



Incidences économiques dus aux attaques des chenilles mineuses de l'épi de mil dans la bande sud du Niger

Issaka Hamidine¹, Sitou Lawali¹, Rabé Mahamane Moctar² et Boukary Baoua Ibrahim ¹

¹Faculté d'Agronomie et des Sciences de l'Environnement de l'Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi,

²Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université Djibo Hamani de Tahoua, Niger.

Auteur correspondant : Hamidine Issaka, email : hamidine.issaka@gmail.com

Submission 18th January 2023. Published online at <https://www.m.elewa.org/Journals/> on 31st March 2023.
<https://doi.org/10.35759/JABs.183.3>

RESUME

Objectif : L'objectif de cette étude est d'évaluer les pertes économiques et le gain de rendement obtenu grâce aux lâchers des parasitoïdes.

Méthodologie et résultats : La chenille mineuse (*Heliocheilus albipunctella* De joannis) de l'épi de mil est l'un des principaux ravageurs qui occasionnent d'importantes pertes agricoles au Sahel. Face à cette contrainte, la technologie de lutte biologique par le lâcher augmentatif d'*Habrobracon hebetor* a été diffusée par le projet Sahel-IPM de CCRP dans plusieurs localités du Niger. En effet, aucune étude n'a abordé les aspects de pertes économiques. Des enquêtes auprès de 360 producteurs du mil couplées à des mesures dans 48 carrés de rendement placés dans 12 villages sont faites. Les résultats ont permis de relever que le rendement du mil est de 50,42±2,01 kg/ha dans les champs attaqués sans traitement et de 305,29±8,45 dans les zones traitées aux lâchers des parasitoïdes soit un gain moyen de rendement de 254 kg (65,53 %) de production du mil équivalent à 65 902 FCFA à l'hectare.

Conclusion et applications des résultats : cette étude sur les pertes économiques dues aux attaques de la chenille mineuse de l'épi du mil va contribuer à une prise de conscience sur les pertes occasionnées et le gain de rendement obtenu grâce aux activités de lâchers. La technologie de lutte biologique est très moins couteuse comparée aux sommes injectées par l'Etat et ses partenaires dans l'achat des pesticides chimiques pour la gestion des ravageurs sans compter les conséquences environnementales et sanitaires de ces produits

Mots clés : Mil, impacts économiques, *Heliocheilus albipunctella* De Joannis, *Habrobracon hebetor*, Niger

Economic impact of millet head miner attacks in the southern Niger band

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to evaluate the economic losses and yield gains obtained from parasitoid releases.

Methodology and results: The millet head miner (*Heliocheilus albipunctella* De joannis) is one of the main pests causing significant agricultural losses in the Sahel. In response to this constraint, the biological control technology of augmentative release of *Habrobracon hebetor* was disseminated by the PRCC Sahel-IPM project in several localities in Niger. Indeed, no study has addressed the economic loss aspects. Surveys of 360 millet farmers were conducted, together with measurements in 48 yield squares in 12 villages. The results showed that millet yields were 50.42 ± 2.01 kg/ha in fields attacked without treatment and 305.29 ± 8.45 in areas treated with parasitoid releases, i.e. an average yield gain of 254 kg (65.53%) of millet production equivalent to 65,902 FCFA per hectare.

Conclusion and Application of results: This study on economic losses due to millet head miner attacks will contribute to raising awareness on the losses and yield gains obtained through release activities. Biological control technology is much cheaper than the sums injected by the State and its partners in the purchase of chemical pesticides for pest management, not to mention the environmental and health consequences of these products.

Keywords : Millet, economic impacts, *Heliocheilus albipunctella* De Joannis, *Habrobracon hebetor*, Niger

INTRODUCTION

Le mil, *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br., est une culture tolérante des conditions arides et semi-arides de la zone sahélienne c'est-à-dire qui résiste aux sols moins fertiles, à la sécheresse et aux fortes températures (Amusan *et al.*, 2008; Sehgal *et al.*, 2012; Sankar *et al.*, 2014). Cultivé essentiellement à cause de ses graines, le mil occupe le septième rang au plan mondial des céréales cultivées dont les principaux producteurs sont l'Inde et l'Afrique de l'Ouest (Moumouni, 2014). La culture du mil est pratiquée sur environ 21 millions d'hectare et plus de 500 millions de personnes en dépendent pour leur survie en Afrique (Hamadou *et al.*, 2017). Au Niger, le mil est la culture de base qui constitue l'aliment quotidien de 85% de la population (Moussa *et al.*, 2021). La production agricole est limitée par les aléas climatiques car seulement 12% de la superficie nationale sont exploités sur la bande sud (Ouendeba et Sogoba, 2004). Avec une production de 3 270, 486 tonnes, le mil

occupe 6 426,8 (en milliers d'hectares) et un rendement moyen de moins de 500 kg/ha (INS, 2020). Les attaques de la mineuse de l'épi du mil peuvent induire des pertes allant de 8% à 95% (Baoua, 2009). La lutte biologique à travers les lâchers augmentatifs est la seule alternative face à cet ennemi de culture. Il a été notifié par 77% des producteurs que la technologie est utile et peut engendrer un gain de rendement de 50% (Amadou *et al.*, 2017). Vu le degré de dégâts induits par le ravageur et le succès enregistré grâce aux lâchers augmentatifs des parasitoïdes dans les champs du mil, il sera important d'apprécier le point de vue des bénéficiaires de la technologie sur la gestion du ravageur et le bénéfice que cette dernière peut engendrer sur la production agricole. La présente étude vise à évaluer les pertes économiques et le gain de rendement obtenu grâce aux lâchers des parasitoïdes dans les carrés de rendement et la perception paysanne.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La présente étude a été conduite dans les communes de Douchi, Guéchémé, Chadakori, Sherkin Hausa, Droum et Bandé. Elle a concerné deux niveaux dont le premier est la mise en place des carrés de rendement dans les champs de mil pour observation d'un certain nombre de paramètres et le deuxième est consacré pour les enquêtes ménages auprès des producteurs afin de comparer les rendements à la perception paysanne sur l'impact agroéconomique de la lutte biologique. Pour l'installation des carrés de rendement, il a été retenu trois communes : Douchi, Serkin Hausa et Bandé. Au niveau de chaque commune, quatre villages ont été identifiés soit un total de douze. Ces localités ont été choisies sur la base des lâchers des parasitoïdes qui ont été faits en collaboration avec les services techniques communaux. Au niveau de chaque village quatre producteurs du mil volontaires ont été retenus en collaboration avec le chef du village. L'estimation des rendements a été effectuée en utilisant la méthodologie utilisée par les services de la statistique du Ministère du Développement Agricole (M.D.A). Cependant, il a été placé quatre carrés de rendements de superficie 100m² (10 m x 10 m) chacun (MDA, 2003) suivant les points cardinaux soit au total quarante-huit (48) champs identifiés. Les données collectées sont relatives à la densité de semis, le type de variété, le système de culture, l'infestation par la MEM, le lâcher des parasitoïdes, le rendement et surtout le compte d'exploitation des différents carrés de rendement installés. Il a été appliqué le théorème de Pythagore qui dit : dans un triangle rectangle le carré de l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des deux autres côtés) dans les champs pour déterminer l'angle droit des différents carrés qui sont matérialisés par des piquets. Pour l'estimation du rendement moyen (Rm), la formule suivante a été utilisée (MDA, 2003) :

$$\overline{Rm} = \frac{\sum qté(kg) \times 10\,000\,m^2}{100\,m^2} ;$$

$\sum qté$ = la somme des 4 carrés de rendements au niveau d'un village ; un hectare = 10 000 m²

Pour ce qui est de l'enquête au niveau des producteurs, un échantillonnage raisonné a été appliqué dans les 6 communes. Dans chaque commune quatre villages bénéficiaires de la lutte biologique ont été retenus et dans chaque village 15 producteurs ont été interviewés suivant un échantillonnage raisonné, soit 360 exploitants répondants. Il a été demandé la perception des producteurs sur les rendements en année de forte infestation de MEM, en année typique sans infestation, en année d'infestation avec lâchers des parasitoïdes et les charges de production allouées à un hectare de mil. Toutes les données ont été collectées grâce à l'application *Kobocollect* installée sur les tablettes. Le tableur Excel a permis de déduire certains paramètres et les logiciels R.4.0.4 et SPSS v.26 ont servi aux analyses descriptives et tests statistiques afin de comparer les résultats en fonction des localités. Le test de khi-deux a été utilisé pour comparer les proportions des réponses entre les communes et le test ANOVA a permis de comparer la charge de production, le rendement du mil, la marge brute, le profit tiré de la production du mil, le rendement en année de forte infestation, le rendement après le lâcher et le gain de rendement enregistré selon les zones concernées.

Analyse économique : La charge de production (**ChagPMil**) a été calculée en faisant la somme de toutes les charges variables des différentes opérations (Toure *et al.*, 2021) culturelles pour la production d'un hectare de mil pour chaque répondant. Ces charges sont liées à la préparation du terrain, le coût de la fertilisation, le coût de semence, le coût de traitement de semence, le coût de semis, le coût des sarclages, le coût de récolte, le coût de

transport et le coût de battage et les sacs de conditionnement.

Le revenu brut (**RBRUT**) sur un ha de mil de chaque exploitant a été calculé en tenant compte de l'année typique sans attaques de la MEM. Il est déterminé (**RBRUT**) grâce à la formule :

$RBRUT = \sum Q_i * Pu$; avec Q_i : la quantité du mil produit sur un ha et Pu : le prix unitaire moyen de la mesure locale (Sogodogo *et al.*, 2022).

Le bénéfice net (RNET) a été déterminé avec la formule ci-après :

RNET= ValNET – ChagPMil (Awo *et al.*, 2021) ;

Le rendement moyen du mil a été calculé de la manière suivante :

RdtMil= NB * NTIA * 2,5 Kg (AVN, 2004); avec : **RdtMil** : rendement du mil à l'hectare en année sans attaques de la MEM, NB :

nombre de botte, NTIA= nombre par botte (TIA = mesure locale et 1 TIA= 2,5 kg).

Pour le calcul de toutes les moyennes

$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$; x_i = valeur de chaque producteur enquête (i=1 à 360) ; N = nombre total des enquêtés (Mastafi *et al.*, 2019).

La perte de rendement (**RdtPERDU**) a été déduite en faisant la différence entre le rendement moyen en année sans attaques de la MEM et le rendement en année de forte infestation de la MEM (**RdtFinfes**). La formule est : **RdtPERDU = RdtMil – RdtFinfes**

Le gain de rendement après l'opération de lâcher des parasitoïdes est déduit de la manière ci-après : **GRdtAPLâcher = Rdt_APLâcher – RdtFinfes** ; avec **Rdt_APLâcher** : rendement mil après le lâcher des parasitoïdes ; **RdtFinfes** : rendement mil en année de forte infestation de la MEM.

RÉSULTATS

Caractéristiques de champs visités :

L'analyse ressort que dans les trois communes concernées tous les producteurs font la pratique paysanne pour la production du mil. Les semences variétés améliorées sont les plus utilisées (77,1%) contre les variétés locales (22,9%) dans toutes les trois communes. Pour la fertilité des terres, la fumure organique (72,9%) est la plus utilisée pour tous les producteurs face aux engrais minéraux. Parmi

les champs observés, 98% sont infestés par la MEM. Le niveau d'infestation moyen est de 49,79±28,36 % dans toutes les communes. D'autre part, l'association culturale est la plus pratiquée dans tous les champs observés avec un taux de 95,8% qui la pratique (tableau 25). Il ressort trois principaux types d'association dans ces localités à savoir Mil + niébé (85,4%), Mil + sorgho (45,8%) et Mil + sésame.

Tableau 1 : Proportion de réponses par rapport aux cultures associées au mil

	Bandé	Doutchi	Sherkin Hausa	% Moyen	Khi-deux	p-value
Mil + Sorgho	43,8	12,5	81,3	45,8	15,27	***
Mil + Niébé	81,3	93,8	81,3	85,4	1,33	NS
Mil + Arachide	12,5	0	18,8	10,4	3,12	NS
Mil + Sésame	56,3	6,3	25	29,2	9,88	***
Mil + Autres	0	0	18,8	6,3	6,4	*

**= p<0,01 ; *= p<0,05 ; NS ; Non Significatif

Le tableau 2 présente les différentes caractéristiques observées dans les champs. En effet, il ressort une densité de semis du mil de

2,14±0,94 m² par poquet en moyenne avec une différence très significative (p=0,000) entre les trois communes. S'agissant des poquets par

hectare, il a été observé une moyenne de $4\ 685 \pm 1\ 569$ et un nombre moyen des épis potentiels de $19\ 800 \pm 8\ 214$ /ha soit une moyenne de 5 épis par poquet. Pour ce qui est de la charge de production pour un hectare de mil, elle a été estimée à $32\ 009 \pm 9\ 652$ FCFA

avec une différence très significative ($p=0,000$) entre les communes concernées. En fin de campagne, il a été enregistré un rendement moyen de 492 ± 178 kg/ha qui est statistiquement différent ($p=0,04$) entre les trois communes.

Tableau 2 : Caractéristiques des champs dans les trois communes

	Nombre de poquets par ha	Nombre de tiges par ha	Nombre d'épi par ha	Nombre de poquet/m ²	Charge de production (FCFA)	Rendement mil par ha
Bandé	$4\ 112,5 \pm 1\ 105,06$	$19925 \pm 8074,94$	$19925 \pm 8074,94$	$2,75 \pm 1,15$	$27090,62 \pm 6878,93$	$401,5 \pm 181,05$
Doutchi	$5918,75 \pm 1161,73$	$20281,25 \pm 10414,17$	$19281,25 \pm 10570,72$	$1,45 \pm 0,33$	$43603,13 \pm 4470,66$	$546,87 \pm 123,11$
S_Hausa	$4025 \pm 1646,61$	$21106,25 \pm 6273,91$	$20193,75 \pm 5833,17$	$2,24 \pm 0,65$	$25335,94 \pm 2821,79$	$527,81 \pm 196,83$
Moyenne	$4685,42 \pm 1569,65$	$20437,5 \pm 8260,48$	$19800 \pm 8214,67$	$2,14 \pm 0,94$	$32009,9 \pm 9652,84$	$492,06 \pm 178,64$
ANOVA	F=10,38 ; p=0,000	F=0,083 ; p=0,921	F=0,05 ; p=0,951	F=11,156 ; p=0,000	F=64,774 ; p=0,000	F=3,457, p=0,04

Corrélation entre le rendement et les paramètres agronomiques mesurés : La figure 1 illustre les différents paramètres identifiés qui peuvent influencer le rendement en champs. En effet, les facteurs ayant une influence positive (colorés en bleu sur la figure) sur le rendement sont : la charge de production allouée par hectare de mil, les nombres de poquet et tiges portant les épis potentiels et surtout le traitement des champs avec *H. hebetor*. Les facteurs qui influencent

négativement le rendement sont : la non-utilisation des fertilisants et le grand écartement dans les champs de mil. D'autre part, on constate que le nombre de ligne et de poquet sont corrélés négativement avec l'écartement. C'est-à-dire plus l'écartement est important moindre est la densité des poquets dans les champs. Il a été constaté aussi que le nombre de poquet est corrélé positivement avec le nombre de tiges portant les épis potentiels.

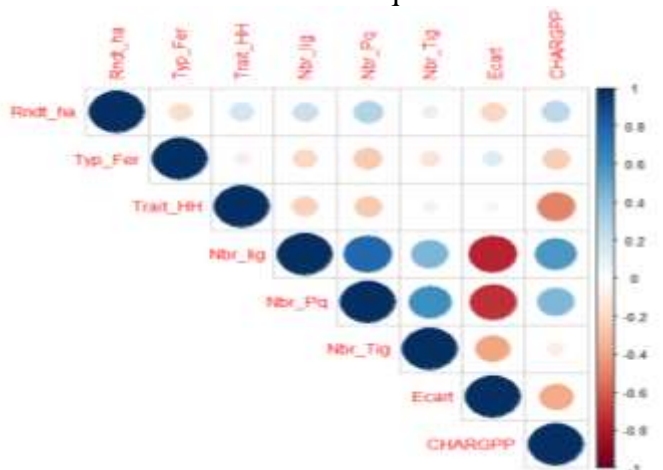


Figure 1 : Corrélogramme des paramètres agronomiques mesurés au champ

Analyse des comptes d'exploitation sur les charges de production, le rendement et le revenu de la culture du mil : Les résultats illustrent les charges de production allouées à un hectare du mil (tableau 3). En effet, les exploitations enquêtées font un investissement moyen d'environ 40 000F pour exploiter un hectare du mil pour l'ensemble des répondants. Cela a engendré un rendement moyen de 419,11±10,48 kg/ha en année typique de production sans infestation de la MEM. En termes de valeur nette, un hectare peut générer

en moyenne 100 000 FCFA (±3 749 F). Le test de comparaison des moyennes (ANOVA) indique qu'il y a une différence très significative (p=0,00) au niveau des communes entre les charges de production, le rendement et la valeur nette. D'autre part, cet investissement pour la production du mil sur un hectare, peut générer un revenu d'environ 60 000 F (±3 571 F) au niveau de toutes les localités. Le test statistique ANOVA n'est pas significatif sur les revenus dans différentes communes.

Tableau 3 : Charges, rendement, valeur en FCFA et revenu de la culture du mil par hectare en année de faible infestation de la MEM

Communes	ChagPMil (FCFA)	RdtMil (Kg/ha)	RBRUT (FCFA)	RNET (FCFA)
Doutchi	54267,14±2328,36a	521,67±21,57a	121051,57±4350,32a	66784,42±3371,01a
Tibiri	37481,81±2790,10bc	457,72±37,44ab	108478,87±10001,29ab	70997,06±9285,55a
Chadakor	37731,09±2394,11bc	422,64±24,09bc	89775±5200,50ab	52043,90±5253,01a
S_Hausa	31595,39±2238,30c	322,94±21,06d	80081,97±11206,29b	48486,57±10959,21a
Bandé	43030,17±2240,05b	485,86±30,02ab	96838,27±6490,44ab	53808,10±5555,94a
Droum	36155,81±1985,69bc	358,09±19,46cd	104299,56±10885,80ab	68143,75±10668,67a
Moyenne ANOVA	39940,02±1013,50 F=12,725 ; p=0,000	419,09±10,48 F=10,983 ; p=0,000	99409,88±3749,09 F=2,716 ; p=0,02	59469,86±3571,09 F=1,184 ; p=0,316

Les moyennes suivies d'une même lettre sur la colonne ne sont pas différentes

Chamil : charge de la production sur 1 hectare du mil ; **RdtMil :** rendement du mil à l'hectare en année sans attaques de la MEM ; **RBRUT :** valeur brute de la production d'un hectare du mil ; **RNET :** revenu net issu de la production d'un hectare du mil

Les résultats du (tableau 4) illustrent les pertes occasionnées par la chenille mineuse de l'épi de mil. Il ressort un rendement moyen de 50,42±2,01kg en cas de forte infestation de la MEM au niveau de toutes les exploitations enquêtées. Partant de l'investissement moyen d'environ (40 000F) alloué à un hectare du mil et du rendement (419,11±218,40) obtenu, il a été déduit une perte moyenne de rendement d'environ 368,68±9,81kg par hectare. Soit une perte de plus

de 86% du rendement. En termes monétaire, les pertes sont estimées en moyenne à 86 812,50±3370,82 F par hectare. Le test de comparaison des moyennes (ANOVA) montre qu'il y a une différence très significative (p=0,00) au niveau des communes entre le rendement en année de forte infestation, le rendement perdu, le pourcentage de perte et la valeur monétaire de la perte.

Tableau 4 : Rendement mil en année de forte infestation de la MEM et les pertes économiques occasionnées

Communes	RdtFinfes (Kg)	RdtPERDU (Kg)	Pourcentage (%)	Val_PERTE (FCFA)
Doutchi	69,14±5,46a	452,52±20,75a	85,77±1,14ab	103945,87±4116,73a
Tibiri	44,45±7,11b	413,27±33,30a	90,86±1,12c	96916,63±8262,38ab
Chadakori	35±3,90b	387,64±23,67a	90,49±1,12c	81721,19±5018,72ab
S_Hausa	50,73±4,80b	272,21±18,53b	82,40±1,28a	66770,21±9344,76b
Bandé	49±4,35b	436,86±28,51a	88,63±0,95bc	86883,63±6135,56ab
Droum	49,62±3,94b	308,46±18,02b	84,65±1,03ab	90442,25±10212,48ab
Moyenne	50,42±2,01	368,67±9,81	86,50±0,49	86812,50±3370,82
ANOVA	F=5,519 ; p=0,000	F=11,367 ; p=0,000	F=8,087 ; p=0,000	F=2,659 ; p=0,022

Les moyennes suivies d'une même lettre sur la colonne ne sont pas différentes

RdtFinfes : rendement mil en année de forte infestation de la MEM ; **RdtPERDU :** Perte en rendement occasionnée par la MEM sur un ha ; **Val_PERTE :** Valeur des pertes en espèces sur un ha



Figure 2 : Dégâts de la mineuse de l'épi sur la culture du mil

Analyse du rendement après l'opération du lâcher des parasitoïdes : Le tableau 5 présente le gain de rendement enregistré après le lâcher des parasitoïdes selon les répondants. En effet, l'opération du lâcher augmentatif permet de sauver une récolte destinée à la perte. Cependant, cette étude qui évalue les impacts des lâchers augmentatifs des parasitoïdes dans les champs du mil a permis d'estimer un rendement de 305,29±8,45 kg à l'hectare après le lâcher. Soit un gain de 254,87±7,89 kg à l'hectare par rapport à

une année de forte infestation de la mineuse de l'épi de mil. Cela correspond à un pourcentage moyen de 65,52±2,03% de récolte récupérer grâce à la technologie de lutte biologique. Le gain de rendement enregistré équivaut à une valeur moyenne 65 902,01±3305,26 F par hectare du mil. Le test de comparaison des moyennes (ANOVA) montre qu'il y a une différence très significative (p=0,00) pour le rendement après lâcher, le gain rendement après lâcher et la valeur du gain de rendement entre les différentes communes.

Tableau 5 : Situation des rendements après le lâcher des parasitoïdes dans la zone de lâcher

Communes	Rdt APLâcher (Kg)	GRdtAPLâcher (Kg)	PourcentageG (%)	ValGAPL (FCFA)
Doutchi	370,91±18,86a	301,77±17,76a	62,58±4,90ab	75876,45±6827,64a
Tibiri	376,90±36,94a	332,45±32,25a	74,20±4,14ab	82868,47±9268,37a
Chadakori	332,26±21,41ab	297,26±21,18a	77,90±7,43b	65223,95±5145,22ab
S_Hausa	210,85±15,87c	160,11±13,23c	54,61±4,02a	42800,12±6450,95b
Bandé	330,51±21,22ab	281,51±20,27a	60,93±4,11ab	58780,90±4983,93ab
Droum	270,76±13,90b	221,13±12,97b	68,13±3,51ab	76995,73±10587,69a
Moyenne ANOVA	305,29±8,45 F=10,878 ; p=0,000	254,87±7,89 F=12,241 ; p=0,000	65,53±2,03 F=3,039 ; p=0,011	65902,01±3305,26 F=3,444 ; p=0,005

Les moyennes suivies d'une même lettre sur la colonne ne sont pas différentes.

Rdt APLâcher : rendement mil après le lâcher des parasitoïdes ; **GRdtAPLâcher :** gain de rendement observé ; **PourcentG :** gain rendement observé en pourcentage (%) ; **ValGAPL :** Valeur de gain rendement observé en ha

Les données sur la production et le rendement à l'hectare selon la perception et les mesures réelles sur le terrain sont présentées par la (figure 3). En effet, selon la perception paysanne il a été enregistré un rendement de 305,29 kg/ha contre un rendement de 492,06

kg/ha issue des mesures terrain après le lâcher des parasitoïdes soit un écart de 186,77 kg. En termes de charges de production allouées à un hectare de mil, il a été enregistré 39940 FCFA pour la perception paysanne contre 32010,91 F pour les parcelles suivies.

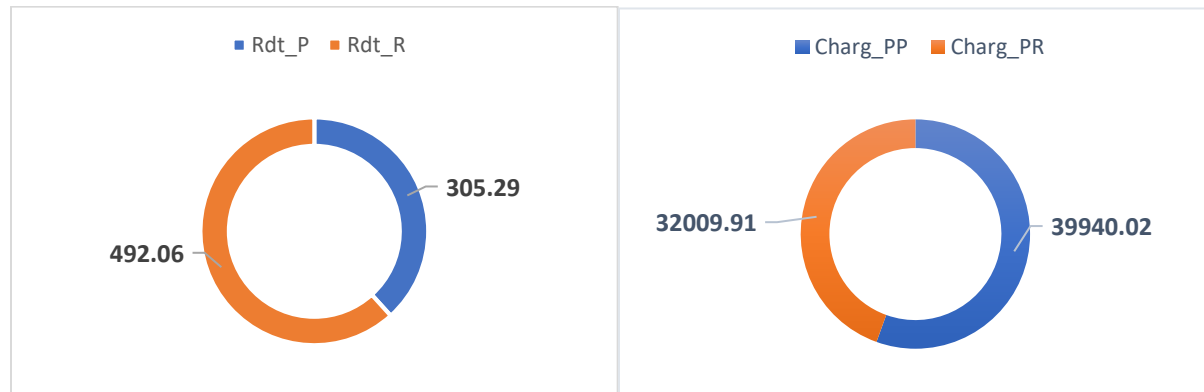


Figure 3 : charges de production et rendement mil selon la perception paysanne et les mesures terrain

Rdt_P : rendement issu de la peception paysanne après le lacher des parasitoïdes ; **Rdt_R :** Rendement mesuré sur le teraaain ; **Charg_PP :** Charges allouées à un hectare selon la perception paysanne ; **Charg_PR :** Charges de production allouées à un hectare données terrain

DISCUSSION

Cette étude sur l'évaluation des pertes économiques conduite dans 6 communes ayant bénéficié des activités de lutte biologique contre la MEM a fait ressortir plusieurs résultats. En effet, le mil constitue l'aliment de base des populations des pays Sahéliens où il est consommé 6,44±1,10 fois par semaine

(Hamidine *et al.*, 2021). Cela explique l'importance accordée à cet aliment quotidiennement consommé par les populations. Cependant, le rendement de cette culture est limité face à un certain nombre de contraintes qui sont entre autres les sécheresses, la pauvreté des sols et surtout la

pression parasitaire (Rabé *et al.*, 2022). Les résultats révèlent que la fumure organique est utilisée par plus de 70% des personnes concernées par l'étude, contre un petit nombre faisant recours difficilement aux engrais chimiques. Cela montre le caractère traditionnel de cette activité pratiquée sur des petites exploitations agricoles familiales possédant des moyens limités ; ces résultats corroborent ceux de (Moctar *et al.*, 2021) dans leur étude conduite dans la région de Maradi. En production, les variétés améliorées restent les mieux utilisées face aux variétés locales et l'association culturale prime sur la culture pure surtout mil + niébé (85,4% des réponses obtenues). Ces résultats sont comparables à ceux rapportés par (Hamidine *et al.*, 2021) dans la même zone d'étude. Un rendement moyen de $419,09 \pm 10$ kg/ha a été enregistré pendant une année typique sans attaques de la chenille mineuse de l'épi de mil. Ce rendement est inférieur au rendement national de 2020 qui est de 520 kg/ha. Il est aussi moins important qu'aux rendements des régions de Dosso, Maradi et Zinder qui sont respectivement de 566, 547 et 452 kg/ha concernées par cette étude (MAE, 2021). D'autre part, ce rendement est supérieur au rendement national de la campagne agricole de 2021 qui est de 349 kg/ha et de la région de Zinder (318 kg/ha), mais comparable aux rendements de Dosso (414 kg/ha) et de Maradi (463 kg/ha) (MAE, 2022). Il faut aussi noter qu'une étude de (Rabé *et al.*, 2022) conduite dans le centre sud du Niger dans les régions de Mardi et Zinder a abouti à un rendement de 304 kg/ha selon la perception paysanne. Cette irrégularité du rendement s'explique par les diverses contraintes qui pèsent sur la culture du mil chaque année, vu un potentiel productif de la culture de 3 tonnes/ha en conditions de recherche (Rouamba *et al.*, 2021). En termes de rentabilité, les résultats ressortent un revenu net moyen de 59 469 \pm 3 571 F soit une augmentation de 60% des profits sur l'activité de production de mil. Ces résultats sont un peu

plus important à ceux de (Rabé *et al.*, 2022) qui ont trouvé un revenu moyen de 55 781 F engendré par la culture de mil. Dans le contexte de production de mil, la pression parasitaire figure parmi les principales contraintes qui occasionnent des pertes importantes (Drabo *et al.*, 2019). Les insectes qui se nourrissent de différentes parties de la plante à divers stades de croissance entraînent des pertes économiques dues à la baisse de la productivité de la culture et de la qualité du grain (Bekoye et Dadie, 2015 ; Gahukar et Gadi, 2019). Dans une étude conduite par (Tanzubil et Yakubu, 1997) au Ghana, ils ont estimé à 50% les pertes dues aux insectes ravageurs du mil. Ces pertes occasionnées par les ravageurs du mil commencent dans le sol au niveau des racines jusqu'au stade de maturité avant la récolte. Au niveau des racines du mil des pertes importantes peuvent être causées par les vers blancs dans les régions arides et semi-arides (Choudhary *et al.*, 2018). Pour les ravageurs de plantules, il a été rapporté par (Maiga *et al.*, 2008) des pertes en rendement de 90% dues espèces *Kraussaria angulifera* Krauss et *Oedaleus senegalensis* Krauss (Orthoptera : Acridiidae). S'agissant de foreur de tiges, il peut occasionner des pertes en rendement grains de 49 à 50 % sur des variétés du mil en Côte d'Ivoire (Bekoye et Dadie, 2015). Dans d'autres études, il a été rapporté des pertes en rendement dues au foreur de tiges qui peuvent aller de 8 à 100% lorsque le niveau d'infestation est élevé (Dramé *et al.*, 2003; Goudiaby *et al.* 2018 ; Halilou *et al.*, 2018). Cependant, cette étude s'est focalisée sur la production du mil dans un contexte de MEM, important ravageur au Sahel. La perception paysanne révèle un rendement moyen de mil $50,42 \pm 2,01$ kg/ha en année de forte infestation de la MEM sur l'ensemble de la zone d'étude. Ce rendement varie de 35 à $69,14 \pm 5,46$ kg/ha sur les six communes. Cela a induit une perte moyenne en rendement de $368,67 \pm 9,81$ kg/ha en se référant en année typique sans infestation de la MEM. Soit une perte en valeur de 86

812±3370 F sur un total de 99 409±3749 F qui correspond à la valeur brute moyenne de production de mil à l'hectare en année typique. Cette perte évaluée correspond à 86,50±0,49% à l'échelle d'un hectare de mil. Ce qui montre combien de fois ce ravageur est néfaste à la culture de mil. Ce résultat est comparable aux résultats de plusieurs études antérieures qui ont rapporté que la MEM peut induire des pertes en rendement au Sahel allant de 3 à 100% (Gahukar, 1982 ; Youm et Owusu, 1998 ; Ba *et al.*, 2014 ; Amadou *et al.*, 2017; Goudiaby *et al.*, 2019). Pour apporter une solution adéquate face à cela, la lutte biologique à travers le lâcher augmentatif des parasitoïdes de *Habrobracon hebetor* (taux de parasitisme naturel allant jusqu'à 97%) a fait ses preuves dans la limitation des dégâts de ce ravageur, parmi les diverses méthodes préconisées. Plusieurs lâchers ont été effectués avec succès au Sahel pendant les deux (2) dernières décennies (Payne *et al.*, 2011; Ba *et al.*, 2013,

2014; Kabore *et al.*, 2017; Goudiaby *et al.*, 2019). Lors de cette étude, il ressort, après l'opération de lâcher, un rendement de 305,29±8,45 kg/ha soit un gain de 254,87±7,89 kg/ha soit une valeur de 65 902±3 305 F récupérée à l'hectare. Cela concorde avec des études récentes qui ont souligné que l'utilisation de la technologie de lutte biologique peut engendrer des gains de rendement de mil jusqu'à 50% (Baoua *et al.*, 2014 ; Amadou *et al.*, 2017 ; Goudiaby *et al.*, 2019). Il ressort également des résultats, un rendement moyen de 492,06 kg/ha résultant des carrés de rendement placés dans les champs traités avec les parasitoïdes contre un rendement de 305,29 kg/ha issue des perceptions paysannes soit un écart de 188,77 kg/ha. Cela peut être expliqué par soit une prise en charge des populations de la mineuse de l'épi de mil ou une faible infestation du ravageur durant l'année de collecte.

CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

Aux termes de cette étude conduite dans six communes des régions de Dosso, Maradi et Zinder, ayant pour objectif d'évaluer les pertes économiques dues attaques de la MEM, il ressort un rendement du mil qui reste autour de 500kg/ha vu les contraintes d'ordre abiotique et biotique qui agissent négativement sur la production du mil. Ce rendement peut être réduit à seulement 50,42±2,01kg/ha en cas de forte pullulation de la MEM. La lutte biologique à travers le lâcher augmentatif de

Habrobracon hebetor reste la meilleure alternative pour les producteurs des pays Sahéliens. Cette dernière permet de récupérer un rendement moyen de plus de 254 kg/ha soit une somme moyenne de 65 902,01F sur un hectare de mil. Ces résultats peuvent aider le décideur pour mieux orienter la vulgarisation de cette technologie de lutte biologique qui constitue le seul recours efficace pour sauver la récolte du mil, aliment de base de la population nigérienne.

REMERCIEMENTS

La présente étude est totalement financée par la fondation McKnigh du CCRP (collaborative Crop Research Programm) à travers le Projet Sahel IPM de l'Université Dan

Dicko Dankoulodo de Maradi. Les auteurs remercient sincèrement toutes les personnes interviewées dans la zone d'étude.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Amadou L, Baoua IB., Ba MN, 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. *Cahiers Agricultures*, 26(5), 55003.
<https://doi.org/10.1051/cagri/2017045>

Amusan IO, Rich PJ, Menkir A, Housley T,

- Ejeta G, 2008. Resistance to *Striga hermonthica* in a maize inbred line derived from *Zea diploperennis*. *New Phytologist*, 178(1), 157–166. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.02355.x>
- AVN, 2004. *Livret d'information sur les UML (unités-mesures-locales-céréales-Niger)*.
- Awo JS, Ollabodé N, Yabi A, 2021. Accès aux crédits et performance financière des producteurs de cajou au Nord du Bénin Résumé. *Afrique SCIENCE*, 19(2), 136–150.
- Ba MN, Baoua IB, 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(6), 689–696. <https://doi.org/10.1007/s10526-014-9613-8>
- Ba MN, Baoua IB, N'Diaye M, Dabire-Binso C, Sanon A, Tamò M, 2013. Biological control of the millet head miner *Heliocheilus albipunctella* in the Sahelian region by augmentative releases of the parasitoid wasp *Habrobracon hebetor*: effectiveness and farmers' perceptions. *Phytoparasitica* 2013 41 :5, 41(5), 569–576. <https://doi.org/10.1007/S12600-013-0317-X>
- Baoua BI, BA M, N'Diaye M, 2009. *Rapport de synthèse du projet GIMEM*.
- Baoua IB, Amadou L, Oumarou N, Payne W, Roberts JD, Stefanova K, Nansen C, 2014. Estimating effect of augmentative biological control on grain yields from individual pearl millet heads. *Journal of Applied Entomology*, 138(4), 281–288. <https://doi.org/10.1111/jen.12077>
- Bekoye BM, et Dadie A, 2015. Évaluation des pertes en grains de mil dues aux insectes. *Eur. Sci. J.*, 11, 266–275.
- Choudhary SK, et Tandi SS, 2018. Management of white grub, *Holotrichia consanguinea* Blanchard in pearl millet. *Indian J. Entomol.*, 80, 619–622.
- Drabo I, Zangre RG, Danquah EY, Ofori K, Witcombe, JR, Hash CT, 2019. Identifying farmers' preferences and constraints to pearl millet production in the SAHEL and NORTH-SUDAN ZONES of BURKINA FASO. *Experimental Agriculture*, 55(5), 765–775. <https://doi.org/10.1017/S0014479718000352>
- Drame-Yaye AO, Youm J, Ayertey JN. 2003. Assessment of grain yield losses in pearl millet due to the millet stem borer, *Acigona ignefusalis* (Hampson). *Int. J. Trop. Insect Sci*, 23, 259–265.
- Gahukar RT, (1982). *Rapport d'activité de l'année 1981, Programme d'entomologie. IPM CILSS Project Technical Report, Nioro du Rip, Senegal*.
- Gahukar RT et Gadi VP, 2019. Management of Economically Important Insect Pests of Millet. *Journal of Integrated Pest Management*, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz026>
- Goudiaby MP, Sarr I, Sembene M, 2018. Source of resistance in pearl millet varieties against stem borers and earhead miner. *J. Entomol. Zool. Stud.*, 6, 1702–1708.
- Goudiaby MF, Sarr I, Malick N, Sembene M, Muniappan R, 2019. Efficacy of augmentative release of the parasitoid wasp *Bracon hebetor* against the pearl millet headminer. *Journal of Biological*

- Control*, 33(3), 185–192.
<https://doi.org/10.18311/jbc/2019/22712>
- Halilou H, Kadri A, Issa K, 2018. Le foreur des tiges [*Coniesta ignefuslis* Hampson (Lepidoptera : Pyralidae)] du mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] : revue de littérature. . . *IOSR J. Agric. Vet. Sci.*, 11, 10–19.
- Hamadou M, Idrissa S, Mahamadou C, Souleymane O, Valentin K, 2017. Potentialités fourragères du mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) : Revue de littérature. *Journal of Animal et Plant Science*, 34(2), 5424–5447. <http://www.m.elewa.org/JAPS;ISSN2071-7024>
- Hamidine I, Lawali S, Moctar RM, Baoua B, 2021. Caractérisation des exploitations agricoles familiales productrices du mil et leur niveau de résilience dans la bande sud du Niger. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 14(7), 5–16. <https://doi.org/10.9790/2380-1407010516>
- INS, 2020. *Tableau de bord Social*.
- Kabore A, Ba NM, Dabire-Binso CL, 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. *Biological Control*, 108(3), 64–69. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.03.001>
- Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage, 2021. *Rapport d'évaluation de la campagne agricole d'hivernage 2020 et Perspectives Alimentaires 2020/2021*. https://reca-niger.org/IMG/pdf/rapport_definitif_des_resultats_de_l_eper_2020_vf.pdf
- Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage 2022. *Rapport d'évaluation de la campagne agricole d'hivernage 2021 et Perspectives Alimentaires*.
- Maiga IH, Lecoq M, Kooyman C, (2008). Ecology and management of the Senegalese grasshopper, *Oedaleus senegalensis* (Krauss 1877) (Orthoptera: Acrididae) in West Africa: review and prospects. *Annales Societe Entomologique de France*, 44, 271–288.
- Mastafi M, Cherradi B, Jamea A, 2019. *Formation et enseignement des mathématiques et des sciences : didactique, TIC et innovation pédagogique* (Issue March). <https://hal-amu.archives-ouvertes.fr/hal-02067039>
- Ministère de Développement Agricole, 2003. *methodologie de collecte de donnees dans le cadre de l'enquête « Prévision et Estimation des Récoltes » (EPER) I / ENQUETE PREVISION ET estimation des recoltes*. p 35
- Rabe MM, Baoua I, Issaka SR, 2021. Déterminants Socio-Économiques De L'adoption Des Technologies Agro Écologiques De Productions Agricoles Dans Le Département De Mayahi Au Niger. *European Scientific Journal ESJ*, 17(43), 73–88. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n43p73>
- Moumouni KH, 2014. Construction d'une carte génétique pour le mil, *Pennisetum glaucum* LR Br, par une approche de génotypage par séquençage (GBS). In *Mémoire, Université de Laval, Québec, Canada*. 111p.
- Moussa H, Kindomihou V, Houehanou TD, Souleymane O, Soumana I, Dossou J, Sinsin B, 2021. Farmers' perceptions of fodder performances of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br) accessions in Niger. *Heliyon*, 7(9), e07965. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021>

- e07965
- Ouendeba B et Siaka SB, 2004. Le mil [Pennisetum glaucum (L.) R. Br.] : Transfert de technologie et sélection participative. *Le Mil [Pennisetum Glaucum (L.) R. Br.] Au Niger : Généralités et Résultats de La Sélection*, 67–74. <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.551>
- Payne W, Tapsoba H, Baoua IB, Malick BN, 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. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 9(1), 186–193. <https://doi.org/10.3763/ijas.2010.0560>
- Rabe MM, Baoua I, Yabi AJ, Abdourahmane HM, Almajird I, Kabore T, 2022. Évaluation de l'effet de l'approche champ école paysan sur l'adoption des technologies améliorées de production du mil et du niébé au centre sud du Niger. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.*, 10(2), 234–243.
- Rouamba A, Shimelis H, Drabo I, Laing M, Gangashetty P, Mathew I, Mrema E, Shayanowako,AT, 2021. Constraints to pearl millet (Pennisetum glaucum) production and farmers' approaches to striga hermonthica management in Burkina Faso. *Sustainability (Switzerland)*, 13(15), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su13158460>
- Sankar S, Satyavath, TC, Singh SP, Singh MP, Bharadwaj C, Barthakur S, 2014. Genetic diversity analysis for high temperature stress tolerance in pearl millet [Pennisetum glaucum (L.) R. Br.]. *Indian Journal of Plant Physiology*, 19(4), 324–329. <https://doi.org/10.1007/s40502-014-0099-2>
- Sehgal D, Rajaram V, Armstead IP, Vadez V, Yadav YP, Hash CT, Yadav R S, 2012. Integration of gene-based markers in a pearl millet genetic map for identification of candidate genes underlying drought tolerance quantitative trait loci. *BMC Plant Biology*, 12, 1–13. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-12-9>
- Sogodogo D, Coulibaly B, Coulibaly B, Sacko K, 2022. chez les paysans de différentes catégories socio-économiques dans la zone Sahélienne du Mali. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.*, 10(1), 41–46.
- Tanzubil PB, Yakubu EA, 1997. Insect pests of millet in northern Ghana. 1. farmers' perceptions and damage potential. *International Journal of Pest Management*, 43(2), 133–136. <https://doi.org/10.1080/096708797228825>
- Toure L, Konipo O, Diagne A, Toure L, Konipo O, Diagne A, 2021. Analyse de la Rentabilité Économique et Financière de la Production Cotonnière au Mali. *Revue Scientifique Biennale de L'Université de Ségou*, 1(2), 108–132.
- Youm O, Owusu EO, 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. *International Journal of Pest Management*, 44(2), 119–121. <https://doi.org/10.1080/096708798228428>