

Cinquième article : Entomofaune et évaluation des dégâts des insectes ravageurs de différentes formes de conservation du riz (*Oryza sativa* Linné) au Sud-Bénin

Par : D. C. CHOUGOUROU, L. E. AHOTON, E. S.ADJOU, A. B. ZOCLANCLOUNON et D. A. KPOVIESSI

Pages (pp.) 49-58.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) - Numéro 82 – Décembre 2017

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  
Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin



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

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

Service Informatique Scientifique et Biométrie (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)

## Entomofaune et évaluation des dégâts des insectes ravageurs de différentes formes de conservation du riz (*Oryza sativa* Linné) au Sud-Bénin

D. C. CHOUGOUROU<sup>8</sup>, L. E. AHOTON<sup>9</sup>, E. S. ADJOU<sup>10</sup>, A. B. ZOCLANCLOUNON<sup>8</sup> et D. A. KPOVIESSI<sup>11</sup>

### Résumé

Au Bénin, le riz (*Oryza sativa* L.) constitue de nos jours l'aliment le plus consommé, surtout en périodes de fête. L'étude vise à améliorer la conservation du riz au Sud-Bénin, à travers l'inventaire et l'évaluation des dégâts et des pertes occasionnés par des insectes ravageurs des stocks de riz. A cet effet, des échantillons de riz paddy, décortiqué et étuvé ont été collectés dans trois localités du Sud-Bénin. Ces échantillons ont été conservés au laboratoire pendant six mois afin de recenser et d'évaluer les dégâts et les pertes occasionnés par les insectes ravageurs. Les résultats ont montré qu'après des tamisages, huit espèces d'insectes appartenant à cinq familles et six genres ont été identifiées à savoir *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*, *Oryzaeophilus surinamensis*, *Rhyzopertha dominica*, *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum*, *Cryptolestes ferrugineus* et *Palorus subdepressus*. Les espèces les plus dominantes ont été *Oryzaeophilus surinamensis*, *Tribolium castaneum* et *Tribolium confusum*. Ces insectes appartenaient tous à l'ordre des Coléoptères. Le riz paddy a présenté les valeurs les plus élevées avec 8,25% et 6,89% respectivement pour les taux d'attaques et de pertes de poids des stocks. Contrairement au riz décortiqué qui a présenté les plus faibles valeurs de 1,3% et 0,69%, respectivement pour les taux d'attaques et de pertes de poids.

**Mots clés** : riz, stockage, insectes ravageurs, pertes, dégâts, Sud-Bénin.

## Entomofauna and evaluation of insects' damages of various storage forms of rice (*Oryza sativa* L.) in Southern-Benin

### Abstract

Formerly luxury food and consumed in festive periods, rice (*Oryza sativa* L.) is today the basis of the diet in the least developed. The study was a comprehensive manner to improve the conservation of rice in southern Benin. Specifically, it concerns to inventory the various insect pests of rice in storage and assess damages and losses caused by them. Indeed, paddy rice samples, and husked parboiled were collected in three localities of Southern Benin. These samples were kept in the laboratory for six months in order to identify the various pests and to assess caused damages and losses. The results showed that after various screenings, eight insect species belonging to five families and five genus were identified namely *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*, *Oryzaeophilus surinamensis*, *Rhyzoperth adominica*, *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum*, *Cryptolestes ferrugineus* and *Palorus subdepressus*. The most dominant species were *Oryzaeophilus surinamensis*, *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum*. All these insects belong to Coleoptera order. Paddy rice had the highest attacks values let 8.25% and 6.89% respectively for the rate of attacks and weight losses of rice stocked. Contrary to husked rice had the lowest values with 1.03% and 0.69% respectively for the rate of attacks and weight losses of rice in storage.

**Keywords**: rice; storage; insect pests; losses; damages; Southern Benin.

<sup>8</sup> Dr Ir. Daniel Chèpo CHOUGOUROU ; Département de Génie de l'Environnement (DGE), Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée (LARBA), École Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Université d'Abomey-Calavi (UAC), 01 BP 2009, Cotonou, E-mail : chougouroud@yahoo.de, Tél. : (+229)97337018, République du Bénin

Msc. Ange B. ZOCLANCLOUNON; DGE/LARBA/EPAC/UAC, 01 BP 2009, Cotonou, E-mail : angez9914@gmail.com, Tél. : (+229)62355083, République du Bénin

<sup>9</sup> Dr Ir. Léonard Essèhou AHOTON, Laboratoire de Biologie Végétale, École des Sciences et Techniques de Production Végétale (ESTPV), Faculté des Sciences Agronomiques (FSA/UAC), 01 BP 526 Cotonou 01, E-mail : essehahoton@yahoo.fr, Tél. : (+229)90914542, République du Bénin

<sup>10</sup> Dr. Euloge Senan ADJOU : Laboratoire d'Étude et de Recherche en Chimie Appliquée (LERCA), Département de Génie de Technologie Alimentaire (DGTA/EPAC/UAC), 01 BP 2009, Cotonou, E-mail : eulogesenan@yahoo.fr, Tél. : (+229)96843378, République du Bénin

<sup>11</sup> Msc. Dieudonné Akovognon KPOVIESSI, Laboratoire d'Entomologie Agricole (LEAg/ESTPV/FSA/UAC), 01 BP 526 Cotonou, E-mail : akpoviessi@gmail.com, Tél. : (+229)96234116, République du Bénin

## INTRODUCTION

La sécurité alimentaire est l'un des premiers critères que doit remplir tout pays pour son développement (FAO, (2012). Au cours de ces dernières années, le monde est marqué par une crise alimentaire qui s'est plus accentuée dans les pays en développement comme le Bénin. Cela s'explique par l'inflation des prix des denrées de première nécessité notamment les produits vivriers comme le maïs, le riz, le niébé créant ainsi de sérieuses difficultés dans les ménages et influençant négativement l'économie du pays. Il s'avère donc indispensable de valoriser les productions agricoles afin de participer au maintien de la sécurité alimentaire du pays d'une part et d'apporter de la valeur ajoutée afin d'en exporter pour acquérir des devises étrangères d'autre part. Pour atteindre cet objectif, il ne suffit plus de se limiter aux productions, mais plutôt d'améliorer quantitativement et qualitativement nos produits pour les adapter au marché. Le riz est la deuxième culture mondiale et principale denrée alimentaire pour près de la moitié de la population mondiale. Elle contribue à plus de 20% à la fourniture mondiale en calorie consommée (ADRAO, 2006).

Au Bénin, le riz devient de plus en plus fréquent dans les habitudes alimentaires de la population (Adégbola et Sodjinou, 2003). Cette forte consommation du riz appelle à une production intensive et efficace qui n'est pas encore une réalité au Bénin puisque la production du riz blanc, c'est-à-dire le riz décortiqué, était de 18.000 tonnes tandis que les quantités importées s'élevaient à 56.000 tonnes (FAO,1997). Selon Verlinden et Soule (2003), ces importations ont atteint 71.200 tonnes en 2001 et les besoins nationaux en riz étaient estimés à 93.172 tonnes en 2005, 110.812 tonnes en 2010 puis à 132.750 tonnes en 2015. Le riz est, à l'instar des autres cultures, victime de attaques de nombreux insectes ravageurs aux différents stades de développement. Parmi ces ravageurs, ceux intervenant au stade poste récolte suscitent un regard plus pertinent. L'infestation de ces derniers est à l'origine de pertes énormes enregistrées dans les magasins et locaux de stockage aussi bien sur le plan quantitatif que qualitatif, réduisant ainsi à néant tout l'effort consenti pour la production. Entre la récolte et la consommation, plus de 30% de la production céréalière est perdue ; cette proportion est plus élevée en région sahélienne du fait de la longue période de stockage (Akintayo *et al.*, 2008). Les producteurs victimes de tels problèmes ont tendance à appliquer des traitements tels que la pulvérisation, le poudrage, la fumigation (Zoclanclounon, 2012).

Une chose est de produire, mais l'autre chose est d'assurer la qualité de ce qui est produit. En effet, pour une meilleure protection des stocks de riz, il est absolument indispensable d'identifier et de connaître les différents insectes nuisibles des diverses formes de conservation (paddy, étuvé, décortiqué) de même que leurs caractéristiques respectives et évaluer les dommages qu'ils créent afin de quantifier les pertes occasionnées par ces derniers. C'est dans cette optique que s'inscrit la présente étude dont le thème est intitulé « Entomofaune et évaluation des dégâts des insectes ravageurs de différentes formes de conservation du riz (*Oryza sativa* L.) au Sud-Bénin ». La présente étude vise à : (1) inventorier les insectes ravageurs dans les stocks de riz paddy, étuvé et décortiqué collectés dans différentes communes du Sud-Bénin ; (2) évaluer la dynamique des populations des insectes dans les différentes formes de conservation du riz ; (3) déterminer les pertes occasionnées par les insectes sur les stocks de riz.

## MATERIELS ET METHODES

### Milieu d'étude

L'étude a été conduite dans l'Unité de Recherche en Entomologie et Environnement (UREE/LARBA) du Département de Génie de l'Environnement à l'École Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC). L'EPAC est située dans la Commune d'Abomey-Calavi à 13 km au Nord-Ouest de Cotonou avec une altitude de 21 m au-dessus de la mer, une latitude de 06°24'52,39" et une longitude de 002°20 '31,94". Il y règne un climat de type subéquatorial. Les expériences ont été conduites sous une température moyenne de  $27 \pm 2^\circ\text{C}$ , une humidité relative moyenne de  $70 \pm 5\%$  et une photopériode 12 h:12 h. L'étude a porté sur des échantillons de riz collectés dans les régions du Sud-Bénin, précisément dans les Communes de Cotonou, de Comè et d'Adjohoun.

### Matériels

Le matériel biologique et le matériel physique ont été les deux types de matériel utilisés. Le matériel biologique a été constitué d'échantillons de riz paddy, étuvé et décortiqué et des spécimens d'insectes récupérés des stocks de riz après une conservation de six mois. Le matériel physique était constitué des éléments suivant : des bocaux entaillés et grillagés (pour faciliter la circulation de l'air) pour la conservation des échantillons de riz collectés ; des étiquettes pour le marquage des échantillons ; des

cages pour protéger les bocalux contre des ravageurs comme les souris ; des tamis pour le tamisage ; un guide (manuel) d'identification des insectes pour la détermination des noms des insectes collectés ; une loupe à main pour l'identification des insectes et des grains de riz ; un microscope stéréoscopique pour l'identification des insectes ; une balance électronique sensible (OHAUS de sensibilité 0.1) pour la mesure de poids des échantillons ; une étuve pour la stérilisation des bocalux et la détermination de la teneur en eau des échantillons ; un GPS (Global Positioning System) pour le relevé des coordonnées géographiques.

## Méthodes

### ***Échantillonnage du riz et réalisation de l'essai***

L'échantillonnage s'était effectué dans les trois Départements du Sud-Bénin suivants : Département du Mono (Commune de Comè) ; Département du Littoral (Commune de Cotonou) ; Département de l'Ouémé (Commune d'Adjohoun). Dans chaque localité, 1 kg de riz pour chaque forme de conservation a été collecté. Les échantillons de riz décortiqués ont été collectés dans les boutiques témoins de l'ONASA (Office National de Sécurité Alimentaire), alors que le riz paddy a été collecté dans des magasins de stockage paysans et le riz étuvé sur les marchés locaux. Après la collecte des échantillons, chaque prélèvement de 1 kg a été réparti en quatre lots de 250 g dans des bocalux préparés à cet effet. Ainsi, les quatre répétitions de chaque échantillon ont été tamisées successivement au début de l'essai, au 45<sup>ème</sup> j, au 90<sup>ème</sup> j et au 180<sup>ème</sup> j après le premier tamisage, soit en tout six mois de stockage. Au cours de chaque tamisage, les nombres et les espèces d'insectes dans chaque lot ont été déterminés.

### ***Détermination de la teneur en eau***

Après la collecte sur le terrain, 20 g de chaque échantillon ont été prélevés dans des bocalux et mis à l'étuve à une température de 95 °C. Au bout des 72 h, ces échantillons ont été pesés à nouveau. Pour apprécier la teneur en eau, la formule suivante a été utilisée :  $Te = \frac{m1-m2}{m1} \times 100$  ; avec : Te : teneur en eau ; m1 : masse de l'échantillon avant le dépôt à l'étuve ; m2 : masse de l'échantillon après la sortie de l'étuve.

### ***Inventaire des insectes ravageurs des stocks de riz***

L'identification des différentes espèces a été faite à l'aide de loupe binoculaire, de microscope stéréoscopique et des guides d'identification des insectes. Le nombre d'espèces et de familles d'insecte ont été notés par traitement (forme de conservation). A partir de cette matrice, des histogrammes de fréquences absolues ont été construits afin d'analyser la diversité globale et la dynamique des insectes ravageurs dans les stocks de riz suivant les formes de conservation.

### ***Évaluation des pertes occasionnées par les insectes ravageurs des stocks de riz***

Pour évaluer les dépréciations tant quantitatives que qualitatives, il a été prélevé dans chaque bocal 10 g d'échantillon dont les grains, après observations, sont comptés et pesés. Les deux paramètres suivants ont été mesurés pour évaluer les pertes occasionnées par les insectes ravageurs des stocks de riz : le pourcentage d'attaques des grains (A%) ; le pourcentage de perte de poids des grains (B%). A partir des données collectées, les pourcentages d'attaques des grains ont été calculés après chaque tamisage en utilisant la formule ci-après :  $A\% = \frac{Na}{Na+Ns} \times 100$  ; avec : Na : le nombre de grains attaqués ; Ns : le nombre de grains sains.

Le taux de dégât initial a varié entre stocks de riz au sein d'une même forme de conservation. De ce fait, une régression logistique binaire Crawley (2007) à un facteur fixe (type de riz) et une analyse de la covariance (taux de dégât initial) a été réalisée pour tester l'effet des types de riz et des taux de dégât initiaux sur le pourcentage d'attaques.

Les pertes de poids (exprimées en%) ont été calculées après chaque tamisage à partir de la formule de comptage et de pesage de Adams et Schulten (1978) suivante :  $B\% = \frac{PsNa - PaNs}{Ps(Na+Ns)} \times 100$  ; avec : Na : le nombre de grains attaqués ; Ns : le nombre de grains sains ; Pa : le poids des grains attaqués ; Ps : le poids des grains sains.

Pour tester l'effet du type de riz et du taux de dégât sur la perte de poids des stocks de riz, une analyse de la covariance (ANCOVA) de Crawley (2007) à un facteur fixe (type de riz) et une analyse de la covariance (taux de dégât initial) a été réalisée. La transformation racine carrée (Crawley, 2007)

a été préalablement effectuée sur la perte de poids des stocks de riz pour s'assurer du respect des conditions d'application de l'analyse de la covariance (normalité des populations, égalité des variances-populations, linéarité de la relation entre le taux de dégât initial et la perte de poids des stocks de riz, parallélisme des droites de régression des différents types de riz). Des diagrammes en barres surimposées de barres d'erreurs et des courbes de tendance ont été enfin construits pour illustrer les résultats. Pour le traitement des données collectées ; Excel a été utilisé pour la réalisation des graphes, Word pour le traitement des textes, et R 3.0.2. pour l'analyse statistique des données.

## RESULTATS

### Teneur en eau des grains (Te)

Les différents échantillons de riz ont été collectés dans les trois localités à savoir Cotonou, Comè et Adjohoun, sauf le riz paddy qui n'était pas disponible à Cotonou. Dans le Tableau 1 ont été résumées les valeurs de la teneur en eau des différents types de riz obtenues après la mise à l'étuve pendant 72 h à 95°C. Les teneurs en eau les plus élevées ont été obtenues pour le riz paddy suivi par le riz décortiqué puis le riz étuvé (Tableau 1).

Tableau 1. Teneur en eau des grains

Échantillon	Masse initiale m1 (g)	Masse finale m2 (g)	Teneur en eau Te (%)
Riz paddy	20,00	17,20	14,00
Riz étuvé	20,00	17.36	13.16
Riz décortiqué	20,00	17.26	13,67

### Inventaire des insectes ravageurs des échantillons de riz collectés

Les différents tamisages des échantillons collectés dans les diverses localités du Sud-Bénin ont permis de recenser plusieurs catégories d'insectes ravageurs de stock appartenant à l'ordre des Coléoptères. Au total, huit espèces d'insectes appartenant à cinq familles ont été identifiées dans toutes les formes de conservation du riz. Sur les Figures 1, 2 et 3 ont été présentées, pour chaque type de riz (forme de conservation du riz), les différentes espèces et leurs populations du début jusqu'à la fin du stockage. Concernant la population des différentes espèces d'insectes à l'achat (1<sup>er</sup> tamisage), l'analyse de la Figure 1 a montré que *Tribolium castaneum* et *Tribolium confusum* ont été les espèces les plus représentées dans les stocks du riz paddy (38,38% pour chacune des espèces). Les espèces les moins représentées dans les stocks du riz paddy étaient *S. oryzae* avec 1,01%, *C. ferrugineus* avec 2,02% et *S. zeamais* avec 2,02%. Quant à la dynamique des populations des différentes espèces d'insectes, un accroissement global de la densité des différentes populations d'insectes a été observé à partir du 2<sup>ème</sup> tamisage jusqu'au quatrième tamisage. Toutefois, cet accroissement n'était pas linéaire au niveau de toutes les espèces. En effet, chez *S. zeamais*, *T. confusum*, *R. dominica* et *T. castaneum*, la population a subi de décroissance à un certain niveau dans le temps avant de remonter lors du quatrième tamisage.

Concernant la population des différentes espèces d'insectes à l'achat (1<sup>er</sup> tamisage), *Oryzaephilus surinamensis* était l'espèce la plus représentée dans les stocks du riz étuvé avec 46,88% (Figure 2). Les espèces les moins représentées dans les stocks du riz étuvé étaient *T. castaneum* avec 3,13%, *S. oryzae* avec 6,25% et *T. confusum* avec 6,25%. La dynamique des différentes espèces d'insectes a subi un accroissement global de populations à partir du 2<sup>ème</sup> jusqu'au quatrième tamisage. Toutefois, cet accroissement n'était pas linéaire au niveau de toutes les espèces. En effet, chez *S. zeamais* et *T. confusum*, la population a subi de décroissance à un certain niveau dans le temps avant de remonter lors du quatrième tamisage. *Oryzaephilus surinamensis* constituait l'espèce la plus représentée dans les stocks du riz décortiqué (68,75%), parmi les différentes espèces d'insectes à l'achat au cours du 1<sup>er</sup> tamisage (Figure 3). Les espèces les moins représentées dans les stocks du riz décortiqué étaient *T. castaneum* avec 6,25% et *Cryptolestes ferrugineus* avec 9,38%.

Quant à la dynamique des populations des différentes espèces d'insectes, un accroissement global de la densité des différentes populations d'insectes a été observé à partir du 2<sup>ème</sup> jusqu'au 4<sup>ème</sup> tamisage. Toutefois, cet accroissement n'était pas linéaire au niveau de toutes les espèces sauf chez *O. surinamensis* et *P. subdepressus*. Par ailleurs, l'espèce, le genre, la famille, le statut et l'effectif de chacun de ces insectes, au début de l'essai, au 45<sup>ème</sup> jour, au 90<sup>ème</sup> jour et au 180<sup>ème</sup> jour de conservation ont été récapitulés dans le tableau 2 selon le type de riz.

Dans les stocks du riz paddy, 7 espèces appartenant à 5 familles d'insectes ont été recensées au cours du stockage (Tableau 2). Dans les stocks du riz étuvé au début du stockage, 5 espèces (7

espèces à la fin du stockage) appartenant à 3 genres (et 5 genres à la fin du stockage) et à 3 familles (puis à 4 familles à la fin du stockage) ont été recensées. Enfin, les stocks du riz décortiqué ont révélé au début du stockage 4 espèces (puis 7 espèces à la fin du stockage) appartenant à 3 genres (et à 4 genres à la fin du stockage) et à 3 familles (et à 4 familles à la fin du stockage) ont été recensées.

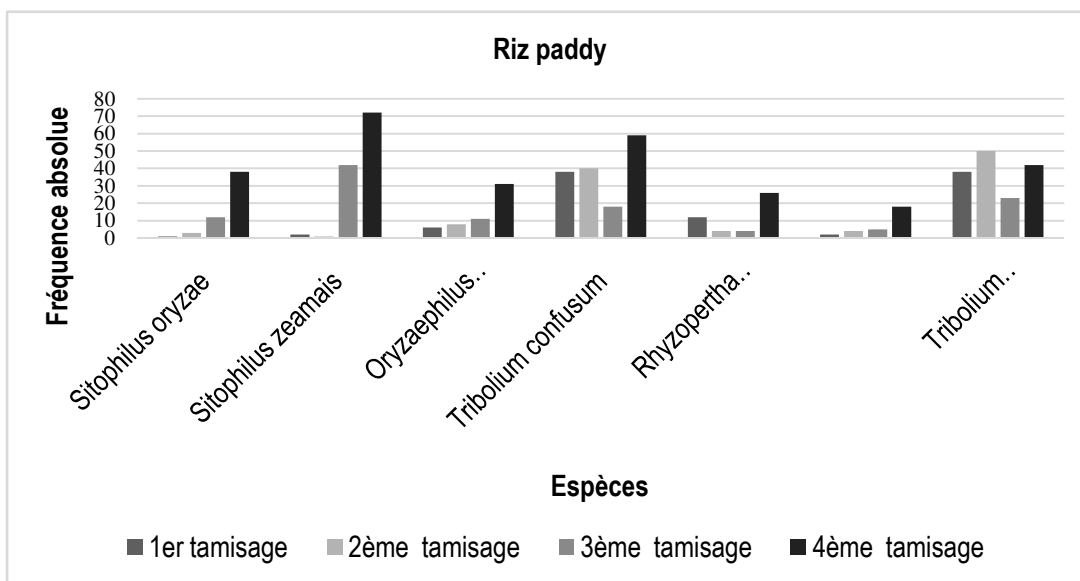


Figure 1. Populations et dynamique des insectes ravageurs des stocks de riz paddy

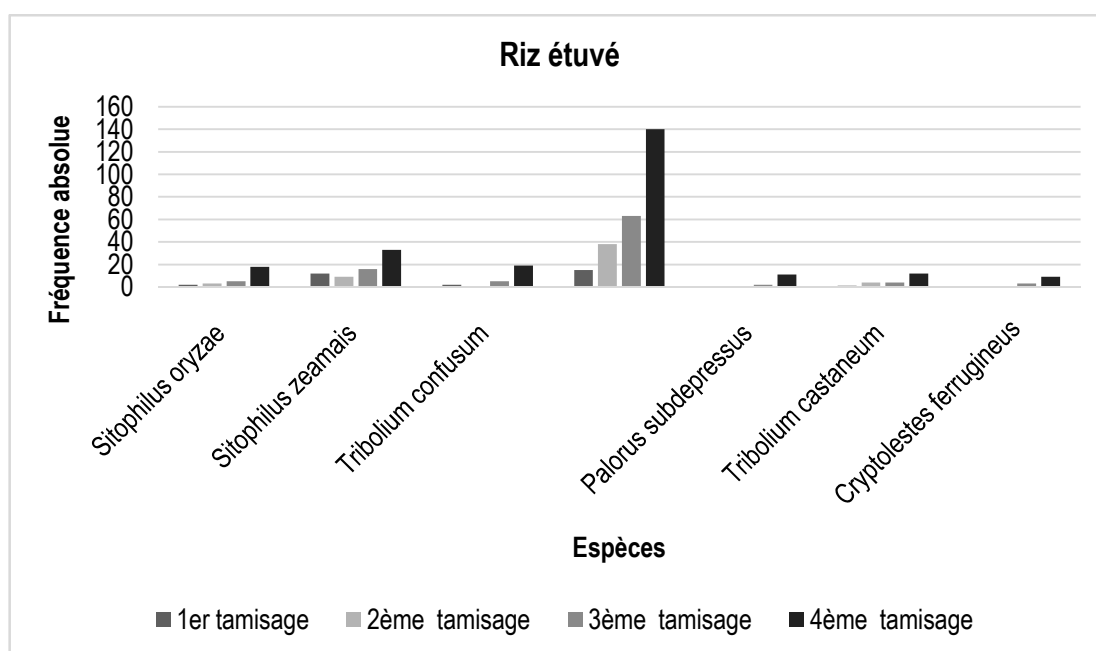


Figure 2. Populations et dynamique des insectes ravageurs des stocks de riz étuvé

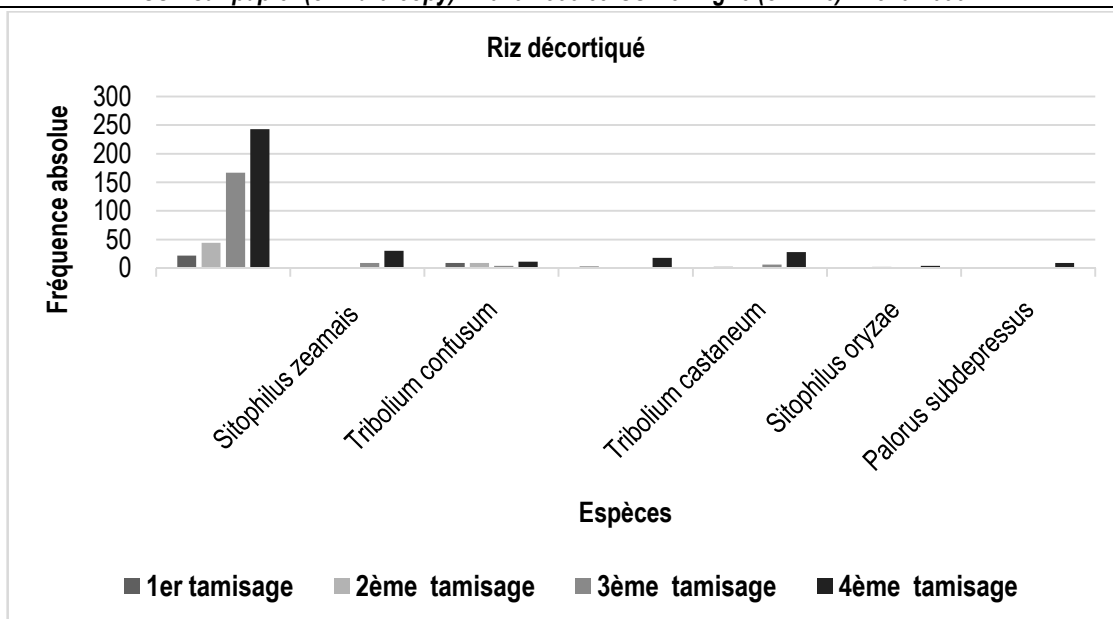


Figure 3. Populations et dynamique des insectes ravageurs des stocks de riz décortiqué

Tableau 2. Inventaire des insectes ravageurs identifiés dans les stocks de riz durant la période de stockage

Nom scientifique (Auteur, Famille)	Statut	Effectif des insectes au du tamisage			
		1 <sup>er</sup> (0 j)	2 <sup>ème</sup> (45 <sup>e</sup> j)	3 <sup>ème</sup> (90 <sup>e</sup> j)	4 <sup>ème</sup> (180 <sup>e</sup> j)
<b>Riz paddy</b>					
<i>Sitophilus oryzae</i> (Motschulskj, Curculionidae)	Primaire	01	03	12	38
<i>Sitophilus zeamais</i> (Motschulskj, Curculionidae)	Primaire	02	01	42	72
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linne, Sylvanidae)	Secondaire	06	08	11	31
<i>Tribolium confusum</i> (Jacqueline Duval, Tenebrionidae)	Secondaire	38	40	18	59
<i>Rhyzopertha dominica</i> (Fabrius, Brostrichidae)	Primaire	12	04	04	26
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens, Cucujidae)	Secondaire	02	04	05	18
<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst, Tenebrionidae)	Secondaire	38	50	23	42
<b>Riz étuvé</b>					
<i>Sitophilus oryzae</i> (Motschulskj, Curculionidae)	Primaire	02	03	05	18
<i>Sitophilus zeamais</i> (Motschulskj, Curculionidae)	Primaire	12	09	16	33
<i>Tribolium confusum</i> (Jacqueline Duval, Tenebrionidae)	Secondaire	02	00	5	19
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linne, Sylvanidae)	Secondaire	15	38	63	140
<i>Palorus subdepressus</i> (Wollaston, Tenebrionidae)	Secondaire	00	00	02	11
<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst, Tenebrionidae)	Secondaire	01	04	4	12
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens, Cucujidae)	Secondaire	00	00	03	09
<b>Riz décortiqué</b>					
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linne, Sylvanidae)	Secondaire	22	44	167	243
<i>Sitophilus zeamais</i> (Motschulskj, Curculionidae)	Primaire	00	00	09	30
<i>Tribolium confusum</i> (Jacqueline Duval, Tenebrionidae)	Secondaire	09	09	04	11
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens, Cucujidae)	Secondaire	03	00	01	18
<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst, Tenebrionidae)	Secondaire	02	00	06	28
<i>Sitophilus oryzae</i> (Motschulskj, Curculionidae)	Primaire	00	02	00	04
<i>Palorus subdepressus</i> (Wollaston, Tenebrionidae)	Secondaire	00	00	01	09

### Dégâts et pertes occasionnés par les insectes ravageurs dans les stocks de riz

Les dégâts et les pertes occasionnés étaient des signes évidents d'attaques et de diminution de poids constatés au niveau de chaque échantillon juste après l'échantillonnage et après six mois de conservation (Tableau 3). Ces dégâts et pertes étaient la résultante des activités des ravageurs présents dans les stocks de riz (Tableau 3).

**Tableau 3. Taux moyens d'attaques et de pertes de poids des différents types de riz durant la conservation**

Type de Riz		Effectif des insectes au cours du tamisage			
		1 <sup>er</sup> (0 j)	2 <sup>ème</sup> (45 <sup>e</sup> j)	3 <sup>ème</sup> (90 <sup>e</sup> j)	4 <sup>ème</sup> (180 <sup>e</sup> j)
Riz paddy	Moyenne (A%)	1,35	2,01	2,14	8,25
	Moyenne (B%)	1,11	1,42	1,42	6,88
Riz étuvé	Moyenne (A%)	0,15	0,25	0,42	1,04
	Moyenne (B%)	0,15	0,24	0,42	0,87
Riz décortiqué	Moyenne (A%)	0,05	0,25	0,25	1,03
	Moyenne (B%)	0,05	0,25	0,25	0,69

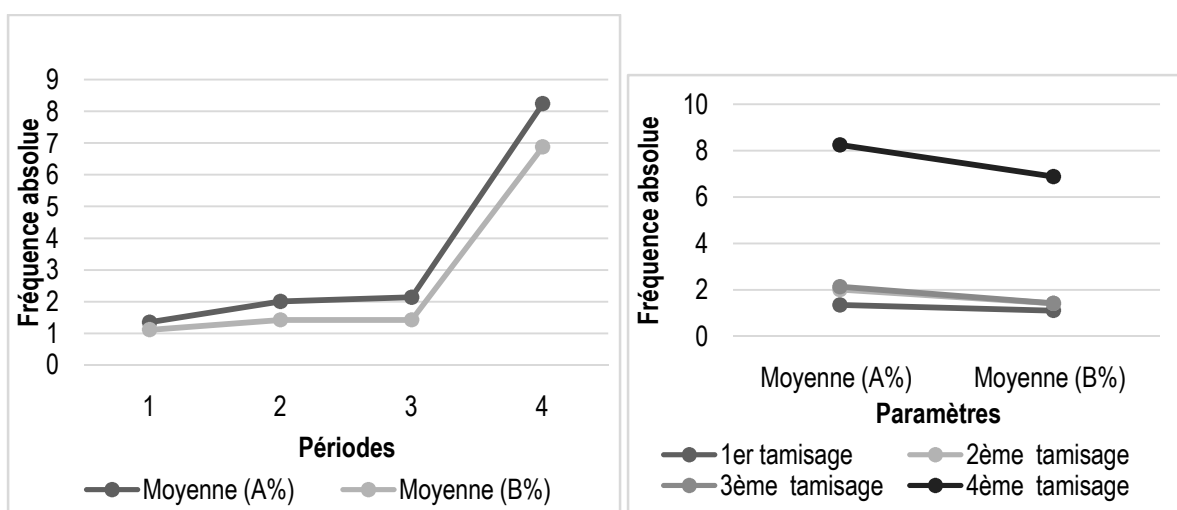
**Légende : A% : Taux moyens d'attaques ; B% : Taux de perte de poids.**

Les interactions (type de riz et taux de dégât initial) ont été significatives ( $p < 0,05$ ), indiquant que l'effet du taux de dégât initial dépend de celui du type de riz et vice-versa (tableau 4). En d'autres termes, les différences observées entre taux de dégâts initiaux variaient selon le type de riz et réciproquement. Par ailleurs, des différences significatives ( $p < 0,05$ ) ont existé entre les types de riz et les taux de dégâts initiaux. Les figures 4, 5 et 6 ont illustré les taux moyens d'attaques (A%) et de perte de poids (B%) des stocks de riz et leurs tendances dans le temps.

**Tableau 4. Résultats de la régression logistique binaire et de l'analyse de covariance**

Sources de variation	Régression logistique binaire		Analyse de covariance	
	ddl	Prob.	ddl	Prob.
Type de riz (Riz)	2	0,000	2	0,000
Taux de dégât initial (Dégât)	1	0,000	1	0,000
Riz*Dégât	2	0,009	2	0,016

**Légende : ddl : Degré de liberté ; Prob. : Valeur de probabilité du test de significativité.**



**Figure 4. Pourcentage d'attaques et de perte de poids des stocks de riz paddy et leurs tendances dans le temps**

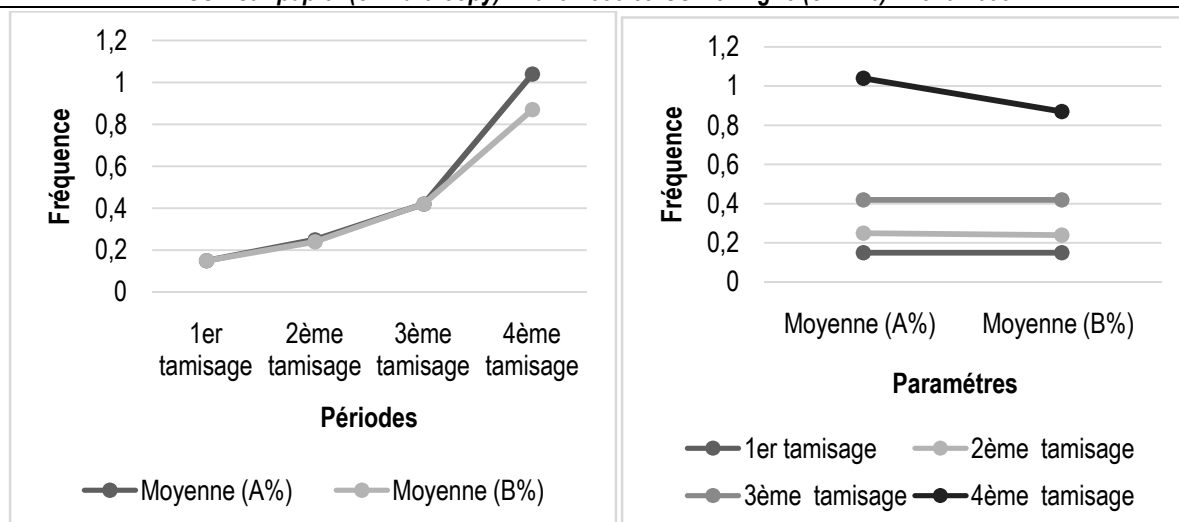


Figure 5. Pourcentage d'attaques et de perte de poids des stocks de riz étuvé et leurs tendances dans le temps

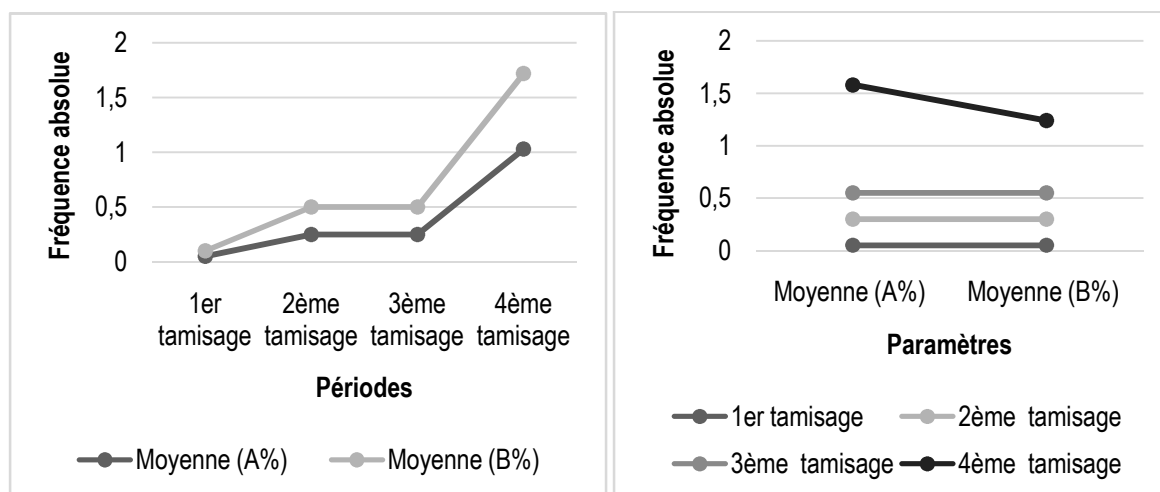


Figure 6. Pourcentage d'attaques et de perte de poids des stocks de riz décortiqué et leurs tendances dans le temps

Les taux moyens d'attaques (A%) et de perte de poids (B%) des stocks de riz et leurs tendances dans le temps étaient les suivants pour le riz paddy, le riz étuvé et le riz décortiqué :

**Riz paddy** : Les taux initiaux d'attaques (A%) de 1,35% et de perte de poids (B%) du riz paddy de 1,11% ont évolué respectivement jusqu'à 8,25% et 6,88% au bout de six mois de stockage (Figure 4). Cette augmentation n'a pas été linéaire dans le temps. Toutefois, après trois mois de stockage, les taux de dégâts ont connu une croissance beaucoup plus rapide que celle des périodes antérieures. Par ailleurs, les courbes de la Figure 4 indiquaient qu'au bout de six mois de conservation, le riz paddy a été plus attaqué qu'il n'a perdu de poids (A% supérieur à B%).

**Riz étuvé** : Les taux initiaux d'attaques (A%) et de perte de poids (B%) des grains étuvés qui étaient de 0,15% partout ont évolué respectivement jusqu'à 1,04% et 0,87% au bout de six mois de stockage (figure 5). Comme pour le cas du riz paddy, cette augmentation n'a pas été linéaire au cours du temps. Après trois mois de stockage, les taux de dégâts ont connu une croissance beaucoup plus rapide que celle des périodes antérieures. Par ailleurs, les courbes indiquent qu'au bout de six mois de conservation, les grains étuvés sont beaucoup plus attaqués qu'ils n'ont perdu de poids (A% supérieur à B%).

**Riz décortiqué** : Les taux initiaux d'attaques (A%) et de perte de poids (B%) des grains décortiqués qui étaient de l'ordre de 0,05% partout au démarrage de l'essai ont évolué respectivement jusqu'à 1,03% et 0,69% au bout de six mois de stockage (figure 6). Comme pour les cas précédents, cette

augmentation n'a pas été linéaire au cours du temps. Après trois mois de stockage, les taux de dégâts ont connu une croissance beaucoup plus rapide que celle des périodes antérieures. Par ailleurs, les courbes de la Figure 4 indiquaient qu'au bout de six mois de conservation, les grains décortiqués ont été beaucoup plus attaqués qu'ils n'ont perdu de poids (A% supérieur à B%).

## DISCUSSION

Le riz (*Oryza sativa* L.), stocké est attaqué par une large gamme d'insectes dont les identités et les modes d'attaque diffèrent de ceux rencontrés au champ. Ce sont pour la plupart des insectes polyphages attaquant non seulement le riz en stock, mais aussi d'autres grains entreposés. Après la conservation pendant six mois au laboratoire, les différents tamisages des échantillons collectés dans les diverses localités du Sud-Bénin permettent de recenser dans toutes les formes de conservation du riz huit différentes espèces d'insectes toutes Coléoptères, appartenant à six genres et réparties dans cinq familles. Il s'agit de *S. oryzae*, *S. zeamais*, *R. dominica*, *O. surinamensis*, *T. castaneum*, *T. confusum*, *P. subdepressus* et *C. ferrugineus*. Les insectes des grains stockés se répartissent en deux groupes. Les trois premiers sont des ravageurs primaires tandis que les autres sont des ravageurs secondaires. Ces résultats confirment ceux de Delobel et Tran (1993), qui ont rapporté la présence de sept espèces dans leur étude portant sur l'inventaire des Coléoptères des denrées entreposées dans les régions chaudes de l'Afrique. Gnimagnon (2013), a identifié dans les stocks de riz décortiqués un Coléoptère en plus des huit précédemment citées à savoir *Carpophilus dimidiatus*. Ravageur secondaire, cette espèce identifiée par Gnimagnon (2013) dans les échantillons de riz décortiqués d'Adjohoun avec un effectif très faible avait disparu avant deux mois de stockage. Cela montre que ce ravageur serait une espèce sténopèce. Selon FAO et INPhO (1986), cette espèce n'est courante que dans les céréales humides au moment de la moisson. De plus, elle n'attaque le grain entreposé qu'aux endroits où le produit est déjà endommagé ou moisi. Logiquement, l'absence de ces conditions dans le cas présent peut justifier son absence. L'inventaire révèle que les espèces les plus dominantes sont les ravageurs secondaires (*O. surinamensis*, *T. castaneum* et *T. confusum*) six mois après conservation. Ceci est lié aux taux de dégâts initiaux relevés dans les différents stocks de riz. Ces taux de dégâts sont certainement dus aux ravageurs primaires (*S. zeamais*, *S. oryzae*, *R. dominica*) qui attaquent en premier les grains et les cassent, les prédisposant ainsi aux ravageurs secondaires qui les broient par la suite (sous forme de poudre).

En ce qui concerne l'évaluation des dégâts, les taux enregistrés varient en fonction des différents types de conservation du riz. Au bout de six mois de conservation, le riz paddy présente plus de dégâts avec un taux d'attaques (A%) supérieur au taux de perte de poids (B%). En effet, le riz paddy présente déjà à l'achat des taux de dégâts et de perte plus importants que ceux des autres formes de riz. Par conséquent, ces taux élevés de dégâts obtenus à la fin du stockage peuvent être dus aux taux de dégâts initiaux élevés de ce type de riz à l'achat. Ainsi, la covariable taux de dégât initial influence significativement ( $p < 0,05$ ) non seulement le taux d'attaque des grains, mais aussi le taux de perte de poids. Par ailleurs, la teneur en eau ( $T_e$ ) relativement plus élevée au niveau du riz paddy comparativement aux autres formes de conservation pourrait également être à la base des forts taux de dégâts enregistrés au niveau du riz paddy. Ces présences peuvent être dues à l'existence d'enveloppe au niveau du riz paddy, qui sert de support aux insectes ravageurs. Ces résultats corroborent ceux obtenus par Camara (2009) selon qui les adultes survivants des insectes ravageurs se cachent souvent dans les enveloppes.

Cependant, des taux d'attaques élevés ont été enregistrés pour le riz étuvé malgré le prétraitement thermique qu'il a subi (traitement à la vapeur) comparativement au riz décortiqué. Cette observation s'explique par le fait qu'une fois chauffé, une partie des éléments nutritifs contenus dans les enveloppes externes du grain migrent au cœur du grain. Ainsi, les insectes ravageurs ont une préférence pour ce type de riz, qui est devenu plus riche comparativement aux autres types de riz. L'étuvage a pour but de faire diffuser vers l'intérieur du grain de nombreux éléments nutritifs, minéraux et vitamines concentrés à la périphérie (Bhattacharya, 1985) ; Juliano et Bechtel, 1985) ; Gariboldi, 1984). Selon FAO (2012), l'étuvage gélatinise les granules d'amidon et permet également d'obtenir un riz de bonne valeur nutritionnelle. Cette texture compacte de l'albumen (gélatinisation de l'amidon) lui permet d'abord d'être conservé plus longtemps et ensuite de résister aux attaques des insectes (Camara, 2009). Ceci confirme les résultats montrant que le riz étuvé présente relativement un faible taux d'attaque et un faible taux de dégâts. Une partie des vitamines et des sels minéraux contenus dans les enveloppes externes du grain se retrouve dans les grains au cours du traitement à la vapeur. Selon Gariboldi (1986), c'est une opération qui apporte des modifications physico-chimiques et organoleptiques avantageuses du point de vue nutritionnel et économique. Ainsi, selon Camara (2009), l'étuvage peut être une pratique qui pourrait conduire à l'amélioration de la sécurité alimentaire dans les pays en développement.

## CONCLUSION

Huit différentes espèces d'insectes sont identifiées et reconnues comme ravageurs de différentes formes de conservation du riz. Il s'agit de *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Rhyzopertha dominica*, *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum* et *Cryptolestes ferrugineus* dont les plus dominants sont *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum*, *Palorus subdepressus* et *Tribolium confusum*. Ces insectes appartiennent tous à l'ordre des Coléoptères et à cinq différentes familles. Ensuite, certaines espèces d'insectes absentes au premier tamisage sont apparues 45 jours après. Il s'agit notamment de *Sitophilus oryzae* et de *Sitophilus zeamais* toutes deux des ravageurs primaires. Le taux d'attaques et le pourcentage de perte de poids des différentes formes de conservation du riz évoluent en fonction du taux de dégâts initial du riz à l'achat. Enfin, le riz paddy est la forme de conservation qui a présenté les pertes et les dégâts les plus importants, contrairement au riz décortiqué qui présente les faibles taux de d'attaques et de dégâts.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adams, J.M., Schulten, G.G.M., 1978: Losses caused by insects, mites and microorganisms, Post-harvest Grain assessment methods. K L Harris and C J Lindblad (eds.). pp: 83-93.
- Adégbola, Y.P., Sodjinou E., 2003 : Analyse de la filière du riz au Bénin. INRAB Porto-Novo: 246 p.
- ADRAO (Association pour le Développement du Riz en Afrique de l'Ouest), 2006 : Congrès du Riz en Afrique. Das res Salaam Tanzanie: 31 juillet au 04 août 2006.
- Akintayo, I., B. Cisse, L.D. Zadji., 2008 : Guide pratique de culture des NERICAs de plateau. Manuel du centre de riz pour l'Afrique ADRAO, Cotonou (Bénin): 28 p.
- Bhattacharya, K., 1985: «Parboiling of rice». In (ed) de Juliano B. O. Rice chemistry and technology. American Association of cereal chemists St. Paul, MN, USA: pp: 289-348.
- Camara, A., 2009 : Lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) et *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales. Université du Québec à Montréal thèse de Doctorat en sciences de l'environnement.
- Crawley, M.J., 2007: The R book. Chichester, U.K. John Wiley and Sons, Ltd.
- Delobel, A., Tran, M., 1993 : Les Coléoptères des denrées entreposées dans les régions chaudes. CTA/ORSTOM, Paris: 424 p.
- FAO (Food and Agriculture Organisation), 1997: Elaboration d'un plan de relance de la filière riz au Bénin. Volume 1: 79 p.
- FAO (Food and Agriculture Organisation), 2012: The state of food insecurity in the world. Rome. Italia. 5 p.
- FAO, INPhO (Food and Agriculture Organisation, Information Network on Post-harvest Operations), 1986 : Prévention des pertes de produits alimentaires après la récolte. Manuel de formation. Rome. 49 p.
- Gariboldi, F., 1984: «Rice parboiling». . FAO. Agric. Serv. Bull.56 Rome, FAO. 73 p.
- Gariboldi, F., 1986 : L'étuvage du riz. Bulletin des services agricoles de la FOA n° 56, FAO, Rome. 24 p.
- Gnimagnon, A., 2013 : Inventaire préliminaire des insectes ravageurs de différentes formes de conservation du riz au sud-Bénin. Rapport de fin de formation pour l'obtention du diplôme de Licence Professionnelle à l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi. UAC, Bénin. 39 p.
- Juliano, B.O., Bechtel, D.B., 1985: «The rice grain and its gross composition. In (ed) de Juliano B. O. Rice chemistry and technology. American Association of cereal chemists St. Paul, MN, USA. pp: 17-57.
- Verlinden, E., Soule, B.G., 2003 : Etude de la filière riz au Benin diagnostic plan d'action PADSE. SOFRECO, 102 p.
- Zoclanclounon, A., 2012 : Test d'efficacité de quatre extraits végétaux dans le contrôle de *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de fin de formation pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur de Conception à l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi. UAC, Bénin. 54 p.