



Evaluation de deux composantes de lutte intégrée (résistance variétale et stockage hermétique) contre le petit capucin des grains, *Rhyzopertha dominica* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae) dans les stocks de sorgho [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] au Burkina Faso

A. Waongo, F. Traoré, M.N. Ba, C. Dabiré-Binso & A. Sanon

A. Waongo : Burkinabé, PhD, Chercheur, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, Laboratoire Central d'Entomologie Agricole de Kamboinsé, Ouagadougou, Burkina Faso. Email : waongoantoine@gmail.com

F. Traoré : Burkinabé, PhD, Chercheur, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, Laboratoire Central d'Entomologie Agricole de Kamboinsé, Ouagadougou, Burkina Faso.

M.N. Ba : Burkinabé, PhD, Chercheur, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Niamey, Niger.

C. Dabiré-Binso : Burkinabé, PhD, Chercheur, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, Laboratoire Central d'Entomologie Agricole de Kamboinsé, Ouagadougou, Burkina Faso.

A. Sanon : Burkinabé, PhD, Professeur Titulaire, Enseignant-Chercheur, Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO, Laboratoire d'Entomologie Fondamentale et Appliquée, Ouagadougou, Burkina Faso.

Reçu 18.06.18 le et accepté pour publication le 24.04.19

DOI: [10.25518/2295-8010.1408](https://doi.org/10.25518/2295-8010.1408)

Résumé :

La présente étude avait pour objectif d'évaluer l'efficacité de deux composantes de lutte intégrée contre le petit capucin des grains, *Rhyzopertha dominica* en vue de la mise en place de stratégies de gestion saine, efficace et durable des stocks de sorgho. Un criblage variétal et des prototypes de sacs plastiques de 80 µm d'épaisseur, principales composantes du sac PICS *"Purdue Improved Crop Storage"* en simple et double couche ont été évalués vis-à-vis de *R. dominica*. Les résultats obtenus ont montré que la variété améliorée de sorgho blanc ICSV 1049 était la plus tolérante aux attaques de *R. dominica* tandis que la variété locale de sorgho rouge Kon Koos Buuga s'est montrée la plus sensible. Les sacs plastiques en double couche ont permis d'induire de façon significative une mortalité de l'ordre de 50% au niveau des adultes de *R. dominica* et la réduction de leur activité alimentaire de moitié au bout de 60 jours. Le taux d'accroissement des populations de *R. dominica* est quasi nul dans les grains de sorgho ensaché dans les sacs plastiques en simple ou en double couche. Le développement des larves de *R. dominica* était significativement plus lent dans les grains de sorgho ensaché en double couche. Les résultats obtenus débouchent sur des perspectives intéressantes dans l'exploitation de variétés tolérantes et des sacs PICS pour une conservation post récolte efficace et durable des

stocks de sorgho en milieu paysan au Burkina Faso.

Abstract :

Assessment of Two Components of Integrated Pest Management (Varietal Resistance and Hermetic Storage) against the Small Grain Borer, *Rhyzopertha dominica* Fabricius. (Coleoptera: Bostrichidae) in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] stocks in Burkina Faso

This study aimed to assess the effectiveness of two components of integrated pest management against the Small Grain Borer, *Rhyzopertha dominica* for the implementation of healthy, efficient and sustainable strategies of sorghum 'stocks. Varietal screening and prototypes of 80-micron plastic bags, main components of the Purdue Improved Crop Storage bags in single and double layer were assessed against *R. dominica*. The results showed that the improved white sorghum variety ICSV 1049 was the most tolerant to *R. dominica* attacks while the local variety of Kon Koos Buuga red sorghum was the most susceptible. The double-layered plastic bags significantly induced adult mortality of *R. dominica* by 50% and the reduction of their feed activity by 60 days. The growth rate of *R. dominica* populations is almost zero in sorghum grains bagged in single or double layer of plastic bags. The development of *R. dominica* larvae was significantly slower in the sorghum grains double layer bagged. The results obtained lead to interesting perspectives in the exploitation of tolerant varieties and PICS bags for an effective and sustainable post-harvest storage of sorghum stocks in the farmers' area in Burkina Faso.

Keywords : sorghum, *Rhyzopertha dominica*, tolerant variety, triple bagging, Burkina Faso

Introduction

La population mondiale devrait atteindre 10,5 milliards d'habitants d'ici 2050 (5), soit une augmentation de 33% de la population mondiale. Selon Alexandratos et Bruinsma (2), la production alimentaire devrait augmenter de 60% afin de répondre à la demande alimentaire en 2050. La disponibilité alimentaire est en partie conditionnée par la réduction des pertes. Ainsi, la réduction des pertes post-récoltes est un élément essentiel à l'atteinte de la sécurité alimentaire mondiale. Dans les pays en développement les pertes les plus importantes sont observées durant le stockage (5). Les insectes ravageurs constituent les principaux agents de dégradation des grains stockés. Les pertes occasionnées par ces insectes sont de l'ordre de 20% (1). Autrement dit, un cinquième de ce qui est produit ne parvient jamais aux consommateurs ; si bien que le travail et l'argent investis sont perdus (26, 31).

Rhyzopertha dominica (F.) constitue l'un des principaux ravageurs des grains stockés dans le monde (4, 28, 30). Les dégâts dus aux attaques de ce ravageur sont aussi imputables aux larves qu'aux adultes (13). L'utilisation des extraits ou parties de plantes et l'usage des produits chimiques pour la protection des grains stockés est très répandue en milieu paysan (30). Cependant plusieurs auteurs ont montré les limites de l'usage des produits chimiques. En effet, *R. dominica* est difficile à tuer avec des insecticides de contact parce qu'une bonne partie de son cycle de développement se déroule à l'intérieur des grains (16, 18). De plus, ces insecticides présentent des dangers pour le bien-être de l'utilisateur, du consommateur et pour l'environnement (17, 29).

Les inconvénients liés à l'emploi des produits insecticides militent en faveur de la recherche



de nouvelles alternatives de lutte à faible répercussion écologique. La résistance variétale et le stockage hermétique peuvent s'inscrire dans cette optique (6, 7, 25, 11). En effet, ces méthodes, d'application facile et de faible coût, sont utilisées depuis des lustres par les producteurs pour la préservation de leurs stocks alimentaires.

Cette étude a pour objectifs :

- (i) d'identifier les variétés de sorgho tolérantes et/ou sensibles aux attaques de *R. dominica*, et
- (ii) d'évaluer l'efficacité du stockage hermétique dans des sachets plastique de 80µm d'épaisseur (principale composante de la technologie du triple ensachage) contre *R. dominica*.

Matériel et méthodes

Origine de *R. dominica*

La souche de *R. dominica* utilisée au cours de cette étude a été collectée dans un magasin de stockage de maïs de la station de recherche de la direction régionale de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles de Farako-bâ (4°20'N et 11° W), au Burkina Faso. Cette souche a été ensuite établie au Laboratoire Central d'Entomologie Agricole de Kamboinsé (12°28' N et 1°32' W) par le truchement d'élevages successifs sur une variété locale de sorgho à grains rouges de la localité de Manga (11° 40' 12" N et 1° 04' 01" W). Du fait de la difficulté de sexage de *R. dominica*, l'ensemble des tests ont été effectués avec des individus nouvellement émergés de la troisième génération et non sexés.

Origine des variétés de sorgho

Quinze (15) variétés de sorgho dont dix (10) variétés améliorées et cinq (5) variétés locales ont été utilisées pour le test de criblage variétal. Les variétés améliorées sont issues de l'unité de sélection de l'INERA. Les variétés locales rouge et blanche ont été achetées sur le marché à Ouagadougou (12°22'47,74" N et 01°29'39,57" W). Les variétés Kon koss buuga, Karakoèga, et Gadre ont été fournies par un producteur semencier de la localité de Manga. La variété locale rouge de sorgho a été utilisée pour les tests d'efficacité des sachets en polyéthylène de 80 µm d'épaisseur en raison de sa plus grande sensibilité aux attaques de *R. dominica* (31). Les échantillons ont été débarrassés des grains endommagés, puis conservés au congélateur à -18°C pendant 14 jours afin d'éliminer toute forme d'infestation avant leur utilisation.

Effet des variétés sur la durée de développement de *R. dominica*

Vingt (20) individus adultes de *R. dominica* non sexés, nouvellement émergés, ont été placés au contact de 10 g de chacune des 25 variétés de sorgho pendant sept jours pour leur permettre de pondre. Les individus ont été ensuite retirés à l'aide d'une pince souple et les échantillons ont été placés en observation jusqu'à l'émergence des insectes adultes. Un lot de 15 répétitions a été constitué pour chaque variété. Les dates d'infestation et d'émergence ont été consignées afin de déterminer la durée moyenne de développement (Dmd) selon la formule I:

$$D_{md} = \sum_{i=1}^n D_i \times \frac{1}{n}$$

(I)

Avec D_i = durée de développement d'un individu i sur une variété donnée et n = nombre total d'individus.

Test de sensibilité des variétés de sorgho vis-à-vis de *R. dominica*

Le test de sensibilité a consisté à infester artificiellement 100 g de grains de chaque variété de sorgho contenu dans des bocaux en verre de capacité 0,25 litre avec vingt individus adultes de *R. dominica*, nouvellement émergés, issus de la colonie de laboratoire. Chaque bocal a été recouvert d'une toile moustiquaire, maintenue par un bracelet. Pour chaque variété, 5 répétitions ont été réalisées. L'ensemble des bocaux en verre a été placé en observation pendant une période de huit semaines dans une salle d'élevage dans les conditions ambiantes, avec une température variant entre 23,4 et 30,8°C et le taux d'humidité relative entre 51 et 95%. Au terme de la période d'observation, les insectes ont été retirés en passant les grains de sorgho dans un tamis de maille 2,5 mm. La population finale constituée d'individus morts et vivants a été dénombrée. Les dégâts occasionnés par les insectes ont été évalués en tamisant le contenu de chaque bocal à l'aide d'un tamis de maille 0,5 mm. La partie farineuse de chaque bocal a été ensuite pesée. Après ce processus, un échantillon de 100 grains de chaque bocal est prélevé, pesé puis observé sous loupe binoculaire afin de déterminer le nombre de grains endommagés.

Différents paramètres ont été calculés :

Taux d'accroissement (Ta) (11) (Formule II)

$$Ta = \frac{Pf}{Pi}$$

(II)

avec Pf = population finale, Pi = population initiale.

Nombre d'individus de la première génération (F1) (Formule III)

$$F1 = Pf - Pi$$

(III)



Indice de Dobie (ID) (14) (Formule IV)

Il permet de caractériser le niveau de sensibilité d'une variété à un ravageur des stocks. Pour une variété donnée, plus l'indice est élevé et plus la variété est sensible.

$$ID = \frac{[\ln(F1) \times 100]}{Dmd}$$

(IV)

Avec F1 = Nombre d'individus de la première génération et Dmd = Durée moyenne de développement.

Effet des sachets de 80µm sur la survie des adultes

Ce test a été réalisé avec des prototypes de sachet plastique en polyéthylène de 80µm d'épaisseur. Vingt adultes de *R. dominica* issus de l'élevage de masse ont été utilisés pour infester 200 g de la variété locale de sorgho rouge. Trois traitements ont été appliqués :

- Traitement 1 : ensachage avec un sachet plastique unique de 80 µm (une couche) ;
- Traitement 2 : ensachage avec deux sachets plastiques de 80 µm (deux couches) ;
- Traitement 3 : conditionnement dans des bocaux en verre de contenance 1 litre (Témoin).

Les sacs plastiques ont été hermétiquement fermés à l'aide d'un soude-sac électrique (ULINE H-1254) tandis que l'ouverture des bocaux est recouverte d'une toile moustiquaire, maintenue par un bracelet. Pour chaque traitement 3 lots de 4 répétitions ont été constitués. Les observations ont été faites toutes les deux semaines. A chaque date d'observation, les débris farineux issus de l'activité alimentaire des adultes ont été recueillis en passant le produit dans un tamis de maille 0,5 mm. Les débris farineux récupérés ont été pesés. Les individus morts de *R. dominica* ont été également dénombrés afin de calculer le taux de mortalité (Tm).

Effet des sachets de 80 µm sur les stades larvaires de *R. dominica*

Trois lots de 900 g de la variété locale rouge de sorgho contenus dans des bocaux en verre de contenance 3 litres ont été infestés artificiellement chacun avec 500 adultes de *R. dominica* non sexés et nouvellement émergés. Les bocaux ont été fermés à l'aide d'un tissu moustiquaire et maintenue avec un bracelet en caoutchouc. Dans le but d'obtenir des stades larvaires, les bocaux ont été ensuite placés en observation pendant 20, 30 et 40 jours respectivement pour les lots 1 ; 2 et 3. Au terme de chaque période, le contenu des bocaux a été tamisé afin de retirer les adultes ayant servi à l'infestation. Puis le contenu a été reparti en trois traitements de trois (3) répétitions de 100g chacun. Les traitements suivants ont été réalisés :

- Traitement 1 : ensachage avec un sachet plastique unique de 80 µm (une couche)
- Traitement 2 : ensachage avec deux sachets plastiques de 80 µm (deux couches)
- Traitement 3 : conditionnement dans des bocaux en verre de contenance 0,25 litre (Témoin)

Les sachets plastiques ont été hermétiquement fermés à l'aide d'un soude-sac. Tandis que l'ouverture des bocaux est recouverte à l'aide d'un tissu moustiquaire et maintenue avec un bracelet en caoutchouc. Les traitements sont alors placés en observation pour 40 ; 30 et 20 jours supplémentaires respectivement pour les lots 1 ; 2 et 3, soit un total de 60 jours pour chaque lot afin d'observer le maximum d'émergence. Au terme de la période d'observation, les individus de la première génération (F1) ont été dénombrés par traitement. Les débris farineux issus de l'activité alimentaire des adultes et des stades larvaires ont été tamisés avec un tamis de maille 0,5 mm puis pesés.

Effet des sachets de 80 µm sur l'accroissement de *R. dominica*

Cent (100) grammes de la variété locale rouge de sorgho contenu dans des bocaux en verre de contenance 0,25 litre ont été infestés artificiellement avec vingt individus (population initiale) adultes de *R. dominica* non sexés et nouvellement émergés. L'ouverture des bocaux est recouverte d'une toile moustiquaire, maintenue par un bracelet. Trois lots de cinq bocaux ont été constitués. Après une semaine de contact des adultes de *R. dominica* avec le substrat de ponte, les lots ont subi les traitements suivants :

- Lot 1 : le contenu de chaque bocal est transvasé dans un prototype de sachet plastique unique (une couche) ;
- Lot 2 : le contenu de chaque bocal est transvasé dans un prototype de deux sachets plastiques (double couche) ;
- Lot 3 : les bocaux sont maintenus en l'état pour constituer le témoin.

Les sacs plastiques ont été hermétiquement fermés à l'aide d'un soude-sac. Les échantillons ont été placés en observation pour une période d'incubation de huit semaines. Au terme de la période d'observation, les dégâts occasionnés par les insectes ont été évalués en tamisant le contenu de chaque bocal à l'aide d'un tamis de maille 0,5 mm. Les débris farineux de chaque bocal sont ensuite pesés. Après ce processus, un échantillon de 100 grains est observé sous loupe binoculaire afin de déterminer le nombre de grains endommagés. La population finale a été dénombrée afin de déterminer le taux d'accroissement (T_a) de *R. dominica* (11) (Formule V).

$$T_a = \frac{\text{Population finale}}{\text{Population initiale}}$$

(V)

Analyses statistiques

La vérification de la distribution de données de chacune des variables mesurées au cours de cette étude a été réalisée grâce au test d'ajustement à une loi normale de Shapiro - Wilk. Lorsque la distribution était normale, nous avons réalisé une Analyse de variance (ANOVA) en Modèle Linéaire (LM) grâce à la fonction `anova`. Lorsque la p-value était significative, les comparaisons deux-à-deux des moyennes ont été réalisées grâce à la fonction `pairwise.t.test`. En revanche, lorsque la



distribution n'était pas normale, nous avons réalisé une analyse de variance suivant le modèle de Kruskal-Wallis grâce à la fonction `kruskal.test`. Dans ce cas, lorsque la p-value était significative, les comparaisons deux-à-deux ont été réalisées grâce à la fonction `pairwise.wilcox.test`. Tous les tests ont été réalisés avec le logiciel R version 3.4.3 (2017-11-30) au seuil de probabilité de 5%.

Résultats

Effet des variétés sur la durée de développement et le taux d'accroissement de *R. dominica*

La durée moyenne de développement de *R. dominica* varie de 49 à 58 jours avec une différence significative entre les variétés (Tableau 1). La plus faible durée de développement est obtenue sur la variété Gadre, et la plus élevée sur la variété ICSV 1049.

Le taux d'accroissement de la population de *R. dominica* varie significativement d'une variété de sorgho à une autre (Tableau 1). Les plus forts taux d'accroissement de la population de *R. dominica* sont enregistrés sur les variétés Kon koos buuga, Sariasso 10, Sariasso 14, BF97-19/11-1-1-1G-1 et Locale Rouge et les plus faibles sur les variétés ICSV 1049 et Gadre.

Tableau 1 : Durée de développement et taux d'accroissement de *R. dominica* obtenus sur les variétés de sorgho.

Variétés	Durée moyenne de développement (jours ± Ecart- type)	Taux d'accroissement (% ± Ecart-type)
ICSV 1049	58 ± 12,04 ^A	1,02 ± 0,04 ^D
Sariasso 10	51 ± 6,40 ^E	2,43 ± 0,60 ^{AB}
Sariasso 11	49 ± 4,43 ^G	1,41 ± 0,17 ^{BCD}
Sariasso 14	53 ± 3,44 ^C	2,27 ± 0,53 ^{ABC}
Gnossiconi	55 ± 2,39 ^B	1,90 ± 0,37 ^{BCD}
Nongomsoba	51 ± 2,29 ^E	2,02 ± 0,38 ^{BCD}
BF98-1/10-1-1-1Z-1	52 ± 4,45 ^D	1,67 ± 0,34 ^{BCD}
BF97-19/6-2-1-1Z-1G-1	51 ± 2,69 ^E	1,92 ± 0,26 ^{BCD}
BF97-19/11-1-1-1-1G-1	52 ± 5,10 ^D	2,15 ± 0,42 ^{ABC}
PMEO4/4-1L-2S-2-1K-2	49 ± 2,68 ^G	1,65 ± 0,17 ^{BCD}
Locale Blanche	51 ± 2,70 ^E	1,84 ± 0,39 ^{BCD}
Locale Rouge	51 ± 2,20 ^E	2,12 ± 1,02 ^{ABC}
Kon koos buuga	49 ± 1,46 ^G	2,98 ± 1,06 ^A
Karagkoèga	50 ± 3,38 ^F	1,26 ± 0,11 ^{CD}
Gadre	51 ± 2,67 ^E	1,05 ± 0,07 ^D
P-value	F _{14,60} = infini ; P<0,0001	F _{14,60} = 5,73 ; P<0,0001

Les moyennes ± écart-types ayant les mêmes lettres alphabétiques en majuscule dans la même colonne ne sont pas significativement différentes d'après l'Analyse de variance (ANOVA) en Modèle Linéaire (LM) ($\alpha = 0,05$).

Impact de *R. dominica* sur la qualité des grains de sorgho

Le poids des débris farineux et le poids de 100 grains varient significativement d'une variété à une autre contrairement au pourcentage de grains perforés (Tableau 2). La plus grande production de débris farineux a été observée au niveau de la variété locale rouge, Kon koos buuga (997,2 mg) qui diffère significativement des autres variétés.

Le poids de 100 grains le plus élevé a été observé au niveau de la variété ICSV 1049 (3,14 g) qui diffère significativement des autres variétés (Tableau 2).

**Tableau 2 : Dégâts causés aux grains par *R. dominica* après huit semaines de contact.**

Variétés	Poids des débris	Poids de 100 grains	Pourcentage de grains
	farineux (mg ± Ecart-type)	(g ± Ecart-type)	perforés (% ± Ecart- type)
ICSV 1049	406,3 ± 0,20 ^{BC}	3,140 ± 0,04 ^A	2,6 ± 1,34 ^A
Sariasso 10	550,9 ± 0,20 ^{BC}	2,279 ± 0,09 ^{CD}	2,4 ± 2,35 ^A
Sariasso 11	260,8 ± 0,05 ^C	2,648 ± 0,10 ^{BCD}	3 ± 1,10 ^A
Sariasso 14	527,2 ± 0,11 ^{BC}	2,803 ± 0,07 ^F	2 ± 1,30 ^A
Gnossiconi	492,1 ± 0,09 ^{BC}	2,750 ± 0,09 ^B	3,8 ± 2,55 ^A
Nongomsoba	452,7 ± 0,10 ^{BC}	2,326 ± 0,09 ^{BC}	3 ± 1,22 ^A
BF98-1/10-1-1-1Z-1	411,2 ± 0,07 ^{BC}	2,575 ± 0,08 ^{BCD}	3 ± 1,64 ^A
BF97-19/6-2-1-1Z-1G-1	404 ± 0,15 ^{BC}	2,587 ± 0,06 ^E	3 ± 1,10 ^A
BF97-19/11-1-1-1-1G-1	615,3 ± 0,09 ^B	2,650 ± 0,10 ^D	1,2 ± 3,32 ^A
PMEO4/4-1L-2S-2-1K-2	318 ± 0,05 ^{BC}	2,125 ± 0,08 ^E	2,8 ± 1,67 ^A
Locale Blanche	392,7 ± 0,11 ^{BC}	2,787 ± 0,09 ^{BCD}	3 ± 1,22 ^A
Locale Rouge	489,3 ± 0,07 ^{BC}	2,727 ± 0,07 ^B	3 ± 2,35 ^A
Kon koos buuga	997,2 ± 0,43 ^A	2,666 ± 0,04 ^B	2,2 ± 3,56 ^A
Karagkoèga	570,4 ± 0,09 ^{BC}	2,309 ± 0,09 ^E	1,2 ± 2,65 ^A
Gadre	524,8 ± 0,12 ^{BC}	2,535 ± 0,09 ^{CD}	3 ± 2,95 ^A
P-value	F _{14,60} = 5,61 ; P<0,0001	F _{14,60} = 48,80 ; P<0,0001	F _{14,60} = 0,51 ; P=0,9035

Les moyennes ± écart-types ayant les mêmes lettres alphabétiques en majuscule dans la même colonne ne sont pas significativement différentes d'après d'après l'Analyse de variance (ANOVA) en Modèle Linéaire (LM) ($\alpha = 0,05$).

Sensibilité des variétés aux attaques de *R. dominica*

Toutes les variétés de sorgho testées ont été sensibles aux attaques de *R. dominica*, avec un indice de Dobie significativement différent (Tableau 3). Les variétés ICSV 1049 et Gadre présentent les indices de Dobie les plus faibles tandis que les variétés Kon koos buuga, Sariasso 10, Sariasso 14, BF97-19/11-1-1-1-1G-1 et Nongomsoba présentent les indices de Dobie les plus élevés (Tableau 3).

Tableau 3 : Indices de Dobie enregistrés sur les différentes variétés de sorgho.

Variétés	Indice de Dobie ± Ecart-type
ICSV 1049	0,239 ± 0,53 ^E
Sariasso 10	6,467 ± 0,68 ^{AB}
Sariasso 11	4,094 ± 1,1 ^{CD}
Sariasso 14	5,981 ± 0,74 ^{AB}
Gnossiconi	5,158 ± 0,62 ^{BC}
Nongomsoba	5,824 ± 0,62 ^{AB}
BF98-1/10-1-1-1Z-1	4,768 ± 1,08 ^{BC}
BF97-19/6-2-1-1Z-1G-1	5,649 ± 0,54 ^{BC}
BF97-19/11-1-1-1-1G-1	5,932 ± 0,67 ^{AB}
PMEO4/4-1L-2S-2-1K-2	5,182 ± 0,51 ^{BC}
Locale Blanche	5,391 ± 0,79 ^{BC}
Locale Rouge	5,557 ± 1,58 ^{BC}
Kon koos buuga	7,317 ± 0,94 ^A
Karagkoèga	3,186 ± 0,70 ^D
Gadre	0,878 ± 1,06 ^E
P-value	F _{14,59} = 24,76; P<0,0001

Les moyennes ± écart-types ayant les mêmes lettres alphabétiques en majuscule dans la même colonne ne sont pas significativement différentes d'après d'après l'Analyse de variance (ANOVA) en Modèle Linéaire (LM) ($\alpha = 0,05$).

Effet des sachets de 80 µm sur la mortalité des adultes de *R. dominica*

Après 20 jours d'infestation du sorgho par *R. dominica*, le taux de mortalité des adultes de *R. dominica* observé dans le sachet double a été significativement plus important que dans le sachet simple et le témoin ($\chi^2 = 7,4291$; Df = 2 ; P = 0,0243; Figure 1). La même tendance a été observée au bout de 40 jours après les infestations (F_{2,9}=11,91, P=0,0029 ; Figure 1). Au bout de 60 jours, le sachet simple et le sachet double ont induit des mortalités respectivement supérieures et deux fois supérieures au témoin (F_{2,9}=32,95, P<0,0001 ; Figure 1).

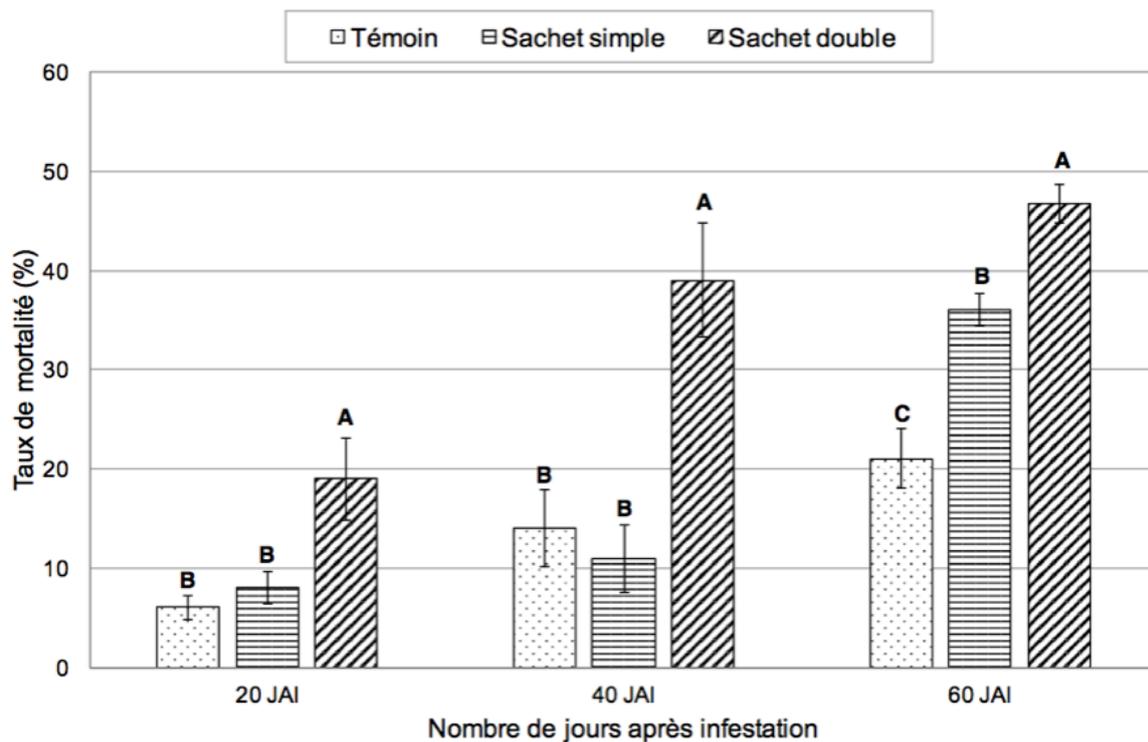


Figure 1 : Mortalité des adultes de *R. dominica* obtenue 20 ; 40 et 60 jours après infestation dans des sachets de couches différentes.

Pour chaque période d'observation, les moyennes avec des lettres alphabétiques différentes indiquent des différences significatives d'après l'Analyse de variance (ANOVA) en Modèle Linéaire (LM) ($\alpha = 0,05$).

Effet des sachets de 80 μm sur l'activité alimentaire des adultes de *R. dominica*

Pour l'ensemble des traitements, les dégâts causés par les adultes de *R. dominica* étaient insignifiants au bout de 20 jours après les infestations ($F_{2,9}=1,84$, $P= 0,2137$; Figure 2). Au 40^{ème} jours après les infestations les dégâts sont significativement plus bas dans le sachet double que dans le sachet simple et le témoin, qui ne diffèrent pas entre eux ($F_{2,9}=9,40$, $P= 0,0062$; Figure 2). Enfin au 60^{ème} après les infestations, l'ampleur des dégâts des adultes de *R. dominica* a été significativement réduite de moitié dans le sachet double comparativement au témoin et moins important par rapport au sachet simple ($F_{2,9}=24,27$, $P= 0,0002$; Figure 2).

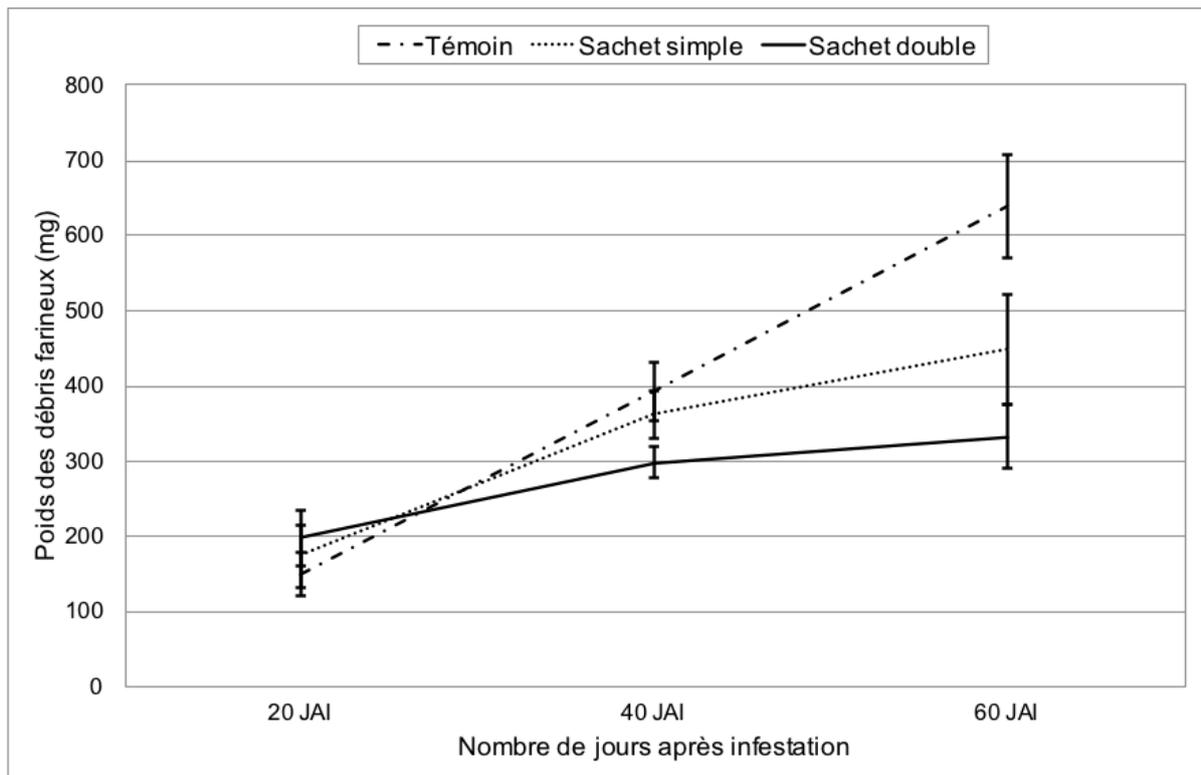


Figure 2 : Evolution des dégâts (Poids moyen [±] ET des débris farineux) causés par les adultes de *R. dominica* aux grains de sorgho au bout de 60 jours dans des sachets de couches différentes.

Effet des sachets de 80µm sur les stades larvaires de *R. dominica*

Le tableau 4 présente les émergences de *R. dominica* sur des grains de sorgho infestés à différentes dates en fonction des traitements. Les émergences observées au niveau des trois traitements diffèrent significativement pour chaque date d'infestation. Le taux d'émergence est significativement plus faible sur le sorgho ensaché avec le sachet plastique double quelle que soit la durée de l'infestation.

Les dégâts causés par les larves diffèrent significativement en fonction des traitements uniquement après 20 et 60 jours d'infestation (JAI) (Tableau 5). Les dégâts consécutifs à l'émergence des adultes après 20 et 60 jours d'infestation sont significativement moins importants sur le sorgho ensaché, tandis que les dégâts occasionnés par les émergences après 40 jours d'infestation ne diffèrent pas en fonction des traitements (Tableau 5).

**Tableau 4 : Taux d'émergences de la F1 de *R. dominica* obtenu 20 ; 40 et 60 jours après infestation (JAI) dans des sachets de couches différentes.**

Traitements	Nombre moyen d'insectes émergés ± Ecart-type		
	20 JAI	40 JAI	60 JAI
Témoin	43,33± 10,40 ^A	7 ± 0,82 ^A	5 ± 1,41 ^A
Sachet simple	13,67 ± 3,09 ^B	6,33 ± 0,94 ^A	3,33 ± 0,47 ^B
Sachet double	1,67 ± 0,47 ^C	4 ± 0,82 ^B	2,33 ± 0,47 ^B
P-value	F_{2,9}=46,78;P<0,0001	F_{2,9}=13,40;P=0,0020	χ²= 7,437; Df = 2; P= 0,02427

Les moyennes ± écart-types ayant les mêmes lettres alphabétiques en majuscule dans la même colonne ne sont pas significativement différentes d'après le test de Kruskal -- Wallis et l'Analyse de variance (ANOVA) en Modèle Linéaire (LM) ($\alpha = 0,05$).

Tableau 5 : Variation du poids des débris farineux rejetés par les stades intermédiaires de *R. dominica* 20 ; 40 et 60 jours après infestation dans des sachets de couches différentes.

Traitements	Poids moyen des débris farineux (mg ± Ecart-type)		
	20 JAI	40 JAI	60 JAI
Témoin	509 ± 45,37 ^A	138 ± 5,72 ^A	186 ± 38,22 ^B
Sachet simple	117,50 ± 32,25 ^B	137,33 ± 8,99 ^A	264,17 ± 56,1 ^A
Sachet double	41 ± 4,90 ^B	132 ± 12,25 ^A	68,27 ± 25,94 ^C
P-value	χ²= 9,9155; Df = 2; P= 0,0070	F_{2,9}=0,49;P=0,6267	F_{2,9}=22,10;P=0,0003

Les moyennes ± écart-types ayant les mêmes lettres alphabétiques en majuscule dans la même colonne ne sont pas significativement différentes d'après le test de Kruskal -- Wallis et l'Analyse de variance (ANOVA) en Modèle Linéaire (LM) ($\alpha = 0,05$).

Effet des sachets de 80 µm sur la dynamique de population de *R. dominica*

Le tableau 6 présente les résultats sur l'accroissement de la population de *R. dominica* et les dégâts occasionnés. La population finale et le taux d'accroissement de la population de *R. dominica* au niveau du témoin sont trois fois supérieurs à ceux observés sur le sorgho ensaché aussi bien en simple qu'en double. Sur le sorgho ensaché, la multiplication de *R. dominica* est quasi nulle. Les dégâts observés à la suite de la multiplication de *R. dominica* sont significativement réduits sur le sorgho ensaché en simple et en double comparativement au témoin (Tableau 6).

Tableau 6 : Population finale, taux d'accroissement, poids des débris farineux et nombre de grains perforés dans des sachets de couches différentes huit semaines après infestation.

Traitements	<i>R. dominica</i> par 100 g de sorgho		Impact sur la qualité des grains	
	Population finale	Taux d'accroissement	Poids des débris	Nombre de grains
	± Ecart-type	(% ± Ecart-type)	farineux (mg ± Ecart-type)	perforés ± Ecart-type
Témoin	62,80 ± 15,51 ^A	3,14 ± 1,73 ^A	652,96 ± 404,7 ^A	10,40 ± 2,73 ^A
Sachet simple	20,20 ± 0,20 ^B	1,01 ± 0,02 ^B	231,40 ± 65,19 ^B	3,80 ± 1,07 ^B
Sachet double	22,60 ± 0,75 ^B	1,13 ± 0,08 ^B	159 ± 21,77 ^B	5,00 ± 0,84 ^B
P-value	$\chi^2 = 7,21$; Df = 2; P = 0,0272	$\chi^2 = 7,21$; Df = 2; P = 0,0272	$\chi^2 = 6,26$; Df = 2; P = 0,0437	$\chi^2 = 6,1301$; Df = 2; P = 0,0467

Les moyennes ± écart-types ayant les mêmes lettres alphabétiques en majuscule dans la même colonne ne sont pas significativement différentes d'après le test de Kruskal - Wallis ($\alpha = 0,05$).

Discussion

Les résultats du criblage variétal montrent une différence de sensibilité des variétés de sorgho testées vis-à-vis de *R. dominica*. Selon plusieurs auteurs, les différences de sensibilité des variétés de céréales vis-à-vis des attaques des insectes ravageurs des stocks seraient liées aux caractéristiques chimiques et/ou physiques des grains (11, 19, 27, 28). Toews (28) a montré que pour une même variété de Blé, les grains de petite taille étaient plus sensibles aux attaques de *R. dominica* par rapport à ceux de grande taille. Chuck-Hernández *et al.* (11) ont observé que la structure de l'endosperme des grains de maïs était prédominante dans la résistance aux attaques de *S. zeamais*. Les variétés ICSV 1049 et Gadré sont les plus tolérantes au regard de leur indice de sensibilité qui est très bas. Contrairement à la variété ICSV 1049 qui présente de bons scores sur tous les paramètres mesurés, la variété locale rouge Gadré présente un taux de mortalité et un poids de 100 g significativement inférieurs à ceux observés sur ICSV 1049. La variété Gadré a été mise au point par des producteurs semenciers, tandis que la variété ICSV 1049 est issue des unités de sélection variétale de l'ICRISAT et de l'INERA. Cette différence d'origine pourrait donc expliquer le manque de stabilité de la variété locale pour tous les paramètres mesurés.

La variété ICSV 1049 présente d'énormes potentialités. Son rendement moyen dans les conditions optimales de production est de l'ordre de 4 t/ha (12). Elle possède des grains de couleur blanche et des panicules compactes (12). Le poids moyen de 1000 grains de cette variété est d'environ 23 g (12). Ces différents scores sont des caractères très appréciables pour une variété. Sur l'ensemble des paramètres mesurés, la variété locale de sorgho rouge Kon Koos Buuga s'est montrée la plus sensible aux attaques de *R. dominica*. Cette plus grande sensibilité du sorgho à grains rouges



trouverait son origine au niveau des caractéristiques des grains. En effet, Selon Barro-Kondombo *et al.* (8), les variétés locales de sorgho à grains rouges sont caractérisées par une faible vitrosité. Selon plusieurs auteurs la vitrosité des grains est positivement corrélée avec la résistance des grains aux attaques des ravageurs durant le stockage (3, 22, 23).

Les résultats de l'évaluation de l'efficacité des sachets de 80 μm sur *R. dominica*, montrent que les sachets induisent à la fois une mortalité au niveau des adultes du ravageur, inhibent le développement des stades intermédiaires et l'accroissement de l'insecte sur les grains de sorgho tout en réduisant les dégâts. En effet, 60 jours après infestation, le sachet double de 80 μm induit une mortalité deux fois supérieure à celle observée dans le témoin. Un taux de mortalité de 100% de *Callosobruchus maculatus* F. sur des graines de niébé a été observé par Sanon *et al.* (25) avec les mêmes épaisseurs de sachet en double couche au bout de 4 jours de stockage. Ces résultats traduisent une plus grande sensibilité des insectes de la famille des Bruchidae en atmosphère confinée. En revanche, García-Lara *et al.* (15), ont obtenu 100% de mortalité des adultes de *R. dominica* au bout de 4 semaines (28 jours) de stockage avec le sac Super Grainbags de GrainPro à double fond constitué d'un sac tissé protecteur en polypropylène (nylon) et d'un sachet plastique interne épais de 70 μm . Selon les travaux de Murdock *et al.* (20), la mort des insectes s'expliquerait par un ralentissement de l'activité métabolique se traduisant par une dessiccation suite à un approvisionnement insuffisant en eau. En effet, dans l'atmosphère confinée des sacs, du fait de l'activité respiratoire des insectes, le taux de dioxygène (O_2) chute brusquement au profit de l'augmentation du taux de dioxyde de carbone (CO_2). Cette variation du taux des deux principaux gaz respiratoires dans l'atmosphère confinée des sacs PICS a été démontrée par plusieurs auteurs (9, 10, 15). L'eau et l'énergie nécessaire à la réalisation de nombreuses réactions dans l'organisme sont fournies par la réaction d'oxydation du glucose (21).

Ainsi lorsque l'oxygène dans le milieu ambiant venait à manquer, le glucose n'est plus dégradé ce qui aura pour conséquence le non approvisionnement de l'organisme en eau et en énergie. Cette situation conduit à l'inactivité des insectes (arrêt de l'activité alimentaire, réduction de la mobilité et de la reproduction), à l'arrêt de la croissance de la population, à la dessiccation et au final à la mort de l'insecte (20). Les résultats de nos travaux corroborent cette conclusion. En effet, nos travaux ont montré que les sachets de 80 μm en double couche, principaux constituant de la technologie des sacs à triple fond encore appelés sacs PICS, en plus d'induire de façon significative une mortalité au niveau des adultes, permettent :

- (i) de réduire de façon significative l'activité alimentaire des adultes ;
- (ii) d'inhiber de façon significative le développement des stades intermédiaires ;
- (iii) d'arrêter l'accroissement des populations de *R. dominica*.

Ces résultats sont prometteurs et constituent une base fondamentale pour des essais à grande échelle visant à contrôler les populations de *R. dominica* dans les stocks de sorgho. Les travaux de Baoua *et al.* (7) ont porté sur l'évaluation à grande échelle du stockage du maïs avec des sacs à triple fond de 50 kg contre trois principaux ravageurs que sont : *Prostephanus truncatus* Horn, *Sitophilus zeamais* Motschulsky *et R. dominica*. Après 6 à 7 mois de stockage, les auteurs ont observé 95 à 100% de mortalité des insectes. Le pourcentage de grains perforés et le poids moyen de 100 grains n'a pas changé de façon significative dans les sacs à triple fond.

Conclusion

L'évaluation du criblage variétal et de l'utilisation du stockage en atmosphère confinée contre *R. dominica* a permis d'obtenir des résultats satisfaisants. Au niveau du criblage variétal, la variété améliorée blanche de sorgho ICSV 1049 s'est montrée tolérante aux attaques de *R. dominica*. La variété locale de sorgho rouge Kon Koos Buuga s'est montrée la plus sensible. Par ailleurs les sachets de 80 µm à double couche permettent de contrôler de manière efficace les populations de *R. dominica*. En somme l'utilisation combinée de ces deux méthodes dans une perspective de gestion intégrée de *R. dominica* dans les stocks de sorgho s'avère prometteuse.

Remerciements

L'équipe adresse ses remerciements au Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique et de l'Innovation pour avoir financé ses travaux à travers une bourse d'étude octroyé par le CIOSPB. Elle remercie également Dr C. Barro Kondombo et les producteurs de la localité de Manga pour avoir mis à leur disposition les variétés de sorgho.

Bibliographie

1. Aidoo K.E., 1993, Post-harvest storage and preservation of tropical crops. *Int. Biodeterior. Biodegrad.*, **32**, 161-173.
2. Alexandratos N. & Bruinsma J., 2012, "World agriculture towards 2030/2050: the saving water. From Field to Fork-Curbing Losses and Wastage in the Food Chain 2012 revision." Working paper: FAO: ESA No. 12-03, 4p.
3. Arnason J.T., Conilh de Beysac B., Philogene B.J.R., Bergvinson D., Serratos J.A. & Mihm J. A., 1994, Mechanisms of Resistance in Maize Grain to the Maize Weevil and the Larger Grain Borer. *In: Insect Resistant Maize Recent Advances and Utilization, Proceedings of an International Symposium held at the International Maize and Wheat Improvement Center*, 91-95.
4. Arthur F.H., Bautista R.C. & Siebenmorgen T.J., 2007, Influence of growing location and cultivar on *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) and *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) infestation of rough rice. *Insect Sci.*, **14**, 231-239.
5. Aulakh J. & Regmi A., 2013, Post-harvest food losses estimation-development of consistent methodology. 34p.
6. Baoua I.B., Amadou L., Baributsa D. & Murdock L.L., 2014, Triple bag hermetic technology for post-harvest preservation of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.). *J. Stored Prod. Res.*, **58**, 48-52.
7. Baoua I.B., Amadou L., Ousmane B., Baributsa D. & Murdock L.L., 2014, PICS bags for post-harvest storage of maize grain in West Africa. *J. Stored Prod. Res.*, **58**, 20-28.
8. Barro-Kondombo C.P., Vom Brocke K., Chantereau J., Sagnard F. & Zongo J-D., 2008, Variabilité phénotypique des sorghos locaux de deux régions du Burkina Faso: la Boucle du Mouhoun et le Centre-Ouest. *Cah. Agric.*, **17**, 2, 107-113.



9. Calderon M. & Navarro S., 1979, Increased toxicity of low oxygen atmospheres supplemented with carbon dioxide on *Tribolium castaneum* adults. *Entomol. Exp. Appl.*, **25**, 39-44.
 10. Calderon M. & Navarro S., 1980, Synergistic effect of CO₂ and O₂ mixtures on two stored grain insect pests. In: Shejbal, J. (Ed.), *Controlled Atmosphere Storage of Grains*. Amsterdam, Elsevier, 79-84.
 11. Chuck-Hernández C., Serna-Saldívar S.O. & García-Lara S., 2013, Susceptibility of different types of sorghums during storage to *Sitophilus zeamais* Motschulsky. *J. Stored Prod. Res.*, **54**, 34-40.
 12. Comité National des Semences, 2014, *Catalogue national des espèces et variétés agricoles du Burkina Faso*. 81p.
 13. Delobel A. & Tran M., 1993. *Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes*. Paris, France, éditions ORSTOM, 425 p.
 14. Dobie P., 1974, The laboratory assessment of the inherent susceptibility of maize varieties to post harvest infestation by *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidea) infesting field corn. *J. Entomol. Sci.*, **21**, 367-375.
 15. García-Lara S., Ortiz-Islas S. & Villers P., 2013, Portable hermetic storage bag resistant to *Prostephanus truncatus*, *Rhyzopertha dominica*, and *Callosobruchus maculatus*. *J. Stored Prod. Res.*, **54**, 23-25.
 16. Huang F. & Subramanyam B., 2005, Management of five stored-product insects in wheat with pirimiphos-methyl and pirimiphos-methyl plus synergized pyrethrins. *Pest. Manag. Sci.*, **61**, 356-362.
 17. Kossou D.K. & Aho N., 1993, *Stockage et conservation des grains alimentaires tropicaux. Principes et pratiques*. Flamboyant Ed. Cotonou, 125p.
 18. Lorini I. & Galley D.J., 1996. Changes in resistance status of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae), a pest of stored grain in Brazil, with and without deltamethrin selection Resistant, *Pest. Manag. Sci. Newsletter*, **8**, 12-14.
 19. Makate N., 2010, The susceptibility of different maize varieties to post-harvest infestation by *Sitophilus zeamais* (MOTSCH) (Coleoptera: Cuculionidae) *Sci. Res. Essay*, **5**, 1, 30-34.
 20. Murdock L.L., Margam V., Baoua I., Balfe S. & Shade R.E., 2012, Death by desiccation: effects of hermetic storage on cowpea bruchids. *J. Stored Prod. Res.*, **49**, 166-170.
 21. Murdock L.L & Baoua I., 2014, On Purdue Improved Cowpea Storage (PICS) technology: Background, mode of action, future prospects. *J. Stored Prod. Res.*, **58**, 3-11.
 22. Nawrot J., Warchalewski J.R., Piasecka-Kwiatkowska D., Niewiada A., Gawlak M., Grundas S. T. & Fornal J., 2006, *The effect of some biochemical and technological properties of wheat grain on granary weevil (Sitophilus granaries L.) (Coleoptera: Curculionidae) development*. Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored Product Protection, 15 to 18 October 2006, Campinas, São Paulo, Brazil. Brazilian Post-harvest Association - ABRAPOS, Passo Fundo, RS, Brazil, 2006. (ISBN 8560234004), p. 400-407.
-

23. Odeyemi O.O. & Daramola A.M., 2000, *Storage practices in the tropics: Food storage and pest problems. First Edition*, Dave Collins Publication, Nigeria, **1**, 235.
24. Park S.H., Arthur F.H., Bean S.R. & Schober T.J., 2008, Impact of differing population levels of *Rhyzopertha dominica* (F.) on milling and physicochemical properties of sorghum kernel and flour. *J. Stored Prod. Res.*, **44**, 322-327.
25. Sanon A., Dabiré-Binso L.C. & Ba N.M., 2011, Triple-bagging of cowpeas within high density polyethylene bags to control the cowpea beetle *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). *J. Stored Prod. Res.*, **47**, 210-215.
26. Scotn G., 1973. *Les insectes et les acariens des céréales stockées*. AFNOR/TTCE, Paris, 238p.
27. Siwale J., Macrobert J. & Lungu D., 2009, Comparative resistance of improved maize genotypes and landraces to maize weevil. *Afr. Crop Sci. J.*, **17**, 1-16.
28. Toews M.D., Cuperus G.W. & Phillips T.W., 2000, Susceptibility of eight US wheat cultivars to infestation by *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). *Environ. Entomol.*, **29**, 250-255.
29. Waage J.K., 1992, *Introduction à la lutte biologique contre les insectes nuisibles*. In : PNUD/FAO Ed. Manuel de lutte biologique, 16-21.
30. Waongo A., Yamkoulga M., Dabire B.C.L., Ba M.N. & Sanon A., 2013, Conservation post-récolte des céréales en zone sud-soudanienne du Burkina Faso: Perception paysanne et évaluation des stocks. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **7**, 3, 1157-1167.
31. Waongo A., Traoré F., Sankara F., Dabiré-Binso C. & Sanon A., 2018, Evaluation du potentiel de développement de *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera : Bostrichidae) sur deux variétés locales de sorgho (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**, 5, 2143-2151.
32. Weidner H. & Rack G., 1984, *Tables de détermination des principaux ravageurs des denrées entreposées dans les pays chauds*. Eschborn, Allemagne, Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 157p.

PDF généré automatiquement le 2020-06-27 08:21:16

Url de l'article : <https://popups.uliege.be:443/2295-8010/index.php?id=1408>