

1 **Analyse de la diversité des ennemis naturels associés à *Spodoptera frugiperda* (J.E**
2 **Smith), (Lepidoptera : Noctuidae), en campagne sèche et humide à l'ouest du Burkina**
3 **Faso.**

5 **Résumé**

6 *Spodoptera frugiperda* constitue une menace majeure pour la production céréalière au Burkina
7 Faso. Face aux limites de la lutte chimique, la valorisation des ennemis naturels apparaît
8 comme une alternative durable dans une approche de gestion intégrée des ravageurs. Cette
9 étude vise à inventorier les ennemis naturels associés à *S. frugiperda* en campagne sèche et en
10 campagne humide dans l'ouest du Burkina Faso. Les prospections ont été réalisées de janvier
11 à décembre 2023 dans les régions des Guiriko et des Tannounyan. Les œufs et larves de *S.*
12 *frugiperda* ont été collectés dans les champs paysans puis élevés au laboratoire afin
13 d'identifier les parasitoïdes. Les prédateurs quant à eux ont été collectés directement au
14 champ puis conservés dans de l'alcool à 70% avant de procéder aux identifications. Huit
15 espèces de parasitoïdes appartenant majoritairement à l'ordre des Hyménoptères et des
16 Diptère ont été identifiées. Des champignons entomopathogènes et des nématodes ont
17 également été enregistrés uniquement en campagne humide, avec des taux de mortalité
18 larvaire respectifs de 1,81 % et 11,87 %, ainsi qu'une diversité importante de prédateurs. Ces
19 informations constituent une base scientifique importante pour la mise en place de stratégies
20 de lutte biologique et de gestion intégrée adaptées aux conditions agroécologiques locales.

21 **Mots-clés :** *Spodoptera frugiperda*, parasitoïdes indigènes, prédateurs associés,
22 entomopathogènes, Burkina Faso.

Analysis of the diversity of natural enemies associated with *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in dry and wet seasons in western Burkina Faso

Abstract

Spodoptera frugiperda represents a major constraint to cereal production in Burkina Faso. Due to the limitations and environmental risks associated with chemical control, the use of natural enemies constitutes a promising and sustainable alternative within an integrated pest management framework. This study aimed to inventory the natural enemies associated with *S. frugiperda* during the dry and wet seasons in western Burkina Faso. Field surveys were conducted from January to December 2023 in the Guiriko and Tannounyan regions using the “W” sampling method. *Spodoptera frugiperda* eggs and larvae were collected from farmers' fields and then raised in the laboratory in order to identify the parasitoids. Predators were collected directly from the field and preserved in 70% alcohol before identification. A total of eight parasitoid species were recorded, predominantly Hymenoptera and Diptera. Entomopathogenic fungi and nematodes were recorded only under wet season conditions, inducing larval mortality rates of 1.81% and 11.87%, respectively as well as a high diversity of predators. This information provides an important scientific basis for the implementation of biological control and integrated management strategies adapted to local agroecological conditions.

Keywords: *Spodoptera frugiperda*, native parasitoids, predators, entomopathogens, biological control, Burkina Faso.

Introduction

La chenille légionnaire d'automne, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera : Noctuidae), originaire des régions tropicales et subtropicales des Amériques (Sparks, 1979), est devenue l'un des ravageurs majeurs des cultures céréalières en Afrique subsaharienne depuis son introduction sur le continent en 2016 (Goergen et al., 2016). Espèce hautement polyphage, les larves de *S. frugiperda* s'attaquent de préférence au maïs, mais ont été répertoriées sur plus de 350 espèces végétales appartenant à 76 familles (Montezano et al., 2018). Elle cause des pertes économiques considérables, particulièrement sur le maïs, culture stratégique pour la sécurité alimentaire des populations rurales. Au Burkina Faso, l'expansion rapide de *S. frugiperda* a profondément modifié les systèmes de production, poussant les producteurs à recourir massivement aux insecticides de synthèse, souvent de manière inappropriée, avec des conséquences négatives sur l'environnement, la santé humaine et les organismes non ciblés (Rwomushana et al., 2018; Sisay et al., 2019).

Face aux limites de la lutte chimique, la gestion intégrée des ravageurs (GIR) apparaît comme une alternative durable, dans laquelle la lutte biologique joue un rôle central. En Afrique de l'Ouest, plusieurs études ont mis en évidence l'existence d'un cortège d'ennemis naturels indigènes (parasitoïdes, prédateurs et entomopathogènes) capables d'attaquer différents stades biologiques de *S. frugiperda* (Compaoré et al., 2023; Dassou et al., 2023; Koffi et al., 2020; Sanda et al., 2020; Kenis et al., 2019; Fiaboe et al., 2017).

Les systèmes agricoles sont caractérisés par une alternance marquée entre une campagne humide et une campagne sèche, chacune influençant différemment la dynamique des populations de ravageurs et de leurs ennemis naturels. Au Burkina Faso, des travaux récents ont signalé la présence de parasitoïdes, de prédateurs et d'agents entomopathogènes associés à ce ravageur (Diao et al., 2023; Ahissou et al., 2021); toutefois, les variations saisonnières de la pluviométrie, de la température et de l'humidité relative peuvent conditionner la survie, l'abondance et l'activité des parasitoïdes et des prédateurs associés à *S. frugiperda*. Cependant, les connaissances sur la composition et la diversité du complexe d'ennemis naturels de la chenille légionnaire d'automne en fonction des saisons culturales restent encore limitées au Burkina Faso.

Une meilleure compréhension de la structure du complexe d'ennemis naturels de *S. frugiperda* au cours des campagnes sèche et humide est essentielle pour identifier les espèces clés susceptibles d'être valorisées dans des programmes de lutte biologique ou de gestion

intégrée. Dans ce contexte, la présente étude vise à caractériser la diversité et la dynamique saisonnière des ennemis naturels associés à *S. frugiperda* dans les zones agricoles de l'ouest du Burkina Faso, en mettant en évidence les différences entre les campagnes sèche et humide. Les résultats attendus contribueront à renforcer les bases scientifiques nécessaires au développement de stratégies de lutte biologique adaptées aux conditions agroécologiques locales.

Matériel et méthodes

Présentation des sites

L'étude a été conduite dans deux régions de la zone soudanienne du Burkina Faso dont la région du Guiriko dans les communes de Bobo (village de Nasso, Dinderesso et Sonsogona), de Bama et de Koumbia) et la région de Tannounyan (dans les communes de Siniena et de Tiéfora) (Figure 7). Le choix de ces régions était basé d'une part sur l'importance de la production céréalière (156.616 ha dans la région des Tannounyan et 472.524 ha dans la région des Guiriko), et d'autre part sur la pression de *S. frugiperda* dans les champs (MAAHM, 2021).

La région des Guiriko est soumise au régime de climat tropical de type nord soudanien, compris entre les isohyètes de 800 mm et 1100 mm et caractérisée par l'alternance de deux (02) saisons : sèche et pluvieuse. Cependant, les effets du changement climatique sont une réalité dans la région des Guiriko, les précipitations sont irrégulières avec une inégale répartition dans la même campagne et d'une campagne à l'autre (ISND, 2019b). La région des Tannounyan connaît un climat de type sud-soudanien marqué par deux grandes saisons: une saison humide d'avril à octobre et une saison sèche de novembre à mars. La pluviométrie moyenne annuelle varie de 800 à 1200 mm. Les températures moyennes annuelles sont comprises entre 17°C et 36°C, soit une amplitude thermique de 19° C. La région enregistre beaucoup de précipitations et est donc l'une des zones les mieux arrosées du Burkina Faso (ISND, 2019a).

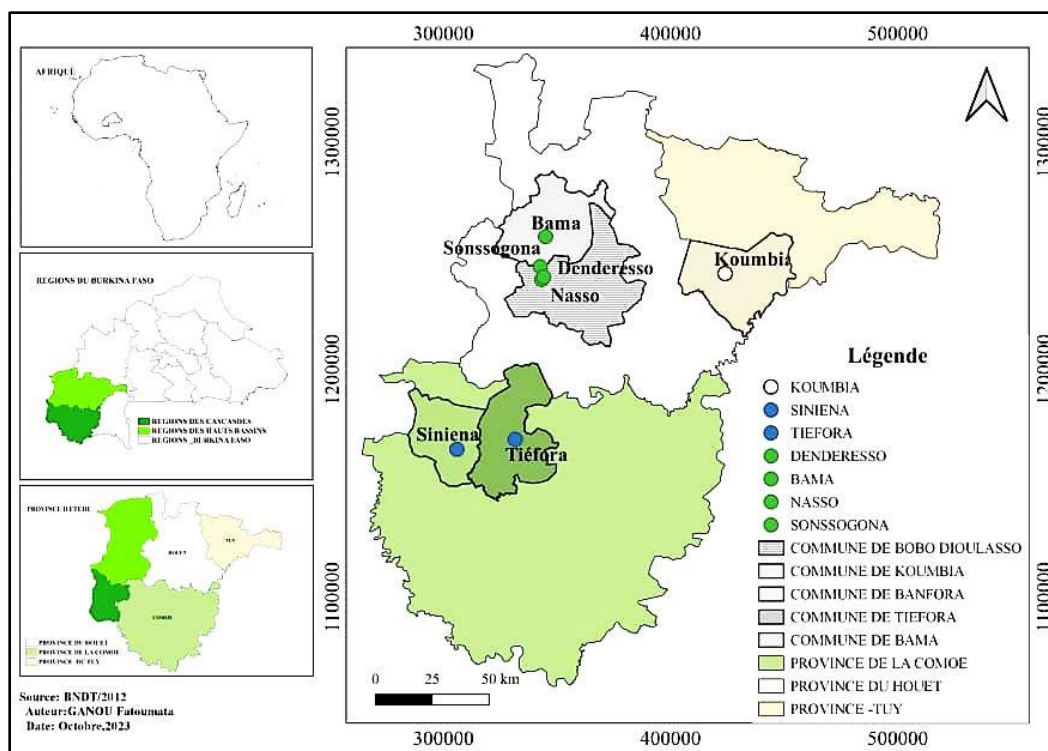


Figure 1: Carte représentant les sites d'étude

Source : GANOU S. Fatoumata

Méthodes

Des collectes d'œufs et de larves de stade L1, L2 et L3 ont été effectuées dans les villages de la région des Guiriko (Bama, Dindéréso, Sonsogona, Koumbia) et des Tannounyan (Sieniena, Tiéfara) dans des champs paysans sur les parcelles de maïs en campagne sèche et humide de janvier 2023 à décembre 2023. La méthode d'échantillonnage en « W » de la FAO (2017) a été utilisée lors de la prospection afin de faire le diagnostic des champs puis la collecte des larves après des observations sur la présence réelle de larves de *S. frugiperda* sur les plants de maïs. Les larves récoltées lors de la prospection ont été ramenées au laboratoire et introduites dans des boîtes d'élevage individuel de 118 ml et nourries avec des feuilles de maïs. Les feuilles ont été renouvelées chaque 48h et des observations quotidiennes ont été faites sur chaque larve jusqu'à la formation d'un cocon de parasitoïde ou de la chrysalide de *S. frugiperda*, de l'émergence des nématodes ou de la momification de la chenille par les champignons.

Une loupe binoculaire (Leica EZ) a été utilisée pour compter le nombre d'œufs récoltés. Les œufs d'aspect noirâtre ont été séparés des œufs normaux et ont tous été mis dans des boîtes contenant du coton humidifié pour le suivi de l'éclosion. En fonction des deux campagnes, les

parasitoïdes émergés ont été regroupés et conservés dans de l'alcool à 70° pour identification. Les prédateurs ont été directement collectés et conservés dans de l'alcool à 70 % pour identification.

Analyse de données

Le taux de parasitisme a été déterminé selon la formule de Pair *et al.*, (1986); Van Driesche, (1983); $Pr=Ni/Nt$:

Les identifications des parasitoïdes ont été faites au « Center for Agricultural and Biosciences International » (CABI) à Délémont en Suisse et à Accra au Ghana. La clé de reconnaissance des familles de (Delvare & Aberlenc, (1989); Poutouli *et al.*, (2011) ont été utilisées pour identifier les différentes espèces de prédateurs collectées.

Résultats

Diversité et taux de parasitisme des parasitoïdes associés à *Spodoptera frugiperda* en campagne sèche et humide

A l'issue des collectes, huit (08) espèces de parasitoïdes repartis en trois types de parasitoïdes ont été identifiés durant les deux campagnes. . Il s'agit d'un parasitoïde des œufs *Telenomus remus* (photo 1a) ; d'un parasitoïde ovo-larvaire *Chelonus bifoveolatus* (photo 1b) et de six parasitoïdes larvaires à savoir, *Coccygidium luteum* (photo 2c), *Charops* sp (photo 2d), *Cotesia icipe* (photo 2e), *Pristomerus* sp (photo 2f.), un hyménoptère de la famille des Campopleginae (photo 2g) et un diptère de la famille des Phoridae (photo 2h).

Le taux de parasitisme des différents ennemis naturels associés à *S. frugiperda* est consigné dans le Tableau 1. Le parasitoïde des œufs *Telenomus remus* a été uniquement enregistré en campagne humide avec un taux de parasitisme de 10%. *Chelonus bifoveolatus*, le seul parasitoïde ovo-larvaire a été présent durant les deux campagnes et avait un taux de parasitisme de 5,51% en campagne sèche et 5,11% en campagne humide. Parmi les parasitoïdes larvaires, *Coccygidium luteum* a été le parasitoïde le plus abondant, avec un taux de parasitisme de 1,81% en campagne sèche et 2,57% en campagne humide, suivi de *Charops* sp. avec un taux de parasitisme de 1,33% en campagne sèche et 1,1% en campagne humide. *Cotesia icipe*, *Pristomerus* sp et un autre appartenant à la famille des Ichneumonidae et à la sous-famille des Campopleginae ont été enregistré uniquement en campagne sèche. Le seul

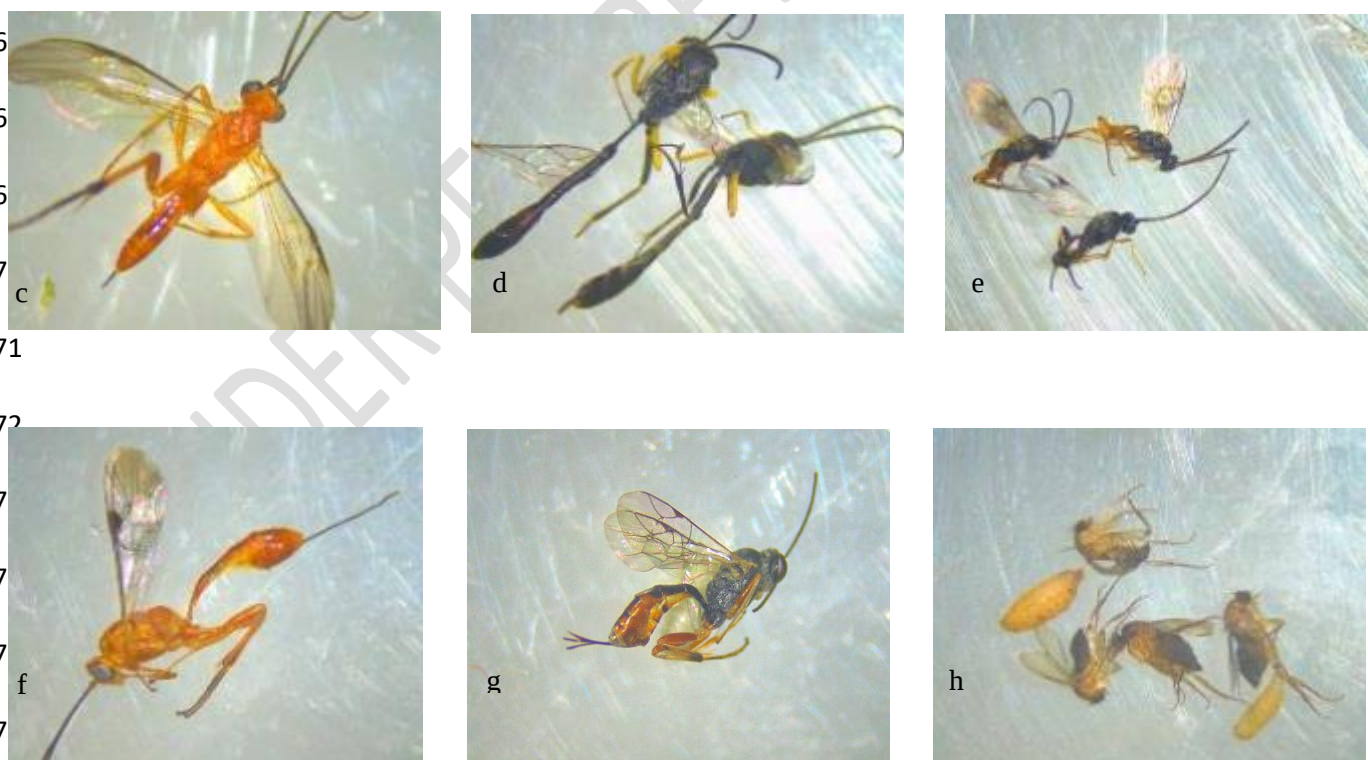
parasitoïde larvaire appartenant à l'ordre des diptères et à la famille des Phoridae a été enregistré uniquement en campagne humide.

En plus des parasitoïdes, des champignons entomopathogènes (photo 3a) et des nématodes (photo 3b) ont également été enregistrés, mais uniquement en campagne humide. D'une manière générale, les nématodes ont été les ennemis naturels ayant causé le plus de mortalité aux larves de *S. frugiperda* en campagne humide.



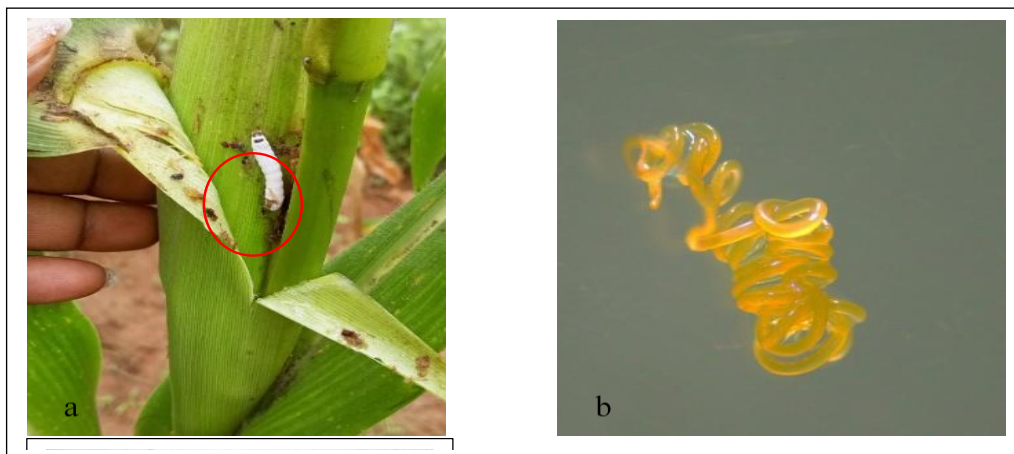
Légende: a : *Telenomus remus* ; **b :** *Chelonus bifoveolatus*

Photo 1: Parasitoïde des oeufs et ovo-larvaire



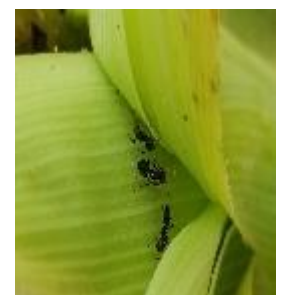
Légende: c : *Coccygidium luteum* ; **d :** *Charops* sp. ; **e :** *Cotesia icipe* ; **f :** *Pristomerus* sp.;
g: Hyménoptère (Campopleginae); **h:** Diptère (Phoridae)

Photo 2 : Parasitoïdes larvaires



Inventaire des principaux prédateurs associés à *Spodoptera frugiperda*

Les principaux prédateurs (photo 4) associés à *S. frugiperda* sont consignés dans le tableau 2. Les résultats obtenus révèlent une diversité notable d'ennemis naturels appartenant à plusieurs ordres taxonomiques majeurs (Hémiptères, Coléoptères, Arachnides, Hyménoptères, Dermaptères et Mantodea). La prédation observée couvre l'ensemble des stades biologiques du ravageur (œufs, larves et adultes), ce qui suggère une complémentarité fonctionnelle des guildes de prédateurs. Les Coccinellidae (*Harmonia axyridis*, *Cheilomenes* spp.), se distinguent par une prédation ciblée des œufs. Les prédateurs généralistes tels que les Reduviidae (*Rhynocoris iracundus*), les Mantidae (*Mantis religiosa*), les Dermaptères (*Forficula auricularia*) et plusieurs familles d'araignées (Araneidae, Thomisidae, Pisauridae, Dictynidae) interviennent sur les stades larvaires et adultes.

**a****b****c****d****h**

Légende : **a** : *Polyrachus dives*; **b** : *Pisaura mirabilis* ; **c** : *Cheilomenes sulphurea*; **d** : *Forficula auricularia* ; **e** : *Ropalidia marginata*; **f** : *Pardosa* sp. ; **g** : *Rhynocoris iracundus*. ; **h** : *Crematogaster* sp

Photo 4 : Quelques prédateurs identifiés

Discussion

L'évaluation des ennemis naturels associé à *S. frugiperda* a permis d'enregistrer des parasitoïdes, des entomopathogènes et des prédateurs. Plusieurs auteurs en Afrique ont montré la présence de ces ennemis naturels contribuant à gérer le ravageur (Compaoré et al., 2023; Dassouet et al., 2023;; Koffi et al., 2020;).

Contrairement aux travaux antérieurs réalisés entre 2019 et 2021, cette étude récente, couvre un cycle annuel complet et intègre une comparaison entre la campagne humide et la campagne sèche. Cette approche a permis d'élargir l'inventaire des parasitoïdes, avec huit (08) espèces enregistrées, contre trois à quatre dans les études précédentes. Ces parasitoïdes étaient repartis en trois (03) groupes (parasitoïde des œufs, parasitoïde ovo-larvaire et parasitoïde larvaire). Ils appartiennent essentiellement à l'ordre des hyménoptères et à l'ordre des diptères. Les parasitoïdes, *Chelonus bifoveolatus*, parasitoïde ovo-larvaire et *Coccygidium luteum* ont été les principaux parasitoïdes présents en campagne sèche et humide ; *Telonus remus*, parasitoïde oophage a été enregistré uniquement en campagne humide. Ces trois ennemis naturels représentent donc les principaux parasitoïdes associés à *S. frugiperda* au Burkina Faso. Agboyi et al., (2020); Koffi et al., (2020); Monzenga et al., (2022) ; Otim et al., (2021) ont également rapporté dans leur étude que *Chelonus bifoveolatus* et *Coccygidium luteum* étaient les parasitoïdes les plus abondants. Cinq autres parasitoïdes larvaires dont quatre (04) de l'ordre des hyménoptères et un (01) de l'ordre des diptères ont été enregistrés, à savoir *Charops* sp., *Pristomerus* sp., *Cotesia icipe* et un autre non identifié appartenant à la famille des Ichneumonidae et à la sous-famille des Campopleginae et un phoridae. Parmi ces cinq parasitoïdes, uniquement *Charops* sp a été enregistré en campagne sèche et humide. Les trois (03) autres hyménoptères ont été enregistrés uniquement en campagne sèche, tandis que le diptère phoridae l'a été en campagne humide. Les parasitoïdes *Chelonus bifoveolatus*, *Coccygidium luteum* et *Charops* sp. ayant été enregistrés lors des deux campagnes font d'eux les espèces clés susceptibles d'être valorisées dans des programmes de lutte biologique ou de gestion intégrée.

En plus des parasitoïdes, des champignons entomopathogènes et des nématodes ont également été répertoriés uniquement en campagne humide. A l'issue des collectes, 1,81% de la mortalité larvaire a été attribué aux champignons entomopathogènes et 11,87% aux nématodes endoparasites. Nos résultats corroborent ceux de Ahissou et al., (2021) qui avaient enregistré respectivement un taux de mortalité de la chenille légionnaire de 1,4% et 8,2% dû aux champignons et aux nématodes.

Les variations observées dans la présence et l'abondance des ennemis naturels de *S. frugiperda* d'une campagne agricole à l'autre pourraient être attribuées aux fluctuations saisonnières des conditions climatiques, notamment la pluviométrie, la température et l'humidité relative. Ces facteurs abiotiques jouent un rôle déterminant dans la survie, la reproduction, la dispersion et l'activité des parasitoïdes, prédateurs et agents entomopathogènes associés aux populations de ravageurs dans les agroécosystèmes (Bale et al., 2002; Landis et al., 2000). En particulier, la température influence le développement, la fécondité et la longévité des insectes auxiliaires, tandis que l'humidité relative et la pluviométrie peuvent affecter leur activité de recherche d'hôtes ou de proies ainsi que la persistance des agents pathogènes naturels (Bale et al., 2002). Par conséquent, les variations climatiques saisonnières peuvent entraîner des fluctuations importantes dans la structure et la dynamique des communautés d'ennemis naturels, ce qui influence indirectement l'efficacité de la régulation biologique des populations de *S. frugiperda* dans les systèmes de culture (Day et al., 2017; Harrison et al., 2019).

Outre les parasitoïdes, les champignons entomopathogènes et les nématodes, des prédateurs ont également été associés à *S. frugiperda* et appartiennent à l'ordre des Hémiptères, Coléoptères, Arachnides, Hyménoptères, Dermaptères et Mantodea. Cette diversité indique l'existence d'une pression de prédation multitrophique susceptible de contribuer à la régulation naturelle des populations de *S. frugiperda* dans les agroécosystèmes étudiés. Des observations comparables ont été rapportées dans différentes zones d'invasion en Afrique, où les complexes d'ennemis naturels locaux contribuent à la régulation partielle du ravageur (Day et al., 2017; Goergen et al., 2016).

Les prédateurs de l'ordre des coléoptères (coccinellidae), des hyménoptères (formicidae), les dermaptères (forficulidae), les hémiptères (coreidae, reduviidae) et la classe des arachnida sont les principaux potentiels prédateurs de *S. frugiperda* durant les deux campagnes soulignant ainsi le rôle de ces taxons comme ennemis naturels importants de ce ravageur. Des études antérieures réalisées par Ahissou et al., (2021); Kouanda, (2019) ont signalé la présence de ces familles de prédateurs associés à *S. frugiperda* au Burkina Faso. Parmi ces ordres, Prasanna et al., (2018) classent les Dermaptères parmi les principaux agents de régulation biologique de *S. frugiperda*. De même, Cokola & Tech, (2019) ont signalé la présence de Dermaptères et de Coléoptères dans des systèmes de culture du maïs en République démocratique du Congo, confirmant la large distribution de ces auxiliaires en milieu agricole africain.

Les Coccinellidae (*Harmonia axyridis*, *Cheilomenes* spp.) se distinguent par une prédation ciblée des œufs. Ce type d'attaque précoce est écologiquement stratégique, car il réduit le potentiel de recrutement larvaire et, par conséquent, le niveau futur d'infestation. Cette régulation au stade embryonnaire est souvent considérée comme un indicateur fort de potentiel de contrôle biologique.

Les prédateurs généralistes tels que les Reduviidae (*Rhynocoris iracundus*), les Mantidae (*Mantis religiosa*), les Dermaptères (*Forficula auricularia*) et plusieurs familles d'araignées (Araneidae, Thomisidae, Pisauridae, Dictynidae) interviennent sur les stades larvaires et adultes. Cette large amplitude de prédation suggère une action continue sur le cycle de développement du ravageur. Les Hyménoptères sociaux (Vespidae et Formicidae) ont été observés attaquant principalement les stades larvaires. Leur comportement de chasse active, combiné à leur organisation sociale, peut induire localement une pression de prédation élevée. Toutefois, l'impact réel de ces groupes dépend fortement de leur densité, de la disponibilité des ressources alternatives et des conditions environnementales. Des études complémentaires quantifiant les taux de prédation et leur impact sur la dynamique des populations du ravageur seraient nécessaires pour estimer la contribution relative de chaque groupe d'auxiliaires.

L'identification conjointe des parasitoïdes, prédateurs, champignons entomopathogènes et nématodes offre une vision plus globale du complexe d'ennemis naturels. L'ensemble de ces observations soutient l'hypothèse d'un contrôle biologique naturel multi-agents de *S. frugiperda*. Néanmoins, l'efficacité réelle de cette régulation dépendra de facteurs contextuels tels que les pratiques culturales, l'usage d'insecticides, la structure du paysage agricole et la disponibilité d'habitats refuges. En particulier, l'utilisation d'insecticides à large spectre pourrait compromettre cette régulation en affectant de manière disproportionnée les ennemis naturels. Ces résultats suggèrent que les stratégies de gestion intégrée de *S. frugiperda* devraient intégrer explicitement la conservation des ennemis naturels, notamment par la réduction des traitements chimiques non sélectifs et la mise en place d'aménagements favorables à la biodiversité fonctionnelle. Ces résultats mettent en évidence la variabilité saisonnière des agents de régulation biologique et fournissent des bases scientifiques utiles pour le développement de stratégies de lutte intégrée contre la chenille légionnaire d'automne.

Conclusion

Cette étude a mis en évidence l'existence d'un complexe diversifié d'ennemis naturels de *S. frugiperda* dans les zones agricoles de l'ouest du Burkina Faso, comprenant des parasitoïdes,

des prédateurs, des champignons entomopathogènes et des nématodes. Huit (08) espèces de parasitoïdes ont été identifiées, dominées par les Hyménoptères, avec une variation marquée de leur présence et de leurs taux de parasitisme entre la campagne sèche et la campagne humide. Les parasitoïdes *Chelonus bifoveolatus*, *Coccygidium luteum* et *Charops* sp., présents durant les deux campagnes, apparaissent comme des espèces clés pouvant être ciblées dans des programmes de lutte biologique. La campagne humide s'est révélée plus favorable à l'activité des entomopathogènes et des nématodes, qui ont contribué de manière significative à la mortalité larvaire, soulignant l'importance des facteurs climatiques dans la régulation naturelle des populations de la chenille légionnaire. Par ailleurs, la diversité des prédateurs observés confirme le rôle fondamental de la biodiversité fonctionnelle dans la limitation naturelle des populations de *S. frugiperda* dans les agroécosystèmes.

Ces résultats suggèrent que la conservation et la valorisation des ennemis naturels devraient constituer un pilier des stratégies de gestion intégrée de la chenille légionnaire au Burkina Faso. Des études complémentaires sont toutefois nécessaires pour évaluer l'efficacité biologique réelle de ces auxiliaires, leurs interactions écologiques, ainsi que les possibilités de mise en œuvre de programmes de lutte biologique augmentative, notamment par la production de masse et les lâchers ciblés de parasitoïdes clés. L'intégration de ces approches avec des pratiques culturales favorables aux auxiliaires pourrait contribuer à réduire la dépendance aux insecticides chimiques et à promouvoir une protection durable des cultures de maïs.

Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

Contribution des auteurs

FSG a conduit les travaux de recherche et rédigé le manuscrit. FS, a participé à la révision du manuscrit.

Remerciements

Nos remerciements vont à l'endroit du Projet d'appui à l'Enseignement Supérieur (PAES) pour le financement de nos activités de recherche.

References bibliographiques

Agboyi LK, Goergen G, Beseh P, Mensah SA, Clottey VA, Glikpo R, Buddie A, Cafà G, Offord L, Day R, Rwomushana I., & Kenis M. 2020. Parasitoid Complex of Fall

- Armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in Ghana and Benin. *Insects*, 11(2), 68.
<https://doi.org/10.3390/insects11020068>
- Ahissou BR, Sawadogo WM, Bonzi S, Baimey H, Somda I, Bokonon-Ganta A H, & Verheggen FJ. 2021. Natural enemies of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera : Noctuidae) in Burkina Faso. *Tropicultura*, (3).
<https://doi.org/10.25518/2295-8010.1881>
- Bale JS, Masters GJ, Hodkinson ID, Awmack C, Bezemer TM, Brown VK, Butterfield J, Buse A, Coulson JC, Farrar J, Good JEG, Harrington R, Hartley S, Jones TH, Lindroth R L, Press MC, Symrnioudis I, Watt A D., & Whittaker J B. 2002. Herbivory in global climate change research : Direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*, 8(1), 1-16. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2002.00451.x>
- Cokola C M, & Tech U. de L G A B. 2019. *Monitoring, caractérisation moléculaire et lutte biologique contre Spodoptera frugiperda (Lepidoptera : Noctuidae)*.
<https://matheo.uliege.be/handle/2268.2/8077>
- Compaoré I, Sanou M R, Badolo A, & Agboyi L K. 2023. Analysis of Fall armyworm infestations on rainy season crops under different cropping systems in two agroecological zones in Burkina Faso, West Africa. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 1207-1216.
- Dassou G A, Loko E L, Toffa J, Gbèmavo C, Adjahossou T C, Agboyi L K, Sanou A, Dansi A, & Brévault T. 2023. Within-field crop diversity and landscape complexity decrease the abundance of fall armyworm larvae in maize cropping systems. *Biological Control*, 183, 105260.
- Day R, Abrahams P, Bateman M, Beale T, Clottey V, Cock M, Colmenarez Y, Corniani N, Early R, Godwin J, Gomez J, Moreno P G, Murphy S T, Oppong-Mensah B, Phiri N, Pratt C, Silvestri S, & Witt A. 2017. Fall Armyworm : Impacts and Implications for Africa. *Outlooks on Pest Management*, 28(5), 196-201.
https://doi.org/10.1564/v28_oct_02
- Delvare G, & Aberlenc H P. 1989. *Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale : Clés pour la reconnaissance des familles*. Ecoforce.
- Diao A G, Issoufou O, & Antoine S. 2023. *Distribution naturelle des principaux parasitoïdes larvaires inféodés à la chenille légionnaire d'automne (Spodoptera frugiperda J.E Smith) au Burkina Faso*. J. Appl. Biosci. Vol: 190, 2023

- Fiaboe K K, Fernández-Triana J, Nyamu F W, & Agbodzavu K M. 2017. *Cotesia icipe* sp. N., a new Microgastrinae wasp (Hymenoptera, Braconidae) of importance in the biological control of Lepidopteran pests in Africa. *Journal of Hymenoptera Research*, 61, 49-64. https://jhr.pensoft.net/article_preview.php?id=21015&skip_redirect=1
- Goergen G, Kumar P L, Sankung S B, Togola A, & Tamò M. 2016. First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith)(Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. *PloS one*, 11(10), e0165632. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0165632>
- Harrison R D, Thierfelder C, Baudron F, Chinwada P, Midega C, Schaffner U, & Van den Berg J. 2019. Agro-ecological options for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith) management : Providing low-cost, smallholder friendly solutions to an invasive pest. *Journal of Environmental Management*, 243, 318-330. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.011>
- ISND. 2019a. *Cinquième recensement général de la population et de l'habitat : Monographie de la région des Cascades* (p. 192).
- ISND. 2019b. *Cinquième recensement général de la population et de l'habitat : Monographie de la région des Hauts-Bassins* (p. 190).
- Kenis M, Du Plessis H, Van den Berg J, Ba M N, Goergen G, Kwadjo K E, Baoua I, Tefera T, Buddie A, & Cafà G. 2019. *Telenomus remus*, a candidate parasitoid for the biological control of *Spodoptera frugiperda* in Africa, is already present on the continent. *Insects*, 10(4), 92. <https://www.mdpi.com/2075-4450/10/4/92>
- Koffi D, Kyerematen R, Eziah V Y, Agboka K, Adom M, Goergen G, & Meagher R L. 2020. Natural enemies of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith)(Lepidoptera : Noctuidae) in Ghana. *Florida Entomologist*, 103(1), 85-90. <https://bioone.org/journals/florida-entomologist/volume-103/issue-1/024.103.0414/----Custom-HTML/Natural/10.1653/024.103.0414.short>
- Kouanda N. 2019. *Monitoring et méthodes alternatives de lutte contre Spodoptera frugiperda J.E Smith dans la région du Centre-Ouest du Burkina Faso*. 114p.
- Landis D A, Wratten S D, & Gurr G M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45, 175-201. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.175>
- MAAHM. 2021. *Annuaire statistique agricole 2020 du Burkina Faso. Direction générale des études et des statistiques sectorielles* (p. 437).

- Montezano D G, Specht A, Sosa-Gómez D R, Roque-Specht V F, Sousa-Silva J C, Paula-Moraes S V, Peterson J A, & Hunt T E. 2018. Host Plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) in the Americas. *African Entomology*, 26(2), 286-300. <https://doi.org/10.4001/003.026.0286>
- Monzenga J C, Bolondo G, & Boyombe L L. 2022. *Parasitoid Distribution and Parasitism of the Fall Armyworm Spodoptera frugiperda (Lepidoptera : Noctuidae) in Different Maize Producing Regions of Uganda*. <https://www.mdpi.com/2075-4450/12/2/121>
- Otim M H, Adumo Aropet S, Opio M, Kanyesigye D, Nakelet Opolot H, & Tek Tay W. 2021. Parasitoid Distribution and Parasitism of the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) in Different Maize Producing Regions of Uganda. *Insects*, 12(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/insects12020121>
- Pair S D, Raulston J R, Sparks A N, Westbrook J K, & Douce G K. 1986. Fall Armyworm Distribution and Population Dynamics in the Southeastern States. *The Florida Entomologist*, 69(3), 468-487. <https://doi.org/10.2307/3495380>
- Poutouli W, Silvie P, & Aberlenc H.P. 2011. *Hétéroptères phytophages et prédateurs d'Afrique de l'Ouest*. éditions Quae. <https://doi.org/10.35690/978-2-7592-0952-1>
- Prasanna B M, Huesing J E, Eddy R, & Peschke V M. 2018. *In collaboration with international and national research and development partners*. 120.
- Rwomushana I, Bateman M, Beale T, Beseh P, Cameron K, Chiluba M, Clottey V, Davis T, Day R, & Early R. 2018. Fall armyworm: Impacts and implications for Africa. Evidence note update. *Center for Agriculture and Bioscience International-CABI*.
- Sanda I U, Frimpong-A K, Adama I, Brandford M, Braimah H, & Obeng P. 2020. Indigenous Natural Enemies Attacking Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) in Ghana. *Journal of Entomology*, 18(1), 1-7. <https://doi.org/10.3923/je.2021.1.7>
- Sisay B, Simiyu J, Mendesil E, Likhayo P, Ayalew G, Mohamed S, Subramanian S, & Tefera T. 2019. Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* infestations in East Africa: Assessment of damage and parasitism. *Insects*, 10(7), 195. <https://www.mdpi.com/2075-4450/10/7/195>
- Sparks A. N. 1979. A review of the biology of the fall armyworm. *Florida entomologist*, 82-87. <https://www.jstor.org/stable/3494083>
- Van Driesche R. G. 1983. Meaning of "Percent Parasitism" in Studies of Insect Parasitoids. *Environmental Entomology*, 12(6), 1611-1622. <https://doi.org/10.1093/ee/12.6.1611>

Wangrawa D, Waongo A, Traore F, Ilboudo Z, Upshur F, Borovsky D, Lahondère C, Badolo A, & Sanon A. 2023. Insecticidal and Anti-Feeding Activities of *Cymbopogon schoenanthus*, *Lippia multiflora*, and *Ocimum americanum* Essential Oils Against Larvae and Pupae of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae). *Acta Scientific Agriculture*, 50-62. <https://doi.org/10.31080/ASAG.2023.07.1315>

UNDER PEER REVIEW IN IJAR