



Étude de la sensibilité de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera : Noctuidae) à des insecticides chimiques

Kouakou Delphin KOFFI^{1,*}, Malanno KOUAKOU², Doumbia MAMADOU¹, Kouadio Kra Norbert BIN², Ochou Germain OCHOU²

¹Université Nangui Abrogoua, Laboratoire Entomologie Agricole, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

²Centre National de Recherche Agronomique, Station de Recherche sur le Coton, Laboratoire Entomologie, 01 BP 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant Email : kouakoudelphinkoffi@gmail.com ; Tel : (+225)77345552

Submitted on 12th August 2021. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 31st October 2021
<https://doi.org/10.35759/JABs.166.6>

RESUME

Objectif : l'étude a été menée pour évaluer l'efficacité de quelques insecticides de synthèse sur la chenille légionnaire d'automne *Spodoptera frugiperda* au laboratoire, afin de contribuer à la mise au point d'une méthode de lutte contre ce ravageur en Côte d'Ivoire.

Méthodologie et résultats : Cinq (5) produits insecticides ont été testés sur les larves du stade 2 de *S. frugiperda* par la méthode d'application topique. La mortalité a été suivie pendant 72 heures et la DL₅₀ et la DL₉₀ de chaque produit ont ensuite été déterminées. Les résultats montrent que le taux de mortalité varie en fonction des matières actives et des doses. Selon les doses létales, l'emamectine et la deltaméthrine ont été plus efficaces avec des DL₅₀ respectives de 0,4 µg/g et 0,8 µg/g comparativement à la cyperméthrine, la lambda-cyhalothrine et le profenofos.

Conclusion et application des résultats : cette étude a permis d'identifier des matières actives susceptibles de contrôler la chenille légionnaire d'automne *S. frugiperda*. Ces matières actives peuvent être incluses dans les programmes de lutte contre ce bioagresseur dans les cultures en particulier le maïs et le cotonnier.

Mots clés : Insecticides chimiques, Sensibilité, *Spodoptera frugiperda*.

Study of the susceptibility of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) to chemical insecticides

ABSTRACT

Objective: The study was conducted to evaluate the efficacy of a few synthetic insecticides on the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* in the laboratory, in order to contribute to the development of a control method for this pest in Côte d'Ivoire.

Methodology and results: Five (5) insecticide products were tested on *S. frugiperda* stage 2 larvae using the topical application method. Mortality was monitored for 72 hours and the LD₅₀ and LD₉₀ of each product were then determined. The results show that the mortality rate varies according to the active ingredients and the doses. Based on lethal doses, emamectin and deltamethrin were more

effective with LD₅₀ of 0.4 µg/g and 0.8 µg/g respectively compared to cypermethrin, lambda-cyhalothrin and profenofos.

Conclusion and application of results: This study identified active ingredients that could control the fall armyworm *S. frugiperda*. These active ingredients can be included in programs to control this pest in crops, particularly maize and cotton.

Keywords: Chemical insecticides, Sensitivity, *Spodoptera frugiperda*

INTRODUCTION

La chenille légionnaire d'automne, *Spodoptera frugiperda* est un insecte polyphage originaire d'Amérique tropicale et subtropicale (FAO, 2018). C'est un redoutable ravageur car il attaque plus de 80 cultures de différentes espèces, avec cependant une préférence pour le maïs (Prasanna *et al.*, 2018). En l'absence de méthodes de lutte efficaces, les pertes occasionnées par *Spodoptera frugiperda* sont de l'ordre de 8,3 à 20,6 millions de tonnes de maïs chaque année en Afrique (Day *et al.*, 2017). Cependant, *S. frugiperda* a été observé depuis 2016 sur les plants de maïs dans plusieurs pays de l'Afrique de l'Ouest, dont la Côte d'Ivoire (Kouakou *et al.*, 2019). Il a été signalé également sur le cotonnier en Côte d'Ivoire et au Bénin au cours de la campagne agricole 2017-2018 (PR-PICA, 2018). *Spodoptera frugiperda* étant un ravageur exogène en Côte d'Ivoire et sur la culture cotonnière, les producteurs utilisent

toutes sortes de produits existants pour son contrôle. Cette utilisation répétée et incontrôlée des insecticides chimiques non recommandés sur ce ravageur pourrait causer des difficultés à pouvoir le gérer plus tard (sélection d'individus résistants, élimination des insectes auxiliaires) et aussi des problèmes de santé liés à la présence de résidus d'insecticides dans le maïs. Du fait de la nouvelle menace que présente *S. frugiperda* dans les systèmes de culture "coton-maïs", la prise en compte de ce ravageur dans les activités de recherche s'avère nécessaire en vue de mettre au point une méthode de lutte appropriée. Ainsi, pour anticiper sur la recherche des méthodes de lutte contre une éventuelle attaque généralisée de *S. frugiperda* en culture cotonnière, des études préliminaires sont entreprises au laboratoire. Il s'agit d'évaluer la sensibilité des larves de *S. frugiperda* à des insecticides chimiques.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Site d'expérimentation : l'étude a été conduite au laboratoire d'entomologie du programme de recherche sur le coton du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), situé à Bouaké (7°40' de latitude Nord et 5°2' de longitude Ouest) au centre de la Côte d'Ivoire.

Matériel animal : l'étude a été réalisée sur les larves de *Spodoptera frugiperda*. Ces larves ont été collectées sur les plants de maïs à Bouaké puis mise en élevage au laboratoire.

Elles ont été placées sur un milieu nutritif artificiel selon la méthode de Couilloud et Giret (1980). Les larves du stade 2 ont été utilisées pour les tests de toxicité.

Produits insecticides testés: les matières actives utilisées appartiennent à trois familles chimiques. Il s'agit de trois (3) pyréthrinoides (deltaméthrine, cyperméthrine et lambda-cyhalothrine), un organophosphoré (profenofos) et un avermectine (emamectine) présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Matières actives utilisées pour les bioessais

Familles chimiques	Matières actives	Présentation	Pureté
Pyréthrinoïdes	Deltaméthrine	Grade technique	98 %
	Cyperméthrine	Grade technique	93 %
	Lambda-cyhalothrine	Grade technique	95,65 %
Organophosphorés	Profenofos	Grade technique	93 %
Avermectines	Emamectine	Grade technique	70 %

Méthodologie

Obtention des larves de *Spodoptera frugiperda* : Les premières larves ont été collectées sur des plants de maïs et mise en élevage au laboratoire à une température de 25 ± 2°C et d'humidité relative de 70 %. Elles ont été placées sur un milieu nutritif artificiel selon la méthode de Couilloud et Giret (1980). Les premières chrysalides obtenues ont été sexées à l'aide d'une loupe binoculaire et séparées dans des boîtes de pétri. Dès leur émergence, les adultes sont placés à raison de cinq couples dans les pondoirs et nourris avec du coton hydrophile imbibé de miel dilué à 10 %. Les larves de stade 2 issues des couples ont été utilisées pour les tests de toxicité.

Préparation des dilutions des insecticides : la gamme de dose des insecticides a été déterminée sur la base de plusieurs tests préliminaires au laboratoire. Ainsi, une première solution a été préparée dans un flacon en prélevant une quantité Q (mg) de matière active (m.a) du produit (grade technique) de pureté P (%) connue puis dissous dans 50 ml d'acétone à partir de la formule ci-dessous. Ainsi, d'autres solutions à différentes doses ont été obtenues à partir de la première.

$$Q = \frac{(\Omega \times A \times V \times 100)}{(B \times P)} \text{ (Gry, 1972)}$$

Q = quantité de la matière technique à peser en (µg);

Ω = dose de la solution mère à préparer en (µg/g) d'insecte;

A = masse de l'insecte (chenille) en (g);

V = volume total de la solution mère à préparer en (µl);

B = volume de la solution que l'applicateur topique permet d'appliquer sur l'insecte (chenille) en µl ;

P = pureté du produit technique (%).

Réalisation des bioessais : les traitements insecticides ont été réalisés à l'aide d'un micro-applicateur automatique Arnold Micro (Burkard, UK) (Kaan *et al.*, 2016). Pour déterminer les doses appropriées, des tests préliminaires ont été réalisés avec six doses largement espacées. Ensuite, des doses plus étroites qui assurent entre 5 % et 95 % de la mortalité de l'insecte ont été utilisées pour les traitements insecticides. Pour chaque dose, 3 répétitions de 10 individus ont été constituées. Pour éviter l'influence de la température sur l'action des insecticides, les traitements ont été effectués dans une salle ayant les mêmes conditions que celles de la salle d'élevage. Après la constitution des lots, chaque larve a reçu 1 µl de solution d'insecticide sur sa partie dorsale opposée à son thorax. Pour chaque insecticide, l'application a été faite dans l'ordre croissant des doses de solution préparées. La concentration zéro, a été constituée uniquement du solvant (acétone) et a servi de témoin. Les larves traitées ont été mises dans des plaques à puits (une larve par puits) et nourries avec l'aliment. Après le traitement, les larves sont conservées au laboratoire pour le suivi et les observations.

Observations de la mortalité des insectes traités : le suivi de la mortalité a été effectué pendant 72 heures après traitements. Les insectes ont été considérés vivants lorsqu'ils se déplacent et bougent normalement, et morts lorsqu'ils sont incapables d'effectuer un mouvement coordonné. En cas de mortalité

dans le lot témoin, le taux de mortalité était corrigé en utilisant la formule d'Abbott (1925).

$$M_c(\%) = \frac{M_t - M_0}{100 - M_0} \times 100$$

M_c: taux de mortalité corrigé

M_t: taux de mortalité dans le lot traité

M₀: taux de mortalité dans le témoin

Analyse des données : Les mortalités observées après 48 heures ont été retenues pour la détermination des doses létales (50 % et 90

%) des différentes matières actives en utilisant le logiciel Win DL 2.0 (CIRAD, Montpellier, version 1999). Une analyse de variance (ANOVA) a été faite sur le taux de mortalité corrigé des insectes en fonction des traitements (des insecticides et concentrations) à l'aide du logiciel SPSS 22.0. En cas de différence significative entre les traitements, la comparaison des moyennes a été effectuée par le test de Duncan au seuil de 5 %.

RÉSULTATS

Effet des insecticides chimiques sur la survie des larves de *Spodoptera frugiperda* : La figure 1 montre que le taux de mortalité des larves varie en fonction des matières actives et des doses appliquées. Le taux de mortalité des larves observé avec l'emamectine est compris entre 10 et 95 % respectivement pour les doses 0,1 et 3,2 µg/g comme l'indique la figure 1a. Les doses comprises entre 0,8 et 3,2 µg/g ont assuré la mortalité de plus 50 % des larves testées comparativement à celles comprises entre 0,1 et 0,4 qui ont causé une mortalité moins de 50 %. Dans le cas de la deltaméthrine, seules les doses 0,5 et 1 µg/g n'ont pas occasionné la mortalité de la moitié des larves testées. En revanche, plus de la moitié des larves testées ont été atteintes à 2

µg/g et la totalité à 32 µg/g de dose (figure 1b). Les doses 0,31 et 0,62 µg/g de lambda-cyhalothrine ont occasionné moins de 50 % de la mortalité comparativement à celles comprises entre 1,25 et 10 µg/g. Le plus fort taux de mortalité a été observé à 10 µg/g (figure 1c). Le taux de mortalité observé avec la cyperméthrine a été de 30 à 98 % respectivement avec les doses 2,5 et 80 µg/g. Le plus faible taux de mortalité a été obtenu à 2,5 µg/g. La moitié de la mortalité des larves a été obtenue à 5 µg/g (figure 1d). Pour le profenofos, seulement la plus forte dose 64 µg/g qui ont permis d'obtenir plus de 50 % de mortalité contrairement aux autres doses. Ainsi, moins de 10 % de la mortalité ont été obtenues à 2 et 4 µg/g (figure 1e).

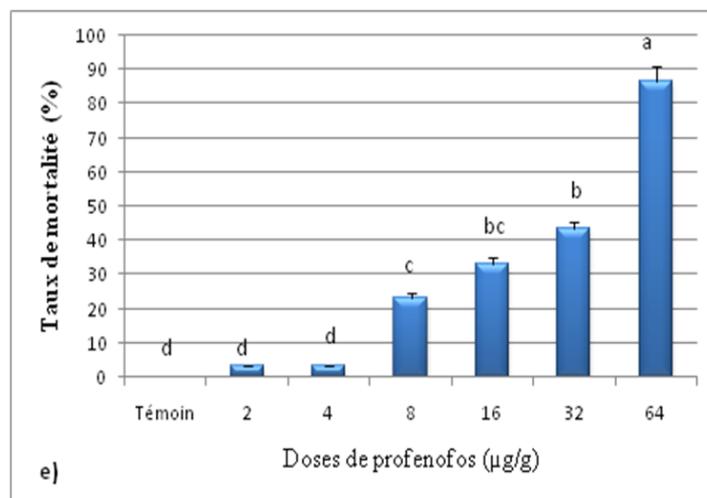
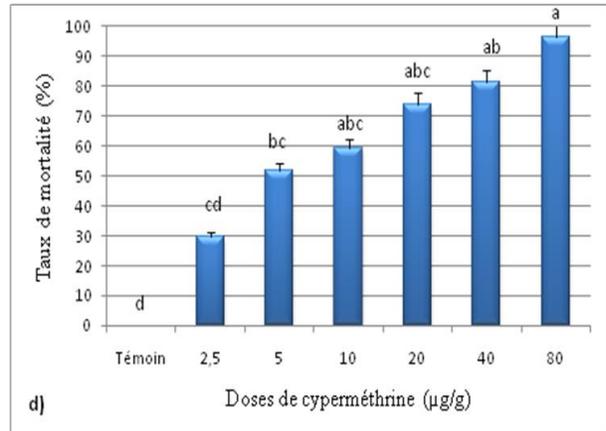
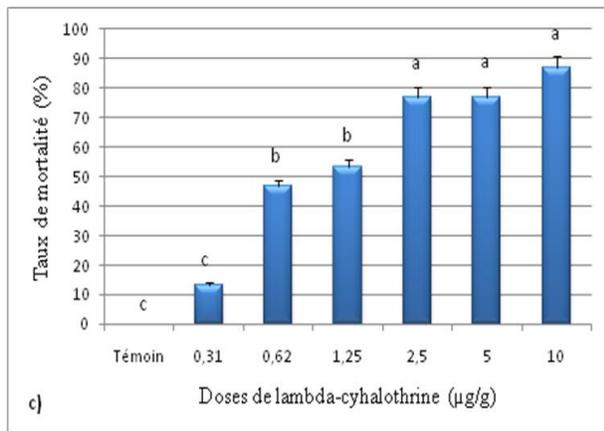
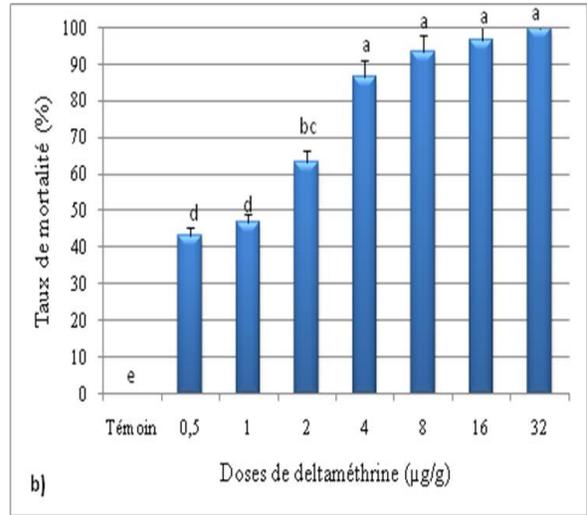
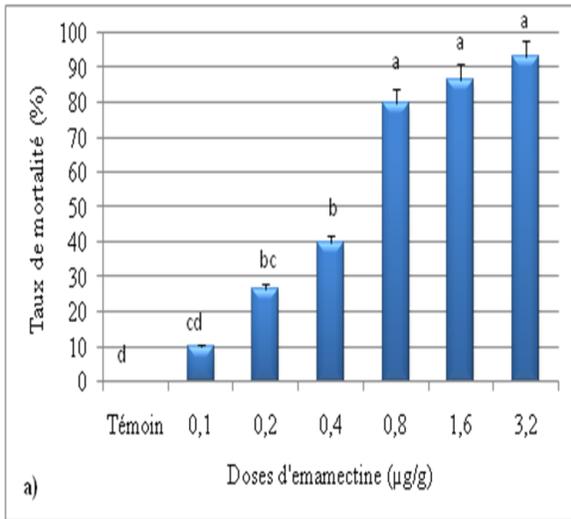


Figure 1: Taux de mortalité des larves selon les matières actives testées

Comparaison de la toxicité des matières actives sur les larves de *S. frugiperda* :

Tableau 2: Doses létales (DL₅₀ et DL₉₀) des insecticides chimiques sur les larves de *S. frugiperda*

Insecticides	N	DL ₅₀ (µg/g)	DL ₉₀ (µg/g)
Emamectine	210	0,4 [0,08-0,7]	2 [1,31-3,91]
Deltaméthrine	210	0,8 [0,02-34,44]	6,64 [1,30-33,74]
Lambda-cyhalothrine	210	1,82 [0,28-2,38]	10,48 [5,61-28,81]
Cyperméthrine	210	4,4 [0,04-470]	46,4 [6,88-313]
Profénofos	180	25,71 [9,8-38]	112,87 [69,8-533,67]

N : nombre de larves testées, DL₅₀: dose (µg/g) tuant 50% des larves testées, DL₉₀: dose létale à 90 µg/g

Les doses létales causant respectivement la mortalité de 50 % (DL₅₀) et de 90 % (DL₉₀) des larves sont présentées dans le tableau 2. Ces résultats indiquent que les DL₅₀ varient en fonction des produits testés. L'emamectine a

été plus efficace avec une DL₅₀ = 0,4 µg/g comparativement à la deltaméthrine (DL₅₀ = 0,8 µg/g), lambda-cyhalothrine (DL₅₀ = 1,82 µg/g), la cyperméthrine (DL₅₀ = 4,4 µg/g) et le profénofos (DL₅₀ = 25,71 µg/g).

DISCUSSION

La présente étude a mis en évidence une activité larvicide sur la chenille légionnaire d'automne *Spodoptera frugiperda*. Par ailleurs, le niveau de sensibilité a varié en fonction des différentes matières actives et des doses appliquées. L'emamectine a été le plus efficace, suivi respectivement par ordre décroissant de toxicité: la deltaméthrine, la lambda-cyhalothrine, la cyperméthrine et le profénofos. Ces résultats corroborent ceux obtenus des travaux de Abdu-Allah (2011) et El-Naggar et Jehan (2013). En effet, ces auteurs ont montré l'efficacité de l'emamectine benzoate sur les larves de *Spodoptera littoralis* au laboratoire. Kambou et Millogo (2019) ont également montré l'efficacité de l'emamectine sur la chenille légionnaire d'automne *Spodoptera frugiperda* en culture de maïs au Burkina Faso. La deltaméthrine, la lambda-cyhalothrine et la cyperméthrine appartenant à la famille des pyréthrinoïdes ont montré une toxicité sur les larves de *S. frugiperda*. La toxicité des insecticides pyréthrinoïdes sur la chenille légionnaire d'automne *S. frugiperda* a été mise en évidence dans des travaux antérieurs (Tumma et Chandrika, 2018 ; IRAC, 2018 ;

Bhusal *et al.*, 2020). En effet, la deltaméthrine a été plus toxique que la lambda-cyhalothrine et la cyperméthrine malgré qu'elles soient de la même famille. Ces résultats peuvent s'expliquer par la forte sensibilité des larves de *S. frugiperda* à la deltaméthrine comparativement à la cyperméthrine et la lambda-cyhalothrine. Par contre, la faible toxicité de lambda-cyhalothrine peut être due à une tolérance des larves de *S. frugiperda* à cette matière active. Ce même constat a été fait dans les travaux de Ríos-Díez et Saldamando-Benjumea (2011). Ces auteurs ont montré que les larves de *S. frugiperda* collectées sur le maïs développent rapidement une tolérance à la lambda-cyhalothrine. Le profénofos de la famille des organophosphorés avec une valeur de DL₅₀ plus élevée s'est révélé l'insecticide le moins toxique. La faible toxicité de profenofos peut être dû au fait qu'elle est une molécule dont l'efficacité a été prouvée sur les cicadelles (Kone *et al.*, 2018). Ce résultat peut aussi s'expliquer par une tolérance ou une résistance de *S. frugiperda* aux organophosphorés comme indiqué dans les travaux de Yu *et al* (2003).

CONCLUSION et RESULTATS

Les analyses réalisées au laboratoire ont mis en évidence un bon niveau de toxicité de l'emamectine et de la deltaméthrine sur la chenille légionnaire d'automne. Ces résultats constituent des acquis scientifiques importants. Des essais d'évaluation au champ permettront de confirmer l'efficacité des formulations insecticides contenant ces

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre du Programme Régional de Production Intégrée du Cotonnier en Afrique (PR-PICA). Nous remercions le Fonds Interprofessionnel pour la

produits, en vue de faire les recommandations appropriées pour la lutte contre le ravageur en Côte d'Ivoire. Par ailleurs, d'autres substances actives chimiques et biologiques devront être testées au laboratoire et au champ en vue de proposer une gamme variée de produits aux producteurs.

Recherche et le Conseil Agricole (FIRCA) et l'Interprofession de la Filière Coton (INTERCOTON) de Côte d'Ivoire, pour le financement.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abbott WS, 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, 18: 265-267.
- Abdu-Allah G, 2011. Potency and residual activity of emamectin benzoate and spinetoram on *Spodoptera littoralis* (Boisduval). *African Entomology*, 19(3):733-737
- Bhusal S et Chapagain E, 2020. Threats of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) incidence in Nepal and it's integrated management-A review. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 3(1), 345-359. DOI: <https://doi.org/10.3126/janr.v3i1.27186>
- Couilloud R et Giret M, 1980. Multiplication de *Heliothis armigera* (Hubner) (Lepidoptera : Noctuidae): Amélioration possible grâce à l'adoption d'une technique d'élevage en groupe des chenilles. *Coton et Fibres Tropicales*, 35: 217-224.
- Day R, Abrahams P, Bateman M, Beale T, Clotey V, Cock M, Colmenarez Y, Corniani N, Early R, Godwin J, Gomez J, Moreno PG, Murphy ST, Oppong-Mensah B, Phiri N, Pratt C, Silvestri S, Witt A, 2017. Fall Armyworm: Impacts and Implications for Africa. *Outlooks on Pest Management* 28, 196-201.
- El-Naggar et Jehan BA, 2013. Sublethal effect of certain insecticides on biological and physiological aspects of *Spodoptera littoralis* (Boisd.). *Nat Sci* 11(7):19-25. (ISSN: 1545-0740). <http://www.sciencepub.net/nature>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018. Integrated management of the fall armyworm on maize: a guide for farmer field schools in Africa. 118p
- Gry J, 1972. Techniques d'essais insecticides par traitement individuel et détermination des DL₅₀. PG / Orsay, France, Fasc n°2 et 3.
- IRAC, 2018. Integrated Pest Management (IPM) and Insect Resistance Management for Fall Armyworm in South African Maize. Compiled by IRAC South Africa 21 p.
- Kaan P, Ömer CK, Yasemin Y, Salih G, Betül D, Fatih D, Kemal CB, 2016. Insecticidal activity of *Salvia veneris* Hedge, essential oil against coleopteran stored product insects and *Spodoptera exigua* (Lepidoptera). *Industrial Crops and Products*, 97, 93-100. URL:

- <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.12.012>.
- Kambou G et Millogo AM, 2019. Efficacité biologique d'extraits aqueux de substances naturelles (*Cassia nigricans* Vahl., *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. ex G. Donf., *Capsicum annum* L., *Cleome viscosa* L.) sur la chenille légionnaire (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith) en culture du maïs et de leurs effets sur les microorganismes d'un sol ferrugineux, au Burkina Faso. *Journal of Environmental Science, Computer Science and Engineering & Technology*. Vol.8. No.1, 036-051
- Kone PWE, Didi GJR, Ochou GEC, Kouakou M, Bini KKN, Mamadou D, Ochou OG, 2018. Susceptibility of cotton leafhopper *Jacobiella facialis* (Hemiptera: Cicadellidae) to principal chemical families: implications for cotton pest management in Côte d'Ivoire. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 6 (5), 774–781.
- Kouakou M, Kobenan KC, Didi RJG, Bini KKN, Ochou OG, 2019. Détection de la Chenille Légionnaire d'automne, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lépidoptera : Noctuidae) et Premières Observations sur sa Biologie en Côte d'Ivoire.
- Prasanna BM, Huesing JE, Eddy R, Peschke VM, 2018. Fall Armyworm in Africa: A Guide for Integrated Pest Management, First Edition. Mexico, CDMX: CIMMYT, p107.
- PR-PICA, 2018. Bulletin d'information du Programme Régional de Production Intégrée du Coton en Afrique N°.17, p 7.
- Ríos-Díez JD et Saldamando-Benjumea CI, 2011. Susceptibility of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Strains From Central Colombia to Two Insecticides, Methomyl and Lambda-Cyhalothrin: A Study of the Genetic Basis of Resistance *J. Econ. Entomol.* 104(5): 1698–1705
- Tumma M et Chandrika K, 2018. Fall Armyworm [Web log post]. Retrieved from <http://vikaspedia.in/agriculture/crop-production/integrated-pest-management/fallarmyworm-faw>.
- Yu SJ, Nguyen SN, Abo-Elghar GE, 2003. Biochemical characteristics of insecticide resistance in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 77 :1–11