



Effets des moyens non chimiques dans la lutte contre la chenille légionnaire d'automne du maïs à l'INERA/Ngandajika

Evelyne MADILO¹, Anastasie TSHIYOYI¹, Charles ILUNGA¹, Junior NGOYI¹, Anaclét TSHINYANGU¹, John TSHIBAMBA¹,

¹Université Officielle de Mbuji-Mayi (UOM).

Effects of non-chemical methods in the fight against the fall armyworm of maize at INERA/Ngandajika

Abstract: The fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) is primarily found on corn, and also on certain major food crops in Africa, such as rice, sorghum, and some vegetables. *S. frugiperda* has a wide geographical distribution and its impact on crops can occur throughout the year, showing a high biotic potential under favorable climatic conditions. In the face of these significant damages, producers almost entirely resort to the use of chemical pesticides. Several authors advocate for an integrated approach in the fight against the fall armyworm. Thus, this study aimed to evaluate the effectiveness of non-chemical methods in the control of corn FAW at INERA/Ngandajika. A split plot device with variety as the main factor and control methods as the secondary factor was conducted in season A. It emerges from this study, after analyzing the variance at a probability threshold of 5%, that the push-pull technique and the Push technique have proven effective in combating the armyworm, resulting in a low number of leaves with lesions, low incidences, and low severity of attacks compared to the control. These techniques contribute to the reduction of armyworm infestation and the increase in corn yield.

Keywords: Effect, Push-pull, plasticulture, control, armyworm, corn, INERA/Ngandajika.

Résumé : La chenille légionnaire d'automne (*Spodoptera frugiperda*) est présente surtout sur le maïs, et aussi sur certaines cultures vivrières majeures en Afrique, comme le riz, le sorgho et certains légumes. *S. frugiperda* a une large distribution géographique et son incidence sur les cultures peut se produire tout au long de l'année et présentant un potentiel biotique élevé dans des conditions climatiques favorables. Face à ces nombreux dégâts, les producteurs font recours dans leur quasi-totalité à l'usage des pesticides chimiques. Plusieurs auteurs préconisent le recours à une approche intégrée dans la lutte contre la chenille légionnaire d'automne. Ainsi, cette étude avait pour objectif d'évaluer l'efficacité des moyens non chimiques dans la lutte contre la CLA de maïs à l'INERA/Ngandajika. Un dispositif en split plot ayant la variété comme facteur principal et les moyens de lutte comme facteur secondaire a été conduit saison culturale A. Il ressort de cette étude après l'analyse de la variance au seuil de probabilité 5%, la technique push-pull et la technique Push se sont montrées efficaces dans la lutte contre la CLA, ayant des faibles nombres des feuilles avec lésion, des faibles incidences et des faibles sévérités d'attaque par rapport au témoin. Ces techniques contribuent à la réduction de l'infestation de la CLA et à l'augmentations de rendement de maïs.

Mots-clés : Effet, Push-pull, plasticulture, lutte, chenille légionnaire, maïs, INERA/ Ngandajika.

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.17142339>

1. Introduction

La chenille légionnaire d'automne (*Spodoptera frugiperda*) a été identifiée en Afrique pour la première fois en 2016 et s'est répandue dans presque tout le continent africain. Invasive, vorace et polyphage, elle est devenue un cauchemar pour les agriculteurs en attaquant plus de 80 cultures de différentes espèces. Ce qui fait d'elle l'un des ravageurs les plus dommageables pour les cultures (Prasanna *et al.*, 2018). En République démocratique du Congo, les champs de maïs connaissent une forte infestation due aux attaques de la chenille légionnaire qui a une prédilection pour le maïs, en s'alimentant de ses feuilles, ce qui freine la photosynthèse et le développement de la plante. Dès la levée des jeunes plants de maïs, les larves de *S. frugiperda* dévorent les feuilles et les tiges, des épis après la floraison (Yoboue *et al.*, 2022).

L'un des facteurs contribuant au succès de *S. frugiperda* à endommager les cultures est son adaptabilité aux différents stades de croissance de ses plantes hôtes (Midega *et al.*, 2018; Goergen *et al.*, 2016 et Ayala *et al.*, 2013). Face à ces nombreux dégâts, les producteurs font recours dans leur quasi-totalité à l'usage des pesticides chimiques (Souleymane *et al.*, 2022). Cependant, cette méthode présente des limites par ailleurs, même l'utilisation croissante et incontrôlée des insecticides pour lutter contre ce ravageur détruit la biodiversité (ennemis naturels) (N'Guessan *et al.*, 2024). La disparition du couvert végétal dû aux herbicides est également une menace directe pour la biodiversité et le service écosystémique régulateur associé comme la régulation biologique au niveau de l'écosystème (Balde *et al.*, 2022), provoque l'apparition de populations d'insectes résistants (Sene *et al.*, 2020 ; Tendeng *et al.*, 2015).

Pour Kouanda (2020), à côté des méthodes chimiques, il existe d'autres moyens simples et accessibles tels que les biopesticides ou les pesticides botaniques avec des larges spectres d'action (Répulsif, assommant, larvicide, anti-appétant, etc.) et la lutte physique, mais dont l'utilisation reste limitée par manque de sensibilisation sur leur existence et l'absence de recommandation standards. L'utilisation de l'association culturale pour prévenir ou réduire l'infestation de la chenille légionnaire d'automne sur le maïs est très documentée aussi bien en Afrique (Midega *et al.*, 2018) que dans d'autres régions du monde (Cabi, 2017; Altieri *et al.*, 1978 cités par Tchegueni, 2022).

Plusieurs auteurs préconisent le recours à une approche intégrée dans la lutte contre la chenille légionnaire d'automne (FAO, 2005). Les systèmes agricoles de lutte contre les ravageurs, basés sur la stratégie de diversion stimulo-dissuasive ou système push-pull, sont devenus une cible importante pour l'intensification durable de la production alimentaire.

Un exemple frappant est le push-pull développé en Afrique subsaharienne en utilisant une combinaison de plantes compagnes délivrant des substances sémiocchimiques, sous forme de métabolites secondaires végétaux, pour la production céréalière des petites exploitations, initialement contre les foreurs de tiges (Pickett *et al.* 2014).

C'est dans cette optique que s'inscrit cette étude dont l'objectif était d'évaluer l'efficacité des moyens non chimiques dans la lutte contre la CLA du maïs à l'INERA Ngandajika. Le résultat de cette étude valorise l'utilisation des espèces végétales à action répulsive et attractive, disponibles localement, et constitue une alternative durable et moins coûteuse dans la gestion durable de la CLA.

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

2.1.1. Situation géographique

Cette étude a été menée dans le territoire de Ngandajika (figure 1) à l'INERA, qui s'étend entre 6°23' et 7°4' de latitude Sud et entre 23°44' et 24°56' de longitude Est, et 450 à 900 m d'altitude. Il est borné au Nord par le territoire de Katanda, au Sud par ceux de Luilu et Kanyama, à l'Est par celui de Kabongo, et à l'Ouest par celui de Tshilenga (Janssens, 1998 cité par Nkongolo *et al.*, 2016).

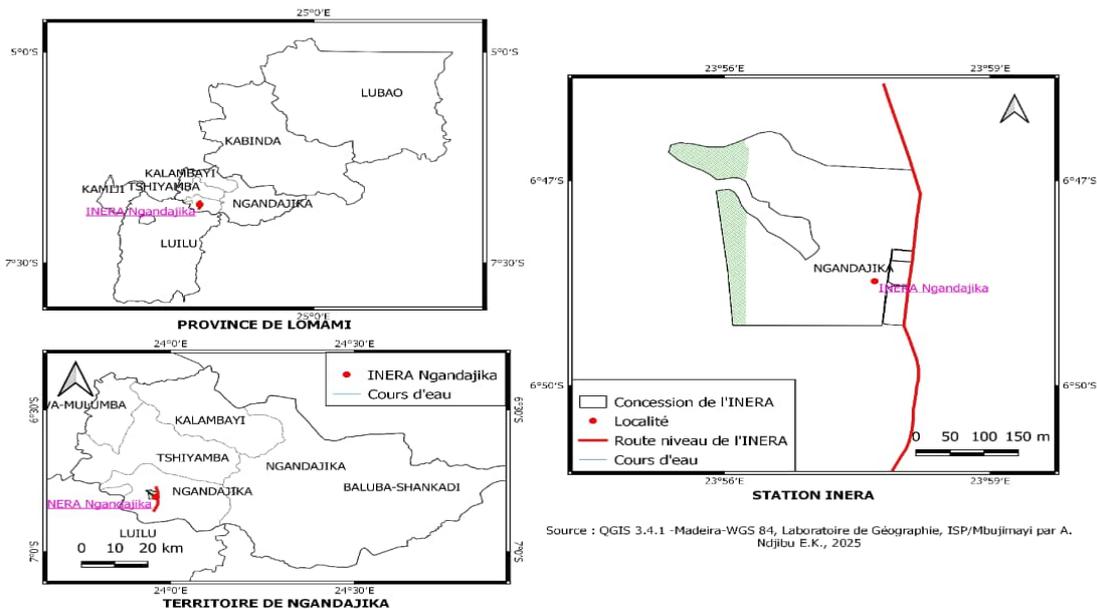


Figure 1. Carte de la station de l'INERA Ngandajika dans la Province de Lomami en R.D.Congo.

Aspect climatique

La région de Ngandajika est caractérisée par un climat tropical humide du type Aw₃ avec l'alternance de deux saisons dont la saison pluvieuse (du 15 août au 15 mai) et la saison sèche (du 15 mai au 15 août) (Kambi, 2001). La moyenne des précipitations est de 1425.8 mm de pluies, la température moyenne du mois le plus chaud de 28.2°C en avril et le minima moyen du mois le plus froid de 24.4°C en juillet. L'humidité atmosphérique relative est de 72.6%, la température annuelle de l'air varie entre 25°C dans la Nord, à 22.5°C dans le Sud et la durée d'insolation est de 2400 heures/an (NASA, 2024 ; Musambayi et al., 2022 et Bamba, 2006).

2.1.3. Aspects du sol et de la végétation

Les sols de Ngandajika sont sablo-argileux et argileux lourds, de couleur rouge, formés d'un recouvrement sableux sur sédiment argileux reposant à faible profondeur sur une ancienne dalle latéritique (Bado, 1993 cité par Nkongolo et al., 2016). Un pH variant de 5,4 à 6,2 avec faible teneur en matière organique. La fraction argileuse peu importante ne semble pas uniquement constituée de kaolinite (Kambi, 2001). La formation végétale est caractérisée par la savane herbeuse boisée (Rishirumhirwa et al., 1989), dominée par des *Poacées* qui couvrent plus de 70 % de la superficie par m². Les espèces dominantes sont *Imperata cylindrica*, *Hyparrhenia dissoluta*, *Digitaria brazzoe*, etc..., avec quelques espèces de la famille des légumineuses comme la *Mimosa pudica*, *Mucuna sp.*, *Stylosanthes sp.*, que l'on trouve disséminées dans le bas-fonds. Des galeries forestières sont présentes le long des rivières et des ruisseaux.

2.2 Approche méthodologique

2.2.1. Matériel

Le matériel biologique utilisé dans cet essai était constitué de quatre variétés de maïs certifiées obtenues à l'INERA Ngandajika. Variétés : Mus1, Salongo2, Mudishi3 et Muibaki3 ; une légumineuse à effet répulsif « Push » : *Artemisia annua* et une graminée à effet attractif « Pull » : *Pennisetum purpureum*, obtenues à l'INERA Ngandajika. Ainsi que du matériel non biologique constitué du film plastique en polyéthylène noir.

2.2.2. Méthodes

Un essai expérimental a été conduit en saison culturale A sous un dispositif en split plot, dont le facteur principal était la variété de maïs avec quatre niveaux : Mus 1, Mudishi 3, Muibaki 3 et Salongo 2 et le facteur secondaire, le moyen non chimique de lutte contre la Cla de maïs avec cinq niveaux : Push, Pull, Plasticulture, Push pull et le témoin. Le dispositif expérimental avait quatre blocs de 84,5 mètres de longueur et 5 mètres de largeur soit une superficie de 422,5 m², séparés entre eux de 2m. Chaque bloc avait quatre parcelles séparées entre elles de 1,50 m, Chaque parcelle avait une longueur de 20 mètres et une largeur de 5 mètres, soit une superficie parcellaire de 100 m². Chaque parcelle avait 5 sous parcelles de 5 mètres de longueur et 3 mètres de largeur soit 15m², séparées entre elles de 1m. La superficie expérimentale totale était alors de 84,5 mètres de longueur et 28 mètres de largeur soit 2363 m².

2.2.3. Opération culturale

Le semis a été effectué en saison A aux écartements de 75 cm x 30 cm à raison de 2 graines par poquet, et le regarnissage des vides cinq jours après la levée. *Artemisia annua* a été semé en intercalaire avec le maïs dans les parcelles Push et Push-Pull aux écartements de 30 cm x 30 cm. *Pennisetum purpureum* a été semé au bord des parcelles Pull et Push-pull aux écartements de 40 cm x 40 cm. Le film plastique a été placé un jour avant le semis de maïs. L'épandage de l'engrais NPK, le même jour que le semis à raison 400g/15m². L'épandage de l'Urée aux trente cinquième jours après le semis soit 100 Kg/Ha. La collecte des données à cinq jours, à trois semaines et à six semaines après le semis. La récolte des épis de maïs était effectuée le 10 janvier 2025. Les observations ont porté sur les paramètres phytosanitaires : Nombre de feuilles avec lésions par plant : à la troisième et à la sixième semaine après le semis, Incidence d'attaque des larves (en pourcentage) : à la troisième et à la sixième semaine après le semis. L'incidence des attaques de *S. frugiperda* a été évaluée par le rapport entre les plants présentant les symptômes d'attaque de la chenille sur le nombre total de plants échantillonnés multiplié par 100.

$$\text{Taux d'attaque} = \frac{\text{Nombre des plants attaqués}}{\text{Nombre des plants observés}} \times 100$$

La sévérité des dégâts à la troisième et à la sixième semaine après le semis. elle a été évaluée par l'échelle modifiée de Davis *et al.* (1992) développée par Boukari *et al.* (2022).

3. Résultats

3.1 Lésion de feuilles par plant à la troisième semaine.

De la figure 2, il ressort que le nombre de feuilles avec lésions à la troisième semaine a varié de 2,0 à 4,1 feuilles avec lésions. Les techniques : Push-pull et Push ont influencé significativement le nombre de feuilles avec lésions. La combinaison témoin-Mudishi3 a enregistré 4,1 feuilles avec lésion supérieur à la Plasticulture-Mudishi3 (3,1 feuilles avec lésion) et aux Pull-Mudishi3 qui ont eu un nombre similaire, au Push-Salongo2 (2,4 feuilles avec lésion) et au Push-pull-Mus1 (2,4 feuilles avec lésion).

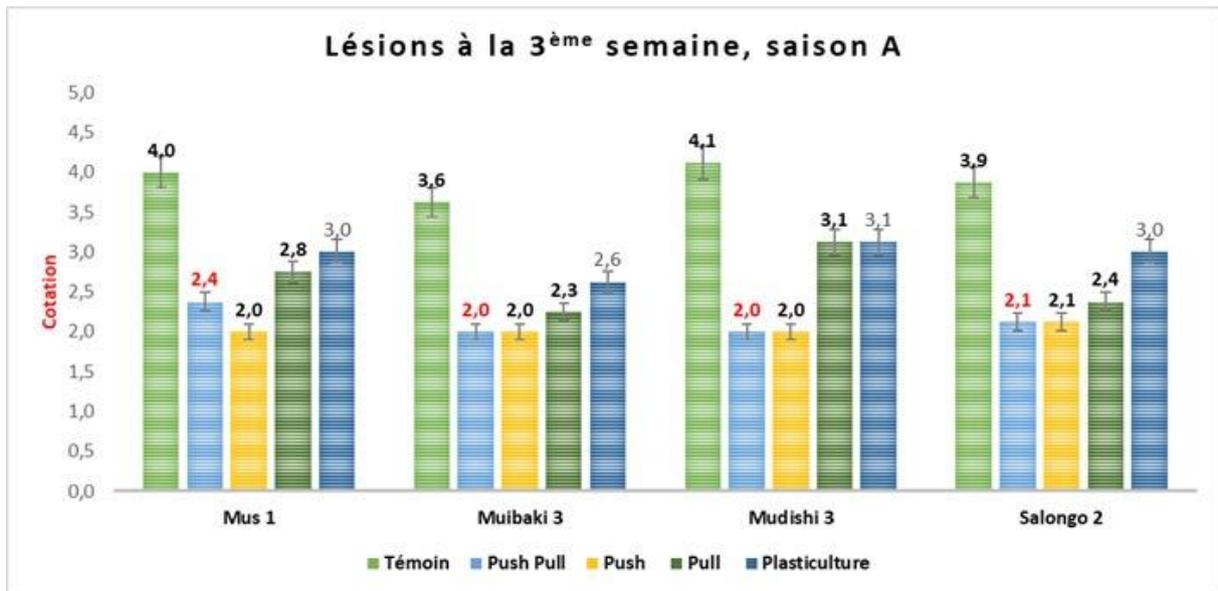


Figure 2. Lésion de feuilles par plant à la troisième semaine après le semis.

3.2. Lésion de feuilles par plant à la sixième semaine en saison A

La lecture de la figure 3 stipule que la lésion de feuilles à la sixième semaine a varié de 3,8 à 7,5 feuilles avec lésion. La combinaison témoin Mudishi3 (7,5 feuilles avec lésion) a eu un nombre supérieur de feuilles avec lésion, suivi de la combinaison pull Muibaki3 (6,3 feuilles avec lésion), de la Plasticulture Salongo2 (6,0 feuilles avec lésion), du Push Mudishi3 (4,5 feuilles avec lésion) et de Push-pull Salongo2 (4,8 feuilles avec lésion).

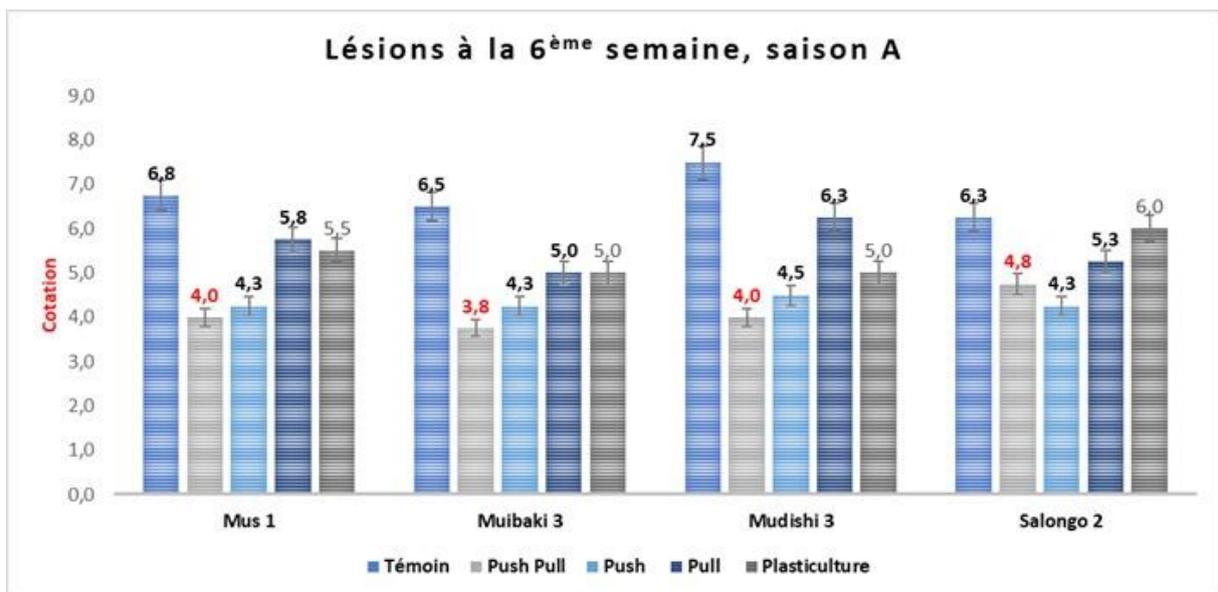


Figure 3. Lésion de feuilles par plant à la sixième semaine après semis.

3.3. Incidence de la chenille légionnaire à la troisième semaine

Il ressort de la figure 4 que l'incidence d'attaque à la troisième semaine en saison A a varié de 20,8 à 49,3%. La combinaison témoin Mudishi3 (49,3%) a eu un pourcentage élevé d'infestation, suivi de la plasticulture Mudishi3 (38,8%), de Pull Mudishi3 (35,0%), de Push-pull Mus1 (29,3%) et de Push Mus1 et Push Mudishi3 qui ont eu un même pourcentage d'infestation (22,0%).

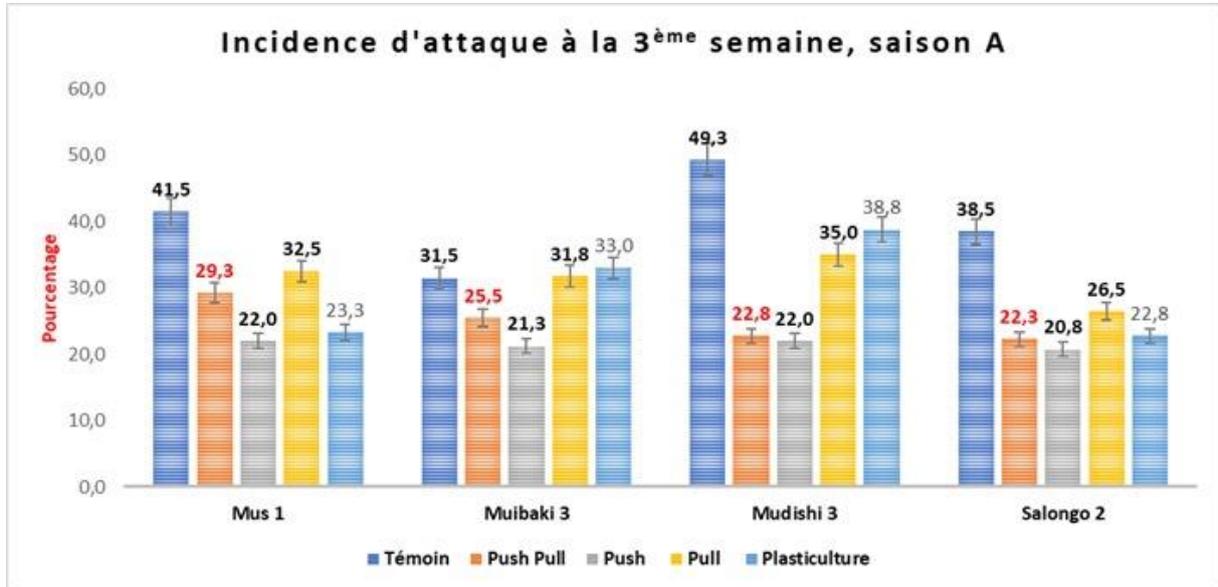


Figure 4. Incidence d'attaque de la chenille légionnaire à la troisième semaine après semis.

3.4 Incidence de la chenille légionnaire à la sixième semaine

La figure 5 renseigne que l'incidence d'attaque à la sixième semaine a varié de 18,1 à 88,5%, avec une moyenne de 53,5%. La combinaison la plasticulture Mudishi3 (88,5%) a eu un pourcentage élevé d'infestation, suivi du témoin Mus1 (77,4%), de Pull Mus1 (59,8%), de Push Mus1 (50,0%), et de Push-pull, Salongo2 (43,9%)

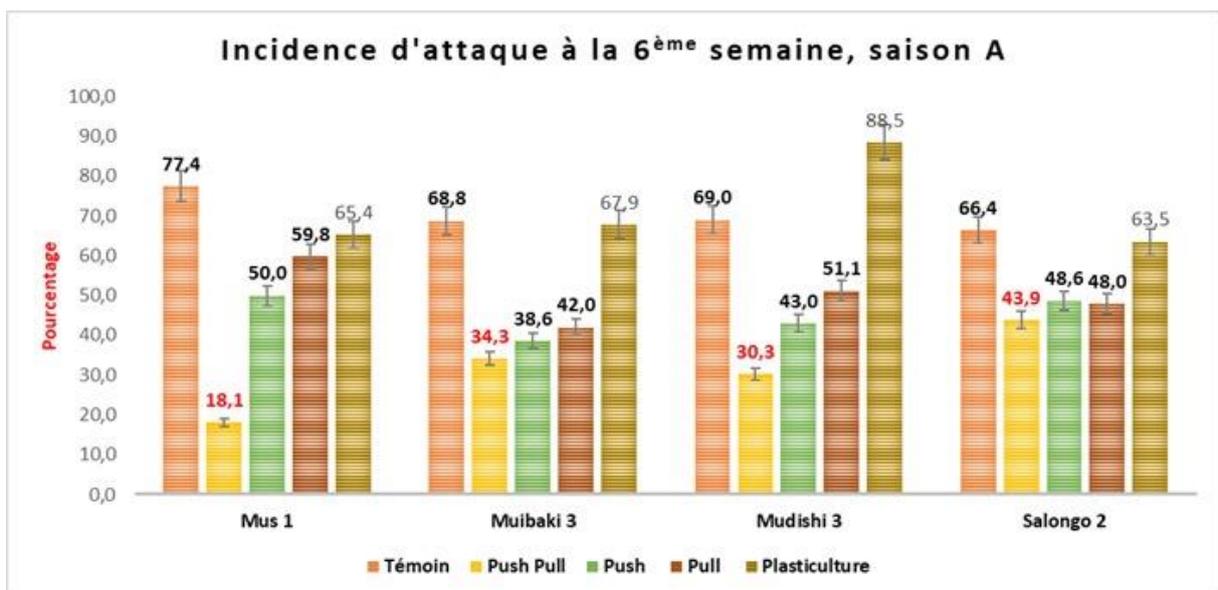


Figure 5. Incidence d'attaque de la chenille légionnaire à la sixième semaine après semis des saisons culturelles A.

3.5. Sévérité d'attaque de la chenille légionnaire à la troisième semaine saison A

Il ressort de la figures 6 que la cotation de sévérité en saison A à la troisième semaine a varié de sévérité de cotation 2,0 à la sévérité de cotation 3,5 avec une moyenne de sévérité de cotation 2,7. La combinaison témoin Mus1 (cotation 3,5) a eu une sévérité de supérieure à la Plasticulture Mudishi3 (sévérité de cotation 3), au Pull Salongo2 (sévérité de cotation supérieure cotation 2), au Push Mus1 et Push-pull Mubaki3 qui ont eu une même sévérité de cotation 2,5.

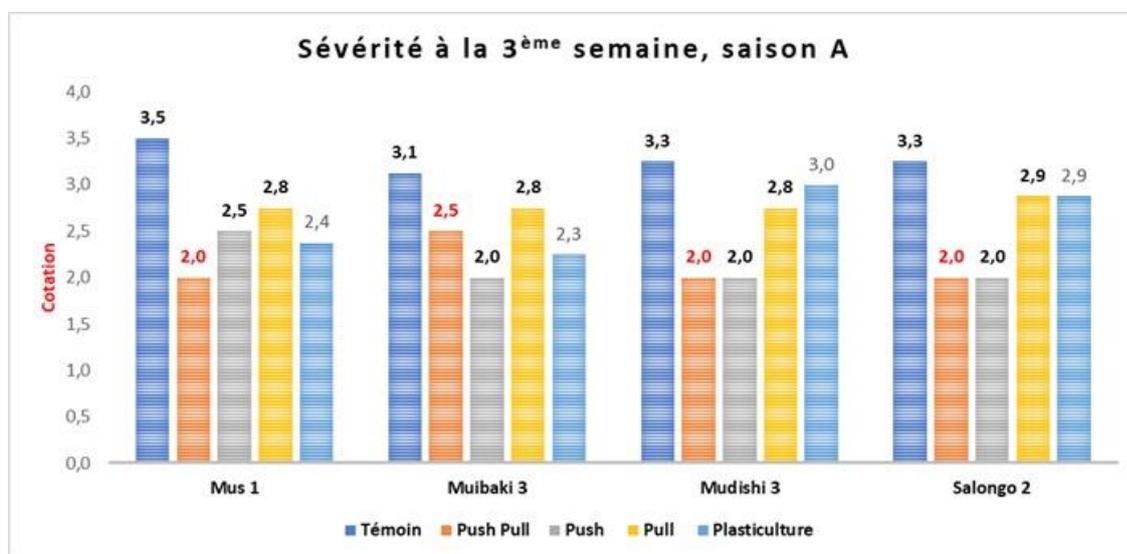


Figure 6. Sévérité d'attaque de la chenille légionnaire à la sixième semaine après semis des saisons culturales A.

3.6. Sévérité d'attaque de la chenille légionnaire à la sixième semaine

La lecture de la figure 7 renseigne que la sévérité d'attaque en saison A, à la sixième semaine a varié de sévérité de cotation 4,0 à la sévérité de cotation 6,5 avec une moyenne de sévérité de cotation 5,1. La combinaison témoin Mus1 et témoin Mudishi3 ont enregistré une sévérité similaire de cotation 6,5 supérieure, à Pull Mus1 et Pull Salongo2 qui ont enregistré une sévérité similaire de cotation 6,5 suivie de la plasticulture Mudishi3 a eu une sévérité de cotation 6,0, et de Push Mudishi3 et Push Salongo2 qui ont induit une sévérité similaire de cotation 4,3, suivi de Push-pull Mudishi3 sévérité de cotation 5,0.

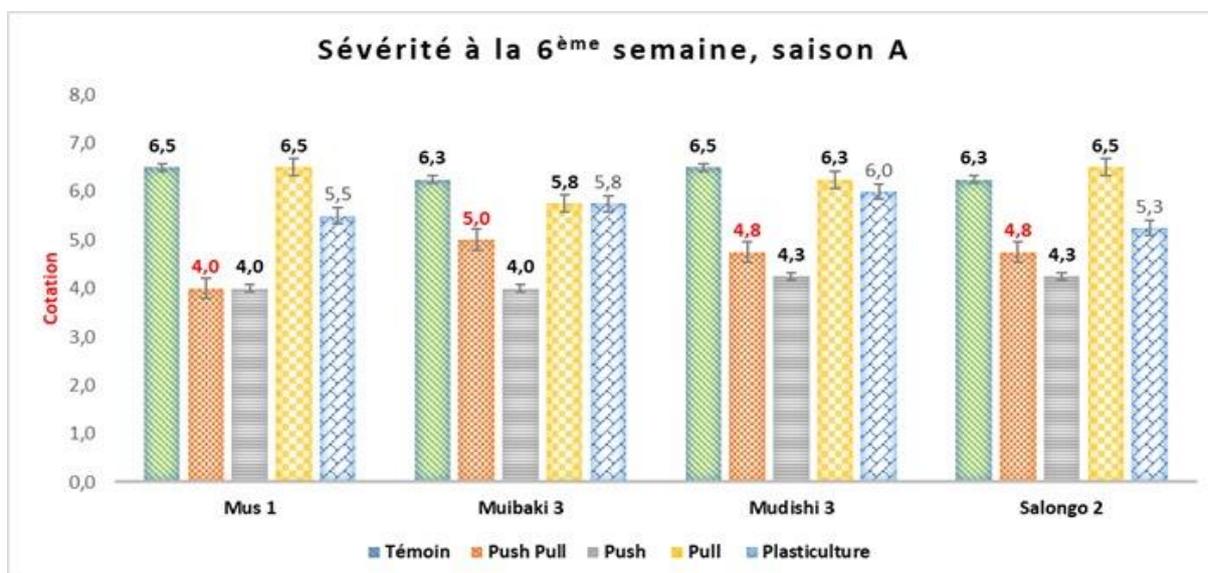


Figure 7. Sévérité d'attaque de la chenille légionnaire à la sixième semaine après semis des saisons culturales A.

4. Discussions

Au terme de cette étude, les résultats de la recherche ont montré que toutes les variétés ont été susceptibles aux attaques de la CLA. Cette situation pourraient s'expliquer du fait que les ressources en eau, en nutriments du sol, ainsi que les conditions environnementales ont contribué dans l'expression des différences génotypiques des variétés de maïs lors de l'expérimentation. Ces résultats sont conformes à ceux de Kambale *et al.*, (2023), qui ont trouvé que les six cultivars de maïs utilisés dans leur étude ont manifesté une même sensibilité aux attaques de la chenille légionnaire d'automne.

Beaucoup de chercheurs ont démontré que l'association de maïs avec d'autres cultures réduit le niveau d'infestation du maïs par les ravageurs par rapport à la monoculture. Toutes les combinaisons variétés-témoin ont eu un grand nombre de feuilles avec lésion, suivi des variétés-plasticulture, variétés-pull, variétés-push et variétés-push-pull. A la sixième semaine, push-pull a eu 4,8 feuilles avec lésion inférieure à plasticulture 6 feuilles avec lésion et au témoin 7,5 feuilles avec lésions. L'incidence d'attaque faible a été enregistrée par Push-pull 43,9 % par rapport au témoin (77%) et à plasticulture (88,5%), La faible sévérité a été enregistrée par Push cotation de sévérité 4, suivi de Push-pull cotation de sévérité 5 par rapport au témoin sévérité de cotation 6,5.

Kasongo *et al.*, (2021) ont affirmé que dans les champs de maïs visités à Kinshasa, ceux qui étaient entourés des parcelles maraichères ont été plus attaqués avec une incidence moyenne de 52 ± 17 % que ceux qui étaient entourés par d'autres végétations. Dans l'expérience de Adeye *et al.*, (2018), les tendances évolutives de l'incidence des attaques des chenilles ont été également croissantes dans les parcelles témoins et celles traitées avec Lambdace 25 EC avec des taux moyens respectifs de 77% et 75%. Au niveau des parcelles traitées avec Viper 46 EC et celles traitées avec Plant Neem aux doses de 3L/ha et 4,5L/ha, les tendances évolutives des attaques ont été décroissantes avec respectivement des incidences moyennes d'attaques de 32%, 48% et 35%.

Par ailleurs Musubao *et al.*, (2023) ont montré que les taux d'incidence évalués 58 jours après le semis ont été de 96,30% à 100% pour les cultivars utilisés dans leur expérimentation et l'incidence de la chenille d'automne a varié d'une manière significative avec les stades phénologiques et les types de culture associée au maïs. Dans les champs où le maïs était associé aux légumineuses et au manioc, les taux d'incidence de la Cla était faible. Ce même constat a été signalé dans d'autres provinces du pays pour les associations maïs-arachide, maïs-riz, maïs-choux d'après le rapport de Minagri *et al.* (2017).

Nos résultats sont conformes avec ceux de Bayombe *et al.* (2021) à Kisangani, qui ont montré que dans les champs de maïs évalués sur l'axe routier Kisangani-Buta, le taux d'attaque de la chenille légionnaire d'automne se situait entre 64,5% en culture associée contre un taux d'attaque de 75,5 % en culture pure, pour une sévérité du niveau 7. Cela s'explique par le fait qu'en monoculture *S. frugiperda* dépose directement ses œufs sur les plants de maïs, tandis qu'en cultures associées une barrière physique et chimique perturbe l'attraction de *S. frugiperda* pour le maïs et le piège sur les cultures à effet « Pull » où *S. frugiperda* pond ses œufs et protège celle de maïs. En plus, les champs des cultures associées au maïs sont riches du point de vue de leur biodiversité végétale, avec de ressources comme le nectar et peuvent aussi fournir des emplacements pour des ennemis naturels, des parasites ou des prédateurs de la Cla.

Midega *et al.*,(2017) ont trouvé que la proportion des plants infestés par les larves au Kenya variait de 3,2 à 18,6% avec le Push-Pull adapté au climat, est de 80,0 à 95,5% dans la monoculture de maïs. Cette réduction de l'infestation de la Cla s'expliquer par le fait que les systèmes de polycultures offrent diverses espèces qui dissimulent la plante hôte. En outre Tchegueni *et al.*,(2022) ont montré que les associations maïs-manioc et maïs-soja ont réduit respectivement l'infestation (56 et 40%), le nombre d'amas d'œufs (50 et 25%) et de larves (57 et 43%), le taux d'attaque (45 et 34%) et les dégâts (40 et 27%) comparé à la monoculture du maïs.

L'association maïs-manioc est plus efficace dans le contrôle du ravageur. En termes d'utilisation du sol, les associations maïs-soja et maïs-manioc ($LER > 1$) sont plus efficaces que la monoculture maïs n'entraînent pas l'amélioration des rendements du maïs. Ces associations peuvent être envisageables pour une gestion durable de *S. frugiperda*. De même les résultats de Boukari *et al* (2023) ont montré qu'une forte présence des plantations de teck, des forêts et/ou savanes ainsi qu'une richesse et un nombre de patches élevés autour des champs de maïs étaient en relation avec une faible incidence et sévérité des dommages de *S. frugiperda*.

5. Conclusion

Cette étude portant sur les effets de l'utilisation des moyens non chimiques dans la lutte contre la chenille légionnaire d'automne du maïs dans la région de Ngandajika, constitue une contribution à la lutte intégrée par la technique Push-Pull qui apparaît comme une composante privilégiée dans la gestion durable de la lutte contre la CLA à l'INERA/ Ngandajika, De ce qui précède, dans l'optique d'une approche de lutte intégrée durable de la CLA, une étude approfondie de l'efficacité de la technique Push-pull à différentes dates de semis et du stade Phénologique des plantes à effet répulsif et attractif s'avère important.

REFERENCES

- [1] Adeye. A.T, Sikirou. R, Boukari. S.A, Aboudou. M, GAYG. A, Idrissou B. S, Idrissou-Touré. M, Zocli. B, 2018. Protection de la culture de maïs contre *Spodoptera frugiperda* avec les insecticides Plantneem, Lambda 25 EC et Viper 46 EC et réduction de pertes de rendement au Bénin. *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé* 20(2) : 1-13.
- [2] Ayala. O. R, Navarro, F, & Virla. E. G, 2013. Évaluation of the attack rates and level of damages by the Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), affecting corn-crops in the nor. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 45(2), 1853–1865.
- [3] Bamba I., (2006). Etude de la structure spatiale et de la dynamique spatio-temporelle d'un paysage dans l'ex-Bas Congo (RD. Congo). Mémoire DEA. Université libre de Bruxelles, Bruxelles Belgique
- [4] Bayombe.L.L, Nguo.E, Malaisse.F, Monzenga.J.C, 2021. Incidence de la chenille légionnaire d'automne (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) et niveau de connaissance de ce ravageur par les agriculteurs de Kisangani et ses environs, R.D. Congo, *Rev Geo-Eco-Trop.*, 2021, 45, 1 : 103-111.
- [5] CABI et OEPP, 2015. *Spodoptera frugiperda*. Fiche informative sur les organismes de quarantaine, Union Européenne, 5P, sd.
- [6] Cabi, 2016. Datasheet *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm) Invasive Species.
- [7] Cabi, 2018. *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/29801>.
- [8] Cruz. I. & Turpin. F. T., 2008. Yield impact of larval infestations of the fallarmyworm (Lepidoptera: Noctuidae) to midwhorl growth stage of corn. *Journal of Economic Entomology*, 76(5),1052-1054.
- [9] Davis. F. M, Williams. W. P, 1992 : Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm. Technical bulletin: Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station, 186: 1-9.
- [10] Day, R., Abrahams, P., Bateman, M., Beale, T., Clotey, V., Cock, M., Murphy, S. T, (2017). Fall armyworm: impacts and implications for Africa. *Outlooks on Pest Management*, 28(5), 196–201.
- [11] FAO, 2005. New_LocClim: Local Climate Estimator. FAO Environment and Natural Resources Working Paper, N° 20.
- [12] FAO, 2018. Gestion intégrée de la chenille légionnaire d'automne sur le maïs. Un guide pour les champs-écoles des producteurs en Afrique. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 136P.
- [13] INERA, 1988. Bureau des ressources génétiques végétales (On line) <http://brg.fr> (dobe).
- [1] Goergen. G, Kumar. P. L, Sankung, S. B, Togola. A, and Tamò. M, 2016. First report of out breaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a génétiques de plantes cultivées. Thèse de doctorat de l'École Nationale Supérieure Agronomique Montpellier (France); 245p.

- [14] ICIPE, 2015. The ‘Push–Pull’ Farming System: Climate-smart, sustainable agriculture for Africa, African Insect Science for Food and Health, ISBN 978-9966-063-06-9, Nairobi, Kenya, 36P.
- [15] Kambale.M.H, Mbusa.W, Mubalama.M.J, Kasika.L.E, 2023. Incidence de la chenille légionnaire (*Spodoptera frugiperda*) et performances agronomiques de six cultivars de maïs cultivés à Butembo, Nord-Kivu. Rev. Journal of Applied Biosciences 184: 19245– 19258 ISSN 1997-5902.
- [16] Kambi, D.A., (2001), phénomène de ravinement dans la ville de Mbujimayi (Rep. Dém. Congo). Géographie, 10-17, ISP.
- [17] Kouanda. N, 2020. Monitoring et méthodes alternatives de lutte contre *Spodoptera frugiperda* J.E Smith dans la région du Centre-Ouest du Burkina Faso. Mémoire de master, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège, Liège, Belgique. <http://hdl.handle.net/2268.2/10898>.
- [18] Kasongo M.Y., Kizungu V.R., Marcel M., Komi F., Kabongo T. J.P., Ngoie A. F, Ngoyi L. H, Kalonji M. A., 2021. Détermination de la présence et du mode de gestion de la chenille légionnaire d’automne (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) par les agriculteurs des zones périphériques de l’Université de Kinshasa. Revue Africaine d’Environnement et d’Agriculture, 4(3), 38-45
- [19] Lofinda.L.M, Hance.T, Monde.T.K.G, 2018. Gestion intégrée du puceron *Pentalonia nigronervosa* par la stratégie push-pull dans la région de Bengamisa, RD Congo, Rev. Mar. Sci. Agron. Vét. (2018) 6 (4): 569-574.
- [20] Nkongolo M.M, Mutombo T. J.M, Cibanda M.J, Muka M. P, Masengu T.T, Tshibangu K.G., 2026, Contribution à l’étude de la gestion intégrée de la fertilité du sol pour la culture de maïs (*Zea mays*) dans la Région de Mbujimayi, RDC, Journal of Applied Biosciences 99 :9416 – 9422, ISSN 1997–5902.
- [21] MINAGRI, FAO, PAM, 2017. Evaluation de la campagne agricole, de la sécurité alimentaire et du risque phytosanitaire en relation avec les zones attaquées par la CLA en RDC. Rapport consolidé de la mission conjointe FAO-PAM-Minagri/RDC, 77p
- [22] Musambayi C., Mayiba T., Tshibanda A., Mutombo H., Kabemba M., Gaston Citenga G. (2022). Caractérisation géochimique des formations carbonatées de l’est de la ville de Mbujimayi (Secteur de Lukelenge) : Utilité dans les travaux de génie-civil. Rev. International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN 2028-9324 Vol. 37 No. 3 Oct. 2022, pp. 818-829 © 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals <http://www.ijias.issr-journals.org/>
- [23] Midega. C. A.O, Pittchar. J. O, Pickett. J. A, Hailua. G. W, and Khana. Z. R, 2018. A climate-adapted push-pull system effectively controls fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J E Smith), in maize in East Africa. Crop Protection 105 (2018) 10–15. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.11.003>
- [24] Minengu JDD., 2014. Etude des possibilités de culture de *Jatropha curcas* L. dans la région de Kinshasa (République Démocratique du Congo), Thèse de Doctorat, Université de Liège-Gembloux Agro-Bio Tech, 178 p.
- [25] Musubao.K.M, Kambale.M.E, Kambale.K.M, Makombani.K.A, Kasereka.S, [2[26] Kasereka.M.C, and Mumbere.K.R, 2022: Incidence and severity of the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith) on maize cultivation (*Zea mays* L.) in locality of Kivira (North-Kivu, DR Congo), Rev International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN 2028-9324 Vol. 36 No. 2 May. 2022, pp. 449-467 © 2022 Innovative Space of Scientific Research Journals <http://www.ijias.issr-journals.org> ICIPE. “Push-Pull.” *Op. Cit.*
- [26] N’Guessan. P.H, Kouame. K.D, Kouadio. J, YAO. E, Koffi F, Kassi. J-M, Kouame. K.G, Gnénakan Yeo et N’Cho. A. L, 2024. Évaluation de l’effet insecticide d’une phéromone sexuelle « *Spodoptera frugiperda* lure » sur la chenille légionnaire de l’automne en culture du maïs dans le nord de la Côte d’Ivoire. Int. J. Biol. Chem. Sci. 18(5): 1691-1700, October 2024, ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)
- [27] Prasanna. B. M, Huesing. J. E, Regina. E, Virginia. M, 2018. La chenille légionnaire d’automne en Afrique: Un guide pour la lutte intégrée contre le ravageur, Première édition. Mexico, CDMX: CIMMYT, 109p.

[28] 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.

[29] Tchegueni. M, Tounou Q. K, KolanI. L, Tcha. M, Gnon. T, Agboka. K et Sanda. K, 2022. Effet des associations culturales maïs-soja et maïs-manioc sur la dynamique et les dégâts de la chenille légionnaire d'automne *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) et le rendement en grains de maïs au Sud Togo, *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 16(4): 1399-1410, August 2022, ISSN 1997-342X

[30] 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.

[31] M. K. K, Tano. C. K. D., Soro. S et N'Guessan. A. P, 2022. Incidence des attaques de *spodoptera frugiperda* (lepidoptera : noctuidae) sur la production de 3 variétés de maïs et essais de lutte au moyen de produits insecticides (nielle, cote d'ivoire).

[32] Zhang Z. Q, 1992. The natural enemies of *Aphis gossypii* Glover (Hom, Aphididae) in China. *Journal of Applied Entomology.*, 114, 251-262.