

Impact de la fréquence des traitements phytosanitaires sur les dégâts de *Spodoptera frugiperda* J.E Smith (Lepidoptera: Noctuidae) sur le maïs à l'Ouest du Burkina Faso

[Impact of the frequency of phytosanitary treatments on the damage of *Spodoptera frugiperda* J.E Smith (Lepidoptera: Noctuidae) on corn in western Burkina Faso]

Aboul Gani Diao¹, Issoufou Ouedraogo², Omer Aimé Sacamba Hema¹, and Antoine Sanon²

¹Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Station de Farako-Bâ, Laboratoire d'Entomologie, 01 BP 910 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

²Université Joseph Ki-Zerbo, Laboratoire d'Entomologie Fondamentale et Appliquée, 06 BP 9499 Ouagadougou 06, Burkina Faso

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: With the aim of contributing to the protection of corn against the larvae of *Spodoptera frugiperda* JE Smith in Burkina Faso, we evaluated the effectiveness of four phytosanitary treatments based on chemical insecticides for the protection of corn plants. The experimental setup is a Fisher block comprising 04 repetitions and 7 treatments. Our study showed a significant effect of the number of insecticide treatments on the infestation rate, larval density but also the severity of damage caused to plants. However, the number of insecticide treatments evaluated in this study did not have a significant effect on yield ($P > F = 0.531$). The average yield of the plants was statistically identical when the plants were protected seven, three and two times with synthetic insecticides based on Emamectin benzoate and Flubendiamide + Thiacloprid. Furthermore, the yield analysis also does not show any difference between untreated plots and plots having received synthetic insecticide applications. It appears from this study that high numbers of insecticide treatments do not necessarily lead to an increase in yield. In areas heavily affected by the pest, three insecticide applications based on approved synthetic insecticides can be used against *S. frugiperda* damage.

KEYWORDS: Number of treatments, insecticides, yield, Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda*, maize, Burkina Faso.

RESUME: Dans l'objectif de contribuer à la protection du maïs contre les larves de *Spodoptera frugiperda* JE Smith au Burkina Faso, nous avons évalué l'efficacité de quatre traitements phytosanitaires à base d'insecticides chimiques pour la protection des plantes de maïs. Le dispositif d'expérimentation est un bloc de Fisher comportant 04 répétitions et 7 traitements. Notre étude a permis de montrer un effet significatif du nombre de traitements insecticides sur le taux d'infestation, la densité larvaire mais aussi la sévérité des dégâts causée aux plantes. Cependant, le nombre de traitements insecticides évalué dans cette étude n'a pas eu d'effet significatif sur le rendement ($P > F = 0,531$). Le rendement moyen des plantes ont été statistiques identique lorsque les plantes étaient protégées à sept, trois et deux fois avec des insecticides synthétiques à base d'Emamectine benzoate et de Flubendiamide + Thiaclopride. De plus l'analyse du rendement ne montre pas également de différence entre les parcelles non traitée et les parcelles ayant reçu des applications insecticides synthétiques. Il ressort de cette étude que les nombres de traitements insecticides élevé n'entraîne pas forcément une augmentation du rendement. Dans les zones fortement touchées par le ravageur, trois applications insecticides à base d'insecticides synthétiques homologués peuvent être utilisé contre les dégâts de *S. frugiperda*.

MOTS-CLEFS: nombre de traitement, insecticides, rendement, Chenille légionnaire d'automne, *Spodoptera frugiperda*, maïs, Burkina Faso.

1 INTRODUCTION

Signalée pour la première fois en Afrique en début 2016 [1], [2], *Spodoptera frugiperda* JE Smith (Lepidoptera: Noctuidae) est devenu un ravageur majeur pour la culture du maïs au Burkina Faso [3]. Face à cette situation, les applications des insecticides chimique ont été la principale méthode de lutte recommandées par le gouvernement comme méthode de lutte contre l'invasion des larves de *S. frugiperda* au Burkina Faso [3]. Cependant, le succès de la lutte chimique en milieu rural fait face à de nombreux problèmes en raison des méthodes d'application spontanée et souvent peu conventionnelles [4]. L'une des principales conséquences de lutte chimique est l'augmentation du nombre de traitements insecticides avec des doses de traitements de plus en plus croissante [5]. Ce qui contribue à l'apparition de cas de résistance chez les ravageurs [5]. Pour que la lutte chimique soit optimale, elle doit être appliquée lorsque les larves sont petites, suivant les seuils de nuisibilité économiques avec des interventions phytosanitaires régulières et bien définis [6], [7], [8], [4].

En outre, l'efficacité des insecticides appliqués à certains stades de croissance de la plante contre la chenille légionnaire d'automne a été signalée comme étant efficace que si le nombre de traitements insecticides est adapté à la dynamique du ravageur dans la zone [4], [9], [10]. A cet effet les auteurs [11], ont rapporté dans leurs travaux que le pique d'abondance des attaques de la chenilles légionnaire en saison des pluies se situe entre 21 et 28 jours après semis (JAS). Nous pensons alors, que les interventions phytosanitaires à base d'insecticides chimiques pendant les moments d'abondance du ravageur pourraient contribuer à réduire les nombres de traitements insecticides d'une part [7], [11] et d'autre part contribuer à l'amélioration des rendements du maïs au Burkina Faso. Cependant, le nombre optimal de traitements insecticides ainsi que les périodes d'applications de ces insecticides, pour le contrôle des dégâts de la chenille légionnaire sont toujours méconnus au Burkina Faso. C'est dans ce contexte, qu'il nous est apparu indispensable d'évaluer l'efficacité d'un certain nombre de traitements insecticides axés sur la période d'application des insecticides dans une perspective de lutte intégrée contre le ravageur dans les exploitations maïzicoles. L'objectif de cette étude est d'évaluer la performance du nombre de traitements insecticides à base d'insecticides chimiques, dans une perspective de lutte intégrée contre *S. frugiperda*.

2 MATÉRIEL & MÉTHODES

Cette étude a été réalisée sur les sites d'expérimentations de l'INERA DRREA/O situé à Farako-Bâ. Elle a été conduite durant les campagnes d'hivernage 2021 et 2022.

2.1 MATÉRIEL INSECTICIDE

Pour cette étude, deux insecticides homologués à base d'Emamectine benzoate et Flubendiamide + Thiaclopride ont été choisis :

L'Emamectine benzoate ($C_{56}H_{81}NO_{15}$), est un insecticide chimique dérivé de la molécule d'avermectine. Il est classé comme un insecticide systémique, agissant comme un inhibiteur des canaux chlorure dépendants de l'acide gamma-aminobutyrique. Ce qui provoque une perturbation de l'influx nerveux et une paralysie rapide chez une gamme d'espèces de lépidoptères [12], [13]. Cette molécule a été recommandée dans la lutte contre la Chenille légionnaire d'automne à la dose de 250 g/ha (Csp, 2018). Le Flubendiamide + Thiaclopride est un insecticide chimique à large spectre [14]. Il est largement utilisé (150 ml/ha) pour le contrôle des lépidoptères ravageur tel que *S. frugiperda*. Le Flubendiamide ($C_{23}H_{22}F_7IN_2O_4S$) appartient à la classe des insecticides Diamides et présente une excellente activité larvicide par contact et par ingestion contre de nombreux ravageurs des lépidoptères [15]. Le Thiaclopride ($C_{10}H_9ClN_4S$) est une classe d'insecticides à mode d'action systémique utilisé dans les cultures pour lutter contre les insectes suceurs et broyeur [15].

2.2 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif expérimental était composé de blocs de Fisher à quatre répétitions et sept traitements (Tableau 1). La superficie de l'essai était de 1044,48 m² (51,6 m * 20,4 m). Les traitements consignés dans le Tableau 1 ci-dessous, ont été appliqués. Le choix des périodes d'application insecticide a été motivé par les périodes d'abondance du ravageur dans un environnement non traité aux insecticides [11].

Tableau 1. Traitements insecticides appliqués aux plantes et leurs fréquences d'applications à partir du 14 JAS à 56 JAS

Traitements	Matière active et calendrier	Nombre d'application
T0	aucun traitement insecticide	00
T1	Emamectine benzoate, une fois par semaine	07
T2	Flubendiamide + Thiaclopride, une fois par semaine	
T3	Emamectine benzoate, appliqué 14-30-50 JAS	03
T4	Flubendiamide + Thiaclopride, appliqué 14-30-50 JAS	
T5	Emamectine benzoate, appliqué 30-50 JAS	02
T6	Flubendiamide + Thiaclopride, appliqué 30-50 JAS	

2.3 PARAMÈTRES D'OBSERVATION

2.3.1 TAUX DE PLANTES ATTAQUÉES

Les observations entomologiques ont débuté à partir du 14^{ième} JAS. Ils ont été réalisées une fois par semaine. A ces différentes dates, les plantes présentant de nouveaux symptômes d'infestation de la chenille légionnaire d'automne [16] ont été dénombrées et matérialisées à l'aide d'un fil de laine rouge. Le Taux de plantes attaquées (PI) a été calculé sur la base de l'équation 01 ci-dessous; où Pi est le nombre de plants attaqués par les larves de *S. frugiperda* et Pt le nombre total de plants dans l'essai et exprimé en pourcentage.

$$\text{Taux d'infestations des plants (\% PI)} = \frac{Pi \times 100}{Pt} \quad (\text{Equation 01})$$

2.3.2 DENSITÉ LARVAIRE

Les larves vivantes ont été dénombrées sur les 06 lignes centrales de chaque parcelle élémentaire. Le comptage des larves a été réalisé à 14-28-42 et 56 JAS.

2.3.3 SÉVÉRITÉ DES DÉGÂTS

La sévérité des dégâts foliaires a été évaluée à 14-28-42 et 56 JAS. Elle a été observée sur les plantes des 04 lignes centrales de chaque parcelle élémentaire. Les niveaux de dégâts (SD) causés aux plantes ont été évalués conformément à l'échelle de sévérité proposé par les auteurs de la référence [17]. Elle a été calculée en appliquant l'équation 02 ci-dessous où Pi est le score de dommages de la plante et Pt le nombre de plantes totales évaluées.

$$\text{Sévérité moyenne des dégâts (SD)} = \sum Pi / Pt \quad (\text{Equation 02})$$

2.3.4 SEVERITE DES DEGATS SUR LES ÉPIS ET RENDEMENT

Les niveaux de dégâts causés aux épis ont été évalués sur les 04 lignes centrales de chaque parcelle élémentaire après la récolte. Les épis attaqués ont été identifiés et un score de dommage a été attribué en fonction de l'intensité des dégâts observés sur les épis suivant l'échelle de [18]. Le rendement a été évalué sur les 04 lignes centrales de chaque parcelle élémentaire.

2.4 ANALYSE STATISTIQUE

L'analyse des données a été effectuée à l'aide du logiciel d'analyse statistique XLstat version 2016. Le taux de plantes attaquées, la densité larvaire, les niveaux de dégâts et ainsi que les paramètres du rendement ont été évalués par un test « t » à un intervalle de confiance de 95%. La séparation des moyennes des variables a été effectuée au moyen d'un test de différence de Tukey (Tukey HSD) à un intervalle de confiance de 95%. Les différences dans les scores de dégâts ont été évaluées sur la base des scores attribués.

3 RÉSULTATS

3.1 TAUX DE PLANTS DE MAÏS ATTAQUÉES

L'analyse du Tableau 2 nous montre une différence significative entre les nombres de traitements insecticides évalués ($Pr > F = 0,0001$). D'une manière générale, les parcelles ayant reçus des applications insecticides chimiques, ont présenté moins de plantes attaquées comparativement aux parcelles non traitées. Nous constatons que le taux de plantes attaquées baisse au fur et à mesure que le nombre de traitements insecticides augmente. L'analyse statistique ne révèle pas de différence significative entre les parcelles traitées une fois par semaine. Ces parcelles ont présenté les plus faibles taux de plantes attaquées (68,17% et 61,22%) respectivement pour les parcelles traitées avec Emamectine benzoate, et Flubendiamide + Thiaclopride. Les parcelles ayant reçu trois traitements insecticides à base d'Emamectine benzoate et de Flubendiamide + Thiaclopride à 14-30-50 JAS ont montré une différence significative entre les traitements. On remarque, que les applications insecticides à base de Flubendiamide + Thiaclopride à 14-30-50 JAS ont montré moins de plantes attaquées (71,74%) que les parcelles ayant reçu le même nombre d'application insecticide avec Emamectine benzoate (84,61%). En ce qui concerne les applications insecticides à 30 et 50 JAS, l'analyse statistique (Tableau 2) nous révèle un taux de plantes attaqués élevé au sein de parcelles traitées avec Emamectine benzoate (95,82%) comparativement à celle ayant été traitées avec Flubendiamide + Thiaclopride (92,19%). Globalement, les résultats du Tableau 2 ne montre pas de différence significative entre les parcelles témoins non traitées et les parcelles traitées à 30 et 50 JAS avec les deux insecticides chimiques évaluées. De plus les traitements Flubendiamide + Thiaclopride a 14-30-50 JAS ont montré une efficacité similaire avec les parcelles traitées une fois par semaines (07

traitements) avec Emamectine benzoates ou Flubendiamide + Thiaclopride. Emamectine benzoate appliqué a 14-30-50 JAS a montré une efficacité intermédiaire à protéger les plantes contre les infestations de *S. frugiperda* comparativement aux parcelles témoin non traitées et les parcelles traités 30-50 JAS.

Tableau 2. Evolution du taux moyen de plantes attaquées

Périodes de de traitement	Taux moyen (%) de plantes attaquées (Moyenne ± ES)
Témoin non traité	99,25 ± 3,73 a
Emamectine benzoate 1 fois/semaine	68,17 ± 3,73 c
Flubendiamide + Thiaclopride 1 fois/semaine	61,21 ± 3,73 c
Emamectine benzoate 14-30-50 JAS	84,61 ± 3,73 b
Flubendiamide + Thiaclopride 14-30-50 JAS	71,74 ± 3,73 c
Emamectine benzoate 30-50 JAS	95,82 ± 3,73 a
Flubendiamide + Thiaclopride 30-50 JAS	92,19 ± 3,73 ab

ES = Erreur Standard. Les moyennes ± ES affectées par la même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

3.2 DENSITÉ LARVAIRE

D'une manière générale, tous les traitements à base d'insecticide chimique ont permis une réduction significative de la densité larvaire de *S. frugiperda* comparativement aux parcelles qui n'ont reçues aucun traitement insecticides ($Pr > F = 0,0001$). La densité larvaire moyenne a été plus important dans les parcelles témoins non traitées (73,13 larves) comparativement aux parcelles ayant reçu des applications insecticides (Tableau 3). Les plantes de maïs traitées une fois par semaines ont présenté les densités larvaires les plus faibles de l'expérience. L'analyse du Tableau 3 nous montre que l'application d'insecticide chimique à base de Flubendiamide + Thiaclopride a permis une meilleure réduction de la densité larvaire (6,25 larves) comparativement aux plantes ayant reçu des traitements insecticides une fois par semaine à base d'Emamectine benzoate (11,13 larves). Les traitements insecticides a 14-30 et 50 JAS ont montré une densité larvaire plus importantes que les parcelles traitées chaque semaine. Elles ont été suivies par les parcelles traitées avec Emamectine benzoate à 30-50 JAS (41 larves), et 14-30-50 JAS (36,5 larves). L'analyse statistique ne révèle pas de différence significative entre les parcelles traitée à 30 et 50 JAS avec les deux insecticides chimiques testés. A nombre de traitement insecticide égal, les plantes ayant reçu des traitements à base de Flubendiamide + Thiaclopride ont montré une densité larvaire moins élevé comparativement aux plantes ayant reçu une protection insecticide à base d'Emamectine benzoate.

Tableau 3. Evolution de la densité larvaire moyenne

Périodes de de traitement	Nombre de larves moyen (Moyenne ± ES)
Témoin non traité	72,13 ± 3,73 d
Emamectine benzoate 1 fois/semaine	11,13 ± 3,73 ab
Flubendiamide + Thiaclopride 1 fois/semaine	6,25 ± 3,73 a
Emamectine benzoate 14-30-50 JAS	36,50 ± 3,73 c
Flubendiamide + Thiaclopride 14-30-50 JAS	24,13 ± 3,73 bc
Emamectine benzoate 30-50 JAS	41,00 ± 3,73 c
Flubendiamide + Thiaclopride 30-50 JAS	29,50 ± 3,73 c

ES = Erreur Standard. Les moyennes ± ES affectées par la même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

3.3 SÉVÉRITÉ DES DÉGÂTS FOLIAIRES

L'analyse de la gravité des dommages foliaires (Tableau 4) nous montre une différence significative entre les différentes périodes de traitements insecticides ($Pr > F = 0,0001$). De façon général, l'augmentation du nombre de traitement insecticides a permis une réduction du score de dommages dans tous les traitements considérés. Nos résultats indiquent que, les parcelles non traitées ont présenté les scores de dommages plus élevés. En revanche, les scores de dommages les moins importants ont été enregistré au sein des parcelles traitées chaque semaine avec Flubendiamide + Thiaclopride et Emamectine Benzoate. L'analyse anova ne révèle pas de différence significative entre les traitements insecticides une fois par semaine (groupe d). Les applications insecticides a 14-30 et 50 JAS ont montré des différences significative entre les deux molécules évaluées. Les scores de dommages ont été plus importants lorsque les plantes étaient protégées avec Emamectine benzoate (3,45) par rapport aux plantes traitées avec Flubendiamide + Thiaclopride (1,81) a 14-30 et 50 JAS. De plus, les parcelles traitées à 14-30 et 50 JAS ont montré des performances identiques avec les parcelles traitées une fois par semaine avec Emamectine benzoate et Flubendiamide + Thiaclopride. L'analyse du Tableau 4 ne montre aucune différence significative entre les applications insecticides à base de Emamectine benzoate et Flubendiamide + Thiaclopride a 30-50 JAS.

Tableau 4. Evolution de la sévérité des dégâts à 56 JAS

Périodes de de traitement	Sévérité des dégâts à 56 JAS (Score moyen ± ES)
Témoin non traité	4,03 ± 3,73 a
Emamectine benzoate 1 fois/semaine	1,07 ± 3,73 d
Flubendiamide + Thiaclopride 1 fois/semaine	1,13 ± 3,73 d
Emamectine benzoate 14-30-50 JAS	3,45 ± 3,73 ab
Flubendiamide + Thiaclopride 14-30-50 JAS	1,81 ± 3,73 d
Emamectine benzoate 30-50 JAS	2,68 ± 3,73 bc
Flubendiamide + Thiaclopride 30-50 JAS	2,75 ± 3,73 bc

ES = Erreur Standard. Les moyennes ± ES affectées par la même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

3.4 TAUX D'ÉPIS ATTAQUES ET SEVERITE DES DEGATS SUR LES ÉPIS

L'analyse de variance du taux d'épis attaqués ainsi que celle de la gravité des dommages sur épis, ne révèlent pas de différence significative entre les différents calendriers de traitements insecticides évalués ($Pr > F = 0,531$ et $Pr > F = 0,322$).

Tableau 5. Taux d'épis positifs aux symptômes d'infestation de *S. frugiperda*

Traitements phytosanitaires	Taux moyen d'épis attaqués % (Moyenne ± ES)	Gravité des dommages (Moyenne ± ES)
Témoin non traité	83,32 ± 6,08	1,24 ± 0,06
Emamectine benzoate 1 fois/semaine	71,78 ± 6,08	1,16 ± 0,06
Flubendiamide + Thiaclopride 1 fois/semaine	83,44 ± 6,08	1,09 ± 0,06
Emamectine benzoate 14-30-50 JAS	81,76 ± 6,08	1,24 ± 0,06
Flubendiamide + Thiaclopride 14-30-50 JAS	73,14 ± 6,08	1,18 ± 0,06
Emamectine benzoate 30-50 JAS	86,89 ± 6,08	1,19 ± 0,06
Flubendiamide + Thiaclopride 30-50 JAS	77,58 ± 6,08	1,30 ± 0,06

ES = Erreur Standard. Les moyennes ± ES affectées par la même lettre dans la même colonne ne sont pas statistiquement différentes.

3.5 RENDEMENT

L'analyse de variance ne révèle aucune différence significative entre les calendriers de traitements insecticides considérés ($Pr > F = 0,855$). Le nombre d'applications insecticides n'a eu aucune incidence significative sur le rendement du maïs.

Tableau 6. Rendement moyen du maïs par traitement

Traitements phytosanitaires	Rendement (kg/ha)
Témoin non traité	4571,76
Emamectine benzoate 1 fois/semaine	5034,72
Flubendiamide + Thiaclopride 1 fois/semaine	4745,37
Emamectine benzoate 14-30-50 JAS	4774,31
Flubendiamide + Thiaclopride 14-30-50 JAS	4918,98
Emamectine benzoate 30-50 JAS	5410,88
Flubendiamide + Thiaclopride 30-50 JAS	4745,37

ES = Erreur Standard. Les moyennes ± ES affectées par la même lettre ne sont pas statistiquement différentes.

4 DISCUSSION

Notre étude avait pour objectif, de proposer des périodes de traitements ainsi que des fréquences d'applications optimales des insecticides chimique dans une perspective de lutte intégrée contre la chenille légionnaire d'automne (*S. frugiperda*) au Burkina Faso. Dans la présente étude, les résultats montrent que les applications insecticides à base d'Emamectine benzoate et de Flubendiamide + Thiaclopride n'ont pas permis de réduire considérablement l'infestation des plantes par les larves de *S. frugiperda*. De façon générale, le

taux de plantes attaqués fût sensiblement élevé dans toutes les parcelles traitées à base d'insecticides de synthèses. Cette forte pression parasitaire s'explique par de divers paramètres tel que l'écologie de la zone, ou la période de semis des cultures etc. A cet effet, de nombreux auteurs ont rapporté des paramètres tels que la période de semis, la nature de la plante hôte, la disponibilité ou non d'autres plantes de prédilection tout autour de l'exploitation ainsi que les conditions météorologiques sont tous des paramètres pouvant influencer sensiblement le taux de plantes attaquées par les larves de *S. frugiperda* dans une zone donnée [19], [20]. Cependant, l'augmentation du nombre de traitements insecticides entre 07, et 03 traitements insecticides à base d'Emamectine benzoate et Flubendiamide + Thiaclopride, a eu effet réducteur sur les taux d'infestations des plantes comparativement aux plantes ayant reçu aucune protection insecticide. Même si l'application des insecticides chimiques, n'a pas offert une protection acceptable contre les attaques, elles ont toutefois permis de réduire le taux de plantes attaquées en saison des pluies. Cela a permis de corroborer l'hypothèse selon laquelle l'efficacité des insecticides synthétiques est fonction du nombre d'applications dans les agrosystèmes [21]. Par conséquent, dans les zones où les conditions environnementales permettent une infestation continue du ravageur, il est plus efficace de réaliser les premières applications insecticides entre deux et trois semaines après le semis afin de réduire le nombre de plantes attaquées. Des recommandations similaires ont été rapportés par les auteurs de la référence [4]. Ces auteurs ont suggéré des applications insecticides au début de la croissance des plantes afin de réduire significativement le taux de plantes attaquées par les larves de la chenille légionnaire au champ.

Dans cette étude, tous les calendriers de traitements insecticides évalués ont permis de réduire significativement la densité des larves de *S. frugiperda* sur les plantes de maïs. Tout comme le taux de plantes attaquées, la densité larvaire était elle aussi fonction du nombre de traitements insecticides. Plus le nombre d'interventions phytosanitaire est élevé plus, la densité larvaire était faible. Dans nos résultats, les parcelles traitées une fois par semaine ont offert une protection quasi permanente contre les infestations larvaires de *S. frugiperda*. Dans le Mississippi, les travaux des auteurs [22] ont permis de rapporter des résultats similaires sur l'efficacité des insecticides à base d'Emamectine benzoate et de Flubendiamide sur les larves de *S. frugiperda*. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus en Amérique du sud où la protection quasi-totale des plantes de maïs contre les larves de *S. frugiperda* nécessite au moins une application à base d'insecticides synthétiques tous les sept jours [23], [9]. Dans les trois calendriers étudiés, le calendrier 14-30-50 JAS a permis d'obtenir une densité larvaire statistiquement proche de celle des deux calendriers où l'Emamectine benzoate et l'association Flubendiamide + Thiaclopride ont été appliqués une fois par semaine. Ces résultats s'expliquent par le mode d'action, mais aussi par la rémanence plus ou moins longue de ces molécules. En Inde, les feuilles de maïs prélevées dans les champs traités et utilisées dans des conditions de laboratoire ont indiqué un temps de contrôle plus long par l'Emamectine benzoate (14 jours, 85,9 % de mortalité) [24]. De plus, les auteurs de la référence [24], ont rapporté que 07 jours après le traitement insecticide, le Flubendiamide a entraîné une mortalité de 53,1%. En outre les périodes d'abondance du ravageur tel que rapporté par [11] se situe entre 21 et 30 JAS en saison d'hivernage, ce qui pourrait justifier la forte densité larvaire recensé dans les parcelles ayant reçu que deux application insecticides tardive à 30 et 50 JAS, mais aussi une meilleure efficacité des molécules lorsque les l'application insecticides était réalisée une fois par semaines ou a 14-30 et 50 JAS.

Dans l'ensemble, les dommages moyens occasionnés par les larves de *S. frugiperda* au cours de cette étude étaient relativement faibles. Ils étaient inférieurs au score 05 de l'échelle de sévérité des dommages développé par [17]. Ce résultat s'explique par les conditions météorologiques dans lesquelles nous avons conduit cette étude. Notre expérimentation a été réalisée en saison d'hivernage. Dans ces conditions, l'effet de la pluie contribue à réduire la densité larvaire dans les parcelles. Ainsi, de nombreuses larves ont pu être emportées des plantes par la pluie ou mortes par noyade à l'intérieur de la cornée des plantes réduisant par conséquent les dommages aux plantes. Cette action de la pluie a réduire les dommages des larves en saison d'hivernage a déjà été rapporté par de nombreux auteurs [18], [25], [26]. Dans notre étude, les dommages occasionnés aux plantes de maïs étaient plus accentués au sein des parcelles témoins non traitées se traduisant par un score moyen de 04. L'application des traitements insecticides a une fois par semaine et a 14-30 et 50 JAS ont contribué à réduire les dégâts des larves de *S. frugiperda* dans ces parcelles. Selon de nombreuses études, la gravité des dommages occasionnés par les larves de *S. frugiperda* est plus importante au sein des cultures non protégées par rapport à celles ayant reçu des protections à base d'insecticides synthétiques [27], [26], [9], [4]. Les parcelles traitées une fois par semaine ont montré des scores de dommages inférieurs à 1,5 le score 01 étant l'interprétation d'aucun dommage foliaire sur la plante. Ces résultats s'expliquent par le nombre élevé de traitements insecticides (07 applications) entraînant de faibles densités larvaires dans ces parcelles. Ces applications répétées ont contribué à réduire davantage le nombre de larves et ont aussi limité la quantité de biomasse consommée par les larves dans les parcelles ayant reçu une protection insecticide. Les calendriers de traitements à 14-30-50 JAS et 30-50 JAS ont permis d'obtenir des scores de dommages moins importants que ceux des parcelles non traitées. Cependant, l'efficacité des molécules comparées entre elles montre que les applications à base de Flubendiamide + Thiaclopride à 30-50 JAS ont permis d'obtenir des dommages statistiquement similaires aux calendriers de traitements à 14-30-50 et 30-50 JAS avec l'Emamectine benzoate. Ces résultats s'expliquent par les principaux modes d'action de ces molécules. L'Emamectine benzoate est un insecticide synthétique systémique agissant à la fois par contact et par ingestion [24]. Son effet pourrait donc être dilué et lessivé en période de forte pluviométrie limitant son efficacité sur les larves. A l'inverse, l'effet du Flubendiamide associé au Thiaclopride permet d'obtenir un effet systémique sur la plante. Cette action permet alors, une plus longue rémanence de la molécule et une toxicité élevée sur les larves de *S. frugiperda* [24], [28].

Pour tous les traitements insecticides considérés, les infestations larvaires n'ont pas eu un effet sur les paramètres agronomiques tels que le taux d'épis attaqués, la sévérité des dégâts sur les épis, ainsi que le rendement du maïs grains. Nous pensons que la fertilisation minérale apportée ont permis aux plantes de compenser les dégâts dû aux larves et à assurer des rendements quantitatifs satisfaisante en comparaison avec les parcelles témoins non traitées. Les travaux des auteurs [7] en Argentine ont permis de rapporter des résultats similaires. Selon ces auteurs, les dommages foliaires causés par la chenille légionnaire d'automne dans de nombreux cas n'entraînent pas forcément des pertes de rendement. Les plantes sont capables de puiser dans le sol afin de compenser les dégâts dû aux infestations de *S. frugiperda* [7]. Cependant nos résultats sont en désaccords avec ceux rapportés par la référence [4]. Ces auteurs ont évalué la réponse du rendement du maïs à la lutte chimique à différents stades de croissance de la plante et ont rapporté des pertes de rendement qui variaient entre 26,5 et 56,8%. Cette divergence dans nos travaux s'explique en grande partie par l'écologie de la zone de culture. Il a été rapporté que les plantes de maïs peuvent combler les dégâts et tolérer les dommages dans les zones agroécologiques, où le climat ne permet pas un développement rapide des ravageurs ou une ré infestation continue de la culture [4]. Même si les infestations larvaires n'ont pas engendré des pertes de rendements quantitatives, elles peuvent cependant être à l'origine d'une perte de rendement qualitative des grains les rendant impropres à la consommation par la présence d'aflatoxines. Selon les auteurs de la référence [29] la chenille légionnaire d'automne peut également avoir un impact sur les rendements en se nourrissant des épis de maïs et peut en outre gâcher le grain en raison d'une infection par les aflatoxines. Ainsi la décision d'appliquer des traitements insecticides synthétiques doivent être alors basée sur un ensemble de paramètres tels que le stade végétatif de la plante, les périodes d'abondance du ravageur, la sévérité des dégâts l'écologie et le climat de la zone. Ces indicateurs permettront d'éviter de faire des applications insecticides spontanés et de réduire ainsi le nombre de traitements insecticides [30], [31]. En cas de fortes infestations par les larves, trois applications insecticides à base d'insecticides synthétiques homologués (Emamectine benzoate ou Flubendiamide + Thiaclopride) peuvent être utilisé contre les dégâts de *S. frugiperda*. Cependant nous recommandons que ces applications soient effectuées dès les premières semaines suivant l'émergence des plantes de sortes a coïncidé avec les périodes d'abondance des larves. Elle doit également être basée sur le fait que environ 50 à 75 % des plantes présentent des dommages foliaires supérieurs au score 05 de l'échelle de sévérité de [17]. Et aussi que les larvent soit encore petites [4]. De plus la nature des deux insecticides utilisés dans cette études pourrait être constitué une option de lutte durable contre le ravageur. Ces insecticides peuvent être utilisé en alterner afin de minimiser le risque lié à l'apparition de cas de résistance chez les larves de *S. frugiperda*. Cette stratégie a été rapportés par de nombreux auteurs utilisant différents familles et mode d'action d'insecticides dans la lutte durable contre des ravageurs envahissant [5], [32].

5 CONCLUSION

L'évaluation du nombre de traitements insecticides synthétiques à différentes dates a montré que les nombres de traitements insecticides élevés n'entraînent pas forcément un accroissement quantitatif des rendements. Cependant, dans les zones ou les conditions écologiques permette une conservation et une ré infestation continue du ravageur trois interventions phytosanitaires à base d'insecticides homologués à 14-30 et 50 JAS peuvent être suffisantes pour la réduction de la pression parasitaire du ravageur à l'échelle de la zone. Des travaux supplémentaires sur l'effet du nombre de traitements insecticides contre les dégâts de la chenille légionnaire d'automne sont nécessaires dans différentes zones agroécologiques afin de faciliter l'élaboration du nombre de traitements insecticides optimales pour la protection du maïs au Burkina Faso.

REFERENCES

- [1] G. Goergen, P. L. Kumar, S. B. Sankung, A. Togola, and M. Tamò, «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*, vol. 11, no. 10, pp. 1–9, 2016, doi: 10.1371/journal.pone.0165632.
- [2] S. Niassy, M. Agbodzavu, E. Kimathi, B. Mutune, E. Abdel-Rahman, and D. Salifu, «Bioecology of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), its management and potential patterns of seasonal spread in Africa,» *PLoS One*, vol. 16, no. 6, pp. 1–24, 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0249042.
- [3] MAAH, «Lutte contre la chenille légionnaire d'automne au Burkina Faso (Campagne agricole 2018-2019),» p. 15, 2018, [Online]. Available: https://www.ippc.int/static/media/files/cn_publication/2019/05/15/Rapport_chenille_2018_vf.pdf
- [4] J. Van den Berg, C. Britz, and H. Du plessis, «Maize Yield Response to Chemical Control of *Spodoptera frugiperda* at Different Plant Growth Stages in South Africa,» *agriculture*, vol. 11, p. 14P, 2021.
- [5] R. Day *et al.*, «Fall armyworm: Impacts and implications for Africa,» *Outlooks Pest Manag.*, vol. 28, no. 5, pp. 196–201, 2017, doi: 10.1564/v28_oct_02.
- [6] J. T. Hardke, G. M. Lorenz, and B. R. Leonard, «Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) ecology in Southeastern cotton,» *J. Integr. Pest Manag.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2015, doi: 10.1093/jipm/pmv009.
- [7] A. J. Hruska, «Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) management by smallholders,» *CAB Rev. Perspect. Agric. Vet. Sci. Nutr. Nat. Resour.*, vol. 14, no. September, 2019, doi: 10.1079/PAVSNNR201914043.
- [8] G. Haftay, «Review on management methods of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) in Sub- Saharan Africa,» *Int. J. Entomol. Res.*, vol. 5, no. 2, pp. 09–14, 2020, [Online]. Available: <http://www.entomologyjournals.com>

- [9] B. Sisay, T. Tefera, M. Wakgari, G. Ayalew, and E. Mendesil, «The efficacy of selected synthetic insecticides and botanicals against fall armyworm, *spodoptera frugiperda*, in maize,» *Insects*, vol. 10, no. 2, 2019, doi: 10.3390/insects10020045.
- [10] J. All, A. Javid, and P. Guillebeau, «Control of Fall Armyworm with Insecticides in North Georgia Sweetcorn Author (s): J. N. All, A. Javid and P. Guillebeau Published by : Florida Entomological Society Florida Entomological Society is collaborating with JSTOR to digitize, preserve an,» *Florida entomological Soc.*, vol. 69, no. 3, pp. 598–602, 2014.
- [11] A. Diao, I. Ouedraogo, and A. Sanon, «Importance de la saison humide et de la saison sèche dans la fluctuation saisonnière des populations de *Spodoptera frugiperda* J.E Smith (Lepidoptera : Noctuidae) dans un agrosystème maïsicole à l'ouest du Burkina Faso.,» *Sci. Nat. appliquées*, vol. 42, no. 1, p. pp 237-255, 2023.
- [12] I. S. Kass, C. C. Wang, J. P. Walrond, and A. O. W. Stretton, «Avermectin B (1a), a paralyzing anthelmintic that affects interneurons and inhibitory motoneurons in *Ascaris*,» *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 77, no. 10 II, pp. 6211–6215, 1980. doi: 10.1073/pnas.77.10.6211.
- [13] I. Ishaaya, S. Kontsedalov, and A. R. Horowitz, «Emamectin, a novel insecticide for controlling field crop pests,» *Pest Manag. Sci.*, vol. 58, no. 11, pp. 1091–1095, 2002, doi: 10.1002/ps.535.
- [14] B. N. Sharma and N. S. Parihar, «Dissipation and persistence of flubendiamide and thiacloprid in/on tomato and soil,» *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, vol. 90, no. 2, pp. 252–255, 2013, doi: 10.1007/s00128-012-0911-5.
- [15] M. H. Kodandaram, A. B. Rai, and J. Haldar, «Novel Insecticides for management of insect pest in vegetable crops: A review,» *Veg. Sci.*, vol. 37, no. 2, pp. 109–123, 2010, [Online]. Available: <http://vegsci.isvs.org.in/index.php/vegsci/article/view/786>.
- [16] A. F. Kuate *et al.*, «Correction: *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in Cameroon: Case study on its distribution, damage, pesticide use, genetic differentiation and host plants,» (PLoS ONE (2019) 14: 4 (e0215749) DOI: 10.1371/journal.pone.0215749) *PLoS One*, vol. 14, no. 6, pp. 1–18, 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0217653.
- [17] F. M. Davis and W. Williams, «Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm.,» Mississippi, 1992.
- [18] B. M. Prasanna, J. E. Huesing, and R. P. Eddy, «La chenille légionnaire d'automne en Afrique :,» p. 124, 2018.
- [19] R. D. Harrison *et al.*, «Agro-ecological options for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) management: Providing low-cost, smallholder friendly solutions to an invasive pest,» *J. Environ. Manage.*, vol. 243, no. August 2018, pp. 318–330, 2019, doi: 10.1016/j.jenvman.2019.05.011.
- [20] C. I. Jaramillo-Barrios, E. H. Varón-Devia, and B. Monje-Andrade, «Economic injury level and action thresholds for *spodoptera frugiperda* (J.e. smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in maize crops,» *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellin*, vol. 73, no. 1, pp. 9065–9076, 2020, doi: 10.15446/rfnam.v73n1.78824.
- [21] F. Assefa and D. Ayalew, «Status and control measures of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) infestations in maize fields in Ethiopia: A review,» *Cogent Food Agric.*, vol. 5, no. 1, 2019, doi: 10.1080/23311932.2019.1641902.
- [22] C. A. Daves, D. R. Cook, and T. E. Steed, «Efficacy of Selected Insecticides Against Fall Armyworms in Pastures, 2008,» *Arthropod Manag. Tests*, vol. 34, no. 1, pp. 2008–2009, 2009, doi: 10.4182/amt.2009.f43.
- [23] J. Capinera, «Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae),» 2017. <http://edis.ifas.ufl.edu/in255>.
- [24] S. Deshmukh, H. B. Pavithra, C. M. Kalleshwaraswamy, B. K. Shivanna, M. S. Maruthi, and D. Mota-Sanchez, «Field Efficacy of Insecticides for Management of Invasive Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on Maize in India,» *Florida Entomol.*, vol. 103, no. 2, pp. 221–227, 2020, doi: 10.1653/024.103.0211.
- [25] C. Albasini, M. António, and S. Luisa, «Seasonal Dynamics of the Alien Invasive Insect Pest *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in Manica Province, Central Mozambique,» *Insects*, vol. 11, no. 512, pp. 1–12, 2020.
- [26] J. Nboyine *et al.*, «Assessment of the optimal frequency of insecticide sprays required to manage fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith) in maize (*Zea mays* L.) in northern Ghana,» *CABI Agric. Biosci.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–11, 2022, doi: 10.1186/s43170-021-00070-7.
- [27] D. Babendreier *et al.*, «The efficacy of alternative, environmentally friendly plant protection measures for control of fall armyworm, *spodoptera frugiperda*, in maize,» *Insects*, vol. 11, no. 4, 2020, doi: 10.3390/insects11040240.
- [28] O. Héma, I. Ouédraogo, and G. Vognan, «Efficacité au champ de cyantraniliprole (BENEVIA 100 OD) dans le contrôle des principaux insectes ravageurs du cotonnier au Burkina Faso.,» *Sci. la vie la terre*, vol. 04, no. 2, pp. 43–50, 2016.
- [29] C. Chisonga, G. Chipabika, P. H. Sohati, and R. D. Harrison, «Understanding the impact of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) leaf damage on maize yields,» *PLoS One*, vol. 18, no. 6 June, pp. 1–12, 2023, doi: 10.1371/journal.pone.0279138.
- [30] J. L. Hernández-Mendoza, E. C. López-Barbosa, E. Garza-González, and N. Mayek-Pérez, «Spatial distribution of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize landraces grown in Colima, Mexico,» *Int. J. Trop. Insect Sci.*, vol. 28, no. 3, pp. 126–129, 2008, doi: 10.1017/S1742758408096112.
- [31] L. A. Aguirre *et al.*, «Evaluation of Foliar Damage by *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to Genetically Modified Corn (Poales: Poaceae) in Mexico,» *Florida Entomol.*, vol. 99, no. 2, pp. 276–280, 2016, doi: 10.1653/024.099.0218.
- [32] J. A. Tambo *et al.*, «Understanding smallholders' responses to fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) invasion: Evidence from five African countries,» *Sci. Total Environ.*, vol. 740, p. 140015, 2020, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140015.