

Lutte Integree contre le Charançon du Bananier *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera:Curculionidae): Utilisation de Pieges Inocules avec le Champignon Entomopathogene *Metarhizium Anisoplae*

Aby N’Goran
Kouadio Demby Laetitia Muriel
N’Guetta Adelaïde
Koffi Kouamé Cyrille Germain
Atsin Olivier
Gnonhoury Goly Philippe
Traore Siaka

Centre National de Recherche Agronomique,
Programme Plantain Banane Ananas, Abidjan, Cote d'Ivoire

[Doi: 10.19044/esipreprint.12.2022.p119](https://doi.org/10.19044/esipreprint.12.2022.p119)

Approved: 12 December 2022
Posted: 14 December 2022

Copyright 2022 Author(s)
Under Creative Commons BY-NC-ND
4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Aby N., Kouadio D.L.M., Koffi K.C.G., Atsin O., Gnonhoury G.P. & Traore S. (2022). *Lutte Integree contre le Charançon du Bananier Cosmopolites Sordidus (Germar) (Coleoptera:Curculionidae): Utilisation de Pieges Inocules avec le Champignon Entomopathogene Metarhizium Anisoplae*. ESI Preprints.
<https://doi.org/10.19044/esipreprint.12.2022.p119>

Résumé

Cosmopolites sordidus est une contrainte majeure à la production de bananes (*Musa* spp.). Le champignon entomopathogène *Metarhizium anisoplae*, Ascomycota : Hypocreales, se présente comme une alternative de lutte contre les charançons. Nos enquêtes ont été menées pour évaluer l'efficacité de différentes lutttes antiparasitaires dans les jachères et les bananeraies établies. Dans les jachères, le piège à phéromone inoculé avec *Metarhizium* et le piège à phéromone avec ramassage de charançons ont été comparés pour leur efficacité à réduire l'infestation larvaire de charançons. Dans le champ de bananes établi, le piège à pseudo-tronc inoculé avec *Metarhizium* a été comparé à l'application chimique, et la combinaison du piège à pseudo-tronc inoculé avec *Metarhizium* et l'application chimique. L'efficacité des traitements a été mesurée par les paramètres de Vilardebo : le

coefficient d'infestation et le taux d'infestation. Les résultats ont montré que le traitement utilisant *M. anisopliae* s'est avéré le plus efficace, réduisant l'infestation larvaire. Dans les champs établis de bananier, insecticide chimique + traitement de *M. anisopliae* et application mensuelle de piège à pseudotrunc inoculé, ont réduit les paramètres d'infestation de plus de 50 %. Avant la replantation en jachère, une combinaison de phéromone + *M. anisopliae* avait diminué les niveaux d'infestation larvaire de 60 %. Les pièges inoculés avec le champignon entomopathogène *Metarhizium* sont apparus comme une méthode innovante et durable pour lutter contre le charançon du bananier *Cosmopolites sordidus* dans les champs de bananier et de plantain.

Mots-clés: Bananier, Jachère, plantation, infestation larvaire, lutte

Integrated Pest Management for Banana Weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae): the Use of Inoculated Traps with the Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae*

Aby N’Goran

Kouadio Demby Laetitia Muriel

N’Guetta Adelaïde

Koffi Kouamé Cyrille Germain

Atsin Olivier

Gnonhoury Goly Philippe

Traore Siaka

Centre National de Recherche Agronomique,
Programme Plantain Banane Ananas, Abidjan, Cote d'Ivoire

Abstract

Cosmopolites sordidus is a serious constraint to banana (*Musa* spp.) production. The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*, Ascomycota: Hypocreales, offers a potential weevil management option. Our investigations were carried out to evaluate the efficacy of different pest management in fallows and established banana fields. In the fallows, the pheromone trap inoculated with *Metarhizium* and the pheromone trap with weevil collecting were compared for their efficacy to reduce weevil larval infestation. In the established banana field, the pseudostem trap inoculated with *Metarhizium* was compared to chemical application, and the combination of pseudostem trap inoculated with *Metarhizium* and chemical

application. The efficiency of the treatments has been measured by Vilardebo parameters: the coefficient of infestation and infestation rate. The results showed treatment using *M. anisopliae* proved most effective, reducing larval infestation. In Banana established fields, chemical insecticide + application of *M. anisopliae* treatment and monthly application of pseudostem trap inoculated, reduced these infestation parameters by more than 50 %. Before fallow replanting, a combination of pheromone + *M. anisopliae* had declined the larval infestation levels by 60 %. Inoculated traps with entomopathogenic fungus *Metarhizium* appeared to be an Innovative and Sustainable Method to control Banana Weevil *Cosmopolites sordidus* in Banana and Plantain Fields.

Keywords: Banana, Fallow, plantation, larval infestation, control

Introduction

Le charançon du bananier *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1825), (Coleoptera : Curculionidae) est le principal ravageur de la production de bananes et plantains. Les pertes de rendement peuvent atteindre 100 % en cas d'infestation sévère. Dans la plupart des zones de culture, les populations de *C. sordidus* sont contrôlées avec des insecticides chimiques de synthèse (Armendariz *et al.*, 2014 ; Okolle *et al.*, 2020 ; Shinde *et al.*, 2015). Actuellement leur utilisation est sur la sellette en raison de leurs effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement, de leur coût élevé et de la possibilité que les charançons du bananier développent une résistance en raison d'une utilisation abusive (Devault *et al.*, 2018 ; Joachim *et al.*, 2019). A ce jour, aucune méthode de lutte, à elle seule, n'offre un contrôle absolu des charançons du bananier. Par conséquent, la méthode de lutte intégrée contre les ravageurs (IMP) combine un éventail de méthodes telles que la gestion de l'habitat (lutte culturale), la lutte biologique, la résistance des plantes hôtes et les plantes, et la jachère. Une période de jachère peut réduire ou éliminer les populations de charançons. Elle est principalement associée au piégeage de masse par phéromone (Tinjaara *et al.*, 2005 ; Rhino *et al.*, 2010). La lutte biologique classique peut être réalisée par l'introduction d'ennemis connus d'un ravageur tels que les champignons entomopathogènes. *Metarhizium anisopliae* a été signalé comme infectant un très large éventail d'insectes qui sont très préoccupants dans l'agriculture du monde entier. En Côte d'Ivoire, onze (11) isolats locaux de *Metarhizium* hautement pathogènes isolés de charançons mycosés, ont été obtenus des bananeraies industrielles (Aby *et al.*, 2010). L'un d'eux a été utilisée pour réaliser des essais de gestion dans les jachères et les champs (Aby *et al.*, 2013, 2015).

Cet article rapporte la réduction des infestations larvaires par l'utilisation d'un piège inoculé avec l'isolat local de *Metarhizium anisopliae* au cours de la jachère et en production continue.

Matériel et méthodes

Site d'étude

Les expérimentations ont été menées dans le sud de la Côte d'Ivoire, dans la région de la Comoé, au sein de la société de production bananière SAKJ (Kablan Joubin Agriculture Society) (5° 44' N / 2° 59' W) créée en 1959. Elle est située dans une plaine au sol limono-sableux, la température moyenne annuelle était de 27,9°C, avec un minimum de 22,1°C et un maximum de 33,8°C. La superficie totale était d'environ 800 ha. L'expérience a été menée pendant deux années de Août 2012 à Août 2014. La pluviométrie annuelle moyenne au cours de ces années était d'environ 2000 mm.

Préparation de l'inoculum fongique

L'agent biologique utilisé était un champignon entomopathogène, un isolat local de *Metarhizium* sp. (Codification du laboratoire : BME2) isolé sur un charançon mycosé collecté à travers un piège à pseudotrunc dans la bananeraie de Batia, région d'Agnéby Tiassa, à 150 km au nord d'Abidjan. Il avait été sélectionné pour son haut niveau de pathogénicité au sein de 11 isolats testés en laboratoire et en champ sur des charançons du bananier (Aby *et al.* 2013).

L'inoculum est préparé dans des bocaux en verre de 700 ml sur le substrat riz. Après sporulation sur milieu PDA en boîte de Pétri pendant 21 jours, 15 à 20 g de cette culture ont été mélangés avec du riz précuit pendant 10 min à 120°C avec ¼ de litre d'eau. Les bocaux sont ensuite incubés dans une chambre noire à température ambiante. Ils sont agités quotidiennement pour empêcher l'agglutination des grains de riz par le champignon. La concentration en conidies par gramme a été déterminée par bocal 15 jours plus tard. La concentration moyenne a été de 12.10^8 conidies/g.

Dispositif expérimental

Six traitements ont été évalués avec 0,5 ha comme parcelle élémentaire par un traitement. Chaque traitement a été répété trois (3) fois, soit environ 1,5 ha pour le traitement. Dans le site choisi, les parcelles pour les traitements ont été choisies au hasard. Le niveau d'infestation larvaire pour chaque parcelle a été évalué en début d'essai.

Efficacité de *Metarhizium* sp. sur l'assainissement de la jachère

Les traitements ont consisté en une combinaison de pièges à phéromones et d'inoculum de champignon *Metarhizium*. Le piégeage a commencé trois (3) mois avant la mise en jachère de la parcelle. Deux traitements ont été évalués :

- T1J : Piégeage associant un piège à phéromone + le champignon entomopathogène *Metarhizium anisopliae* appliqué mensuellement dans ce piège (figure 1) : en pratique, 60 g d'inoculum ont été répandus sur le sol autour de la phéromone (sordidine synthétique (2,8-dioxa-1-éthyl-3 ,5,7-triméthylbicyclo [3.2.1] octane)). Une densité de 20 pièges/ha a été réalisée. Les pièges ont été placés à la périphérie de la parcelle. Les pièges étaient visités que pour le remplacement de l'inoculum et de la phéromone tous les mois. Les charançons visitant les pièges se contaminaient seuls ;

- T2J : Piégeage à la phéromone + ramassage des charançons dans lequel l'eau savonneuse remplace le champignon. Une densité de 20 pièges par ha a été réalisée. Les pièges ont été placés à la périphérie de la parcelle et les Charançons capturés sont collectés chaque semaine.

Efficacité de *Metarhizium* sp. en plantation établie

Quatre traitements ont été évalués :

- T1p : Piégeage mensuel avec pièges pseudotroncs inoculés (figure 2). L'inoculum est placé sur des rectangles de contreplaqué pour éviter au préalable le contact direct avec les microorganismes du sol. L'attraction des charançons adultes sur l'inoculum a été améliorée avec un morceau de phéromone comme décrit ci-dessus. Un autre morceau de contreplaqué recouvre l'inoculum tout en favorisant l'accès à l'inoculum à l'aide de baguettes et le tout est recouvert d'une autre tranche de pseudotronc.

- T2p : Rotation de piégeage mensuel avec pièges pseudotroncs inoculés et insecticides chimiques. Le produit chimique a été appliqué lorsque le seuil d'infestation larvaire a été atteint après un décorticage de contrôle. Les pièges à pseudotroncs inoculés ont été réalisés comme décrit ci-dessus.

- T3p : Gestion chimique. La parcelle abritant ce traitement a reçu l'application de l'insecticide systémique Thiaméthoxame, utilisé à raison de 240 g L-1 par ha.

- T4p : Ce traitement a concerné l'application mensuelle de pièges à pseudotroncs et de pièges colombiens sans inoculation de champignons à la densité de 20 pièges/ ha.

Paramètres évalués

Les effets des traitements appliqués ont été évalués par les niveaux d'infestations larvaires qui ont été relevés tous les trois mois à partir de

décorticages de contrôle dans toutes les parcelles. La note d'infestation et le taux d'infestation utilisés pour l'évaluation complète de l'importance et de l'intensité des dégâts ont été ceux décrits selon Vilardebo (1973).

Analyses statistiques

Les données obtenues de ces études ont été soumises à des analyses statistiques à travers l'ANOVA 1, à l'aide du logiciel SPSS version 20. Les moyennes ont été séparées par le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5 %.

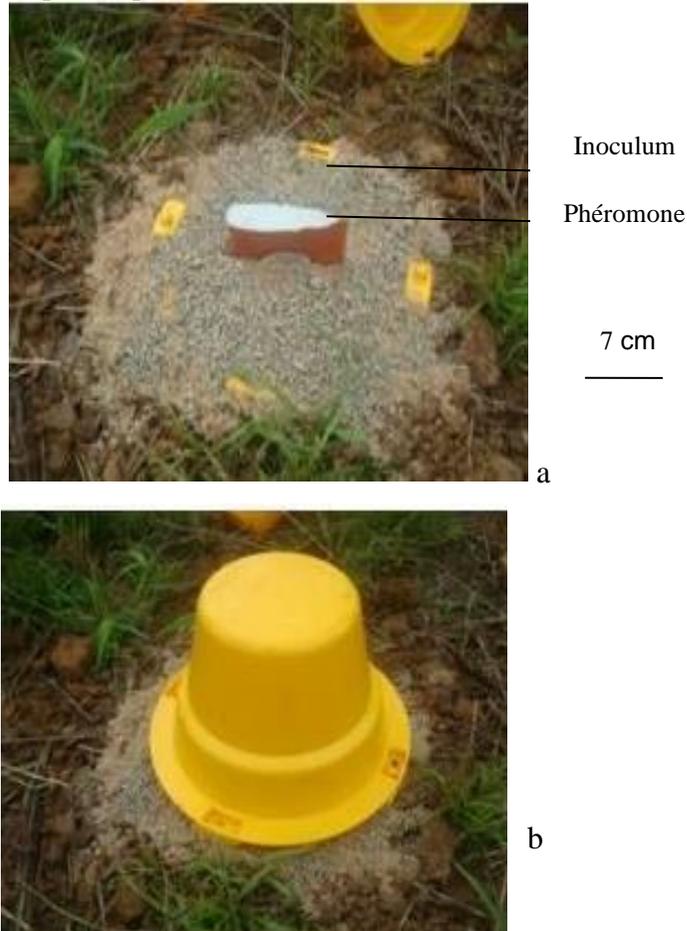


Figure 1. Piège à phéromone inoculé avec *Metarhizium anisopliae* (Source, Aby et al., 2015), A: Inoculum appliqué autour de la phéromone, B: Piège à phéromone complet

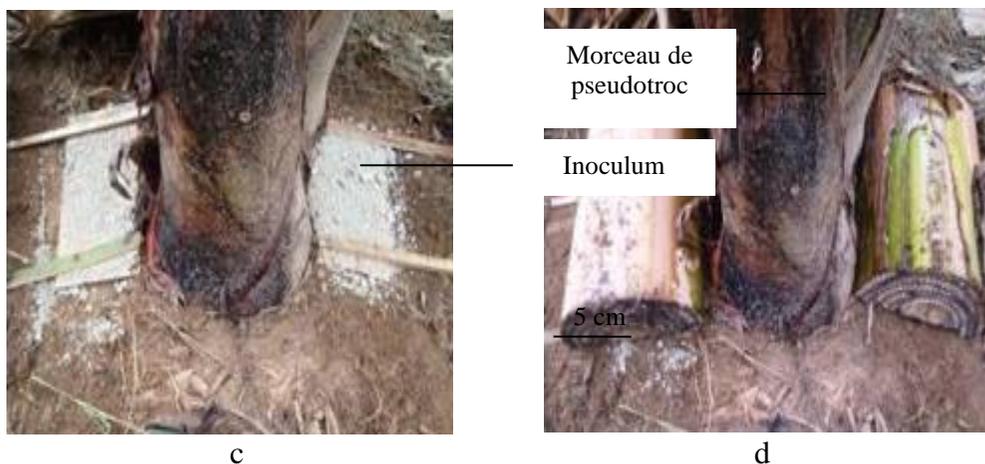


Figure 2. Piège à pseudotroc inoculé avec *Metarhizium anisopliae* (Source, Aby et al., 2015), c: inoculum appliqué autour du bulbe, d: Piège à pseudotroc inoculé complet

Résultats

Efficacité de *Metarhizium* sp. sur l'assainissement de la jachère

Les infestations larvaires dans les parcelles au début de l'expérimentation étaient de 5 pour le coefficient d'infestation (Figure 3) et de 33 % pour le taux d'infestation (Figure 4), tous deux supérieurs aux seuils tolérables. Les dégâts larvaires dans les deux traitements n'ont pas été réduits au cours des trois premiers mois de piégeage, mais ont diminué de manière significative ($p < 0,05$) trois mois après la récolte. Ainsi, après neuf mois de piégeage successif, dans les parcelles avec des pièges inoculés, le coefficient d'infestation a diminué significativement (83,3 %) passant de 6 à 1 (figure 3), et le taux d'infestation de 33 % à 7 % soit 78,8 % (figure 4). Dans la parcelle de phéromones + charançons (T2J) avec collecte de charançon, les deux paramètres ont également diminué significativement : (92 %) de 5 à 0,4 pour le coefficient d'infestation (figure 3) et (90 %) de 33 % à 3 % pour le taux d'infestation (figure 4). Jusqu'à la fin des expérimentations (6 mois après la récolte), les niveaux d'infestation larvaire évalués étaient inférieurs aux seuils critiques pour déclencher un traitement d'insecticide chimique.

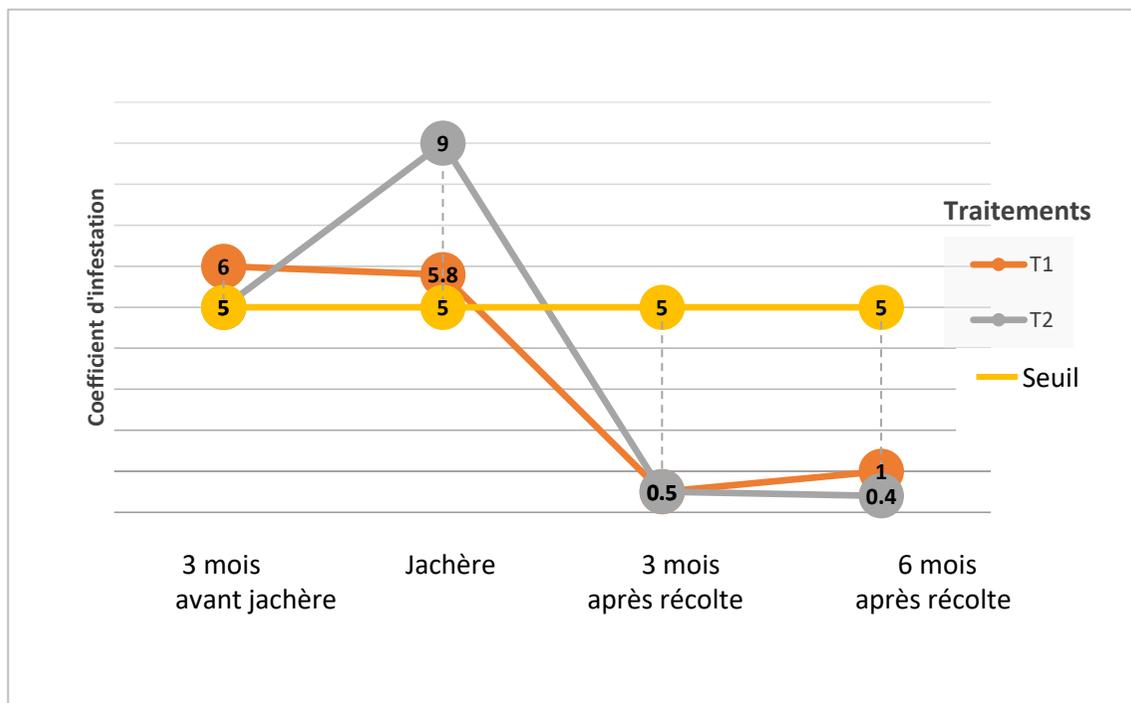


Figure 3. Coefficient d'infestation dans les parcelles avec la Phéromone + Metarhizium (T1) et Phéromone + ramassage des charançons (T2)

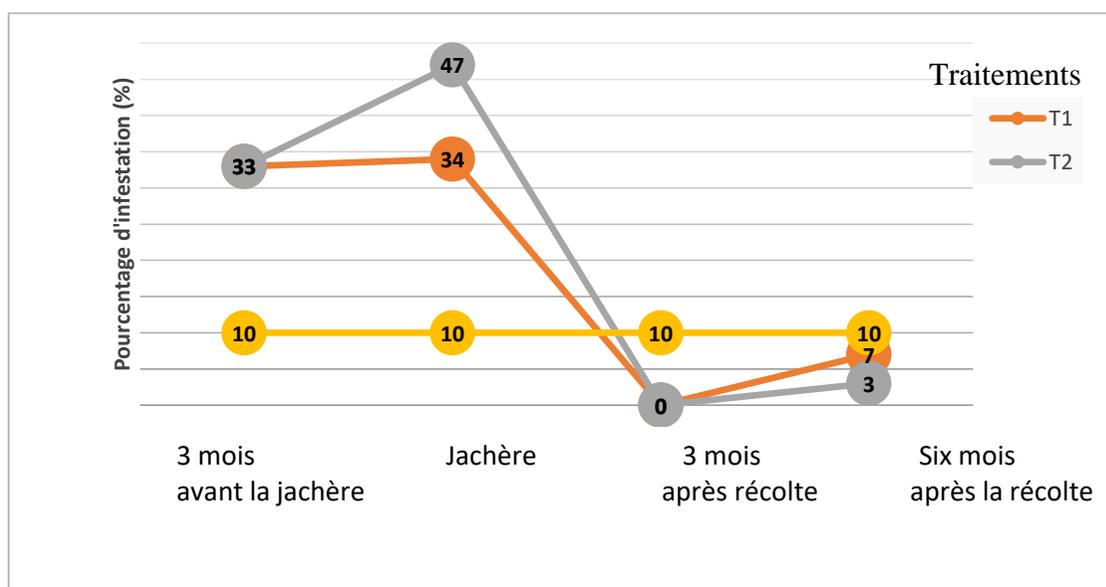


Figure 4 . Niveaux des taux d'infestation dans les parcelles en jachère avec la Phéromone + Metarhizium (T1) et Phéromone + ramassage des charançons (T2)

Efficacité de *Metarhizium sp.* en plantation établie

Le premier contrôle d'infestation larvaire opéré au début de l'expérience a montré que les deux paramètres (coefficient et taux d'infestation) étaient au-dessus du seuil dans tous les traitements (Figures 5 et 6). Après application des traitements, toutes les infestations induites par les différents traitements sont descendues sous les seuils au 4^e contrôle, sauf dans le traitement T4p (pseudotronc et piégeage colombien) où les attaques de charançons ont augmenté. Dans les parcelles T1p, T2p et T3p, le coefficient d'infestation est resté inférieur au seuil jusqu'à la fin de l'expérimentation (Figure 5). Le traitement associant le Thiaméthoxame (insecticide chimique) à l'application mensuelle de *M. anisopliae* (T2p) a été le plus efficace. Il a maintenu les attaques de charançons inférieures aux seuils : tout au long de l'expérience, pour le coefficient d'infestation (figure 5), et du deuxième au cinquième décorticage pour le taux d'infestation (figure 6). Globalement ce traitement a réduit l'attaque du charançon de 23,70 %. Ce traitement a été suivi par le traitement (T3p) celui de l'application de l'insecticide chimique. A la lumière du coefficient d'infestation, tous les traitements ont permis de rester en dessous du seuil (0 à 5) du 2^e au 6^e contrôle, soit environ 12 mois. Bien que les taux d'infestation aient été différents et selon les traitements et les périodes de contrôle, ils étaient inférieurs au seuil pour tous les traitements au 4^e contrôle (0 à 7,7 %). Après cette période, les taux d'infestation sont passés au-dessus de la limite (figure 6).

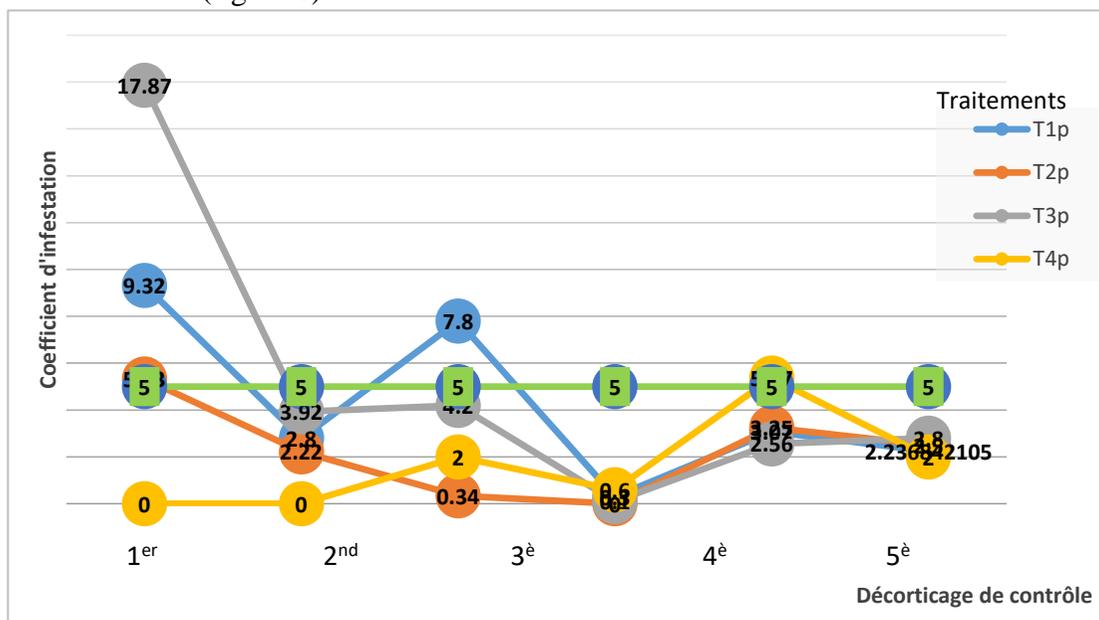


Figure 5. Evolution du coefficient d'infestation dans les parcelles des différents traitements

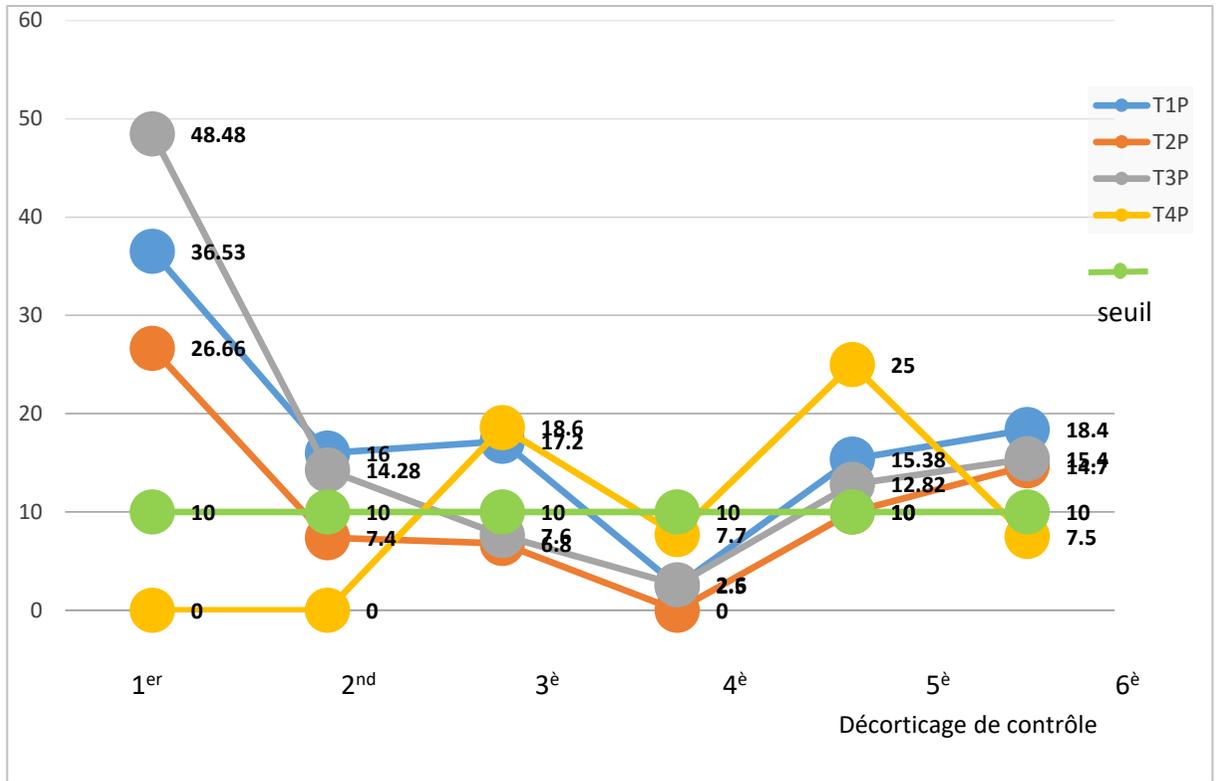


Figure 6. Évolution des taux d'infestation dans les parcelles des différents traitements

Discussion

Le piégeage de masse dans une jachère améliore le contrôle des charançons et protège les champs voisins des charançons adultes migrants également pour la future plantation. Dans une étude de piégeage menée en Guadeloupe, la population de charançons capturés était la plus élevée 10 à 20 semaines après le début de l'automne et diminuait à zéro après neuf mois (Rhino *et al.* 2010). Mais toutes ces études reconnaissent la pénibilité de récolter des charançons, de visiter des pièges. Et c'est cette contrainte majeure que nous souhaitons lever avec l'utilisation de pièges inoculés avec le champignon *Metarhizium*. Les pièges une fois posés ne sont remplacés qu'au bout d'un mois. Les charançons visitant les pièges se contaminent et meurent, allégeant ainsi l'intervention et la consommation de main-d'œuvre cruciale dans les bananeraies.

Dans la présente étude, l'infestation larvaire a été significativement réduite (sous le seuil), après six mois de piégeage en jachère sur les deux traitements phéromone + *Metarhizium* et Phéromone + collecte de charançons. Ces résultats ont été obtenus par Alpizar *et al.* (2012), qui ont constaté une réduction significative des populations de *C. sordidus* dans les

bananeraies du Costa Rica, en utilisant des pièges appâtés à la phéromone pendant 12 mois. Mais différent de ceux observés en Ouganda, où l'utilisation de quatre ou huit pièges ha-1 appâtés avec des phéromones synthétiques n'a pas réussi à réduire les populations de *C. sordidus* ou les dégâts à 21 mois de piégeage (Tinzaara *et al.* 2005). La faible efficacité de ce système de piégeage en Ouganda a été attribuée à une technologie de gestion des cultures de bas niveau, en particulier l'association de la banane plantain avec d'autres cultures, un mauvais contrôle des mauvaises herbes et la présence de résidus de culture qui nourrissent et abritent le ravageur dans la plantation. (Tinzaara *et al.* 2005). Il conviendrait alors de relever que le piégeage au *Metarhizium* serait plus efficace si les conditions d'attraction des phéromones sont efficaces et aussi si les autres mesures sanitaires telles que l'enlèvement des résidus végétaux pouvant héberger les charançons sont satisfaites.

Dans les plantations établies, les résultats montrent que la lutte biologique seule ne peut pas contrôler efficacement les infestations de charançons même si une réduction des infestations a été observée. Les niveaux d'infestation larvaire enregistrés pour l'application mensuelle du champignon entomopathogène *Metarhizium* uniquement étaient inférieurs à ceux dus aux produits chimiques. Les produits chimiques ont un effet immédiat alors que ceux des agents biologiques s'installent dans le temps. Il convient également de souligner que l'efficacité des pièges pour évaluer la population de *C. sordidus* dépend de plusieurs facteurs (Mbwana *et al.* 1999, Gold *et al.* 2001) qui peuvent affecter l'efficacité du champignon. La combinaison de la méthode chimique et de l'utilisation du champignon entomopathogène *Metarhizium* a donné la meilleure gestion des charançons avec des niveaux d'infestation inférieurs aux seuils. Aby *et al.* en 2015 ont montré que les produits chimiques utilisés dans les bananeraies n'affectaient pas le développement du champignon *Metarhizium*. Nos résultats confirment ceux de ces auteurs.

Conclusion

Les pièges inoculés avec le champignon entomopathogène *Metarhizium* sont considérés comme une alternative prometteuse pour lutter contre les charançons du bananier. L'utilisation de 20 pièges par ha appâtés avec phéromone + inoculum de *Metarhizium* dans les jachères a réduit l'infestation par *C. sordidus* et les dégâts lors de la replantation. Cette stratégie peut contribuer à réduire l'utilisation de produits chimiques dans la production de bananes et à réduire l'utilisation d'une main-d'œuvre de plus en plus coûteuse. Dans les champs, le test a démontré que *M. anisopliae* pouvait être intégré aux méthodes existantes pour le meilleur contrôle du charançon du bananier *C. sordidus*.

Remerciements

Toutes ces méthodes sont testées dans des bananeraies en Côte d'Ivoire. Le projet a été financé par le FIRCA (Fonds Interprofessionnel de la Recherche et Conseil Agronomique). Nous sommes reconnaissants aux gestionnaires des plantations.

References:

1. Aby N, Badou J, Traoré S, Kobénan K, Kéhé M, Thiémélé DEF, Gnonhoury G, Koné D. (2015). Inoculated Traps, an Innovative and Sustainable Method to Control Banana Weevil *Cosmopolites sordidus* in Banana and Plantain Fields. *Advances in Crop Science and Technology*. 3: 194. Aby et al., *Adv Crop Sci Tech* 2015, 3:5. <http://dx.doi.org/10.4172/2329-8863.1000194>
2. Aby N, Séka C L, Traoré S, Kobénan K and Kouakou TH. (2015). Effects of some fungicides and nematicides used in a banana plantation on pathological characteristics of *Metarhizium* sp., biological agent control of banana weevil *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 4(6): 1050-1065. <http://www.ijcmas.com/> ISSN: 2319-7706.
3. Aby N. (2013). Lutte biologique contre le charançon noir du bananier, *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptère: Curculionidae) en Côte d'Ivoire : Caractéristiques entomopathologiques d'isolats locaux de *Metarhizium* sp testés sur les populations au laboratoire et en bananeraie. Thèse de Doctorat unique Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody, Côte d'Ivoire, 181p.
4. Aby N, Kobenan K, Kehe M, Gnonhoury P, Kone D, Zouzou M. (2010). *Metarhizium anisoplae*: parasite du charançon noir du bananier *Cosmopolites sordidus* dans les bananeraies Ivoiriennes. *Journal of Animal & Plant Sciences*. Vol. 7 (1): 729-741. <http://www.biosciences.elewa.org> , ISSN 2071 – 7024
5. Armendariz I, Landzuri P, Ulloa S. (2014). Buenas practicas para el control del Picudo del Platano, *Cosmpolites sordidus*, en Ecuador. Technical Report Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE. IASA 1 y 2.
6. Devault D A, Karolak S, Levi Y, Rousis N I, Zuccato E, Castiglioni S. (2018). Exposure of an urban population to pesticides assessed by wastewater-based epidemiology. in a Caribbean island *Science of the Total Environment*, 644, 129–136. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.250>
7. Godonou I, Green KR, Oduro KA, Lomer CJ, Afreh-Nuamah K. (2000). Field evaluation of selected formulations of *Beauveria*

- bassiana* for the management of the banana weevil (*Cosmopolites sordidus*) on plantain (*Musa* spp., AAB group). *Biocontrol Science and Technology*. 10(6):779–788.
8. Gold CS, Pena JE, Karamura EB. (2001). Biology and integrated pest management for the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) *Integrated Pest Management Reviews*. 6(2):79–155.
 9. Gold CS, Okech SH, Nokoe S. (2002). Evaluation of pseudostem trapping as a control measure against banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) in Uganda. *Bulletin of Entomological Research*. 92(1):35–44.
 10. Joachim C, Veronique-Baudin, J, Ulric-Gervaise S, Pomier A, Pierre-Louis A, Vestris M, Novella J L, Drame M, Macni J, Escarmant P. (2019). Cancer burden in the Caribbean: An overview of the Martinique cancer registry profile. *BMC Cancer*, 19, 239. <https://doi.org/10.1186/s12885-019-5434-6>
 11. Kiggundu A, Gold CS, Labuschagne MT, Vuylsteke D, Laow S. (2003). Levels of host plant resistance to banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae), in Ugandan *Musa* germplasm. *Euphytica*. 2003;133:267–77.
 12. Mbwana ASS, Rukazambuga NDTM, (1998). Banana IPM in Tanzania. In: Frison E, Gold CS, Karamura EB, Sikora RA, editors. *Mobilizing IPM for sustainable banana production in Africa. Proceeding Workshop on Banana IPM held in Nelspruit, South Africa, 23–28 November 1998*. Montpellier: INIBAP; 1999. p. 237–245
 13. Okolle, N. J., Ngosong, C., Nanganoa, L. T., & Dopgima, L. L. (2020). Alternatives to synthetic pesticides for the management of the banana borer weevil (*Cosmopolites sordidus*) (Coleoptera: Curculionidae). *CAB Reviews*, 15(026), 1–24. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR202015026>
 14. Pena JE, Gilbin-Davis RM, Duncan R. (1995). Impact of indigenous *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin on banana weevil and rotten sugarcane weevil (Coleoptera: Curculionidae) populations in banana in Florida. *Journal of Agricultural Entomology*. 12(2-3):163–167.
 15. Rhino B, Dorel M, Tixier P, Risède J M. (2010). Effect of fallows on population dynamics of *Cosmopolites sordidus*: toward integrated management of banana fields with pheromone mass trapping (p). *Agricultural and Forest Entomology*. 12(2):195-202.

16. Shinde D, Wadaskar P, Bhoyar M. (2015). Banana weevil and its management. *Indian Farmer*, 2, 182–184.
17. Tinzaara W, Gold C S, Dicke M, Huis A V, Nankinga C M, Kagezi G H, Ragama P E. (2007). The use of aggregation pheromone to enhance the dissemination of *Beauveria bassiana* for the control of the banana weevil in Uganda. *Biocontrol Science and Technology*, 17, 111– 124. <https://doi.org/10.1080/09583150600937089>