



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Effet de la technologie Push-pull sur le contrôle naturel de la chenille légionnaire du maïs au Sénégal

Amadou BALDE*, Babacar LABOU, Etienne TENDENG, Elhadji Serigne SYLLA, Mamadou DIATTE, Issa Alé NDIAYE, Oumar SEYDI, Pape DIOP, Serigne Omar SENE et Karamoko DIARRA

UCAD, Laboratoire Production et Protection Intégrées en Agroécosystèmes - L2PIA, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal.

*Auteur correspondant ; E-mail: doumacherif@gmail.com / Tel: +221774892994

Received: 05-01-2022

Accepted: 19-05-2022

Published: 30-06-2022

RÉSUMÉ

Chenille légionnaire est un ravageur du maïs récemment signalé en Afrique. Sa grande capacité de migration lui permet de coloniser des milieux variés. La lutte chimique, souvent utilisée contre ce ravageur est inefficace et pollue l'environnement. L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets de la technologie Push-pull sur le contrôle naturel de la chenille légionnaire en culture de maïs. L'essai a été effectué dans le bassin arachidier du Sénégal sur deux parcelles de 900 m². La parcelle Push-pull associe le maïs au *Desmodium intertum* (Mill) en intercalaire et le *Brachiaria cv mulato* sur le contour. Des échantillonnages hebdomadaires des ravageurs et des prédateurs sur cinquante pieds de maïs ont été effectués au hasard dans chaque parcelle. Les chenilles collectées ont été suivies au laboratoire jusqu'à l'émergence des parasitoïdes ou des adultes de *S. frugiperda*. Les paramètres de croissance végétative ont été également notés durant tout le cycle de la culture. La parcelle Push-pull présentait la plus grande biodiversité entomologique. Le ravageur *S. frugiperda*, malgré sa forte pullulation, a été totalement contrôlé par les ennemis naturels dans la parcelle Push-pull. Les résultats ont montré que la technologie Push-pull augmente le rendement du maïs.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: *Spodoptera frugiperda*, *Zea mays*, biodiversité, lutte biologique, ennemis naturels, Ethologie.

Effect of Push-pull technology on the natural control of the armyworm in Senegal

ABSTRACT

The armyworm is a maize pest recently reported in Africa. Its great migratory capacity allows it to colonise various environments. The chemical control often used against this pest is ineffective and pollutes the environment. The objective of this study was to evaluate the effects of Push-pull technology on the natural control of armyworm in maize. The trial was carried out in the groundnut basin of Senegal on two 900 m² plots. The Push-pull plot combined maize with *Desmodium intertum* (Mill) as an intercrop and *Brachiaria cv mulato* on the contour. Weekly sampling of pests and predators on fifty maize plants is carried out at random in each plot. The collected caterpillars were followed in the laboratory until the emergence of parasitoids or adults of *S. frugiperda*. Vegetative growth parameters were also recorded throughout the crop cycle. The Push-pull plot showed the

highest entomological biodiversity. The pest *S. frugiperda*, despite its high outbreak, was completely controlled by natural enemies in the Push-pull plots. The results showed that the Push-pull technology increases maize yield.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: *Spodoptera frugiperda*, *Zea mays*, biodiversity, biological control, natural's enemies, Ethology.

INTRODUCTION

Au Sénégal, le ravageur *Spodoptera frugiperda* cause des dégâts importants aux cultures de maïs et a un impact négatif sur la production agricole (Tendeng et al., 2019; Mohamed et al., 2021). Les pertes sont estimées de 2,5 à 6,2 milliards de dollars par an dans douze pays africains (Day et al., 2017; FAO, 2018). L'utilisation croissante et incontrôlée des insecticides pour lutter contre ce ravageur, détruit la biodiversité (ennemis naturels) et provoque l'apparition de populations d'insectes résistants (Tendeng et al., 2015; Sene et al., 2020). La disparition du couvert végétal due aux herbicides est également une menace directe pour la biodiversité et les services écosystémiques régulateurs associés, comme la régulation biologique au niveau de l'écosystème (Shareef et al., 2021). Les stratégies de diversification de l'habitat (association culturale) suscitent beaucoup d'intérêt en tant que méthodes de lutte contre les ravageurs (Diatte et al., 2016). La technologie Push-pull utilise le *Desmodium intortum* comme culture intercalaire (Push) et le *Brachiaria cv mulato* en contour de parcelle (pull) (Cook et al., 2007; Chevalier Mendes Lopes, 2011; Lamy, 2016a; Khan et al., 2014; 2018). Le Push-pull est une association culturale qui augmente la biodiversité végétale (Ogot et al., 2017). La biodiversité végétale joue un rôle déterminant dans l'équilibre des populations d'insectes (Labou et al., 2016; Diatte et al., 2018). Elle augmente l'impact des ennemis naturels dans la régulation des populations de ravageurs. L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets de la technologie Push-pull sur le contrôle naturel de la chenille légionnaire en culture de maïs.

MATERIEL ET METHODES

Présentation de la zone d'étude

Description et localisation

Cette étude a été réalisée entre Février et Mai 2019 dans le site du "CERFA" (Centre de Recherche et de Formation en Agroécologie), située dans la commune de Sandiara du département de Mbour ; entre les coordonnées 14,43974109 de latitude nord et -16,76477219 de longitude ouest. La région a une température moyenne annuelle de 37 °C, et des précipitations annuelles comprises entre 650 et 750 mm (Figure 1).

Méthodes

Deux parcelles expérimentales au nombre de deux mesurant 30*30 mètres ont été mises en place. Une parcelle Push-pull composée de maïs et de *D. intortum* en intercalaire et le *B. cv mulato* sur le pourtour (Figure 2). La parcelle témoin n'était composée que du maïs. Dans la parcelle Push-pull, 3 rangées de *B. cv mulato* ont été plantées autour de la parcelle et le *D. intortum* a été mis en intercalaire. Les rangées de *D. intortum* ont été espacées de 75 cm ainsi que celles du maïs.

Echantillonnage

Les Echantillonnage hebdomadaire de cinquante plants a été effectué dans chaque parcelle de façon aléatoire. Les plants ont été mesurés, les insectes collectés et les dégâts estimés. Les chenilles collectées ont été suivies au laboratoire jusqu'à l'émergence.

Analyse de données

Les données prises sur le terrain et au laboratoire ont été enregistrées sur le tableur Excel et traitées par le logiciel XLSTAT et des analyses de comparaison de moyennes ont été fait en utilisant le T-Test au seuil de 5%.

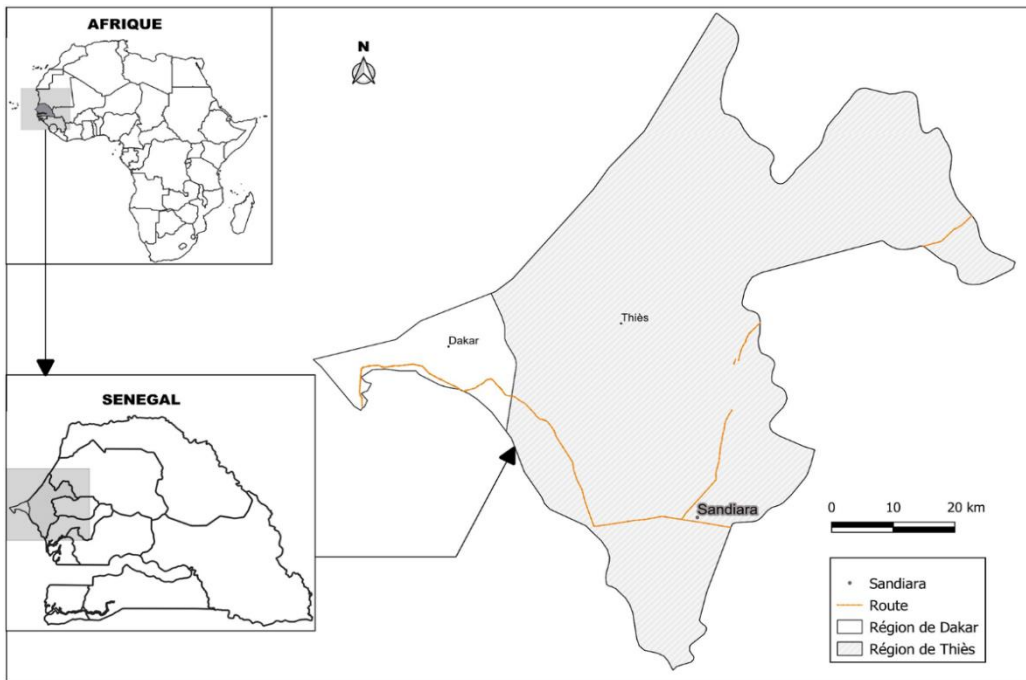


Figure 1 : Site d'étude Sandiara (CERFA).

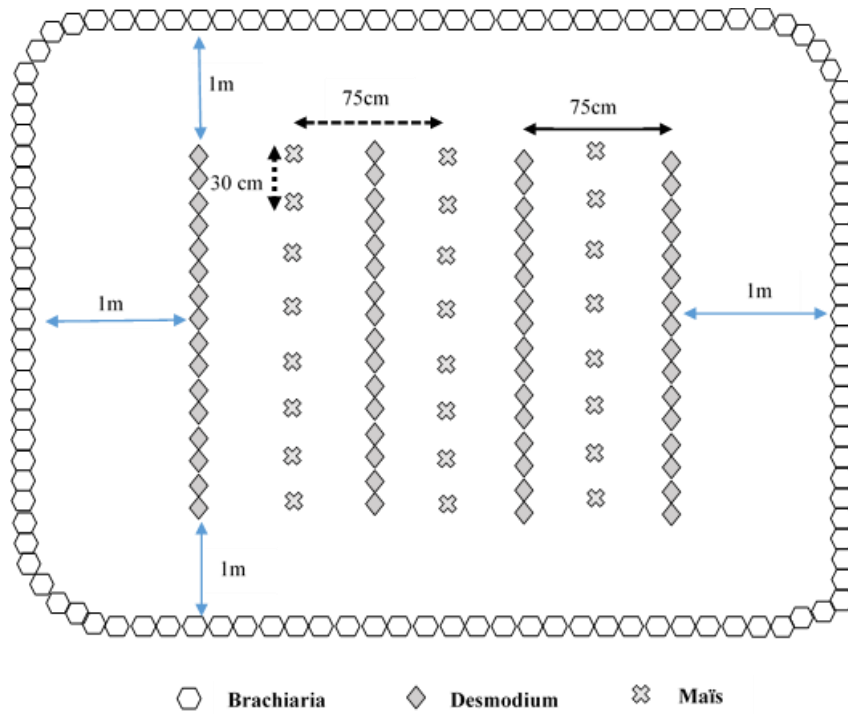


Figure 2: Dispositif schématique de mise en place de la parcelle Push-pull.

RESULTATS

Effet du Push-pull sur le contrôle naturel de la chenille légionnaire

Dynamique des infestations de Spodoptera frugiperda dans les parcelles

Une réduction progressive des populations de *S. frugiperda* a été observée dans les deux parcelles (Figure 3). A partir de la septième semaine, le nombre de larves de *S. frugiperda* récoltés s'est annulé.

Effet du Push-pull sur l'abondance du ravageur Spodoptera frugiperda

Les larves du ravageur *S. frugiperda* ont été plus nombreuses dans la parcelle à effet Push-pull (Tableau 1). La densité larvaire variait en fonction des parcelles (Figure 4). Le nombre de chenilles par pied a été plus important dans la parcelle Push-pull comparé à la parcelle témoin.

La diversité des ennemis naturels au niveau des parcelles

La diversité des ennemis naturels a été évaluée dans les parcelles (Tableau 2). Un total de onze espèces a été observé sur la parcelle Push-pull contre six sur la parcelle témoin. La diversité des prédateurs a été plus importante dans la parcelle Push-pull. Toutes les espèces

de parasitoïdes n'ont été observées que dans la parcelle Push-pull.

L'abondance des ennemis naturels au niveau des parcelles

Les ennemis naturels du ravageur *S. frugiperda* ont été plus abondants dans la parcelle Push-pull. L'espèce *Creontiades palludis* a été le plus dominante dans les parcelles (Tableaux 2 et 3). La densité des ennemis naturels variait en fonction des parcelles (Figure 5). Le nombre d'ennemis naturels par pied a été plus important dans la parcelle Push-pull.

Effet du Push-pull sur la hauteur des plants de maïs.

L'évolution de la croissance des plants de maïs a été mesurée dans les parcelles (Figure 6). Les plants de maïs se sont développés beaucoup plus rapidement dans la parcelle Push-pull que dans la parcelle témoin.

Effet du Push-pull sur le nombre d'épis récoltés

Le nombre d'épis par pied de maïs a été dénombré dans les parcelles (Figure 7). Il est plus important dans la parcelle Push-pull (Tableau 5).

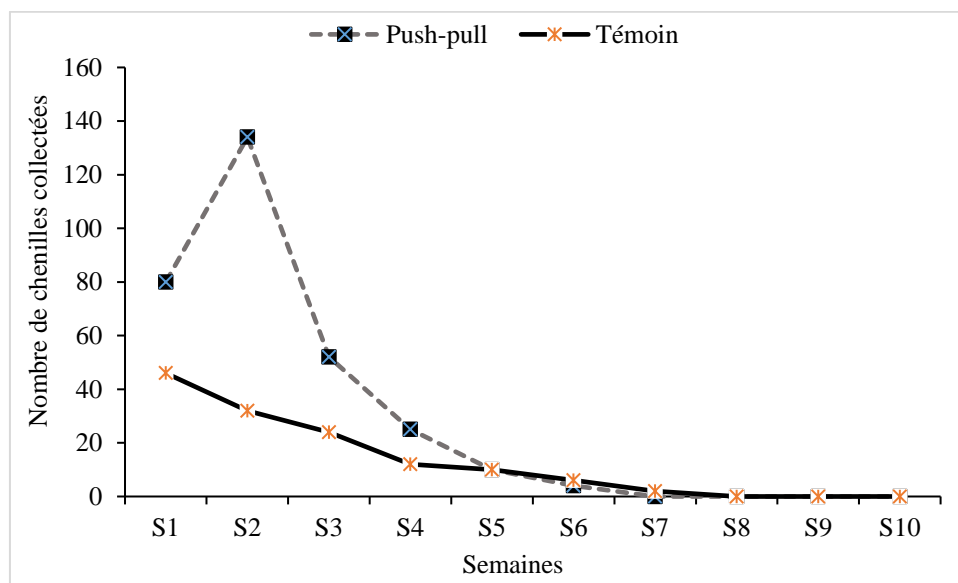


Figure 3: Dynamique des infestations dues à *S. frugiperda* dans les parcelles en fonction du temps.

Tableau 1 : Abondance de *Spodoptera frugiperda* dans les parcelles d'étude.

Parcelles	Total plants	Abondance	Moyenne	Minimum	Maximum
Push-pull	500	305	0,61	0	5
Témoin	500	132	0,264	0	3

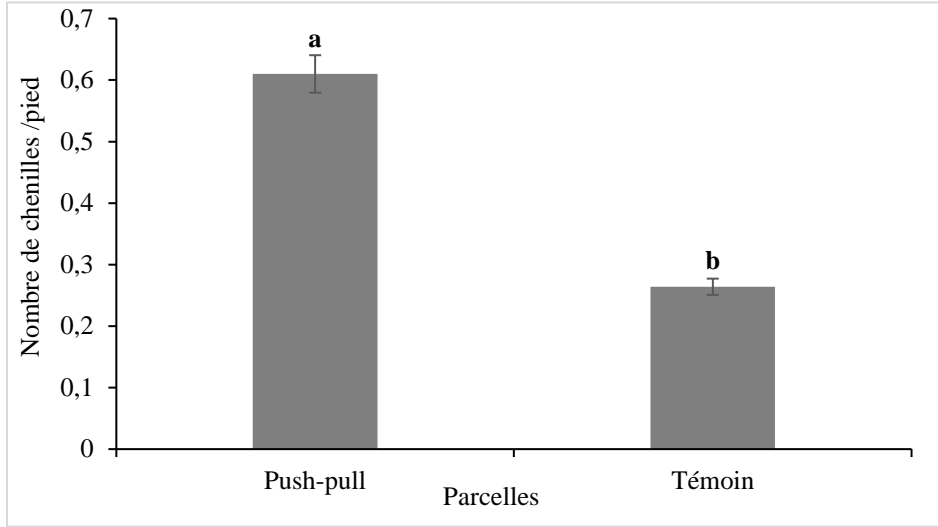


Figure 4 : Densité des chenilles de *Spodoptera frugiperda*.

Les histogrammes présentant des lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5% (T-test; ddl= 1; F=32,748; P< 0, 0001).

Tableau 2 : La diversité des ennemis naturels au niveau des parcelles d'études.

Groupe fonctionnel	Ordres	Familles	Espèces	Parcelles	
				Push pull	Témoin
Parasitoïde	Hyménoptère	Braconidae	<i>Meteorus laphymarum</i>	2	0
			<i>Chelonus sp.</i>	2	0
			Ichneumonidae	<i>Charops flavipes</i>	1
Prédateur	Hémiptère	Pentatomidae	<i>Podisus sp.</i>	62	3
		Miridae	<i>Creontiades pallidus</i>	69	48
	Coléoptère	Coccinellidae	<i>Cheilomenes vicina</i>	4	3
			<i>Hippodamia convergens</i>	4	0
			<i>Camponotus sericeus</i>	6	4
	Hyménoptère	Formicidae	<i>Pheidole megacephala</i>	5	0
	Arachnide	Arachnidae	?	15	3
	Diptère	Syrphidae	<i>Ischiodon aegyptius</i>	3	1

Tableau 3 : Abondance des ennemis naturels de *S. frugiperda* dans les parcelles d'étude.

Parcelles	Total plants	Abondance	Moyenne	Minimum	Maximum
Push-pull	500	173	0,346	0	4
Témoin	500	62	0,124	0	3

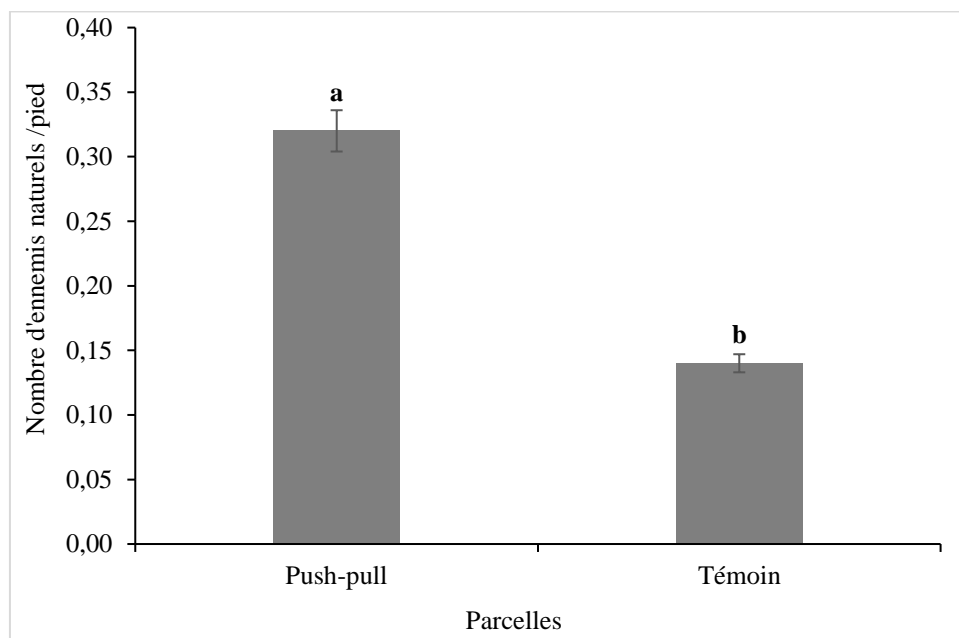


Figure 5 : Densité des ennemis naturels de *Spodoptera frugiperda*.

Légende: Les histogrammes ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%; (T-Test; ddl= 1; F= 27,972; P< 0, 0001).

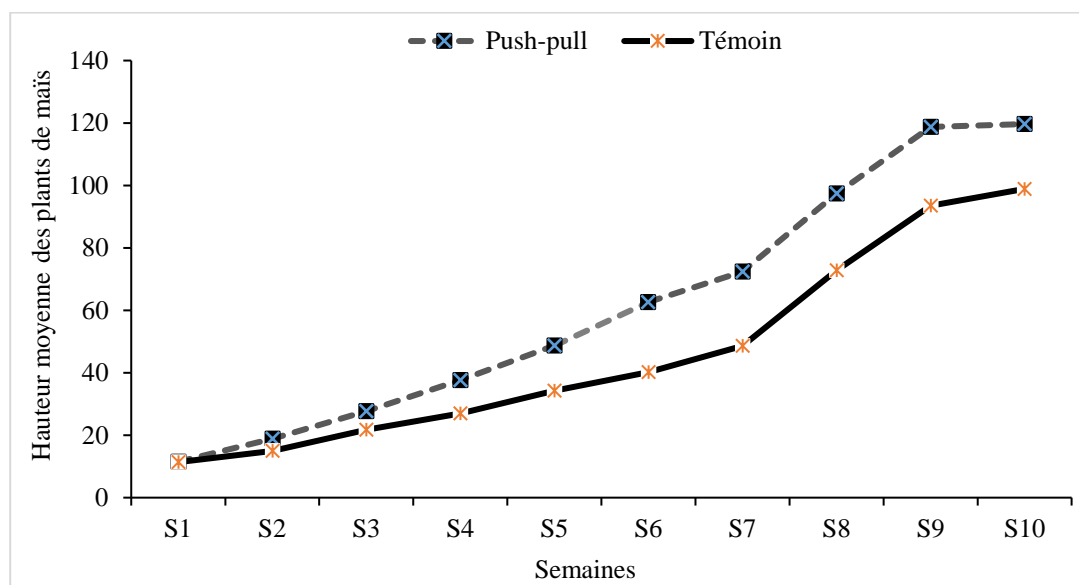


Figure 6 : Evolution de la croissance des plants de maïs dans les parcelles.

Tableau 5 : Nombre d'épis de maïs par pied dans les parcelles d'étude.

Parcelles	Nombre de pieds	Nombre d'épis	Moyenne
Push-pull	501	562	1,121
Témoin	497	392	0,788

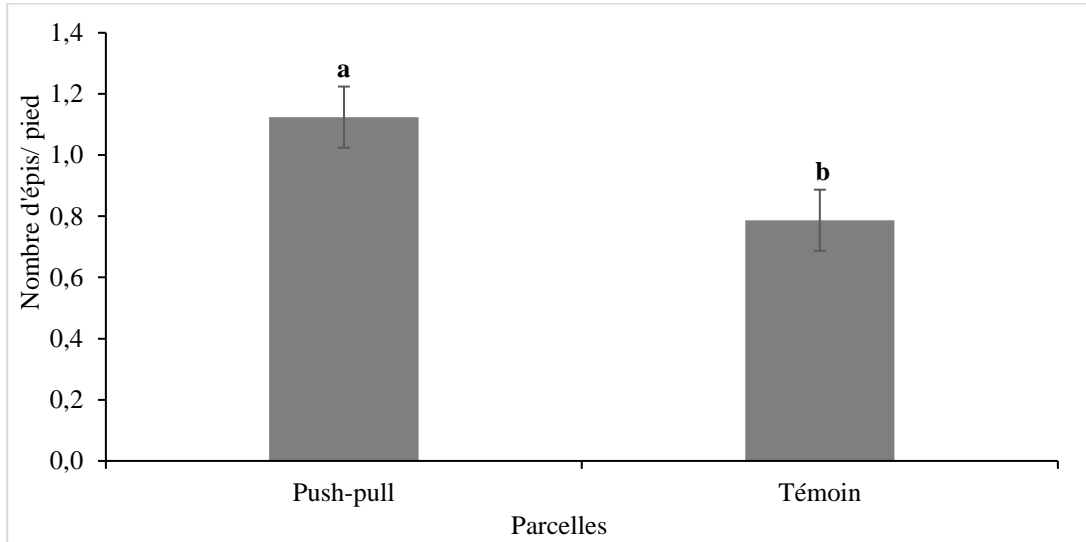


Figure 7: Nombre moyen d'épis par pied en fonction des parcelles.

Légende: Les histogrammes ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5% (T-Test; ddl= 1; F= 4,927; P< 0,0027).

DISCUSSION

L'effet du Push-pull sur le contrôle naturel de la chenille légionnaire a été étudié. Le nombre de chenilles par pied a été plus important dans la parcelle Push-pull comparé à la parcelle témoin. Cette abondance pourrait s'expliquer par la présence du *Desmodium* qui favoriserait le développement végétatif du maïs. Le développement végétatif entraîne une augmentation de l'abondance du ravageur. L'augmentation du ravageur est à l'origine de l'augmentation du nombre d'ennemis naturels par un phénomène de population dépendante (Channakeshava et Somanagouda, 2020). Il a été noté que le nombre de larves de *S. frugiperda* s'annulait à partir de la septième semaine dans les deux parcelles. Ce contrôle s'explique par l'absence d'utilisation d'intrants chimiques dans les parcelles d'études favorisant la régulation naturelle. La diversité

des prédateurs était plus importante dans la parcelle Push-pull. La richesse spécifique des ennemis naturels dans la parcelle Push-pull a été favorisée par l'association culturale composée de *Bracharia*, de *Desmodium* et des plants de maïs, contrairement à la parcelle témoin. L'association culturale attire les parasitoïdes retrouvés uniquement dans la parcelle Push-pull. Ce même phénomène a été observé par Lamy (2016). Les plants de maïs se développaient beaucoup plus rapidement dans la parcelle Push-pull que dans la parcelle témoin. Le nombre d'épis a été plus important dans la parcelle Push-pull. Le *Desmodium* utilisée comme culture intercalaire dans la parcelle Push-pull participerait à l'augmentation du développement végétatif. Le *Desmodium* est une légumineuse qui améliore le sol en augmentant sa fertilité et son humidité (Corre-Hellou et al., 2013). Les

légumineuses abritent des bactéries symbiotiques fixatrices d'azote dans les nodules racinaires (Lamy, 2016b). La plupart des plantes ont besoin d'azote disponible pour leur croissance végétative. Les légumineuses en association avec les plants leur fournit de l'azote nécessaire à leur croissance et améliorent leur productivité (Altieri et Nicholls, 2003; Vertes, Linley et Hoover, 2015). Le développement végétatif et le nombre d'épis plus importants dans la parcelle Push-pull s'expliquent par la combinaison des facteurs que sont, l'augmentation de la fertilité des sols et de la préservation de l'humidité par le Desmodium.

Conclusion

Cette étude avait pour but de mesurer l'effet du Push-pull sur le contrôle de la chenille légionnaire du maïs au Sénégal. Au plan entomologique, il a été observé que le nombre de chenilles par pied est plus important dans la parcelle Push-pull comparé à la parcelle témoin. Une régulation naturelle a été observée avec un nombre de larves de *S. frugiperda* qui s'est annulé à partir de la septième semaine dans les deux parcelles. Par ailleurs, la diversité des prédateurs a été plus importante dans la parcelle Push-pull. Au plan agronomique, les plants de maïs se sont développés beaucoup plus rapidement dans la parcelle Push-pull que dans la parcelle témoin. Le nombre d'épis était également plus nombreux dans la parcelle Push-pull. Par conséquent, dans un milieu résilient, le facteur déterminant pour la régulation du ravageur *S. frugiperda* est la non utilisation des pesticides chimiques. En revanche, l'utilisation du Push-pull a un effet positif sur les paramètres agronomiques.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêts et que l'ordre a été fait à l'unanimité.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS.

AB a été l'investigateur principal, BL et ET ont mis en place le protocole, ESS, MD,

IAN, PD, OS, SOS, ont participé à la rédaction et KD a encadré les travaux.

REMERCIEMENTS

Nous remercions l'étudiant Mamadou Oury Diallo d'avoir participé à la collecte des données de terrain dans le cadre de son mémoire de Master.

REFERENCES

- Altieri MA, Nicholls CI. 2003. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil and Tillage Research*, **72**(2): 203–211. DOI: 10.1016/S0167-1987(03)00089-8.
- Channakeshava R, Somanagouda G. 2020. Impact of density dependent factors on seasonal incidence of *Spodoptera litura* (Fab.) on soybean in Dharwad. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, p. 3.
- Lopes TCM. 2011. Mise en place de différentes stratégies visant à favoriser l'approche «push-pull» pour le contrôle des pucerons en cultures maraîchères dans l'est de la Chine. PhD Thesis. Université de Liège, Liège, Belgique.
- Cook SM, Khan ZR, Pickett JA. 2007. The Use of Push-Pull Strategies in Integrated Pest Management. *Annual Review of Entomology*, **52**(1): 375–400. DOI: 10.1146/annurev.ento.52.110405.09140.
- Corre-Hellou G, Bedoussac L, Bousseau D, Chaigne G, Chataigner C. 2013. Associations céréale-légumineuse multi-services, *Innovations Agronomiques*, 30, pp.41-57.
- Day R, Abrahams P, Bateman M, Beale T, Clotey V, Cock M, Colmenarez Y, Corniani N, Early R, Godwin J. 2017. Fall armyworm: impacts and implications for Africa. *Outlooks on Pest Management*, **28**(5): 196–201.
- Diatte M, Brévault T, Sall-Sy D, Diarra K. 2016. Des pratiques culturelles influent sur les attaques de deux ravageurs de la tomate dans les Niayes au Sénégal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **10**(2): 681–693.

- Diatte M, Brévault T, Sall-Sy D, Diarra K. 2018. Dynamique des parasitoïdes larvaires de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera : Noctuidae) dans la zone des Niayes au Sénégal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **12**(1): 392. DOI:10.4314/ijbcs.v12i1.31.
- FAO. 2018. Gestion intégrée de la chenille légionnaire d'automne sur le maïs. Available at: <http://www.fao.org/3/i9124fr/I9124FR.pdf> (Accessed: 14 April 2019).
- Khan ZR, Midega CAO, Pittchar JO, Pickett JA. 2014. Push-pull: a novel IPM strategy for the green revolution in Africa. In *Integrated Pest Management*. Springer; 333–348.
- Khan ZR, Pittchar JO, Midega CAO, Pickett JA. 2018. Push-pull farming system controls Fall Armyworm: Lessons from Africa. *Outlooks on Pest Management*, **29**(5): 220–224.
- Labou B, Brévault T, Bordat D, Diarra K. 2016. Determinants of parasitoid assemblages of the diamondback moth, *Plutella xylostella*, in cabbage farmer fields in Senegal. *Crop Protection*, **89**: 6–11. DOI: 10.1016/j.cropro.2016.06.018.
- Lamy F. 2016a. Comprendre et manipuler la communication entre les plantes et les insectes pour protéger les cultures: vers l'élaboration d'une stratégie «Push-Pull» pour lutter contre la mouche du chou (*Delia radicum*). Rennes 1.
- Lamy F. 2016b. Comprendre et manipuler la communication entre les plantes et les insectes pour protéger les cultures: vers l'élaboration d'une stratégie «Push-Pull» pour lutter contre la mouche du chou (*Delia radicum*). Rennes 1.
- Mohamed SA, Wamalwa M, Obala F, Tonnang HEZ, Tefera T, Calatayud PA, Subramanian S, Ekesi S. 2021. A deadly encounter: Alien invasive *Spodoptera frugiperda* in Africa and indigenous natural enemy, *Cotesia icipe* (Hymenoptera, Braconidae). *PLOS ONE*, **16**(7): e0253122. DOI:10.1371/journal.pone.0253122.
- Ogot NO, Pittchar JO, Midega CAO, Khan ZR. 2017. Impact of Push-pull technology on the nutritional status of farmers' children in western Kenya. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, **17**(4): 12953–12974.
- Sene SO, Tendeng E, Diatte M, Sylla S, Labou B, Diallo AW, Diarra K. 2020. Insecticide resistance in field populations of the tomato fruitworm, *Helicoverpa armigera*, from Senegal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **14**(1): 181–191.
- Seydi O, Sylla S, Diatte M, Labou B, Diarra K. 2021. Recruitment of native parasitoids of the tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick 1917), (Lepidoptera: Gelechiidae) in Senegal. *International Journal of Pest Management* : 1–7. DOI:10.1080/09670874.2021.1943047.
- Shareef SM, Madhumathi T, Swathi M, Patibanda AK. 2021. Toxicity of some insecticides to the fall army worm. *Indian Journal of Entomology*; p. 3.
- Tendeng E, Brévault T, Diatte M, Faye C, Dabo A, Diallo AO, Diarra K. 2015. Résistance aux insecticides chez deux ravageurs clés des cultures maraîchères au Sénégal: la noctuelle de la tomate (*Helicoverpa armigera*) et la teigne du chou (*Plutella xylostella*). FAO.
- Tendeng E, Labou B, Diatte M, Djiba S, Diarra K. 2019. The fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith), a new pest of maize in Africa: biology and first native natural enemies detected. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **13**(2): 1011–1026. DOI: 10.4314/ijbcs.v13i2.35.
- Vertes RP, Linley SB, Hoover WB. 2015. Limbic circuitry of the midline thalamus. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, **54**: 89–107. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2015.01.014.