

UNIVERSITY NAME

DOCTORAL THESIS

Thesis Title

Author :

John SMITH

Supervisor :

Dr. James SMITH

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

Research Group Name
Department or School Name

20 octobre 2021

Declaration of Authorship

I, John SMITH, 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...

UNIVERSITY NAME

Résumé

Faculty Name

Department or School Name

Doctor of Philosophy

Thesis Title

by John SMITH

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 abbréviations	xix
Symboles	xxi
1 Introduction	1
2 Cadre de l'étude	5
3 Revue de Littérature	7
4 Matériel et méthodes	11
5 Résultats et discussions	13
A Frequently Asked Questions	15

Table des figures

3.1	Evolution du <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith, 1797) (<i>Lepidoptera</i> , <i>Noctuidae</i>) en Afrique entre 2016 et 2018	10
-----	--	----

Liste des tableaux

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

Liste des abréviations

CLA chenille légionnaire d'automne.

S. frugiperda *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)
(*Lepidoptera*, *Noctuidae*).

Symboles

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), *S. frugiperda* 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 prolificité 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.

Cadre de l'étude

title

Revue de Littérature

Sommaire

3.1	Introduction	7
3.2	Origine du <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
3.3	Plantes hôtes du <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
3.4	Biologie du <i>Spodoptera frugiperda</i>	9
3.5	Distribution géographique du <i>S. frugiperda</i> en Afrique	9
3.6	Prévention et contrôle du <i>Spodoptera frugiperda</i>	9

Figures

3.1	Evolution du <i>S. frugiperda</i> en Afrique entre 2016 et 2018 . . .	10
-----	---	----

Tableaux

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

3.1 Introduction

S. 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 des cultures préférées de ce ravageur 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>
Espèce	
<i>Spodoptera frugiperda</i>	
J. E. Smith, 1797	

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

S. frugiperda est originaire des régions tropicales d'Amérique, des Etats-Unis à l'Argentine et aux Caraïbes. Comme il ne dispose d'aucun mécanisme de diapause, il ne peut passer l'hiver que dans des climats doux du sud de la Floride et du Texas ; chaque année, il envahit une grande partie du territoire continental des Etats-Unis et du sud du Canada (SPARKS 1979). En Afrique, le ravageur a été découvert pour la première fois au Nord Ouest du Nigeria en 2016 (GOERGEN et al. 2016).

3.3 Plantes hôtes du *Spodoptera frugiperda*

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

3.4 Biologie du *Spodoptera frugiperda*

3.5 Distribution géographique du *Spodoptera frugiperda* en Afrique

S. frugiperda est découvert précisément en Janvier 2016 au nord ouest du Nigeria, ensuite au Bénin, au Togo et plus tard en Avril de la même année au São Tomé et Príncipe ([ibid.](#)). *S. frugiperda* 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](#)). C'est ainsi que -déjà en 2018- le ravageur s'est retrouvé dans presque tous pays subsahariens d'Afrique (voir figure [3.1d](#))

Le figure [3.1](#)¹, [3.1c](#)², [3.1d](#)

3.6 Prévention et contrôle du *Spodoptera frugiperda*

1. STOKSTAD [2017](#).
2. [Ibid.](#)

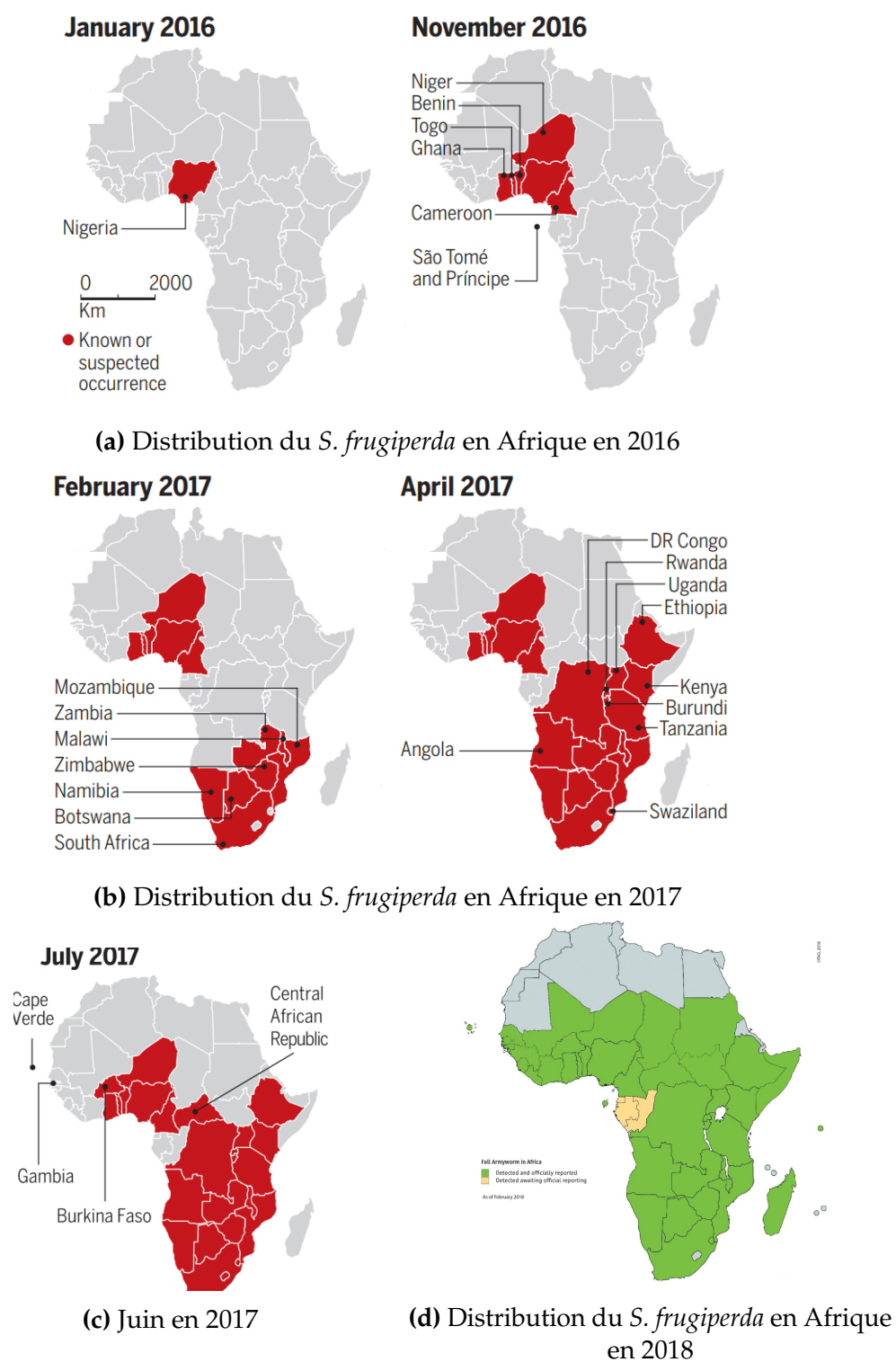


FIGURE 3.1 – Evolution du *S. frugiperda* en Afrique entre 2016 et 2018

Matériel et méthodes

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

- 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>.
- 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>.
- 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.
- 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.2019.04.044>.

- [//doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.011](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.011). URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479719306097>.
- HUESING, J., B. PRASANNA, D. MCGRATH, P. CHINWADA, P. JEPSON et J. 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.
- 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>.
- MCGRATH, D., J. HUESING, R. BEIRIGER, G. NUESLY, 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.
- ROSE, A., R. SILVERSIDES et O. LINDQUIST (1975). « Migration flight by an aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera : Aphididae), and a noctuid, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) ». In : *The Canadian Entomologist* 107.6, p. 567-576.
- 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>.
- 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.

Table des matières

Declaration of Authorship	iii
Résumé	ix
Remerciements	xi
Table des figures	xv
Liste des tableaux	xvii
Liste des abbréviations	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 du <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
3.3 Plantes hôtes du <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
3.4 Biologie du <i>Spodoptera frugiperda</i>	9
3.5 Distribution géographique du <i>S. frugiperda</i> en Afrique	9
3.6 Prévention et contrôle du <i>Spodoptera frugiperda</i>	9

4	Matériel et méthodes	11
5	Résultats et discussions	13
A	Frequently Asked Questions	15
A.1	How do I change the colors of links?	15