



Perception des producteurs sur les insectes ravageurs du mil au Burkina Faso : place de la mineuse de l'épi de mil, *Heliocheilus albipunctella* De Joannis (Lepidoptera : Noctuidae).

Aboubacar Boly^{1,2*}, Antoine Waongo², Adama Kaboré³, Fousséni Traore², Malick N. Ba⁴, Antoine Sanon¹

¹Laboratoire d'Entomologie Fondamentale et Appliquée, Unité de Formation et de Recherches en Sciences de la Vie et de la Terre, Université Joseph Ki-Zerbo, 06 BP 9499 Ouagadougou 06, Burkina Faso.

²Laboratoire Central d'Entomologie Agricole de Kamboinsé, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, CREAM de Kamboinsé, 01 BP 476 Ouagadougou 01, Burkina Faso,

³Centre Universitaire de Dori/ Université Thomas SANKARA, 12 BP 417 Ouagadougou 12, Burkina Faso.

⁴International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, BP 12404 Niamey, Niger.

*Auteur correspondant : Aboubacar Boly, bolyaboubacar@gmail.com

Submitted on 20th June 2022. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 31st August 2022
<https://doi.org/10.35759/JABs.176.10>

RÉSUMÉ

Objectif : l'étude visait à recueillir la perception des producteurs du mil sur les principaux insectes ravageurs du mil, la place de la mineuse de l'épi de mil (MEM) et son incidence dans les zones Sahélienne, Nord et Sud Soudanienne du Burkina Faso.

Méthodologie et résultats : les producteurs ont d'abord été soumis à une enquête de perception lors d'entretiens individuels. Ensuite, les paramètres agronomiques des variétés et les dégâts causés par la MEM ont été évalués dans les champs paysans. Les résultats obtenus ont montré que la culture du mil est une activité masculine à plus de 83%. Parmi les insectes inféodés au mil, la MEM est connue par plus de 90% des enquêtés et perçue comme le principal insecte ravageur du mil dans toutes les zones. Plus de 78% des producteurs sont parvenus à décrire les dégâts liés aux larves de ce ravageur. Ces dégâts, aggravés par les poches de sécheresse, ont été perçus comme importants en zone Sahélienne et Nord soudanienne avec plus de 14 cm de longueur de galerie par épi. Face à ces dégâts, plus de 91% des enquêtés n'emploient aucune méthode de lutte.

Conclusion et application des résultats : Les producteurs de mil sont confrontés au problème des insectes ravageurs dont le principal est la MEM. L'évaluation de l'incidence a montré que les infestations de la MEM sont présentes dans les zones agroécologiques Sahélienne, Nord et Sud Soudanienne du Burkina Faso. Cette enquête sur la perception des producteurs de mil a contribué à mieux appréhender le problème de la MEM. Des actions pour renforcer les stratégies de gestion intégrée de ce ravageur au Burkina Faso s'imposent pour réduire son incidence.

Mots clés : *Pennisetum glaucum*, Perception des producteurs, Insectes ravageurs, Mineuse de l'épi de mil, Burkina Faso.

Farmers' perception of insect pests of millet in Burkina Faso: Evaluation of the damage by millet head miner, *Heliocheilus albipunctella* De Joannis (Lepidoptera: Noctuidae)

ABSTRACT

Objective: the study aimed to collect the opinion of millet producers on the main insect pests of millet, specifically the millet head miner (MHM) and its incidence in the Sahelian, Northern and Southern Sudanian zones of Burkina Faso.

Methodology and results: The farmers' perception was collected through a survey that consisted of individual interviews. In addition, the agronomic parameters of the varieties and the damage caused by millet head miner were evaluated. The results obtained showed that men cultivate more than 83% of millet. Among insect pests, millet head miner is known by more than 90% of respondents and is perceived as the main insect pest of millet in all zones. Over 78% of farmers were able to describe the damage caused by the larvae of this pest. This damage, aggravated by pockets of drought, was perceived as significant in the Sahelian and North Sudanian zones with more than 14 cm of gallery length per ear. Faced with this damage, more than 91% of the respondents did not use any control method.

Conclusion and application of findings: Millet producers face pest problems, the main one being MHM. The incidence assessment showed that infestations of MHM are present in the Sahelian, North and South Sudanian agro-ecological zones of Burkina Faso. This survey has contributed to a better understanding of MHM infestations. Actions to strengthen integrated management strategies for this pest in Burkina Faso are needed to reduce its incidence.

Keywords: *Pennisetum glaucum*, farmers' perception, Insect pests, millet head miner, Burkina Faso.

INTRODUCTION

Le mil, *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br, est une culture alimentaire de base dans les régions arides et semi-arides d'Afrique et d'Asie (Shelke et Chavan, 2010). En région sahélienne, c'est l'une des cultures par excellence du fait de son adaptation aux conditions climatiques extrêmes (Saïdou, 2011) mais également celle préférée en raison de sa compatibilité avec les habitudes alimentaires de la population (Gahukar et Ba, 2019). Au Burkina Faso, le mil est cultivé dans toutes les zones agroécologiques et occupe le troisième rang des céréales après le maïs et le sorgho en termes de production et de superficie (DGESS, 2021). Au cours de la saison hivernale 2020/2021, la production moyenne de mil était de 957253 tonnes sur une superficie totale de 1 065 735 hectares pour un rendement moyen de 906 kg/ha (DGESS, 2021). Ce rendement est inférieur aux potentialités de la plante, estimées à environ

1500kg/ha (CORAF, 2018). Cette faible productivité est due en grande partie aux facteurs biotiques (Kadri *et al.*, 2019) avec une part importante des insectes ravageurs. En effet, plusieurs espèces d'insectes nuisibles du mil ont été répertoriées au Burkina Faso (Dabré, 2008), au Sénégal et au Soudan (Gahukar, 1990 ; Mbaye, 1993 ; Youm et Owusu, 1998), avec une prédominance de la mineuse de l'épi de mil (MEM), *Heliocheilus albipunctella* De Joannis (Lepidoptera : Noctuidae). Dans la zone sahélienne de l'Afrique de l'Ouest, y compris le Burkina Faso, la MEM constitue la principale menace pour la sécurité alimentaire (Vercambre, 1978 ; Guèvremont, 1983 ; Amadou *et al.*, 2017 ; Drabo *et al.*, 2019). La MEM est une espèce monophage univoltine active pendant la saison des pluies d'août à octobre puis entre en diapause d'octobre à juin (Gahukar et Ba, 2019). Les dégâts de *H. albipunctella* sont

causés par des larves qui se développent en se nourrissant de l'épi et empêchant la formation des grains (Ndoye, 1991). Selon les années, les sites, la date de semis des variétés et la synchronisation entre les vols des adultes de *H. albipunctella* et l'épiaison du mil, les pertes en rendement au sahel varient entre 30 et 85% (Krall et al., 1995 ; Oumarou et al., 2019). Dans la région sahélienne du Burkina Faso, les dégâts sont observés chaque année et concernent 30 à 75% des épis (Kaboré, 2018). Au cours des dix dernières années, les travaux de recherche sur la MEM ont été effectués uniquement en région sahélienne du Burkina Faso. Ces travaux ont porté sur : (i) la lutte biologique contre la MEM par le lâcher augmentatif du parasitoïde *Habrobracon hebetor* Say (Hyménoptère : Braconidae) (Payne et al., 2011 ; Ba et al., 2014 ; Kaboré et al., 2017) (ii) la perception des producteurs par

rapport à la lutte biologique (Baoua et al., 2009 ; Ba et al., 2013) et (iii) la résistance variétale (Données non publiées). Hormis la région sahélienne, aucune étude, sur la perception des producteurs concernant les insectes ravageurs du mil, n'a été conduite encore moins l'évaluation de l'incidence de la MEM dans toutes les zones agroécologiques du Burkina Faso. En effet, la perception des producteurs est nécessaire pour la mise en place d'un programme de lutte contre un ravageur, en y intégrant les savoir-faire locaux (Litsinger et al., 1980 ; Fujisaka, 1992). C'est fort de ce constat que cette étude a été initiée pour recueillir les perceptions des producteurs sur les insectes ravageurs du mil avec un regard particulier sur la connaissance de la MEM, les méthodes de gestion de ce ravageur et son incidence (dégâts) sur la production du mil.



Photo 1 : Épis de mil atteints par *H. albipunctella* ; **A :** Mines sur les épis, **B :** Larves de *H. albipunctella* dans l'épi.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Description des zones d'étude : L'étude a été conduite dans les communes de Djibasso, de Dori et de Ziou du Burkina Faso

respectivement, en octobre et août 2020, correspondant au stade de maturité du mil dans chaque zone. Ces trois communes

appartiennent respectivement aux zones agroécologiques de l'Ouest (région de la Boucle du Mouhoun), du Sahel (région du Sahel) et du Centre (région du Centre-Sud). Dans chaque commune, cinq villages ont été choisis avec l'appui des agents de vulgarisation agricole sur la base de la forte production du mil pendant la saison des pluies (Figure 1). Les quantités de pluie enregistrées

ont été de 826 ; 808,2 et 1299,9 mm respectivement dans les communes de Djibasso, de Dori et de Ziou. Les températures mensuelles pendant la culture du mil ont varié entre 26,4-28,9°C (Djibasso), 28,2-30,9°C (Dori) et 26,2-27,2°C (Ziou). Quant à la nature du sol, elle est sablonneuse dans la commune de Djibasso et Dori et argileuse à Ziou (Fontès et Guinko, 1995).

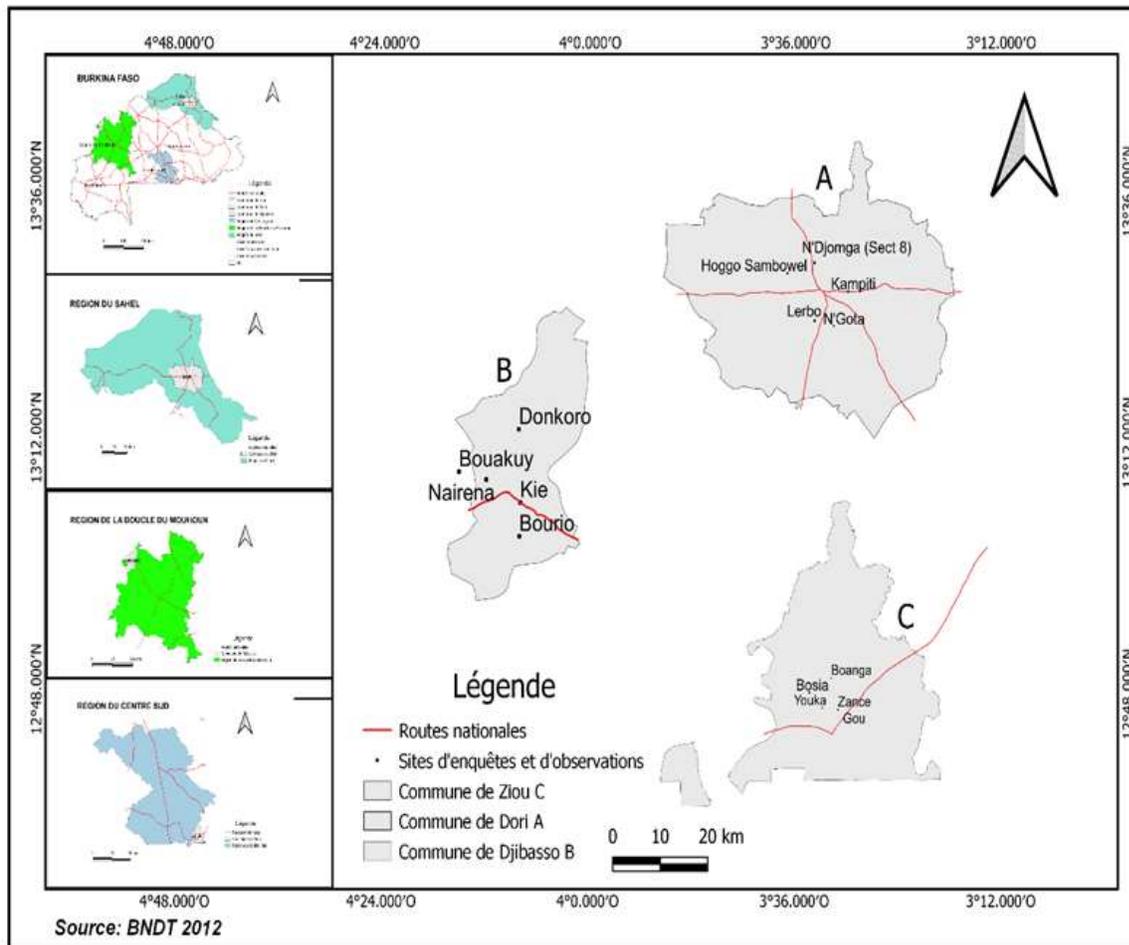


Figure 1 : Carte montrant la distribution des villages sélectionnés pour l'enquête et l'évaluation de l'incidence de la MEM dans les communes de Dori (A), Djibasso (B) et de Ziou (C).

Taille de l'échantillon : La détermination de la taille de l'échantillon a été faite selon la méthode de Dagnelie (1998). Elle a consisté à réaliser une enquête préliminaire auprès de 25 producteurs de mil dans deux villages choisis de manière aléatoire dans chacune des trois communes. Cette enquête préliminaire a

consisté à demander aux producteurs si la MEM constituait un problème phytosanitaire ou pas. Ainsi, 94 %, 97% et 85% des producteurs enquêtés respectivement dans les communes de Djibasso, Dori et Ziou ont répondu par l'affirmative. Ces pourcentages obtenus ont permis à déterminer la taille de

l'échantillon dans chaque commune en utilisant la formule ci-dessous (Dagnelie, 1998) :

$$N = \frac{\mu^2_{1-\alpha/2} P_i(1 - P_i)}{d^2}$$

N = Taille de l'échantillon correspondant au nombre total de personnes à enquêter dans chaque commune ; $\mu^2_{1-\alpha/2} = 1,96$, représente la valeur de la variable aléatoire normale pour un risque α égal à 0,05 ; P_i = Proportion des personnes ayant répondu que la MEM constituait un frein à l'intensification de la

production du mil ; d = Marge d'erreur considérée dans toute l'enquête comme égale à 5%.

Selon cette approche, la taille de l'échantillon à enquêter est de 87 personnes à Djibasso, 45 personnes à Dori et 196 personnes à Ziou, soit un total de 328 personnes. Ainsi, le nombre de personnes à enquêter par village a été déterminé par proportionnalité en tenant compte de la taille de la population de chaque localité à partir des données de l'Institut National de la Statistique et de la Démographie (INSD) (INSD, 2006 ; Tableau 1).

Tableau 1: Nombre de personnes enquêtées par village de chaque commune

Provinces	Communes	Villages	Nombre de personnes enquêtées
Kossi	Djibasso	Bourio	18
		Bouakuy	19
		Donkoro	05
		Kie	26
		Nairena	19
Seno	Dori	Hoggo Sammbowel	02
		Kampiti	17
		Lerbo	08
		N'djomga (Secteur 8 de Dori)	11
		N'gota	07
Nahouri	Ziou	Bosia	18
		Boanga	68
		Gou	38
		Youka	46
		Zance	26

Enquête sur la perception des producteurs sur les insectes ravageurs du mil : L'enquête a consisté en un entretien individuel avec les producteurs. La collecte des données a été réalisée avec l'application "KoboCollect" version V1.27.3 (<http://apk-dl.com/kobocollect>) installée sur tablette androïde (Lenovo TabM7). KoboCollect est un outil gratuit et open source de KoBoToolbox pour la collecte et l'analyse des données. Le questionnaire conçu à cet effet portait sur le système de culture et les superficies exploitées, les principaux insectes ravageurs du mil et leur

importance, la connaissance de la biologie de la MEM et son incidence sur la production du mil, les signes annonciateurs des infestations par la MEM et les méthodes de gestion de ce ravageur par les producteurs.

Évaluation des paramètres agronomiques du mil et incidence de la mineuse de l'épi de mil : À l'issue des entretiens individuels avec les producteurs, deux champs de mil à maturité, dont un au Nord et un autre au Sud ont été choisis dans chaque village pour y effectuer des observations sur les paramètres agronomiques des variétés (Longueur et

circonférence des épis) et les dégâts causés par la MEM (Longueur et nombre de mines par épi ; Pourcentage d'épis de mil attaqués). À l'aide d'un mètre ruban, la longueur et la circonférence des épis ont été mesurées directement sur trente (30) épis de mil sains choisis de manière aléatoire dans chaque champ. Pour la mesure de la circonférence, la partie médiane de l'épi a été considérée. Les dégâts causés par la MEM ont été évalués dans chaque champ sur quatre carrés de rendement (dimension : 2mx2m) disposés de manière aléatoire. Tous les épis de chaque carré de rendement ont été observés afin de dénombrer les épis portant au moins une mine (épis attaqués). Le pourcentage d'épis attaqués (PEA) a été calculé par village en faisant le rapport entre le nombre d'épis attaqués et le nombre total d'épis multiplié par cent.

RÉSULTATS

Caractéristiques des producteurs de mil enquêtés dans les trois communes : La production du mil est une activité qui concerne majoritairement les hommes dans les communes couvertes par l'étude (Tableau 2). L'âge des producteurs enquêtés varie de 15 à plus de 60 ans avec 52,87% ; 51,12% et 53,57% qui ont un âge compris entre 40 à 60 ans respectivement dans les communes de

Analyses statistiques : Les données collectées à l'aide de la tablette ont été exportées sur un tableur Excel 2019 en vue de leurs traitements. Le logiciel SPSS (IBM SPSS Statistics 20) a servi à réaliser les fréquences des différents paramètres. Pour les paramètres agronomiques et les dégâts de la MEM, la normalité et l'homogénéité des données ont été vérifiées respectivement par les tests de Shapiro et de Bartlett. Selon le résultat trouvé, un test paramétrique ou non paramétrique a été réalisé à l'aide du logiciel R (Version 4.0.3). Lorsque la *P value* était significative, la séparation des moyennes a été effectuée à l'aide du test de Tukey et de Pairwise Wilcox test. Les logiciels R et Excel ont servi à réaliser respectivement les boîtes à moustaches et l'histogramme. Le seuil de significativité était de 5% pour l'ensemble des analyses statistiques.

Djibasso, Dori et Ziou (Tableau 2). La population enquêtée dans les trois communes a, dans sa majorité, un niveau d'instruction bas. Ainsi, à Djibasso, Dori et à Ziou, respectivement 100% ; 91,11% et 80,61% des producteurs n'ont aucun niveau d'étude (Non scolarisé) et seulement 8,89% et 17,86% ont atteint le niveau primaire respectivement à Dori et Ziou (Tableau 2).

Tableau 2 : Caractéristiques des producteurs enquêtés dans les trois Communes

Caractéristiques		Pourcentage de réponses (%)		
		Djibasso	Dori	Ziou
Genre	Homme	96,55	100	83,67
	Femme	3,45	00	16,33
Niveau d'étude	Non scolarisé	100	91,11	80,61
	Primaire	00	8,89	17,86
	Secondaire	00	00	1,53
	Supérieur	00	00	00
Âges	[15-20[00	00	0,51
	[20-40[33,34	31,11	27,55
	[40-60[52,87	51,12	53,57
	[60 et plus]	13,79	17,77	18,37

Système de culture, type de variété semée et superficie emblavée : Deux systèmes de culture ont été répertoriés dans chacune des trois communes : mil en culture pure ; ou associé aux céréales ou légumineuses. Le système de culture recensé dans la commune de Djibasso (51,72%) et Dori (68,90%) est à majorité l'association Mil_niébé (Tableau 3). En revanche, dans la commune de Ziou les associations de cultures sont très diversifiées et l'association qui prédomine est Mil_sorgho

(46,40%) (Tableau 3). Concernant le type de variété, la variété de mil utilisée dans cette association est majoritairement composée de la variété tardive à Djibasso et à Dori. À Ziou, c'est la variété de mil précoce qui prédomine (93,40%) (Tableau 3). Les superficies exploitées par les producteurs sont en majorité supérieures à 2 hectares, 01 hectare et à moins d'un hectare respectivement à Djibasso, Dori et Ziou (Tableau 3).

Tableau 3 : Réponses des producteurs sur les systèmes de culture à base de mil, les types de variétés utilisés et la superficie emblavée.

Systèmes de culture	Pourcentage de réponses (%)		
	Djibasso	Dori	Ziou
Mil_arachide	-	-	7,65
Mil_arachide_vouandzou	-	-	0,51
Mil_gombo	-	-	0,51
Mil_gombo_maïs	-	-	1,53
Mil_maïs	-	-	1,02
Mil_maïs_arachide	-	-	0,51
Mil_maïs_oseille	-	-	0,51
Mil_maïs_soja	-	-	0,51
Mil_niébé	51,72	68,90	3,06
Mil_pure	48,28	28,90	32,10
Mil_sorgho	-	2,20	46,40
Mil_sorgho_arachide	-	-	1,53
Mil_sorgho_gombo_oseille	-	-	1,02
Mil_sorgho_maïs	-	-	0,51
Mil_sorgho_oseille	-	-	1,10
Mil_sorgho-niébé	-	-	1,53
Type de variétés			
Précoce	-	-	93,40
Tardive	97,70	97,80	-
Tardive + précoce	2,30	2,20	6,60
Superficie exploitée			
< 1 ha	3,45	8,88	73,00
1 ha	5,75	42,20	27,00
2 ha	17,24	33,32	-
> 2 ha	73,56	15,60	-

Perception des producteurs de mil sur les insectes ravageurs de mil : Quelle que soit la commune, la MEM, connue sous l'appellation

de « Guère-Guère ou Kildi » en Fulfuldé, « Zonzon » en Nankana, « Toumou » en Marka, « Simbo » en Bwamu et « Zouan » en Mooré,

constitue la principale contrainte à la production du mil. Ainsi, à Djibasso, Dori et à Ziou, respectivement 86,73%, 51,85% et 49,85% des enquêtés ont affirmé que la MEM constituait le principal frein à la production du mil (Tableau 4). En plus de la MEM, les insectes floricoles sont également inféodés à la culture du mil à Ziou (44,84%) et à Dori

(17,04%). Contrairement à ces insectes qui sont communs à toutes les communes, les foreurs des tiges et les acridiens sont uniquement signalés à Djibasso et Dori, les mylabres à Dori et Ziou, et la chenille légionnaire d'automne à Djibasso et Ziou. En revanche, les criocères et les cicadelles sont respectivement évoqués à Djibasso et Ziou.

Tableau 4 : Perception des producteurs sur les insectes ravageurs de mil.

Insectes ravageurs	Pourcentage de réponses (%)		
	Djibasso	Dori	Ziou
Mineuse de l'épi de mil (MEM)	86,73	51,85	49,85
Criocères	4,08	00	00
Chenille légionnaire d'automne (CLA)	4,08	00	0,30
Foreurs de tige	3,07	6,67	00
Insectes floricoles	1,02	17,04	44,84
Acridiens	1,02	8,89	00
Mylabres	00	15,55	4,72
Cicadelles	00	00	0,29

Perception des producteurs sur leur connaissance de la mineuse de l'épi de mil :

Plus de 90% des producteurs de mil enquêtés dans chaque commune déclarent connaître l'existence de la MEM (Tableau 5). Cependant, plus de 95% des répondants des trois communes n'ont aucune connaissance des

œufs et des adultes (Tableau 5). En revanche, la larve de la MEM est connue par plus de 98% des producteurs des communes de Djibasso et Dori et par 87,8% à Ziou (Tableau 5). Aussi, 55,60% des enquêtés sont parvenus à décrire le cycle de la MEM à Dori contre moins de 30% à Djibasso et Ziou.

Tableau 5 : Perception des producteurs de mil sur la connaissance de la MEM

Paramètres		Pourcentage de réponses (%)		
		Djibasso	Dori	Ziou
Connaissance générale de la MEM	Oui	97,70	100	91,33
	Non	2,30	00	8,67
Connaissance des œufs de la MEM	Oui	2,30	2,20	00
	Non	97,70	97,80	100
Connaissance des larves de la MEM	Oui	98,85	100	87,82
	Non	1,15	00	12,18
Connaissance des adultes de la MEM	Oui	00	00	00
	Non	100	100	100
Description du cycle de la MEM	Capable	27,70	55,60	21,40
	Incapable	72,30	44,40	78,60

Perception et appréciation des producteurs de mil sur les dégâts de la MEM : La majorité des enquêtés ont été en mesure de décrire les dégâts de la MEM dans les commune de Djibasso (97,30%), Dori (93,33%) et Ziou (78,06%) (Tableau 6). Ces dégâts ne sont perceptibles par plus de 60% des répondants qu'à partir de la maturité de mil dans les champs. Aussi, plus de 95% des producteurs dans les commune de Djibasso et

Dori sont parvenus à associer les dégâts aux larves de la MEM contre 54,08% à Ziou (Tableau 6). Les dégâts de la MEM ont été estimés par ces derniers comme étant faibles à Ziou (77,14%), moyens à Djibasso (67,82%) et importants à Dori (60%). Selon les enquêtés, les dégâts deviennent plus sévères au stade de la maturité des grains et varient en fonction de l'année et des variétés semées (Tableau 6).

Tableau 6 : Perception et appréciation des producteurs sur les dégâts de la MEM

Paramètres		Pourcentage de réponses (%)		
		Djibasso	Dori	Ziou
Capacité à décrire les dégâts de la MEM	Oui	97,30	93,33	78,06
	Non	2,70	6,67	21,94
Stade phénologique du mil situant les dégâts	Floraison	00	2,22	00
	Grenaison	2,70	13,33	37,65
	Maturité	97,30	84,45	62,35
Stade de la MEM causant les dégâts	Larves	97,30	95,56	54,08
	Autres	2,70	4,44	45,92
Estimation des dégâts de la MEM	Faible	3,35	4,44	77,14
	Moyen	67,92	35,56	22,35
	Important	27,58	60	0,51
	Très important	1,15	00	00
Stade phénologique du mil où les dégâts sont plus sévères	Floraison	00	00	00
	Grenaison	5,75	2,22	39,03
	Maturité	94,25	97,78	60,97
Variation des dégâts	Année	97,70	97,78	29,08
	Variété	2,30	2,22	70,92

Perception sur les facteurs de forte infestation de la mineuse de l'épi de mil et les stratégies de gestion de ce ravageur : Dans les communes de Djibasso et Dori, plus de 88% des enquêtés ont évoqué les poches de sécheresse comme étant les principaux signes annonciateurs des dégâts de la MEM (Tableau 7). En revanche à Ziou, 90,31% des répondants n'ont aucune idée de ces signes (Tableau 7). Concernant la lutte contre la MEM, 6,66% et 9,67% des enquêtés, respectivement à Dori et

à Ziou, ont connaissance d'au moins une méthode de lutte (Tableau 7). Ainsi, différentes méthodes de luttés telles que la lutte biologique et mécanique sont citées respectivement par 4,44% et 2,22% des enquêtés à Dori comme moyen de contrôle de ce ravageur (Tableau 7). À Djibasso, aucune méthode de lutte n'a été citée alors qu'à Ziou, 8,16% des répondants ont fait mention de la lutte chimique (Tableau 7).

Tableau 7 : Perception des signes annonciateurs des infestations et stratégies de gestion de la mineuse de l'épi de mil.

Paramètres		Pourcentage de réponses (%)		
		Djibasso	Dori	Ziou
Signes annonciateurs des infestations de la MEM	Poche de sécheresse	98,85	88,89	7,19
	Semis précoce	00	00	2,50
	Autres	1,15	11,11	90,31
Connaissance d'une méthode de lutte	Oui	00	6,66	9,69
	Non	100	93,34	90,31
Méthodes de lutte utilisées	Chimique	00	00	8,16
	Biologique	00	4,44	00
	Mécanique	00	2,22	00
	Récolte précoce	00	00	0,51
	Aucune méthode de lutte	100	93,34	91,33

Paramètres agronomiques et dégâts de la mineuse de l'épi de mil observés dans les champs de mil : Paramètres agronomiques observés dans les champs de mil : La circonférence et la longueur des épis de mil ont significativement varié en fonction des communes (Circonférence : $F_{2, 897} = 105,5$; $P < 0,0001$; Longueur : $F_{2, 897} = 911,4$; $P < 0,0001$; Figure 1). La commune de Ziou a la

longueur et la circonférence médiane des épis de mil, respectivement la plus faible (15,55 cm) et la plus élevée (7,65 cm) (Figure 1). En revanche, la commune de Dori a les épis de mil les plus longs (53,25 cm) et les circonférences moyennes (6,65 cm). Quant à la commune de Djibasso, la longueur et la circonférence médianes des épis ont été respectivement moyenne et faible (Figure 1).

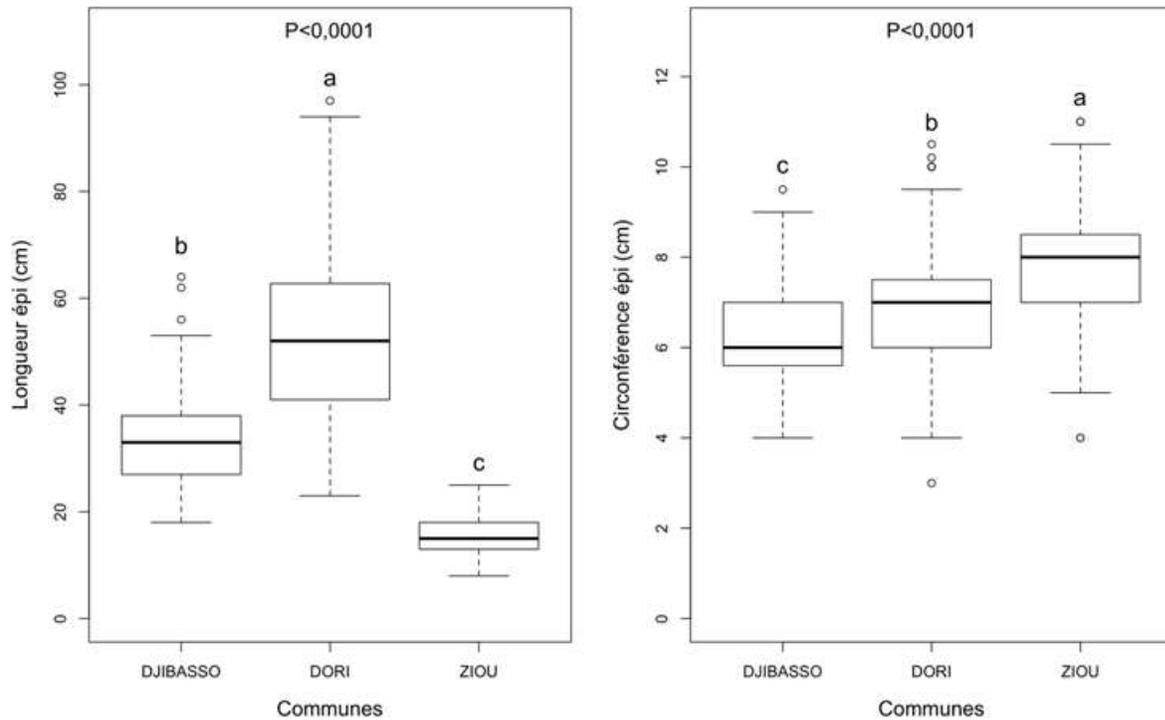


Figure 2 : Longueur et circonférence des épis de mil en fonction des trois communes

Dégâts de la mineuse de l'épi de mil observés dans les champs de mil : Le nombre total de mines observé par épi de mil a significativement varié en fonction des trois communes ($F_{2, 897} = 43,26$; $P < 0,0001$; Figure 2). Le nombre médian de mines par épi est de 2,98 ; 2,57 et 1,95 respectivement à Dori, Djibasso et à Ziou (Figure 2). La longueur médiane des mines par épi exprimant la sévérité des dégâts causés par la MEM, a été significativement plus faible à Ziou que dans

les communes de Djibasso et Dori ($F_{2, 897} = 70,19$; $P < 0,0001$; Figure 2). La longueur des mines la plus élevée a été observée dans la commune de Dori (15,32 cm) suivie de celle de Djibasso (14,23 cm) (Figure 2). Le pourcentage d'épis attaqués dans la commune de Dori (54,66%) est significativement ($F_{2, 12} = 7,03$; $P = 0,009$; Figure 3) plus élevé que ceux des communes de Djibasso (30,44%) et Ziou (20,66%), qui ne diffèrent pas entre elles.

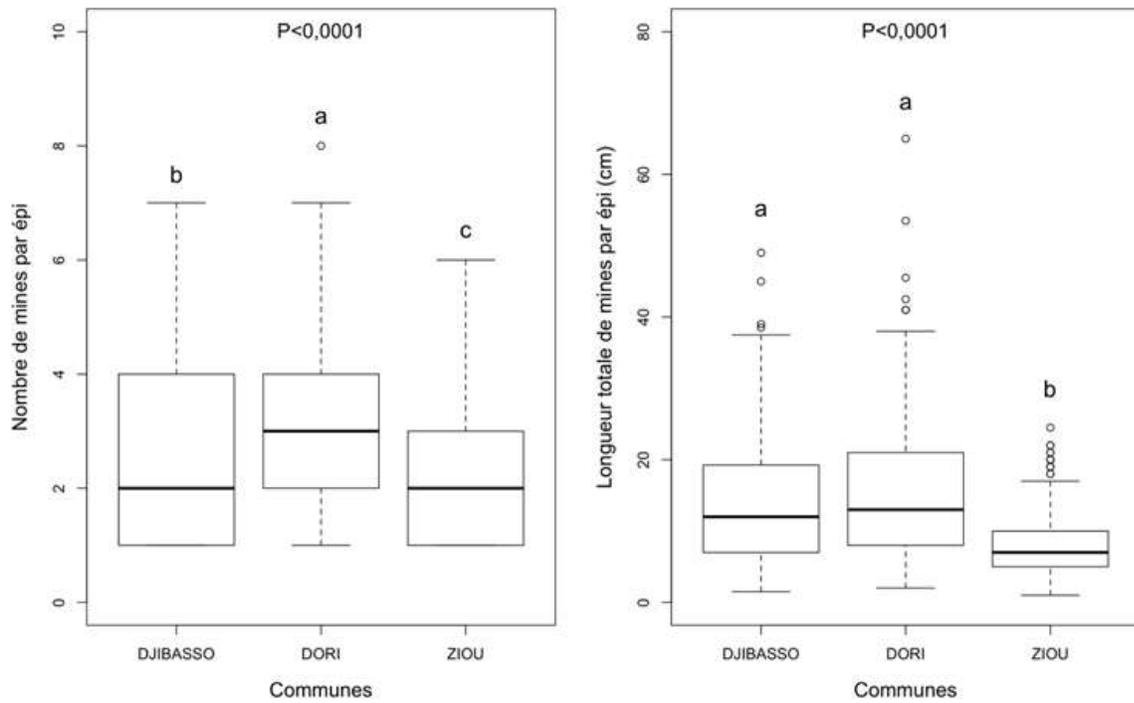


Figure 1 : Nombre et longueur totale de mines par épi de mil en fonction des trois communes

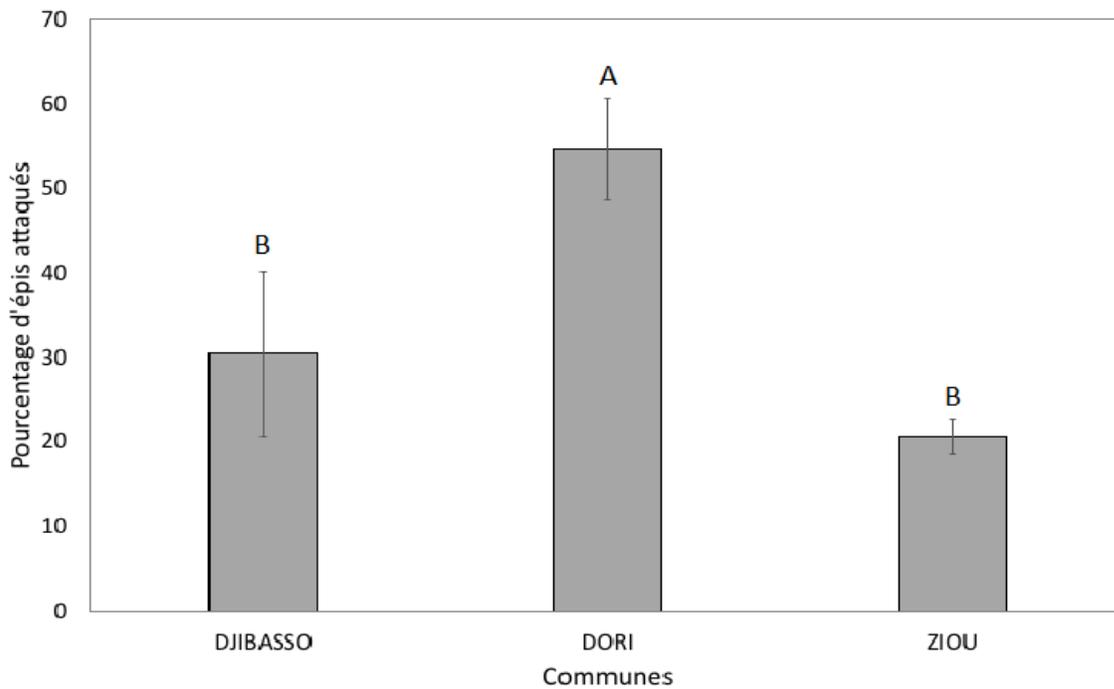


Figure 2 : Pourcentage d'épis de mil attaqués par la mineuse de l'épi de mil en fonction des trois communes

DISCUSSION

Au Burkina Faso, le mil constitue un aliment important. La production est en grande partie autoconsommée par les producteurs, surtout en région sahéenne et nord soudanienne du Burkina Faso. Les résultats obtenus au cours de cette étude montrent que, la culture du mil dans ces trois zones agroécologiques est une activité dominée par les hommes représentant plus de 83% des enquêtés. Cette situation s'expliquerait d'une part par le fait que la culture du mil occupe de grandes superficies et d'autre part par la non-accessibilité des terres cultivables aux femmes en raison de l'exogamie (Konaté, 2008). Le faible niveau de scolarisation des producteurs de mil pourrait s'expliquer par le fait que cette activité n'exige pas de compétence spécifique, donc accessible à tous. En plus, la production agricole au Burkina Faso est essentiellement basée sur l'association et la rotation céréales/légumineuses ou céréale/céréale (Zoundi et al., 2007 ; Zongo et al., 2021). Ainsi, en zone sahéenne et nord soudanienne, l'association Mil-niébé est la plus fréquente contrairement à la zone sud-soudanienne où plusieurs associations ont été répertoriées avec une dominance de l'association Mil-sorgho. Ces types d'associations sont perçus par plusieurs auteurs comme un moyen efficace de lutte contre les ravageurs, les maladies et les mauvaises herbes (Lawane et al., 2010 ; Guo et al., 2020), mais également comme un système cultural permettant d'augmenter le rendement grain du mil (Zoundi et al., 2007 ; Trail et al., 2016 ; Namatsheve et al., 2020). En plus, les fanes et la vente du niébé, issues de l'association Mil-niébé, sont respectivement utilisées comme ressource fourragère pour les animaux et considérée comme une source de revenus des petites exploitations agricoles familiales au Burkina Faso (Zoundi et al., 2007 ; Coulibaly et al., 2012 ; Dabat et al., 2012). Concernant, la prédominance des variétés cultivées dans les champs par les enquêtés, il ressort que la

variété tardive de mil, caractérisée par des épis longs avec des circonférences moyennes, est cultivée par la majorité des producteurs dans la zone nord soudanienne et sahéenne contrairement à la zone sud-soudanienne. Ces variétés tardives à épis longs sont en général des variétés locales et plus faciles à manier à la récolte pour le transport que les épis courts (Drabo et al., 2019). D'ailleurs, ce sont ces raisons qui conduisent les producteurs à avoir une certaine réticence dans l'utilisation des variétés améliorées à épi court et à bon rendement dans ces zones. La zone sud-soudanienne est connue pour son utilisation massive d'une variété améliorée précoce de mil en provenance du Ghana du nom de 'Nado ou Nara'. Cette variété précoce, semée à proximité des concessions, assure les besoins alimentaires en période de soudure. En zone sahéenne d'Afrique et plus particulièrement au Burkina Faso, la pression parasitaire est l'une des principales contraintes de la production du mil. En effet, le mil est attaqué à tous les stades de croissance par de nombreux insectes nuisibles de tous ordres (Gahukar, 1990b ; Dabré, 2008). Parmi ces insectes ravageurs, la chenille mineuse de l'épi de mil, *H. albipunctella* est considérée comme le plus important par les enquêtés. Ce résultat confirme ceux de plusieurs auteurs qui ont mené des études sur la MEM au Burkina Faso, au Ghana, au Niger, au Mali, au Tchad et au Sénégal (Youm et Owusu 1989 ; Tanzubil et Yakubu, 1997 ; Ba et al., 2013 ; Thiaw et al., 2017 ; Oumarou et al., 2019). En plus de ce ravageur, d'autres insectes ont été répertoriés par les enquêtés à savoir les insectes floricoles, les acridiens, les criocères, les cicadelles et enfin la chenille légionnaire d'automne (CLA). En région sahéenne du Burkina Faso et au Niger, ces mêmes insectes, à l'exception de la CLA, ont été répertoriés comme étant nuisibles à la culture du mil (Dabré, 2008 ; Kadri et al., 2019). La présence de la CLA a été signalée au Burkina Faso en 2016/2017 et confirmée dans

toutes les régions du Burkina Faso en 2017/2018 sur plusieurs cultures dont principalement le maïs, le mil et le sorgho (MAAHA, 2017). Dans les trois zones agroécologiques, les producteurs de mil avaient une bonne connaissance sur les bio agresseurs, ce qui confirme les résultats de plusieurs auteurs (Kumela et al., 2019 ; Paul et al., 2020), qui ont montré à l'issue des enquêtes de perceptions que les producteurs avaient des connaissances sur les bio agresseurs des cultures. Cette connaissance est perceptible au niveau de la MEM, surtout la larve et les dégâts occasionnés par ce ravageur. En effet, les dégâts sont causés par les larves qui, au cours de leur développement, perforent les glumes et dévorent l'intérieur des fleurs empêchant la formation des grains (Ndoye, 1991), ce qui pourrait expliquer cette connaissance particulière de la larve par les producteurs. Aussi, les dégâts caractérisés par les galeries et la présence des excréments des larves, de couleur blanchâtre, dans les épis, sont facilement reconnaissables. Contrairement aux larves et aux dégâts, la méconnaissance des stades œuf et adulte de *H. albipunctella* s'expliquerait par le fait que cet insecte est un ravageur de la famille des Noctuidae donc compliqué à voir le jour, mais également les femelles déposent leurs œufs à l'intérieur des épis et donc difficiles à percevoir (Vercambre, 1978 ; Guèvremont, 1982 ; Ndoye, 1988 ; Gahukar, 1990a). Concernant l'importance des dégâts par les enquêtés, elle varie selon les zones agroécologiques du Burkina Faso. Cette variation serait due aux précipitations (plus importantes dans la zone sud-soudanienne que dans les deux autres zones) mais surtout de leur intensité et fréquence, qui peuvent entraîner un lessivage des œufs et des larves de stade 1 et 2. Par ailleurs, la nature du sol pourrait également expliquer cette tendance. En effet, selon Gahukar et al., (1986), Nwanze et al., (1995) et Youm et Owusu (1998), les dégâts dus à la MEM dépendraient de l'action des pluies.

Aussi, le mil poussant sur les sols sableux et les sols pauvres en azote, est plus susceptible aux infestations de la MEM que les sols argileux (Bernadi et al., 1989 ; Tanzubil et al., 2004 ; Oumarou et al., 2019). Les signes annonciateurs des infestations de la MEM de l'avis des producteurs des zones nord soudanienne et sahélienne seraient les poches de sécheresse, contrairement à la zone sud-soudanienne, où la majorité des enquêtés n'a aucune idée. Des études similaires menées en région sahélienne du Burkina Faso, au Niger et au Mali ont également répertorié, entre autres, les mêmes signes annonciateurs des infestations de la MEM (Baoua et al., 2009 ; Oumarou et al., 2019). Plusieurs auteurs ont également relié les sécheresses des années 1972 à 1974 à la pullulation de cet insecte sur le mil cultivé d'où l'acquisition du statut de ravageur (Guèvremont, 1983 ; Gahukar et al., 1986 ; Youm et Owusu, 1998). Pour lutter contre la MEM, la majorité des producteurs affirment n'avoir pas de remèdes. Toutefois, certains paysans déclarent utiliser la lutte chimique, la lutte biologique et la lutte mécanique pour venir à bout de ce fléau selon les zones. Toutes ces méthodes ont été préconisées par la recherche (Gahukar et Ba, 2019). Au cours de cette dernière décennie, la lutte biologique, par les lâchers augmentatifs du parasitoïde *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera : Braconidae) est apparue comme la méthode la plus prometteuse (Ba et al., 2013, 2014 ; Kaboré et al., 2017) avec des taux de parasitisme de plus de 80% des larves dans les zones de lâchers. En plus de l'efficacité de la lutte biologique, des techniques de production de parasitoïdes ont été développées au laboratoire (Kaboré et al., 2019). Cependant, l'inexistence d'infrastructures appropriées en milieu paysan pour produire les parasitoïdes en masse limite les lâchers à grande échelle et le contrôle du nuisible au sahel. Le nombre et la longueur des mines dans les champs de mil, beaucoup plus importants en zone sahélienne, semblent être à

l'origine d'une forte population de la MEM. Cela résulte d'une faible utilisation des méthodes de lutte, mais également aux signes annonciateurs des infestations à la MEM (poches de sécheresse et les semis précoces). Selon plusieurs auteurs, l'importance des dégâts observés dans les champs du mil serait une conséquence de la variation annuelle de l'abondance de la MEM (Youm et Gilstrap, 1993 ; Sastawa et al., 2002 ; Kabore, 2018). Cette abondance pourrait être due à la nature du sol mentionnée plus haut qui serait favorable au maintien des chrysalides de la MEM. Ainsi, l'importance des adultes de *H. albipunctella* qui émerge au cours de la saison hivernale dépend généralement du nombre de chrysalides en diapause. À cela, s'ajoute le fait que le mil est la principale céréale produite en région sahélienne en raison des conditions climatiques défavorables par rapport aux zones soudanaises où on trouve toute une diversité de cultures céréalières. Cette disponibilité de la

ressource en région sahélienne pourrait procurer à la MEM une certaine adaptation au fil du temps étant donné que l'espèce est monophage et ne pond généralement que sur l'apex de l'épi de mil (Vercambre, 1978 ; Gahukar et Ba, 2019). Par conséquent, le taux d'épis attaqués est plus important dans cette zone plus sèche où on rencontre des précipitations faibles et irrégulières contrairement aux zones soudanaises. Ceci corrobore les résultats des travaux de certains auteurs qui affirment que les infestations de la MEM sont plus accentuées dans les zones sèches comparativement à d'autres zones (Gahukar et al., 1986 ; Gahukar et Ba, 2019). Au-delà de cette affirmation, une coïncidence entre le vol des adultes de la MEM et l'émergence des épis de mil et les semis précoces pourrait aussi expliquer le taux élevé d'épis attaqués observés dans la zone sahélienne (Gahukar, 1989 ; Youm et Gilstrap, 1993 ; Gahukar et Ba, 2019).

CONCLUSION ET APPLICATION DES RÉSULTATS

La présente étude sur la perception des producteurs a révélé qu'au Burkina Faso, la culture du mil, généralement en association avec du niébé et du sorgho, est confrontée au problème des insectes ravageurs dont le principal est la MEM. Les dégâts de ce ravageur sont connus par les producteurs et semblent s'aggraver lorsque surviennent des poches de sécheresse. L'évaluation de l'incidence a montré que les infestations de la

MEM sont présentes dans toutes les zones agroécologiques qui ont fait l'objet de notre étude. Cependant, elles apparaissent beaucoup plus importantes en zone sahélienne et nord soudanienne. Cette enquête de perception qui a contribué à mieux situer la place de la MEM et l'ampleur de ses dégâts au Burkina Faso, pourrait servir de base pour élaborer des méthodes de lutte efficaces et écologiques contre ce ravageur.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été soutenu par le CCRP (Collaborative Crop Research Program) de la Fondation McKnight, Minneapolis à travers le projet SAHEL/IPM [18-096 ; 2018-2022] qui couvre le Burkina Faso, le Mali et le Niger. Les opinions exprimées ici sont celles des auteurs

et ne reflètent pas nécessairement les points de vue de la Fondation McKnight. Les auteurs sont également reconnaissants aux producteurs de mil enquêtés de chaque commune pour leur accueil et leur collaboration.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amadou L., Baoua I.B., Ba M.N., Haussmann B., Altiné M. (2017). Gestion de la chenille mineuse de l'épi du mil par des lâchers du parasitoïde *Habrobracon hebetor* Say au Niger. *Cah. Agric.* 26 : 55003. DOI : <https://doi.org/10.1051/cagri/2017045>
- Ba M.N., Baoua I.B., Kaboré A., Amadou L., Oumarou N., Dabire-Binso C., Sanon A. (2014). Augmentative on-farm delivery methods for the parasitoid *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) to control the millet head miner *Heliocheilus albipunctella* de Joannis (Lepidoptera: Noctuidae) in Burkina Faso and Niger. *BioControl* 59: 689–696.
- Ba N.M., Baoua I.B., N'Diaye M., Dabire-Binso C., Sanon A., Tamò M. (2013). Biological control of the millet head miner *Heliocheilus albipunctella* (de Joannis) (Lepidoptera: Noctuidae) in the Sahelian region by augmentative releases of the parasitoid wasp *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae): effectiveness and farmers' perceptions. *Phytoparasitica* 41, 569–576. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12600-013-0317-x>
- Baoua B.I., Ba M.N., N'diaye M., Dabire-Binso C., Tamo M., Aminou A.M. (2009). Rapport d'activités du projet de gestion intégrée de la mineuse de l'épi du mil au sahel. Bilan 2006/2008. Mali, Burkina Faso, Niger: IER/INERA/INRAN/ITA, 28p.
- Bernardi M., Mishoe J.W. et Jones J.W. (1989). RAGHUVA: a computer simulation of *Raghuva albipunctella* population dynamics, and *Pennisetum americanum* and *P. typhoides* phenology, *Ecol. Modelling*, 44, 275-298.
- CORAF (2018). Catalogue Régional des Espèces et Variétés Végétales : Variétés homologuées 2016-2018. CEDEAO-UEMOA-CILSS. 30p.
- Coulibaly K., Vall E., Autfray P. et Sedogo P.M. (2012) : Performance technico-économique des associations maïs/niébé et maïs/mucuna en situation réelle de culture au Burkina Faso : potentiels et contraintes. *Tropicultura*, 30 : 3, 147-154
- Dabat M.H., Lahmar R., et Guissou R. (2012). La culture du niébé au Burkina Faso : une voie d'adaptation de la petite agriculture à son environnement ?", *Autrepart.*, (62) : 95-114. <https://doi.org/10.3917/autr.062.0095>
- Dabré E.E. (2008). Inventaire et importance des insectes ravageurs du mil, *Pennisetum glaucum* (LEEK) R. Br. En zone sahélienne du Burkina Faso. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur du développement rural : Agronomie. 69 pages
- Dagnelie P. (1998). Statistiques théoriques et appliquées. Tome2 : Inférence statistique à une et à deux dimensions. Paris et Bruxelles, De Boeck et Larcier, 659 p.
- DGESS (2020). Enquête sur la Production Alimentaire, campagne agricole de 2020/2021. Mars 2020. 95 p. www.sisa.bf
- Drabo I., Zangre R.G., Danquah E.Y., Ofori K., Witcombe J., Hash C.T. (2019). Identifying farmers' preferences and constraints to Pearl Millet production in the Sahel and North-Sudan zones of Burkina Faso. *Expl Agric.* : Pp 1-11, URL : <http://ugspace.ug.edu.gh/handle/123456789/31805>
- Fontès J. et Guinko S. (1995). Carte de la végétation et de l'occupation du sol au Burkina Faso ; Notice explicative. 67p
- Fujisaka S. (1992). Will farmer participatory research survive in the international agricultural research centers ?

- Gatekeepers Series 4. London, UK : International Institute for Environment and Development URL : <http://www.jstor.com/stable/resrep01682>
- Gahukar R.T, Ba M.N. (2019). An updated review of research on *Heliocheilus albipunctella* (Lepidoptera: Noctuidae), in Sahelian West Africa. Journal of Integrated Pest Management 10: 1–9. DOI: 10.1093/jipm/pmz003
- Gahukar R. T. (1990a). Sampling techniques, spatial distribution and cultural control of millet spike worm, *Raghuva albipunctella* (Noctuidae : Lepidoptera). Ann. Appl. Biol. 117: 45–50. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1990.tb04193.x>
- Gahukar RT. (1990b). Population ecology of *Acigona ignefusalis* Hampson (Lepidoptera: Pyralidae) in Senegal. *Environmental Entomology*, 19(3) : 13-19. DOI: 10.1093/ee/19.3.558
- Gahukar R.T. (1989). Pest and disease incidence in pearl millet under different plant density and intercropping patterns. *Agric Ecosyst Environ* 26:69–74.
- Gahukar R.T., Guèvremont T.H., Bhatnagar V.S., Doumbia Y.O., Ndoye M., Pierrard G. (1986). A review of the pest status of the millet spike worm, *Raghuva albipunctella* de Joannis (Noctuidae: Lepidoptera) and its management in the Sahel. *Insect Sci. Appl.* 7, 457–463. DOI : <https://doi.org/10.1017/S174275840009668>
- Guèvremont H. (1982). Études de la mineuse de l'épi et autres insectes du mil : Rapport annuel de recherche pour l'année 1981. CNRA de Tarna, Maradi, Niger, pp.57.
- Guèvremont H. (1983). Recherches sur l'entomofaune du mil – Rapport annuel de Recherches pour l'année 1982. CNRA de Tarna, Maradi, Niger, pp 69.
- Guo Z., Dong Y., Dong K., Zhu J., Ma L. (2020). Effects of nitrogen management and intercropping on faba bean chocolate spot disease development. *Crop Prot.* 127, 104972. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104972>.
- INSD (2016). Annuaire statistique 2015. 397p
- INSD (2006). Annuaire statistique 2006. 407p
- Kabore, A., Ba, N. M., Dabire-Binso, C. L., & Sanon, A. (2019). Towards development of a parasitoid cottage industry of the parasitoid wasp *Habrobracon hebetor* (Say) : optimum rearing and releases conditions for successful biological control of the millet head miner *Heliocheilus albipunctella* (De Joannis) in the Sahel. *Int. J. Trop. Insect Sci.* 39 (1), 25-33.
- Kabore A. (2018). Optimisation de la lutte biologique contre la mineuse de l'épi de mil, *Heliocheilus albipunctella* De Joannis (Lepidoptera : Noctuidae) au Burkina Faso : Techniques d'élevage de masse et de lâchers du parasitoïde *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera : Braconidae). Thèse de Doctorat, Université Joseph KI ZERBO. Pp.136
- Kabore A., M. N. Ba, C. Dabire-Binso and Sanon A. (2017). Field persistence of *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) following augmentative releases against the millet head miner, *Heliocheilus albipunctella* (de Joannis) (Lepidoptera: Noctuidae), in the Sahel. *Biol. Control.* 108: 64–69. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.03.001>
- Kadri A., Halilou H., et Karimou I. (2019). Culture du mil [*Pennisetum glaucum* (L) R. Br] et ses contraintes à la production : une revue. *International*

- journal of Biological and Chemical Sciences. 13(1): 503-524, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i1.40>
- Konaté G., (2008). Burkina Faso : une insécurité foncièrement féminine. Infos, le bulletin de liaison du Groupe de recherche et d'action sur le foncier : <http://graf.zcp.bf>.
- Krall, S., Youm, O. and Kogo, S. A. (1995). Panicle insect pest damage and yield loss in pearl millet, pp. 135–145. In K. F. Nwanze and O. Youm (eds.), Proceedings, International Consultative Workshop on Panicle Insect Pests of Sorghum and Millet, 4–7 October 1993, Niamey, Niger. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, Andhra Pradesh, India.
- Kumela T., Simiyu J., Sisay B., Likhayo P., Mendesil P., Gohole L. and Tefera T. (2019). Farmers' knowledge, perceptions, and management practices of the new invasive pest, fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Ethiopia and Kenya. International journal of pest management, 2019.VOL.65, NO.1, 1–9. <https://doi.org/10.1080/09670874.2017.1423129>
- Lawane G., Sougnabe S.P., Lenzemo V., Gnokreo F., Djimasbeye N. Et Ndoutamia G. (2010). "Efficacité de l'association des céréales et du niébé pour la production de grains et la lutte contre *Striga hermonthica* (Del.)". Savanes africaines en développement : innover pour durer, 8 p. <http://hal.cirad.fr/cirad-00471450>
- Litsinger J. A., Price E. C., & Herrera R. T. (1980). Small farmer pest control practices for rainfed rice, corn, and grain legumes in three Philippine provinces. Philippine Entomologist, 4, 65–86.
- MAAH (2017). Rapport de suivi de la campagne agropastorale 2017/2018 – SISA, 22p.
- Namatsheve T., Cardinael R., Corbeels M., Chikowo R. (2020). Data from : productivity and biological N2-fixation in cereal-cowpea intercropping systems in sub-Saharan Africa. A review. CIRAD Dataverse, V1 1. https://doi.org/10.18167/DVN1/DXD_R1R
- Mbaye DF. (1993). Contraintes phytosanitaires du mil dans le sahel: Etat des connaissances et perspectives. In Le Mil en Afrique : Diversité Génétique et Agro-physiologie: Potentialités et Contraintes pour l'Amélioration Génétique et l'Agriculture, Serge H (éds). ORSTOM : Paris ; 173-186.
- Ndoye M. (1988). Biologie et écologie de deux lépidoptères : *Amsacta moloneyi* DRUCE (Lepidoptera : Arctiidae) et *Heliocheilus albipunctella* (De Joannis) (Lepidoptera : Noctuidae) ravageurs du mil au Sénégal. Thèse de Doctorat d'état, Université PAUL-Sabatier de Toulouse, 227 pages.
- Ndoye M. (1991). Biologie et dynamique des populations de *Heliocheilus albipunctella* (De Joannis) ravageur de la chandelle de mil dans le Sahel. Sahel PV Info 39 :11–20.
- Nwanze, K.F. and Youm, O. (1995). (eds) Panicle insect pests of sorghum and pearl millet : proceedings of an international consultative workshop, 4-7 Oct 1993, ICRISAT Sahelian Centre, Niamey, Niger. ICRISAT Patancheru, A.P. 502 324, India.
- Oumarou N., Baoua I., Saidou A.A, Amadou L., Stern D. (2019). Perception des paysans sur la contrainte de la mineuse de l'épi *Heliocheilus albipunctella* De Joannis, ravageur important du mil en zone sahélienne. Tropicultura, Volume

- 37, Numéro 1. DOI : <https://doi.org/10.25518/2295-8010.255>
- Paul M., Lauri P. É., Cassagne N. (2020). Le pommier en agroforesterie : Dynamique des ravageurs et de leurs ennemis naturels (Doctoral dissertation, INRAE). <https://hal.inrae.fr/hal-03030308>
- Payne W., Tapsoba H., Baoua I.B., Ba N.M., N'Diaye M., Dabire-Binso C. (2011). On-farm biological control of the pearl millet head miner : realization of 35 years of unsteady progress in Mali, Burkina Faso and Niger. *Int. J. Agr. Sustain.* 9, 186–193. DOI : 10.3763/ijas.2010.0560
- Saïdou A.A. (2011). Etude moléculaire, évolution et caractérisation de gènes impliqués dans l'adaptation du mil (*Pennisetum glaucum* [L.] R. Br.) aux changements climatiques. Montpellier : Montpellier SupAgro, 236 p. Thèse de doctorat : Evolution, écologie, ressources génétiques, paléontologie : Montpellier SupAgro
- Sastawa, B.M., Lale, N.E.S., Ajayi, O. (2002). Evaluating host plant resistance and sowing date modification for the management of the stem borer, *Coniesta ignefusalis* Hampson and the head miner *Heliocheilus albipunctella* de Joannis infesting pearl millet in the Nigerian Sudan savanna. *J. Plant Dis. Protect.* 109, 530–542.
- Shelke G.V. et Chavan A.M. (2010). Improvement of agronomically desirable genotype for downy mildew disease resistance in Pearl millet [(*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.)] By recombination breeding. *Journal of Ecobiotechnology*, vol. 2, no. 1, Jan. 2010, <https://updatepublishing.com/journal/index.php/jebt/article/view/14>.
- Tanzubil P.B., Zakariah M., & Alem A. (2004). Effect of nitrogen and farmyard manure on insect pests of pearl millet in northern Ghana, *Trop. Sci.*, 44, 1, 35–39.
- Tanzubil P.B. et Yakubu E.A. (1997). Insect pests of millet in Northern Ghana. 1. Farmers' perceptions and damage potential. *International journal of pest management*, 43(2) 133–136. <http://dx.doi.org/10.1080/09670879728825>.
- Thiaw C., Brévault T., Diallo N.F., Sow A., Ngom D., Soti V. Sarr I., Dorego G.S., Diop M., Cissé N., and Sembene M. (2017). Incidence et régulation de la chenille mineuse de l'épi de mil, *Heliocheilus albipunctella* de Joannis (Lepidoptera, Noctuidae) à Bambey dans le bassin arachidier au Sénégal. *Agronomie Africaine*. 29 (2) : 83 – 95.
- Trail P., Abaye O., Thomason W.E., Thompson T.L., Gueye F., Diedhiou I., Diatta M.B., Faye A. (2016). Evaluating intercropping (living cover) and mulching (desiccated cover) practices for increasing millet yields in Senegal. *Agron J* 108:1742–1752. <https://doi.org/10.2134/agronj2015.0422>
- Vercambre B. (1978). *Raghuva* spp. et *Massalia* sp., Chenilles des Chandelles de mil en zone sahélienne. *Agronomie Tropicale* 33 : 62-79. <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=PASCAL7810329127>
- Youm O. and Gilstrap F.E. (1993). Population dynamics and parasitism of *Coniesta (Haimbachia) ignefusalis*, *Sesamia calamistis*, and *Heliocheilus albipunctella* in millet monoculture. *Insect Science and its Application* 14 (4) : 419 - 426. DOI : <https://doi.org/10.1017/S1742758400014077>

- Youm O., Owusu E.O. (1998). Assessment of yield loss due to the millet head miner, *Heliocheilus albipunctella* (Lepidoptera : Noctuidae) using a damage rating scale and regression analysis in Niger. Int J Pest Manage 44 :119–121. DOI : <https://doi.org/10.1080/0967087982284>
- Zongo K.F., Hien E., Drevon J.J., et clermont-Dauphin C. (2021). Perceptions et motivations paysannes de la pratique des associations céréales - légumineuses en zone Soudano - Sahélienne du Burkina Faso. Afrique SCIENCE 18(1) (2021) 100 - 114 ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.net>
- Zoundi J.S., Lalaba A., Tiendrébéogo J.P., Bambara D. (2007). Systèmes de cultures améliorés à base de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) pour une meilleure gestion de la sécurité alimentaire et des ressources naturelles en zone semi-aride du Burkina Faso. TROPICULTURA, 2007, 25,2, 87-96. <http://hdl.handle.net/10625/44281>