando. Ils étaient utilisés selon les vendeurs, dès l'apparition des insectes. Aucune étiquette n'était disponible au cours des divers passages lors des investigations afin d'identifier lesdits produits. Les renseignements obtenus auprès du SCDA nous ont révélé qu'il s'agissait du Pacha 25EC, un produit homologué. En dehors de ces produits chimiques non identifiés, 10% des enquêtés du marché de Ouando utilisaient le Tamaphos (Aluminium: 56%, ingrédients inerte: 44%) pour la protection des légumineuses (figure 2). Il agit par ingestion, par inhalation et est appliqué dès l'achat, pour une période de conservation pouvant aller jusqu'à 5 ou 6 mois. Par ailleurs l'utilisation par les vendeurs du marché de Dangbo des plantes à effets insecticides telles que le piment et les feuilles de neem a été notée. Pour lutter contre les champignons, les personnes enquêtées faisaient recours au séchage, dès l'apparition de l'infestation.



Photo a. Emballage de Tamaphos



Photo b. Boule de Tamaphos

Figure 2. Le Tamaphos

### Taux d'humidité et de germination, et évaluation de l'infestation

Le taux d'humidité a varié entre faible et élevé d'un marché à un autre selon le type de denrée alimentaire stockée (figure 3). Le taux de germination a varié d'une spéculation à une autre suivant les marchés (figure 4) entre élevé pour le niébé (89% au marché Ouando à 98% au marché St Michel) et la lentille de terre (90% au marché St Michel à 93% pour le marché Ouando), et faible pour le maïs (52% au marché Ouando à 91% au marché St Michel) et pour le voandzou (59% au marché St Michel à 73% au marché Dangbo).

Les pertes de poids enregistrées par denrée alimentaire et par marché ont été présentées sur la figure 5. Les pertes moyennes de poids variaient d'un marché à un autre et d'une spéculation à une autre. Au bout d'un mois et demi de stockage, ces pertes ont varié de 0,1 à 5,2% pour le voandzou, de 1,6 à 3,1% pour le niébé, de 2,6 à 5,9% pour le maïs et de 1,4 à 4,1% pour la lentille de terre. Cependant, l'analyse de la variance au seuil de probabilité 5% n'a révélé aucune différence significative entre les marchés pour les pertes de maïs ( $p = 0,37$ ,  $cov = 47,7$ ), de niébé ( $p = 0,33$  ;  $cov = 47,3$ ). Les pertes les plus élevées significativement ( $p = 0,02$  ;  $cov = 51,6$ ) pour le voandzou étaient enregistrées au marché Saint Michel en comparaison à ceux enregistrés sur les deux autres marchés (figure 5).

Sur la figure 6 a été présentée par marché la proportion de grains infestés pour chaque denrée alimentaire. L'analyse de variance pour le maïs ( $p = 0,47$  ;  $cov = 50,9$ ), le niébé ( $p = 0,34$  ;  $cov = 43,2$ ) et la lentille de terre n'a montré aucune différence significative entre les dégâts causés pour l'ensemble des trois marchés (figure 6). Pour le voandzou, une différence significative a existé entre les dégâts causés à Saint Michel et ceux des marchés de Ouando et Dangbo ( $p = 0,66$  ;  $cov = 62,3$ ).

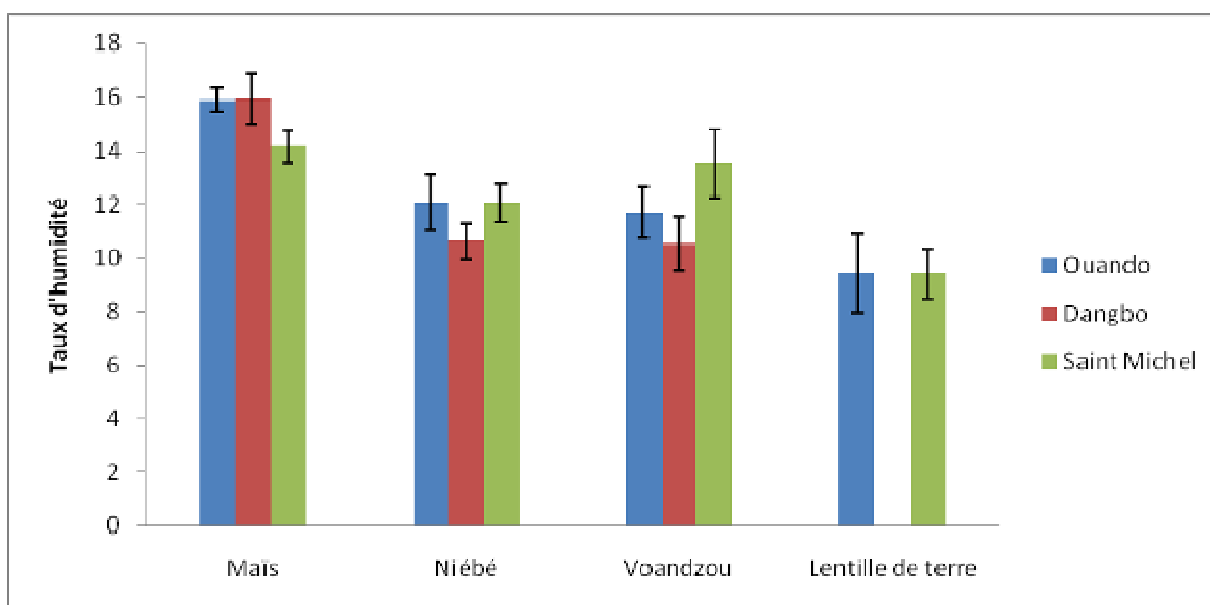
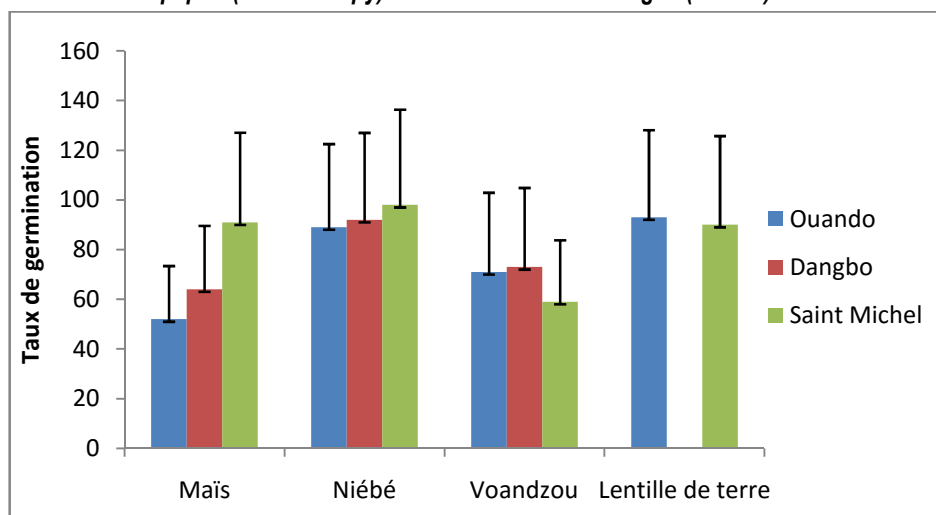
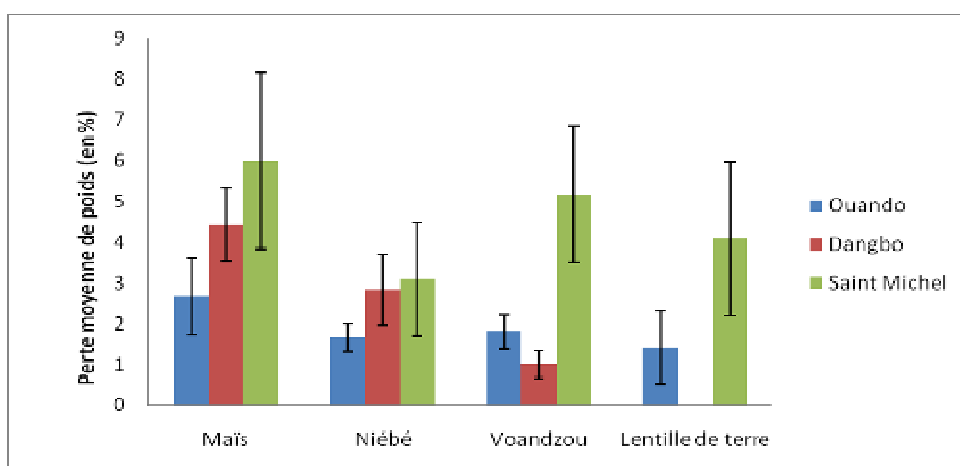


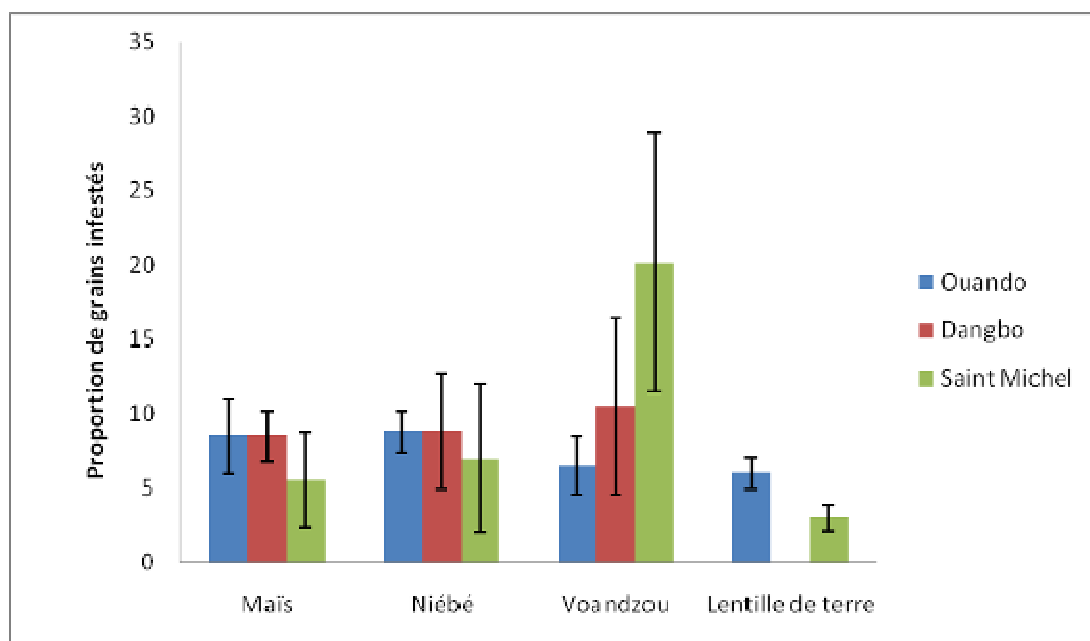
Figure 3. Taux d'humidité dans les grains et graines des denrées alimentaires selon les marchés



**Figure 4. Taux de germination des grains et graines des denrées alimentaires suivant les marchés**



**Figure 5. Perte moyenne de poids**



**Figure 6. Pourcentage de grains infestés (dégâts)**

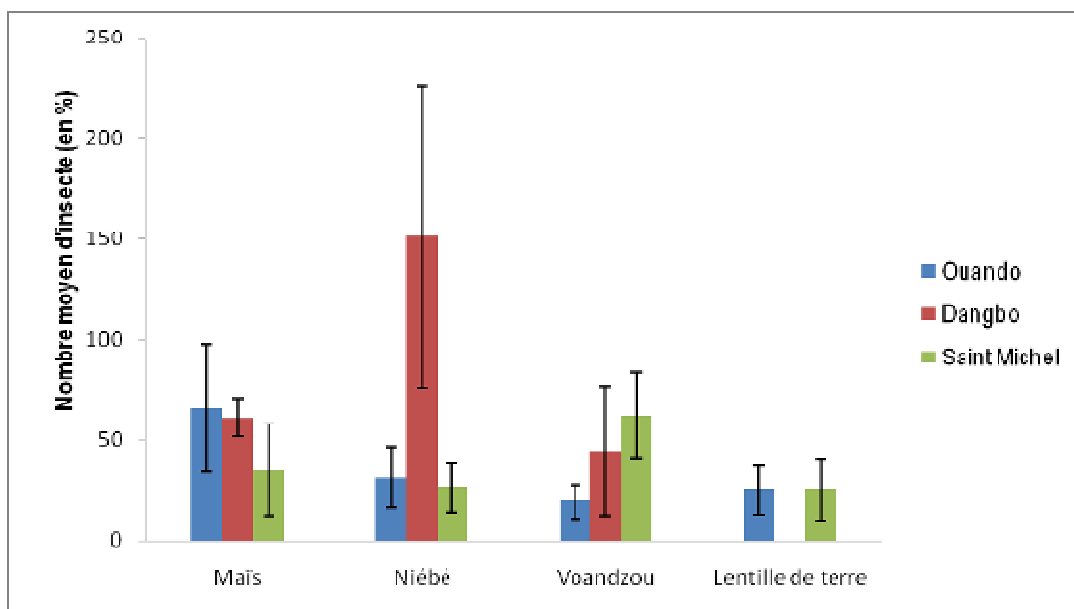
### Les insectes de stocks enregistrés

L'identification des insectes faite au laboratoire a révélé la présence de 11 espèces d'insectes (tableau 1). Les coléoptères majoritaires étaient représentés par neuf espèces réparties dans six familles. Les lépidoptères et les hyménoptères étaient minoritaires et n'étaient respectivement représentés que par une espèce chacun (tableau 1).

**Tableau 1. Les insectes des différentes denrées par marché**

Denrée	Marché	Insectes identifiés
Maïs	Ouando	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Oryzeaphilus surinamensis</i> L. (Coleoptera: Silvanidae)</li> <li>▪ <i>Sitophilus oryzae</i> L. (Coleoptera: Curculionidae)</li> <li>▪ <i>Sitophilus zeamais</i> (Motschulky) (Coleoptera: Curculionidae)</li> <li>▪ <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)</li> <li>▪ <i>Cryptolestes ferrugineus</i></li> <li>▪ <i>Carpophilus</i> sp</li> <li>▪ <i>Dinarmus basalis</i> Rond. (Hymenoptera : Pteromalidae)</li> </ul>
	Dangbo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Sitophilus oryzae</i> L. (Coleoptera: Curculionidae)</li> <li>▪ <i>Sitophilus zeamais</i> (Motschulky) (Coleoptera: Curculionidae)</li> <li>▪ <i>Carpophilus</i> sp</li> <li>▪ <i>Cryptolestes ferrugineus</i></li> </ul>
	Saint Michel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Cryptolestes ferrugineus</i></li> <li>▪ <i>Sitophilus oryzae</i> L. (Coleoptera: Curculionidae)</li> <li>▪ <i>Sitophilus zeamais</i> (Motschulky) (Coleoptera: Curculionidae)</li> <li>▪ <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)</li> </ul>
Niébé	Ouando	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Sitophilus oryzae</i> L. (Coleoptera: Curculionidae)</li> <li>▪ <i>Dinarmus basalis</i> Rond. (Hymenoptera : Pteromalidae)</li> <li>▪ <i>Callosobruchus maculatus</i> F (Coleoptera, Chrysomelidae)</li> <li>▪ <i>Cryptolestes ferrugineus</i></li> </ul>
	Dangbo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Sitophilus oryzae</i> L. (Coleoptera: Curculionidae)</li> <li>▪ <i>Dinarmus basalis</i> Rond. (Hymenoptera : Pteromalidae)</li> <li>▪ <i>Callosobruchus maculatus</i> F (Coleoptera, Chrysomelidae)</li> <li>▪ <i>Sitotroga</i> sp</li> </ul>
	Saint Michel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Sitophilus oryzae</i> L. (Coleoptera: Curculionidae)</li> <li>▪ <i>Dinarmus basalis</i> Rond. (Hymenoptera : Pteromalidae)</li> <li>▪ <i>Callosobruchus maculatus</i> F (Coleoptera, Chrysomelidae)</li> </ul>
Voandzou	Ouando	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Sitophilus oryzae</i> L. (Coleoptera: Curculionidae)</li> <li>▪ <i>Dinarmus basalis</i> Rond. (Hymenoptera : Pteromalidae)</li> <li>▪ <i>Callosobruchus maculatus</i> F (Coleoptera, Chrysomelidae)</li> </ul>
	Dangbo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Sitophilus oryzae</i> L. (Coleoptera: Curculionidae)</li> <li>▪ <i>Dinarmus basalis</i> Rond. (Hymenoptera : Pteromalidae)</li> <li>▪ <i>Callosobruchus maculatus</i> F (Coleoptera, Chrysomelidae)</li> </ul>
	Saint Michel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Sitophilus oryzae</i> L. (Coleoptera: Curculionidae)</li> <li>▪ <i>Dinarmus basalis</i> Rond. (Hymenoptera : Pteromalidae)</li> <li>▪ <i>Callosobruchus maculatus</i> F (Coleoptera, Chrysomelidae)</li> <li>▪ <i>Acanthoscelides obstrictus</i> (Coleoptera, Chrysomelidae)</li> </ul>
Lentille de terre	Ouando	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Dinarmus basalis</i> Rond. (Hymenoptera : Pteromalidae)</li> <li>▪ <i>Callosobruchus maculatus</i> F (Coleoptera, Chrysomelidae)</li> </ul>
	Saint Michel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Dinarmus basalis</i> Rond. (Hymenoptera : Pteromalidae)</li> <li>▪ <i>Callosobruchus maculatus</i> F (Coleoptera, Chrysomelidae)</li> <li>▪ <i>Sitophilus</i> sp = Coleoptera: Curculionidae)</li> </ul>

L'importance de la population de ces insectes n'était pas toujours la même au niveau des différents marchés selon qu'il s'agissait ou non d'une même spéculation. Sur la figure 7 a été présentée la taille de la population d'insectes par denrée pour chaque marché. L'analyse de variance n'a pas révélé de différence significative entre les populations d'insectes ni pour le maïs ( $p = 0,50$  ;  $cov = 40,3$ ), ni pour le niébé ( $p = 0,08$  ;  $cov = 26,2$ ) et ni pour le voandzou ( $p = 0,39$  ;  $cov = 44,4$ ). Cependant, le niébé de Dangbo a présenté un nombre important d'insectes (figure 7).



**Figure 7. Taille de la population d'insectes par spéculation et par marché**

### Champignons des stocks

L'isolement des grains infectés a permis de connaître les différents genres de champignon qui attaquent les denrées stockées et vendues sur les marchés. En effet, après les avoir isolés et observés au microscope, seul le genre *Aspergillus* a été identifié dans toutes les denrées des trois marchés. Les photos sur les figures 8 et 9 ont illustré les différents aspects morphologiques sur milieu de culture (figure 8) et microscopiques (figure 9) de ce pathogène *Aspergillus*.



Photo A

Photo B

Photo C

Photo 8. Colonies de *Aspergillus* sp. sur le Milieu PDA



Photo D

Photo E

Photo F

Figure 8. Photographies des aspects microscopiques de *Aspergillus* sp.

## DISCUSSION

A travers le monde entier, les produits stockés subissent les attaques de divers ennemis (Inge de Groot, 2004). Dans le cas de notre étude, ces attaques par les nuisibles sont confirmées, dans un premier temps, par les vendeurs majoritairement les femmes des marchés échantillonnés. Ces vendeurs ont reconnu la présence, d'insectes et de champignons dans les denrées alimentaires qu'ils stockent pour la vente. Ceux-ci déclarent enregistrer des pertes de stock dues aux deux nuisibles précités. Les différentes évaluations de l'infestation des échantillons collectés dans les marchés ont permis de mettre en évidence au laboratoire, non seulement la présence des champignons et des insectes, mais aussi les pertes quantitatives et qualitatives induites. Bien que l'apparition des insectes nuisibles dépend beaucoup plus de l'étanchéité du sac ou du contenant (Adandonon : communication personnelle), les vendeurs estiment que cette apparition est fonction de la durée de stockage de la denrée.

Les résultats de cette étude montrent une grande diversité d'insectes de stocks pour l'ensemble des denrées. Au total 11 espèces d'insectes sont identifiées dont huit sur le maïs, cinq sur le niébé, quatre sur le voandzou et trois sur la lentille de terre. Ce sont: *Sitophilus oryzae* L. et, *S. zeamais* (Motschulky) L., tous deux (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Oryzaephilus surinamensis* L. (Coleoptera: Silvanidae), *Callosobruchus maculatus* F (Coleoptera, Chrysomelidae). Ces insectes ont été recensés par Ngamo *et al.* (2007) comme principaux ravageurs des céréales et légumineuses stockées au nord du Cameroun. *C. maculatus* et *Acanthoscelides obstrictus* Auteur (Coleoptera, Chrysomelidae) ont été aussi recensés par Momar *et al.* (2010) sur les stocks de niébé au Sénégal. Les 11 espèces sont réparties dans trois ordres: les lépidoptères (une espèce), les hyménoptères (une espèce) et l'ordre des coléoptères (neuf espèces). Cela rejoint aussi les résultats de Waongo (2009) qui avait identifié six espèces de coléoptères sur 11 espèces d'insectes dans les stocks de maïs, de mil et de sorgho des paysans de la zone sud-soudanienne burkinabè et ceux de Patil *et al.* (2014) qui avaient identifié 10 espèces de coléoptères sur 12 espèces dans les stocks à domicile ainsi que les magasins dans la région de Karad au Nigéria. Dans le cas de la présente étude, le statut des coléoptères comme insectes majoritaires infestant les denrées stockées est confirmé. Markham *et al.* (1994) estimaient que les coléoptères sont de loin le groupe le plus important au sein des insectes ravageurs des stocks au Bénin et en Afrique. L'hyménoptère rencontré *Dinarmus basalis* Rond. (Hymenoptera : Pteromalidae) est un ennemi naturel du *Callosobruchus maculatus*.

Les tests de germination montrent que les dégâts exprimés en termes de trous sur les grains infestés, ont une répercussion négative sur le taux de germination. Ainsi, pour une même spéculation, plus le pourcentage de dégât est élevé, plus le taux de germination est faible. Les pertes de poids enregistrées par denrée restent élevées pour l'ensemble des trois marchés. Une durée de stockage plus longue conduirait à des pertes plus élevées. Ces valeurs aussi élevées seraient dues d'une part, au taux d'humidité relativement élevé pour les différentes denrées, les matériels de stockage (les paniers, les sacs de polyéthylène, les bassines) utilisés et d'autre part, aux produits de traitement phytosanitaires utilisés et à leur mode d'emploi. L'absence d'utilisation de méthodes de lutte chimique et endogène à Saint Michel se justifie par le fait que les denrées achetées ne font pas l'objet de conservation de longue durée. Cette situation favorise par ailleurs l'importance de la pression parasitaire des ravageurs dans les stocks dudit marché et justifie les pertes les plus élevées enregistrées pour l'ensemble des denrées.

Les pertes enregistrées ne sont pas significativement ( $p>0,05$ ) différentes pour le maïs, le niébé et la lentille de terre or, entre le marché Saint Michel et les marchés de Ouando et de Dangbo d'une part, et entre les marchés de Ouando et de Dangbo d'autre part, il existe une différence, quoique légère des techniques de stockage. Ainsi, cela prouve soit une inefficacité, soit un mauvais emploi des produits de traitements phytosanitaires utilisés dans les marchés de Ouando et de Dangbo. En cas d'inefficacité des produits, les résultats corroboreraient ceux de Chougourou et Alavo (2011) qui avaient montré déjà l'inefficacité des produits chimiques tels que le Pirimiphos et le sofagrain pour une conservation de longue durée des légumineuses à graine au centre Bénin. On peut aussi lier ces faits au niveau d'instruction des vendeurs/vendeuses, lesquels n'appliquent le produit qu'en fonction des renseignements reçus du vendeur ambulant auprès de qui, ils les achètent ou de leur état d'âme qui ne tient compte ni des dosages ni du moment requis pour le traitement.

Il se peut aussi que le produit ne soit pas dirigé contre le stade de développement cible qui pourrait être soit l'œuf, soit la larve ou l'adulte du ravageur. Ces pertes enregistrées ne montrent pas un réel avantage de l'utilisation des produits chimiques sur les marchés de Dangbo et de Porto-Novo

(Ouando). Ainsi, si on admet que tout produit chimique est toxique et qu'on tient à la préservation de la santé des populations, il serait donc judicieux d'éviter ou de réduire très considérablement l'utilisation de ces produits chimiques dont on ne connaît pas l'origine réelle mais qui restent de potentielles sources d'intoxication pour l'homme.

La différence significative ( $p < 0,05$ ) de perte de poids du voandzou entre le marché Saint Michel et les marchés de Ouando et de Dangbo s'explique dans un premier temps par les raisons précédemment énumérées pour les valeurs élevées des quantités perdues d'une façon générale. A celles-ci, au niveau de Saint Michel, s'ajoutent l'absence de traitements phytosanitaires et le taux d'humidité plus élevé qui, en combinaison, ont permis d'enregistrer un nombre d'insectes le plus élevé. Il faut aussi noter qu'en plus du *C. maculatus* réputé pour sa voracité, existe également l'espèce *A. obstectus*, un insecte qui ne présente pas de diapause reproductrice (Amina et Asma, 2009) identifié dans le stock de voandzou de Saint Michel. En absence de tout traitement, un taux d'humidité élevé favorise donc le développement des insectes qui causent d'importants dommages au produit stocké.

Les résultats de l'étude confirment la présence des champignons du genre Aflatoxine dans les denrées alimentaires vendues dans les marchés de Ouando, de Dangbo et de Saint Michel. Plusieurs moisissures notamment dues aux genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium* sont connues pour être des contaminants des produits agricoles et/ou pour leur capacité à produire des métabolites secondaires toxiques. Les aliments constituent généralement des milieux très favorables à leur développement (Cahagnier *et al.*, 1998). La contamination fongique des denrées alimentaires, destinées à l'homme ou à l'animal, est rapportée être le principal dommage entraînant de nombreux problèmes (Butler et Day, 1998). De nombreuses espèces dont *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. ochraceus*, *A. carbonarius* et *A. niger* appartenant au genre *Aspergillus* sont rapportées productrices de mycotoxines. Les aflatoxines sont des substances cancérigènes naturelles les plus puissantes et elles ont été liées avec une prévalence élevée du cancer hépatocellulaire en Afrique (Strosnider *et al.*, 2006). Contamination par l'aflatoxine dans plusieurs denrées alimentaires en Afrique a été un problème récurrent (Shephard, 2003). Des flambées d'aflatoxicose aiguë ont été signalées au Kenya (Probst *et al.*, 2007). Ces différents résultats antérieurs montrent que les produits des marchés de Porto-Novo, de Dangbo et de Cotonou constituent de potentielles sources de contamination. Les travaux antérieurs ont indiqué que leur consommation pouvait être à l'origine de nombreux problèmes de santé dont notamment les maux de ventre, les hépatites B et C, le cancer de foie (Williams *et al.*, 2003), les cancers hépatiques et les malformations ainsi que les néphroses pouvant conduire à la mort certaine du consommateur (Hussein *et al.*, 2001).

## CONCLUSION

L'étude permet non seulement de mettre en évidence le niveau d'infestation du maïs, du niébé, du voandzou et de la lentille de terre vendues sur trois marchés de vivres au Bénin, mais aussi et surtout d'établir la diversité des insectes et des champignons des stocks de ces quatre denrées alimentaires. Aucun des quatre produits agricoles n'échappe à l'infestation par les insectes et les champignons qui y occasionnent d'importantes pertes. L'amélioration des conditions de stockage des denrées alimentaires sur les marchés devant leur garantir la meilleure qualité possible à leur conservation, passe par l'utilisation des techniques incluant des matériels de conservation de stockage plus adéquats indispensables comme une solution durable permettant de réduire les pertes des denrées stockées. Le répertoire comportant la liste complète des nuisibles de stock s'impose et nécessite une étude d'envergure nationale axée sur cette thématique au Bénin.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs exprimons leur gratitude au Directeur de la Direction de l'Agriculture (DPV) et au Chef Service Protection des Végétaux pour leur avoir permis de mener ces travaux sur des nuisibles de stock dans quelques marchés du Bénin. Ils remercient également le projet Niche pour leur avoir permis de suivre une formation sur la rédaction scientifique et les évaluateurs anonymes qui de par leur commentaires et suggestions critiques constructifs ont amélioré la qualité du manuscrit.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amina, D., Asma, B., 2009 : Effet de quatre variétés d'haricots sur la durée du cycle de développement de la bruche *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera, Bruchidae), *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 14, 161– 173. ISSN 1813-3290.
- Badii, K. B., S. K. Asante, T. B. Bayorbor, 2011: susceptibility of some kersting's groundnut. landrace cultivars to infestation by *Callosobruchus maculatus* (FAB.) [Coleoptera: Bruchidae]. *Journal of Science and Technology*, 31, 3, 11-20.
- Barnet, H., Barry, B., 1972: Illustrated genera of imperfect fungi, Burgess publishing company, 3, 241pp.

- Butler, M. J., Day, A. W., 1998: Fungal melanins: a review. *CJM* 44, 1115-1136.
- Cahagnier, B., S. Dragacc, C. Frayssinet, J.M. Frémy, G.L. Hennebert, L. Lesage-meessen, J.L. Multon, D. Richard-Molard, M.F. Roquebert, 1998 : Moisissures des aliments peu hydrates. *Lavoisier Tec & Doc*, France.
- Chougourou, D.C., Alavo, T.B.C., 2011: Systèmes de stockage et méthodes endogènes de lutte contre les insectes ravageurs des légumineuses à grains entreposées au Centre Bénin. *Revue CAMES - Série A*, 12 (2) : 137-141.
- Coly, E.V., 2007 : Accent renforcé sur les céréales et légumineuses. *Agrovision*, 3, 31-32.
- Décolé, S. B. N., 1999 : Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux, 61 p.
- Foua, B. K., 1989 : Céréales des régions chaudes : Conservation et transformation. Edité par Michel Parmentier et Kouakou Fouad-bi. AUPELF-UREF. Ads John LibbeyEurotext, Paris. pp. 97-104.
- Hussein, S.H., Brasel, J. M., 2001: Toxicity, metabolism and impact of mycotoxins on humans and animals. *Toxicology*, 167, 101-134.
- de Groot, I., 2004 : Protection des céréales et légumineuses stockées. *Agrodok* 18, Fondation Agromisa, Wageningen 2004, 274 p.
- INRAB (Institut National de Recherches Agricoles du Bénin), IITA (International Institute of Tropical Agriculture), 2005: Ravageurs des denrées stockées en Afrique de l'Ouest 2005 : petit manuel d'identification des principaux ravageurs des denrées stockées en Afrique de l'Ouest. Publié par gletanou 517.
- Kodio, O., 1989: Structures paysannes de stockage, dans « céréales en régions chaudes : conservation et transformation ». Actes Coll. Int. De Tech, N'Gaoundéré (Cameroun) 22-26 février 1988, pp.19-25.
- Labeyrie, V., 1992: Problèmes fondamentaux posés par les insectes des denrées. *In* : Foua-Bi K. & Philogène B.J.R., éd. Actes du séminaire international à Abidjan, Côte d'Ivoire, 29 janvier-1 février 1992, 9-14.
- Markham, R.H., N.A. Bosque-Pérez, C. Borgemeister, W.G. Meikle 1994 :Developing pest management strategies for *Sitophilus zeamais* and *Prostephanus truncatus* Tropics FAO plan prot. 42, 97-116.
- Momar, T. G., D. Seck, J.P. Wathelet, G. Lognay, 2010: Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale: synthèse bibliographique in *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2011 15 (1), 183-194.
- Ngamo, L.S.T., Hance, Th., 2007: Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. *Tropicicultura*, 25 (4), 215-22.
- Patil, R.N., J.A. Chavan, J.S. Kadam, P.C. Yaday, P.V. Thorat, 2014: Studies on diversity of stored grains pest. *Science Park Journal*, 1, issue 41-1<sup>st</sup> May 2014, 5 p.
- Probst, C., H. Njapau, P.J. Cotty, 2007: Outbreak of an acute Aflatoxicosis in Kenya in 2004: Identification of the causal agent. *Applied and Environmental Microbiology* 73, 2762-2764.
- Shephard, G.S., 2003: Aflatoxin and food safety: recent African perspectives. *Toxin Reviews* 22, 267-286.
- Strosnider, H., E.A. Baumgartner, M. Banziger, R.V. Bhat , R. Breiman, M.N. Brune, 2006: Workgroup report: public health strategies for reducing aflatoxin exposure in developing countries. *Environmental Health Perspectives* 114, 1898-1903.
- Williams, J., T.D. Phillips, P.E. Jolly, J.K. Stiles, C.M. Jolly, D. Aggarwal , 2003: Human aflatoxicosis in developing countries: a review of toxicology, exposure, potential health consequences, and interventions. *American Journal of Clinical Nutrition* 80, 1106-1122.