

ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE GÉNIE
MATHÉMATIQUES ET MODÉLISATION

DOCTORAL THESIS

Thesis Title

Author :

Aurel J. Sèlidji
AGBODOYETIN

Supervisor :

Dr. Ir. Géraud
AZEHOUN-PAZOU

*A thesis submitted in fulfillment of the requirements
for the degree of Doctor of Philosophy*

in the

Research Group Name
Department or School Name

27 octobre 2021

Declaration of Authorship

I, Aurel J. Sèlidji AGBODOYETIN, declare that this thesis titled, « Thesis Title » and the work presented in it are my own. I confirm that :

- This work was done wholly or mainly while in candidature for a research degree at this University.
- Where any part of this thesis has previously been submitted for a degree or any other qualification at this University or any other institution, this has been clearly stated.
- Where I have consulted the published work of others, this is always clearly attributed.
- Where I have quoted from the work of others, the source is always given. With the exception of such quotations, this thesis is entirely my own work.
- I have acknowledged all main sources of help.
- Where the thesis is based on work done by myself jointly with others, I have made clear exactly what was done by others and what I have contributed myself.

Signed :

Date :

« Thanks to my solid academic training, today I can write hundreds of words on virtually any topic without possessing a shred of information, which is how I got a good job in journalism. »

Dave Barry

For/Dedicated to/To my...

ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE GÉNIE MATHÉMATIQUES ET
MODÉLISATION

Résumé

Faculty Name

Department or School Name

Doctor of Philosophy

Thesis Title

by Aurel J. Sèlidji AGBODOYETIN

The Thesis Abstract is written here (and usually kept to just this page). The page is kept centered vertically so can expand into the blank space above the title too...

Remerciements

The acknowledgments and the people to thank go here, don't forget to include your project advisor...

SOMMAIRE

Declaration of Authorship	iii
Résumé	ix
Remerciements	xi
Table des figures	xv
Liste des tableaux	xvii
Liste des abréviations	xix
Symboles	xxi
1 Introduction	1
2 Cadre de l'étude	5
3 Revue de Littérature	7
4 Matériel et méthodes	13
5 Résultats et discussions	15
A Frequently Asked Questions	17

TABLE DES FIGURES

3.1 Stades du cycle de vie du <i>Spodoptera frugiperda</i>	9
3.2 Distribution géographique de la CLA de 2016 à 2021	12

LISTE DES TABLEAUX

3.1 Classification du <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
--	---

LISTE DES ABBRÉVIATIONS

- ASS Afrique sub-saharienne.
- CLA chénille légionnaire d'automne.
- IITA International Institute of Tropical Agriculture.
- S. frugiperda* *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)
(*Lepidoptera, Noctuidae*).

SYMBOLES

1

CHAPITRE

INTRODUCTION

Sommaire

1.1	Contexte et justification	1
1.2	Objectifs de l'étude	3
1.2.1	Objectif général	3
1.2.2	Objectifs spécifiques	3
1.3	Hypothèses de travail	3

1.1 Contexte et justification

La chenille légionnaire d'automne (CLA), *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (*Lepidoptera, Noctuidae*) est un lépidoptère nuisible originaire d'Amérique tropicale et subtropicale (SPARKS 1979). Elle attaque plus de 80 espèces de cultures différentes, mais avec une préférence pour les graminées, et le maïs en particulier (DAY et al. 2017). La présence du ravageur a été signalée en Afrique centrale et occidentale depuis 2016 (GOERGEN et al. 2016), et plus tard dans la majeure partie de l'Afrique subsaharienne (DAY et al. 2017). On ne sait pas comment cette invasion s'est produite, mais les preuves suggèrent que l'haplotype présent en Afrique est originaire de Floride et des Caraïbes (HUESING et al. 2018). La proliférance de la CLA (les lots d'œufs contiennent souvent plusieurs centaines d'œufs; (SPARKS 1979)) associée à sa capacité à migrer sur de longues distances (plusieurs centaines de kilomètres; ROSE

et al. 1975) sont deux des traits de l'espèce qui pourraient expliquer la vitesse à laquelle elle a envahi le continent (BAUDRON et al. 2019). La préférence du maïs ;la principale culture céréalière en Afrique (DEVI 2018) – et d'autres cultures dont se nourrit ce ravageur hautement polyphage – associée aux conditions agroécologiques propices à la CLA dans une grande partie de la région en fait une menace sérieuse (et très certainement pérenne) pour la sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne (DAY et al. 2017).

Depuis l'invasion du continent par la CLA, la réaction immédiate des gouvernements a été d'investir dans les pesticides chimiques (HARRISON et al. 2019) et leur utilisation reste la principale stratégie des agriculteurs pour lutter contre le ravageur, bien qu'avec des résultats mitigés (KUMELA et al. 2019). Plusieurs études ont été publiées, mais il n'y a eu aucune étude systématique et quantitative à l'échelle nationale dans aucun des pays touchés en Afrique (DE GROOTE et al. 2020).Les méthodes de lutte basées sur la gestion agronomique représentent une alternative intéressante, plus abordable pour les petits exploitants aux ressources limitées et à moindre risque pour la santé et l'environnement (THIERFELDER et al. 2018). Cependant, il existe peu de données empiriques pour orienter les recommandations pour un contrôle efficace de la CLA par la gestion agronomique en Afrique, car la plupart de ces connaissances sont basées sur des données provenant des Américains et des observations - parfois anecdotiques - faites dans la région (HARRISON et al. 2019).

L'impact de la CLA sur le rendement du maïs en Afrique a été signalé comme très important. DAY et al. 2017 ont estimé en moyenne l'impact de la CLA à 45% (entre 22 et 67%) du rendement au Ghana et à 40% (entre 25 et 50%) en Zambie, entraînant des millions de dollars US de pertes. De même, KUMELA et al. 2019 ont estimé l'impact de la CLA à 32% du rendement en Éthiopie et à 47% du rendement au Kenya. Ces estimations, cependant, sont basées sur des enquêtes socio-économiques axées sur les perceptions des agriculteurs, mais pas sur des méthodes rigoureuses de dépistage sur le terrain telles que celle proposée par MCGRATH et al. 2018. Cependant, une étude directe menée à Zimbabwe a estimé les pertes causées par la CLAs en 2018 à 11.57%, mais seulement dans deux districts : Chipinge et Makoni (BAUDRON et al. 2019).

Il est alors important de continuer à faire des investigations afin de parvenir à une approche consistante qui permettrait de lutter efficacement contre ce ravageur. D'où l'objet de cette étude.

1.2 Objectifs de l'étude

1.2.1 Objectif général

Cette étude consiste à modéliser les relations entre dégâts de la chenille légionnaire, *S. frugiperda* d'automne et le rendement du maïs au Bénin.

1.2.2 Objectifs spécifiques

- Estimer les dégâts causés par la CLA sur les plants de maïs ainsi que sur les épis,
- Analyser l'impact du type de labour (labour minimum ou labour conventionnel) ainsi que celui du type de culture (monoculture de maïs ou inter culture de maïs et niébé) sur l'abondance de la CLA,
- Analyser l'impact du type de labour ainsi que celui du type de culture sur l'abondance des arthropodes.

1.3 Hypothèses de travail

H1 : La culture intercalaire utilisé (le niébé) atténue l'abondance de la CLA et réduit donc ses dégâts.

H2 : L'abondance des arthropodes est liée à la présence de la culture intercalaire.

2

CHAPITRE

CADRE DE L'ÉTUDE

title

3

CHAPITRE

REVUE DE LITTÉRATURE

Sommaire

3.1	Introduction	7
3.2	Origine et historique du Spodoptera frugiperda (chénille légionnaire d'automne)	8
3.3	Biologie du Spodoptera frugiperda	9
3.4	Plantes hôtes du Spodoptera frugiperda	10
3.5	Distribution géographique du Spodoptera frugiperda en Afrique	11
3.6	Prévention et contrôle du Spodoptera frugiperda	12

Figures

3.1	Stades du cycle de vie du Spodoptera frugiperda	9
3.2	Distribution géographique de la CLA de 2016 à 2021	12

Tableaux

3.1	Classification du Spodoptera frugiperda	8
-----	---	---

3.1 Introduction

La chénille légionnaire d'automne (*Spodoptera frugiperda*) est une espèce de lépidoptères (papillons) de la famille des *Noctuidae*. C'est un ravageur des

cultures céréalières extrêmement dévastateur. Son intrusion dans un champs de ses cultures préférées provoque des dégâts énormes en un temps record. Cet insecte est classifié comme indiqué dans le tableau 3.1.

TABLEAU 3.1 – Classification du *Spodoptera frugiperda*

Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Sous-embr.	<i>Hexapoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Sous-classe	<i>Pterygota</i>
Infra-classe	<i>Neoptera</i>
Ordre	<i>Lepidoptera</i>
Super-famille	<i>Noctuoidea</i>
Famille	<i>Noctuidae</i>
Sous-famille	<i>Hadeninae</i>
Tribu	<i>Caradrinini</i>
Genre	<i>Spodoptera</i>
<hr/>	
Espèce	
Spodoptera frugiperda	
J. E. Smith, 1797	

3.2 Origine et historique du *Spodoptera frugiperda* (chénille légionnaire d'automne)

Les apparitions de la CLA se sont produites aux États-Unis à des intervalles très irréguliers. L'espèce a été enregistrée comme un ravageur néfaste en Géorgie dès 1797 (SMITH et ABBOT 1797). La prochaine épidémie a été signalée par GLOVER 1856 qui a déclaré que les «marching-worm» causaient des dommages dans l'ouest de la Floride suffisamment importants pour justifier l'institution de la « méthode de fossé » pour détruire les vers.

LUGINBILL 1928 a noté de nombreux rapports sur les épidémies de la CLA aux États-Unis de 1856 à 1928. Des dommages graves au maïs ont été signalés au Missouri et en Illinois en 1870. Des dommages moins importants se

sont alors produits peu fréquemment jusqu'en 1899 lorsqu'une épidémie a été signalée des Carolines de l'ouest jusqu'au Kansas et au Missouri. WALTON et LUGINBILL 1936 ont rapporté qu'une épidémie particulièrement grave s'est produite à l'été 1912 lorsque le ravageur a balayé presque l'ensemble des Etats-Unis à l'est des montagnes rocheuses, a complètement détruit le maïs et le mil dans le sud des Etats-Unis, des cultures de cotonet a détruit des herbes sur les pelouses dans les villes comme par magie. LUGINBILL 1928 a signalé d'autres épidémies en 1912, 1915, 1918 et 1920. Depuis 1928, plusieurs épidémies de la CLA se sont produites. Ces dernières ne sont pas bien documentées, mais les entomologistes se souviennent des années où la CLA est devenue un ravageur général, prédominant et nuisible ayant dévasté des cultures dans certaines régions du sud. Les entomologistes se souviendront surtout de 1975, 1976, 1977 comme des années de fortes infestations de CLA dans tout le sud et le long de la côte atlantique (SPARKS 1979).

3.3 Biologie du *Spodoptera frugiperda*

Le cycle biologique comprend l'œuf, 6 étapes de développement de la chenille (stades larvaires), la pupe et la noctuelle (adulte) (FAO et PPD 2018).

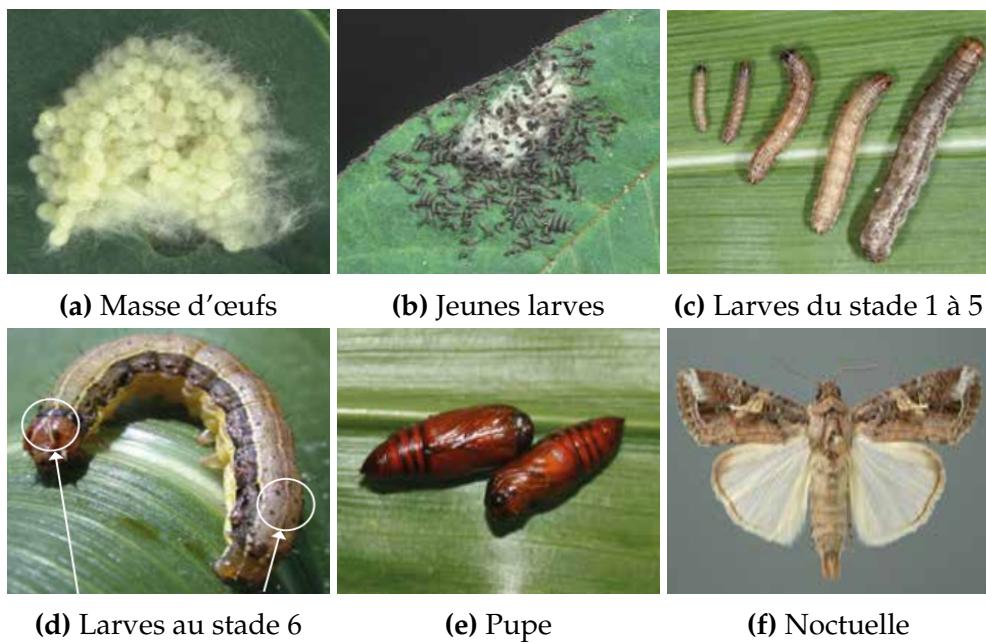


FIGURE 3.1 – Stades du cycle de vie du *Spodoptera frugiperda* ¹

Dans des conditions favorables, la CLA femelle pond 1500 à 2000 œufs pendant son cycle de vie. Les œufs éclosent en larves néonates 4 jours après

avoir été pondus (PRASANNA et al. 2018; SIMMONS et LYNCH 1990). Le stade larvaire se compose de six étapes, suivies d'une étape pré-pupe, au cours de laquelle la larve tombe et s'enfouit dans le sol à une profondeur de 7,62 à 10,16 cm pendant 2 à 4 jours avant la transformation en pupe (HARDKE et al. 2015). Cette étape de transformation en pupe peut durer de 7 à 14 jours, selon la température du sol. Les insectes émergents du stade de pupe se déplacent vers la surface du sol, deviennent adultes et infestent des plantes en croissance. Le cycle de vie entier d'une CLA peut prendre jusqu'à 4 semaines, tandis qu'une génération composée de larves émergeant de masses d'œufs d'âge similaire peut durer de 80 à 90 jours (ABRAHAMS et al. 2017). Le cycle de vie, la reproduction et la distribution de la CLA dépendent des conditions de température, de la saison des cultures, de la présence d'espèces végétales hôtes et de la fécondité. La propagation rapide du ravageur en Afrique sub-saharienne est probablement liée à la capacité de dispersion notable du papillon, aux conditions éoliennes prévalentes et à la disponibilité d'espèces hôtes variées (KASOMA et al. 2021). Les larves plus âgées présentent une alimentation nocturne et vorace qui atteint son pic au cours des deux dernières stades larvaires (HARRISON et al. 2019).

Il existe deux biotypes connus de la CLA, à savoir : les biotypes de maïs (C) et de riz (R) (ABRAHAMS et al. 2017). Les deux biotypes ont été distingués par l'utilisation de marqueurs ?? (SIBANDA 2018). Morphologiquement, les biotypes sont identiques (TOUNOU et al. 2018), mais leurs étapes de développement diffèrent en taux de croissance, en poids nymphal (poids de la pupe) et en période de ponte (PASHLEY 1988). De plus, on croyait que les deux biotypes étaient sexuellement incompatibles (PASHLEY 1988). Cependant, l'accouplement réussi des femelles de R-biotype avec les mâles de C-biotype a été signalé, bien que les croisements réciproques aient échoué (PASHLEY 1988). Les compatibilités de rotation entre les deux biotypes peuvent entraîner des variantes nouvelles et agressives. Les deux biotypes sont génétiquement et comportementalement différents, et donc ils ont besoin de différentes méthodes de contrôle. FOTSO KUATE et al. 2019 a signalé une réponse différente des biotypes de la CLA aux produits chimiques de protection des cultures, avec un taux de mortalité différent.

3.4 Plantes hôtes du *Spodoptera frugiperda*

La CLA est un ravageur polyphage ; c'est-à-dire qu'il attaque un grand nombre de plants mais a une préférence pour les graminées.

Malgré la large gamme d'hôtes qu'a la CLA, ses deux biotypes préfèrent principalement le maïs et le riz (CASMUZ et al. 2017; PRASANNA et al. 2018) a signalé que la CLA a causé des dommages variables sur les familles suivantes de plantes dans l'ordre décroissant de proportions : *Poaceae* (35,5%), *Fabaceae* (11,3%), *Solanaceae* et *Asteraceae* (4,3%), *Rosaceae* et *Chenopodiaceae* (3,7%) et *Brassicaceae* et *Cyperaceae* (3,2%). Par conséquent, la famille *Poaceae*, qui contient les principales cultures céréaliers, y compris le maïs, sert de principal hôte de la CLA. Au cours de l'étape larvaires, la CLA acquiert « l'habitude de la légionnaire » et se propage souvent en grand nombre, défoliant agressivement ses plantes hôtes (ABRAHAMS et al. 2017). Les hôtes primaires et alternatifs de la CLA, y compris les céréales, comme le blé et les espèces d'herbe qui poussent pendant les périodes hors saison, étendent ses chances de survie, servant de ponts verts entre les espèces végétales et la période de culture (PRASANNA et al. 2018).

3.5 Distribution géographique du *Spodoptera frugiperda* en Afrique

La première apparition de la CLA en Afrique a été signalée précisément en Janvier 2016 sur des plants de maïs dans la zone tropicale au Nord-Ouest du Nigeria et dans des domaines de maïs à IITA à Ibadan et Ikenne (GOERGEN et al. 2016). Avant la fin de cette année (2016), d'autres pays tels que le São Tomé et Príncipe, le Bénin, le Togo ont également signalé la présence du ravageur. La CLA peut migrer sur des centaines de kilomètres par nuit et se reproduit tous les 1–2 mois ; ce qui fait que ce ravageur se propage aussi rapidement en Afrique depuis son apparition (STOKSTAD 2017). Ainsi, en avril 2017, au moins 16 pays africains avaient confirmé la présence de la CLA, et plus tard en octobre, plus de 30 pays africains avaient confirmé la présence de la CLA (ABRAHAMS et al. 2017; FAO et PPD 2018). En décembre 2018, 41 pays africains sur 54 avaient confirmé la présence de la CLA, alors que trois pays, à savoir le Gabon, la Guinée équatoriale, et la République du Congo soupçonnaient sa présence, en attendant la confirmation (FAO 2018).

Lesotho est le seul pays d'Afrique australe sans présence CLA (RWOMUSHANA 2019) Dans la conception de stratégies intégrées de gestion de la CLA pour l'Afrique sub-saharienne, une enquête détaillée sur les différents facteurs qui peuvent contribuer à entraver l'infestation et la distribution de la CLA au Lesotho est cruciale. Au milieu de 2019, quatre pays de plus ont confirmé la présence de la CLA, apportant le nombre total des pays touchés en Afrique à 45 (RWOMUSHANA 2019). Outre les pays d'Afrique continentale, la présence de la CLA est également confirmée dans les îles associées à l'Afrique, comme Madagascar (KASOMA et al. 2021).

La carte de la figure 3.2 montre la distribution géographique de la CLA en mai 2021 dans le monde. On peut y voir qu'il n'a fallu que 2 ans pour le ravageur pour envahir la quasi-totalité des pays de l'Afrique sub-saharienne.

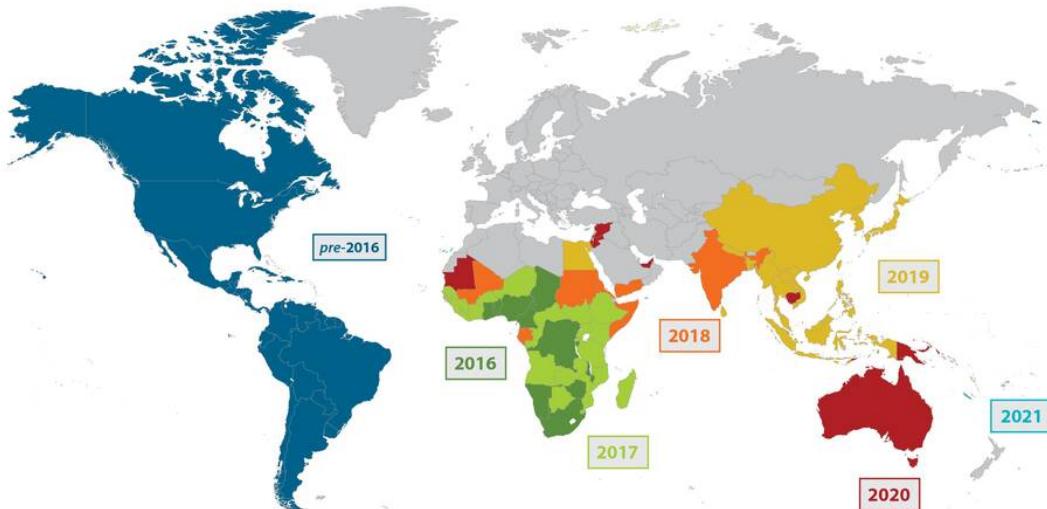


FIGURE 3.2 – Distribution géographique de la CLA depuis son apparition en Afrique en 2016 jusqu'en Mai 2021 dans le monde ²

3.6 Prévention et contrôle du *Spodoptera frugiperda*

4

CHAPITRE

MATÉRIEL ET MÉTHODES

5

CHAPITRE

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS



FREQUENTLY ASKED QUESTIONS

A.1 How do I change the colors of links ?

The color of links can be changed to your liking using :

\hypersetup{urlcolor=red}, or

\hypersetup{citecolor=green}, or

\hypersetup{allcolor=blue}.

If you want to completely hide the links, you can use :

\hypersetup{allcolors= .}, or even better :

\hypersetup{hidelinks}.

If you want to have obvious links in the PDF but not the printed text, use :

\hypersetup{colorlinks=false}.

BIBLIOGRAPHIE

- ABRAHAMS, P., T. BEALE, M. COCK, N. CORNIANI, R. DAY, J. GODWIN, J. GOMEZ, P. G. MORENO, S. T. MURPHY, B. OPON-MENSAH, N. PHIRI, G. RICHARDS, C. PRATT, S. SILVESTRI et A. WITT (avr. 2017). *Fall Armyworm Status- Impacts and Control Options in Africa : Preliminary Evidence Note*. CABI, Wallingford, UK. URL : <https://www.invasive-species.org/Uploads/InvasiveSpecies/FAWinception-report.pdf>.
- ARUNA BALLA, B. M., P. BAGADE et N. RAWAL (2019). « Yield losses in maize (*Zea mays*) due to fall armyworm infestation and potential IoT-based interventions for its control ». In : *Journal of Entomology & Zoology Studies* 7.5.
- BABU, S. R., R. KALYAN, S. JOSHI, C. BALAI, M. MAHLA et P. ROKADIA (s. d.). « Report of an exotic invasive pest the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) on maize in Southern Rajasthan ». In : *Journal of Entomology and Zoology Studies* 7 (), p. 1296-1300.
- BAUDRON, F., M. A. ZAMAN-ALLAH, I. CHAIPA, N. CHARI et P. CHINWADA (2019). « Understanding the factors influencing fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) damage in African smallholder maize fields and quantifying its impact on yield. A case study in Eastern Zimbabwe ». In : *Crop Protection* 120, p. 141-150. ISSN : 0261-2194. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.01.028>. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219419300304>.
- CASMUZ, A., M. L. JUAREZ, M. G. SOCIAS, M. G. MURUA, S. PRIETO, S. MEDINA, E. WILLINK et G. GASTAMINZA (2017). « Review of the Host Plants of Fall Armyworm, *Spodoptera Frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) ». In : *Revista De La Sociedad Entomológica Argentina* 69, p. 3.
- COCK, M. J. W., P. K. BESEH, A. G. BUDDIE, G. CAFÁ et J. CROZIER (2017). « Molecular methods to detect *Spodoptera frugiperda* in Ghana, and implications for monitoring the spread of invasive species in developing countries ». In : *Scientific Reports* 7.1. ISSN : 2045-2322. DOI : [10.1038/s41598-017-05000-w](https://doi.org/10.1038/s41598-017-05000-w)

- s41598-017-04238-y. URL : <https://doi.org/10.1038/s41598-017-04238-y>.
- DASSOU, A. G., R. IDOHOU, G. Y. AZANDÉMÈ-HOUNMALON, A. SABI-SABI, J. HOUNDÉTÉ, P. SILVIE et A. DANSI (2021). « Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) in maize cropping systems in Benin : abundance, damage, predatory ants and potential control ». In : *International Journal of Tropical Insect Science*. ISSN : 1742-7592. DOI : [10.1007/s42690-021-00443-5](https://doi.org/10.1007/s42690-021-00443-5). URL : <https://doi.org/10.1007/s42690-021-00443-5>.
- DAY, R., P. ABRAHAMS, M. BATEMAN, T. BEALE, V. CLOTTEY, M. COCK, Y. COLMENAREZ, N. CORNIANI, R. EARLY, J. GODWIN et al. (2017). « Fall armyworm : impacts and implications for Africa ». In : *Outlooks on Pest Management* 28.5, p. 196-201.
- DE GROOTE, H., S. C. KIMENJU, B. MUNYUA, S. PALMAS, M. KASSIE et A. BRUCE (2020). « Spread and impact of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) in maize production areas of Kenya ». In : *Agriculture, Ecosystems & Environment* 292, p. 106804. ISSN : 0167-8809. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106804>. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880919304219>.
- DEVI, S. (2018). « Fall armyworm threatens food security in southern Africa ». In : *The Lancet* 391.10122, p. 727. ISSN : 0140-6736. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30431-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30431-8). URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673618304318>.
- FAO (juin 2018). *Fall Armyworm Keeps Spreading and Becomes More Destructive*. Food et Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. URL : <https://www.fao.org/news/story/en/item/1142085/icode/>.
- (mai 2021). *Global Action for Fall Armyworm Control*. Food et Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. URL : <https://www.fao.org/fall-armyworm/monitoring-tools/faw-map/en>.
- FAO et PPD (déc. 2018). *Integrated Management of the Fall Armyworm on Maize : A Guide for Farmer Field Schools in Africa*. Food et Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. URL : <http://www.fao.org/3/i8741en/i8741EN.pdf>.
- FOTSO KUATE, A., R. HANNA, A. R. P. DOUMTSOP FOTIO, A. F. ABANG, S. N. NANGA, S. NGATAT, M. TINDO, C. MASSO, R. NDEMAH, C. SUH et K. K. M. FIABOE (2019). « *Spodoptera Frugiperda* Smith (Lepidoptera : Noctuidae) in Cameroon : Case Study on Its Distribution, Damage, Pesticide Use, Genetic Differentiation and Host Plants ». In : *PLoS One* 14.4, p. 1-18. DOI :

- 10.1371/journal.pone.0215749. URL : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215749>.
- GLOVER, T. (1856). *Insects frequenting the cotton-plant*. Washington : Washington, Cornelius Wendell, printer, p. 64-115. 300 p. DOI : <https://doi.org/10.5962/bhl.title.138377>.
- GOERGEN, G., P. L. KUMAR, S. B. SANKUNG, A. TOGOLA et M. TAMÒ (2016). « First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)(Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa ». In : *PloS one* 11.10, e0165632.
- HARDKE, J. T., G. M. LORENZ et B. R. LEONARD (2015). « Fall Armyworm (Lepidoptera : Noctuidae) Ecology in Southeastern Cotton ». In : *Journal of Integrated Pest Management* 6, p. 10.
- HARRISON, R. D., C. THIERFELDER, F. BAUDRON, P. CHINWADA, C. MIDEGA, U. SCHAFFNER et J. VAN DEN BERG (2019). « Agro-ecological options for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) management : Providing low-cost, smallholder friendly solutions to an invasive pest ». In : *Journal of Environmental Management* 243, p. 318-330. ISSN : 0301-4797. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.011>. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479719306097>.
- HUESING, J. E., B. M. PRASANNA, D. MCGRATH, P. CHINWADA, P. JEPSON et J. L. CAPINERA (2018). « Integrated pest management of fall armyworm in Africa : an introduction ». In : *Fall Armyworm in Africa : A Guide for Integrated Pest Management*. CIMMYT, Mexico, CDMX.
- KASOMA, C., H. SHIMELIS et M. D. LAING (2021). « Fall armyworm invasion in Africa : implications for maize production and breeding ». In : *Journal of Crop Improvement* 35.1, p. 111-146. DOI : [10.1080/15427528.2020.1802800](https://doi.org/10.1080/15427528.2020.1802800). eprint : <https://doi.org/10.1080/15427528.2020.1802800>. URL : <https://doi.org/10.1080/15427528.2020.1802800>.
- KUMELA, T., J. SIMIYU, B. SISAY, P. LIKHAYO, E. MENDESIL, L. GOHOLE et T. TEFERA (2019). « Farmers' knowledge, perceptions, and management practices of the new invasive pest, fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Ethiopia and Kenya ». In : *International Journal of Pest Management* 65.1, p. 1-9. DOI : [10.1080/09670874.2017.1423129](https://doi.org/10.1080/09670874.2017.1423129). eprint : <https://doi.org/10.1080/09670874.2017.1423129>. URL : <https://doi.org/10.1080/09670874.2017.1423129>.
- LUGINBILL, P. (1928). *The fall army worm*. 34. US Department of Agriculture. 92 p.

- MCGRATH, D., J. E. HUESING, R. BEIRIGER, G. NUESSLY, T. TEPA-YOTTO, D. HODSON, E. KIMATHI, E. FELEGE, J. ABAH OBAJE, M. MULAA et al. (2018). « Monitoring, surveillance, and scouting for fall armyworm ». In : *fall armyworm in Africa : a guide for integrated pest management*, p. 11-28.
- OTIM, M. H., S. ADUMO AROPET, M. OPIO, D. KANYESIGYE, H. NAKELET OPOLOT et W. TEK TAY (2021). « Parasitoid Distribution and Parasitism of the Fall Armyworm Spodoptera frugiperda (Lepidoptera : Noctuidae) in Different Maize Producing Regions of Uganda ». In : *Insects* 12.2. ISSN : 2075-4450. DOI : [10 . 3390 / insects12020121](https://doi.org/10.3390/insects12020121). URL : [https : //www.mdpi.com/2075-4450/12/2/121](https://www.mdpi.com/2075-4450/12/2/121).
- PASHLEY, D. P. (1988). « Current Status of Fall Armyworm Host Strains ». In : *Florida Entomologist* 71.3, p. 227-234. ISSN : 00154040, 19385102. URL : <http://www.jstor.org/stable/3495425>.
- PRASANNA, B., J. HUESING, R. EDDY et V. PESCHKE (2018). « Fall armyworm in Africa : a guide for integrated pest management ». In.
- ROSE, A. H., R. H. SILVERSIDES et O. H. LINDQUIST (1975). « Migration flight by an aphid, Rhopalosiphum maidis (Hemiptera : Aphididae), and a noctuid, Spodoptera frugiperda (Lepidoptera : Noctuidae) ». In : *The Canadian Entomologist* 107.6, p. 567-576.
- RWOMUSHANA, I. (mai 2019). *Spodoptera frugiperda (fall armyworm)*. CABI, Wallingford, UK. DOI : [10 . 1079 / isc . 29810 . 20203373913](https://doi.org/10.1079/isc.29810.20203373913). URL : [https : //www.cabi.org/isc/datasheet/29810](https://www.cabi.org/isc/datasheet/29810).
- SIBANDA, Z. (mars 2018). *Training manual on fall armyworm*. Sous la dir. de JOYCE, MULILA-MITTI, S. LUCHEN, L. HOVE et R. TANYONGANA. Food et Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. URL : [http : //www.livestockzimbabwe.com/Publications/Fall%20Army%20Worm%20Training%20Manual.pdf](http://www.livestockzimbabwe.com/Publications/Fall%20Army%20Worm%20Training%20Manual.pdf).
- SIMMONS, A. M. et R. E. LYNCH (1990). « Egg Production and Adult Longevity of Spodoptera Frugiperda, Helicoverpa Zea (Lepidoptera : Noctuidae) and Elasmopalpus Lignosellus (Lepidoptera : Pyralidae) on Selected Adult Diets ». In : *The Florida Entomologist* 73.4, p. 665-671. ISSN : 00154040, 19385102. URL : <http://www.jstor.org/stable/3495282>.
- SMITH, J. E. et J. ABBOT (1797). *The Natural History of the Rarer Lepidopterous Insects of Georgia. Including Their Systematic Characters, the Particulars of Their Several Metamorphoses, and the Plants on which They Feed*. T. 2. London.
- SPARKS, A. N. (1979). « A review of the biology of the fall armyworm ». In : *The Florida Entomologist* 62.2, p. 82-87. DOI : [10 . 2307 / 3494083](https://doi.org/10.2307/3494083). URL : [http : //www.jstor.org/stable/3494083](http://www.jstor.org/stable/3494083).

- STOKSTAD, E. (2017). « New crop pest takes Africa at lightning speed ». In : *Science* 356.6337, p. 473-474. DOI : [10.1126/science.356.6337.473](https://doi.org/10.1126/science.356.6337.473). eprint : <https://www.science.org/doi/pdf/10.1126/science.356.6337.473>. URL : <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.356.6337.473>.
- THIERFELDER, C., S. NIASSY, C. MIDEGA, S. SUBRAMANIAN, J. VAN DEN BERG, B. PRASANNA, F. BAUDRON et R. HARRISON (2018). « low-cost agronomic practices and landscape management approaches to control FAW ». In : CIMMYT.
- TOUNOU, K. A., K. AGBOKA, D. KOFFI et R. L. MEAGHER (2018). « Analysis of Strain Distribution, Migratory Potential, and Invasion History of Fall Armyworm Populations in Northern sub-Saharan Africa ». In : *Science Reports* 8.1, p. 3710. ISSN : 2045-2322. DOI : [2045-2322](https://doi.org/10.1101/2045-2322).
- WALTON, W. R. et P. LUGINBILL (1936). *The fall armyworm or grass worm and its control*. 752. US Department of agriculture.
- ZHOU, C., L. WANG, M. PRICE, J. LI, Y. MENG et B. YUE (2020). « Genomic Features of the Fall Armyworm Spodoptera Frugiperda (J.E Smith) Yield Insights into Its Defence System and Flight Capability ». In : *Entomological Research* 50, p. 100.

TABLE DES MATIÈRES

Declaration of Authorship	iii
Résumé	ix
Remerciements	xi
Table des figures	xv
Liste des tableaux	xvii
Liste des abréviations	xix
Symboles	xxi
1 Introduction	1
1.1 Contexte et justification	1
1.2 Objectifs de l'étude	3
1.2.1 Objectif général	3
1.2.2 Objectifs spécifiques	3
1.3 Hypothèses de travail	3
2 Cadre de l'étude	5
3 Revue de Littérature	7
3.1 Introduction	7
3.2 Origine et historique du Spodoptera frugiperda (chénille légionnaire d'automne)	8
3.3 Biologie du Spodoptera frugiperda	9
3.4 Plantes hôtes du Spodoptera frugiperda	10
3.5 Distribution géographique du Spodoptera frugiperda en Afrique	11

3.6 Prévention et contrôle du Spodoptera frugiperda	12
4 Matériel et méthodes	13
5 Résultats et discussions	15
A Frequently Asked Questions	17
A.1 How do I change the colors of links?	17