

Impact des extraits aqueux de *Cymbopogon citratus*, *Cupressus lusitanica* et l'huile de neem (*Azadirachta indica*) sur *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) et ses ennemis naturels sur deux variétés de maïs pendant les saisons sèche et humide à Dschang

Edwige Sidoine DJOMAHA*, Jean Kanel Owona BEKOLO, Eugène Andang SIMEKOMBA et Jacinth Chirel NDOUNKING

Université de Dschang, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Département d'Agriculture, Laboratoire de Phytopathologie et Zoologie Agricole, BP 222 Dschang, Cameroun

(Reçu le 15 Avril 2024 ; Accepté le 05 Juin 2024)

* Correspondance, courriel : djomahaedwige@gmail.com

Résumé

La présente étude a pour but d'évaluer l'effet des extraits aqueux de plantes et de l'huile de neem sur *Spodoptera frugiperda* dans la localité de Dschang pendant deux saisons culturales. Le dispositif expérimental a été un split plot avec trois répétitions. Deux variétés de maïs (PANNAR12 jaune et ATP jaune) ont été évaluées. Les traitements insecticides ont été T1 = 1,5 L/15 L d'eau de *Cymbopogon citratus*, T2 = 1,5 L/15 L de *Cupressus lusitanica*, T3 = huile de neem (7 L/ha/400 L d'eau), T4 = cyperméthrine (24 mL/15 L d'eau) et T0 = témoin négatif. Le comptage direct des chenilles, amas d'œufs, feuilles totales, feuilles attaquées a été effectué tous les 14 jours jusqu'à la floraison sur 10 plantes. *S. frugiperda* a été le seul ravageur identifié. La sévérité a été plus grande en saison sèche (54,94 %) qu'en saison humide (9,59 %), montrant ainsi que l'absence de pluies rend la plante plus succulente et appétissante pour les ravageurs. Les attaques ont été plus sévères dans les unités expérimentales non traitées que dans celles traitées. L'application de l'huile de neem à 7 L/ha a réduit le nombre de chenilles (1,22 chenilles/plante) suivie de la cyperméthrine (1,49 chenilles/plante), probablement à cause des bioactifs présents dans les formulations. Ces résultats révèlent que l'huile de neem à 7 L/ha, peut être appliquée en alternance avec l'insecticide chimique contre *S. frugiperda* au Cameroun en l'absence de précipitations.

Mots-clés : *Spodoptera frugiperda*, variétés de maïs, extraits aqueux de plantes, saisons culturales.

Abstract

Impact of aqueous extracts of *Cymbopogon citratus*, *Cupressus lusitanica* and neem oil (*Azadirachta indica*) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) and its natural enemies on two varieties of maize during the dry and wet seasons in Dschang

The present study aims to evaluate the effect of aqueous plant extracts and neem oil on *Spodoptera frugiperda* in the locality of Dschang during two growing seasons. The experimental design was a split plot with three repetitions. Two maize varieties (PANNAR12 yellow and ATP yellow) were evaluated. The insecticide

treatments were T1 = 1.5 L/15 L of water from *Cymbopogon citratus*, T2 = 1.5 L/15 L of *Cupressus lusitanica*, T3 = neem oil (7 L/ha/400 L of water), T4 = cypermethrin (24 mL/15 L of water), and T0 = negative control. The direct counting of larvae, egg masses, total leaves, and attacked leaves was done every 14 days until flowering on 10 plants. *S. frugiperda* was the only pest identified. Severity was greater in the dry season (54.94 %) than in the wet season (9.59 %), indicating that the absence of rain makes the plant more succulent and appetizing to pests. The attacks were more severe in the untreated experimental units than in the treated ones. The application of neem oil at 7 L/ha reduced the number of larvae (1.22 larvae/plant) followed by cypermethrin (1.49 larvae/plant), probably due to the bioactive compounds present in the formulations. These results reveal that neem oil at 7 L/ha can be alternated with chemical insecticide against *S. frugiperda* in Cameroon in the absence of rainfall.

Keywords : *Spodoptera frugiperda*, maize varieties, aqueous plant extracts, cropping seasons.

1. Introduction

Première céréale produite dans le monde, devant le blé et le riz, le maïs nourrit aujourd'hui près d'un milliard d'êtres humains sur Terre [1]. La production de maïs dans le monde représente plus de 26 730 kilos chaque seconde, soit une production de 843 millions de tonnes en 2013 contre 653 millions de tonnes pour le blé et 678 millions pour le riz, et une production de 1 187,8 millions de tonnes en 2022 contre 770,8 millions de tonnes pour le blé et 519,5 millions pour le riz [1, 2]. Dans le monde, 1 060 247 727 tonnes de maïs sont produites par an. Les États-Unis d'Amérique sont les plus grands producteurs de maïs avec 383 943 milliers de tonnes métriques de production par an. La Chine arrive en deuxième position avec 272 552 milliers de tonnes métriques de production annuelle [3]. Au Cameroun, cette spéculature est la plus cultivée et consommée. Elle gagne actuellement en importance dans l'agro-industrie où ses produits se substituent progressivement aux matières premières importées [4]. En 2019, la production nationale a été estimée à 2,3 millions de tonnes, matérialisant ainsi une tendance à la hausse au cours des années [5]. Ces progrès sont malheureusement encore insuffisants et incapables de satisfaire la demande nationale de grains, évaluée à près de 2,8 millions de tonnes par le MINADER et à 3 millions de tonnes selon un rapport de la FAO [6], soit un déficit moyen de près de 600 000 tonnes. Cependant, la production de cette céréale est limitée par de multiples contraintes biotiques et abiotiques [7]. Parmi les ravageurs figure la chenille légionnaire d'automne (CLA), *Spodoptera frugiperda*, principal ravageur des champs dans la région de l'Ouest. Elle fait peser une réelle menace sur la production du maïs depuis 2016 [8, 9]. La CLA suscite une plus grande inquiétude parmi les producteurs que les espèces africaines apparentées de *Spodoptera*, car elle cause des dommages particulièrement graves au maïs, se nourrissant de pratiquement toutes les parties de la plante, ce qui entraîne des dégâts considérables et parfois une perte totale des récoltes au stade végétatif de la plante [9]. Les producteurs utilisent principalement l'insecticide chimique homologué par le MINADER, l'emamectine benzoate [10]. Cependant, les insecticides chimiques, bien qu'efficaces, représentent une menace pour la santé humaine et l'environnement [11]. L'intérêt pour l'utilisation d'extraits de plantes pour la lutte contre les ravageurs augmente, car ceux-ci peuvent réduire le coût de production des cultures, diminuer les dommages environnementaux et les effets sur les organismes non ciblés, ainsi que réduire la dépendance aux insecticides chimiques [12, 13]. Plusieurs essais de lutte au moyen de bioinsecticides ont montré les propriétés insecticides du neem et de *Lantana camara* sur la chenille légionnaire à Bankim [14], et les propriétés insecticides du *Chromolaena odorata* et du *Pteridium aquilinum* sur la chenille mineuse dans les hautes terres de l'Ouest du Cameroun [15]. Ce travail a pour but de déterminer l'effet des extraits aqueux de *Cymbopogon citratus*, de *Cupressus lusitanica* et de l'huile de neem (*Azadirachta indica*) sur la chenille légionnaire pendant les saisons sèche et humide sur deux variétés de maïs, afin d'accroître la productivité nationale du maïs.

2. Matériel et méthodes

2-1. Présentation de la zone d'étude

Les présents travaux ont été réalisés dans des parcelles de la ferme d'application et de recherche (FAR) de la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles (FASA) de l'Université de Dschang (Uds), situées dans la région de l'Ouest du Cameroun, département de la Menoua, plus précisément dans l'arrondissement de Dschang, de novembre 2021 à avril 2022 (saison sèche) et d'avril 2022 à juillet 2022 (saison humide). Les parcelles sont situées sur un oxisol, à environ 150 mètres d'une source d'eau (lac). Le site de la saison sèche est localisé à une altitude de 1410 mètres, avec les coordonnées géographiques suivantes : latitude 5°26'43.83" Nord et longitude 10°04'16.75" Est, et celui de la saison pluvieuse est localisé à la même altitude, avec les coordonnées géographiques suivantes : latitude 5°26'43.52" Nord et longitude 10°04'16.90" Est. **(Figure 1).**

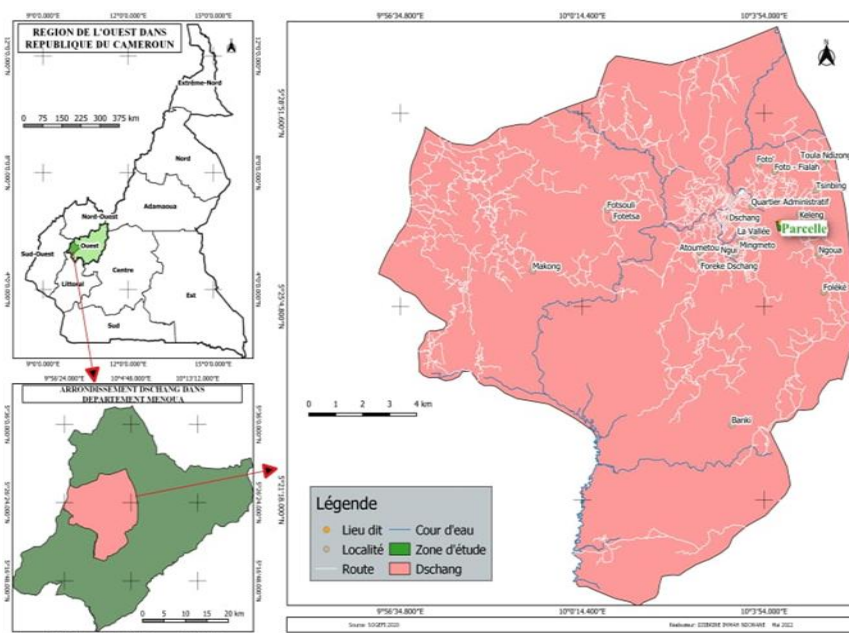


Figure 1 : Carte de localisation du site d'étude

2-2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé a été des variétés de maïs issues de la première production à la Ferme d'Application de l'Université de Dschang à Bansa, à savoir PANNAR 12 jaune et ATP jaune. PANNAR 12 est originaire d'Afrique du Sud et est cultivé par les producteurs camerounais depuis 2018 en raison de son rendement qui va de 4 à 8 tonnes de maïs grain par hectare. Ce sont des semences de haute production pour les basses et moyennes altitudes (0 à 2500 mètres). ATP jaune est une variété composite de l'Institut de Recherche Agronomique et de Développement (IRAD), couramment utilisée par les producteurs. Son rendement est moyen, compris entre 2 et 4 tonnes par hectare.

2-3. Insecticides botaniques

Neem (*Azadirachta indica* A. Juss). L'huile de neem a été achetée auprès des extracteurs locaux dans la région de l'Extrême-Nord du pays. La dose de 7L/ha a été utilisée. Les feuilles de *Cupressus lusitanica* et de *Cymbopogon citratus* ont été collectées au campus B de l'Université de Dschang et auprès de la société AGRO-ANK. *C. lusitanica* a été identifié à l'Herbier National du Cameroun sous le code d'identification : 66102/HNC,

par coll. TADJOUTEU N-1, pour confirmation de l'espèce présente au campus B de l'Université de Dschang. Elles ont été préparées selon [16], à partir de 1 kg de feuilles fraîches récoltées, nettoyées, broyées et trempées dans 5 litres d'eau pendant 24 heures. 5 g de savon en poudre ont été ajoutés comme adjuvant pendant la macération. En effet, les feuilles de la plante sont légèrement cireuses et le savon aide l'extrait à se fixer aux feuilles uniformément [17]. Le mélange a été filtré à l'aide d'un tamis à maille de 2 mm, le filtrat a été dilué avec de l'eau au taux de 1:10 et soigneusement agité avant pulvérisation.

2-4. Matériel animal

Les traitements ont été réalisés sur la population de *Spodoptera frugiperda* qui a envahi la parcelle de façon naturelle.

2-5. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé ici est le split-plot avec 3 répétitions. Ce dispositif comporte 3 blocs séparés d'un mètre les uns des autres, et chaque bloc comporte 2 sous-blocs distants de 0,5 mètre, soit un total de 6 sous-blocs. Chaque sous-bloc comporte 5 unités expérimentales de 2 m x 2,5 m, soit 30 unités de 5 m² chacune pour une superficie totale de 200 m² et une superficie utile de 150 m². Ces parcelles sont séparées d'un demi-mètre les unes des autres et représentent chacune des traitements différents. Chaque unité expérimentale comporte 3 lignes de semis avec 6 poquets par ligne. Les écartements entre les poquets ont été de 80 cm x 40 cm, soit 80 cm en interlignes et 40 cm sur la ligne, ce qui correspond à une densité moyenne de 31 250 plants par hectare.

2-6. Suivi de la parcelle

Durant les deux saisons, les travaux ont commencé par le défrichage à l'aide de machettes, le labour à l'aide de houes et de daba, le nivellement grâce au râteau et enfin le piquetage au moyen d'un quadrillage bien dimensionné. L'amendement de fond s'est effectué à l'aide de fientes de poules, tant en saison sèche qu'en saison pluvieuse, quatre jours avant le semis, à raison de 7 t/ha, soit 200 g/poquet. Le semis intervient trois jours après la préparation du terrain, plus précisément après l'opération d'amendement organique. Les graines ont été semées à raison de deux graines par poquet. L'arrosage pendant la saison sèche s'est effectué initialement de manière manuelle à l'aide d'arrosoirs (un arrosoir de 11 L par unité) trois fois par semaine, puis à l'aide d'une motopompe à raison de deux passages par semaine. Les fertilisations d'entretien ont été effectuées 27 jours après le semis (JAS) au stade 6-8 feuilles, à la dose de 250 kg/ha, soit 3,5 g/plant avec le complexe 20-10-10 (NPK) de Solevo pour la première fertilisation. La deuxième fertilisation a été réalisée au stade 8-10 feuilles, soit 50 JAS, à l'aide de l'urée à la dose de 150 kg/ha, soit 2 g/plant. L'insecticide chimique a été appliqué à la dose de 30 ml pour 15 litres d'eau à l'aide d'un pulvérisateur à dos à pression entretenue de marque Matabi. Les macérats botaniques (cyprès et citronnelle) ont été appliqués à la concentration de 1,5 litre pour 15 litres d'eau. L'application des insecticides commence dès l'apparition des signes de *Spodoptera frugiperda* à partir du 21^e jour après semis. La plante est complètement mouillée avec insistance au niveau du cornet floral. Le premier sarclo-buttage a été effectué 4 semaines après semis à l'aide de houes. Le second a eu lieu un mois après le premier sarclo-buttage.

2-7. Collecte des données

Les données ont été collectées selon un protocole de collecte établi 21 jours après le semis (JAS) sur 10 plants échantillonnés par unité expérimentale en suivant le schéma en L. Les collectes ont été renouvelées tous les 14 jours. Sur chaque plante, les surfaces inférieures et supérieures de toutes les feuilles ont été examinées. Un comptage visuel des amas d'œufs, du nombre de larves vivantes et mortes, des ennemis naturels et des autres ravageurs a été effectué. Pour les variables de croissance, la hauteur de la plante a été mesurée à

l'aide d'un mètre ruban, le diamètre au collet a été relevé avec un pied à coulisse, et le nombre total de feuilles a été comptabilisé. Pour évaluer la sévérité des dégâts, le nombre total de feuilles attaquées a été compté, ce qui a permis de calculer le taux d'infestation foliaire. La première collecte a consisté à arracher et disséquer soigneusement 10 plants à l'aide d'une lame pour observer, collecter et compter les larves déjà installées au niveau des cornets. Les larves collectées à l'aide d'une pince ont été transportées au Laboratoire d'Entomologie de la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles pour identification. Lors de la récolte, les épis ont été déspathés, égrainés et les graines ont été pesées pour obtenir la masse en t/ha.

2-8. Analyse statistique

Les données ont été saisies dans le logiciel Microsoft Excel (2013). Les données issues du comptage ont subi une transformation pour la normalisation. Le modèle d'analyse général linéaire a été utilisé. Une analyse de la variance à un facteur et multifactoriel s'est réalisée à l'aide du logiciel JMP 2.0.2 (SAS). En cas de différence significative ($P < 0,05$), les tests HSD de tukey-Kramer et de Student ont permis de séparer des moyennes au seuil de 5 %.

3. Résultats

3-1. Variation saisonnière de la population des chenilles de *Spodoptera frugiperda*, du taux moyen d'infestation foliaire et des populations des ennemis naturels

L'évolution saisonnière de la population des chenilles et du taux moyen d'infestation foliaire est présentée dans la **Figure 2**, et la variation saisonnière des effectifs des ennemis naturels en champ est présentée dans la **Figure 3**. L'effectif des chenilles, tel que présenté dans la **Figure 2A**, a varié de 0,19 à 4,22 en saison sèche et de 0 à 0,32 en saison humide. La courbe de la saison sèche évolue en deux phases : du 21e jour au 35e JAS, le nombre moyen de chenilles varie de 1,9 à 4,22, atteignant un pic, puis l'effectif décroît progressivement jusqu'à 0,19 à 77 JAS. En saison humide, la courbe reste proche de l'axe des abscisses, et le pic des effectifs de chenilles est observé à 35 JAS. La sévérité de la CLA, telle que présentée dans la **Figure 2B**, a varié de 27,47% à 71,68% en saison sèche et de 4,22% à 14,52% en saison humide. La courbe de la saison sèche évolue en deux phases : du 21e jour au 49e JAS, le taux moyen d'infestation foliaire varie de 27,47% à 71,68%, atteignant un pic, puis la sévérité diminue progressivement jusqu'à 53,36% à 77 JAS. En saison humide, la courbe de la sévérité présente également deux phases mais est située en dessous de celle de la saison sèche. Du 21e jour au 63e JAS, le taux moyen d'infestation foliaire varie de 4,22% à 14,52%, atteignant un pic, puis la sévérité diminue à 9,22% à 77 JAS.

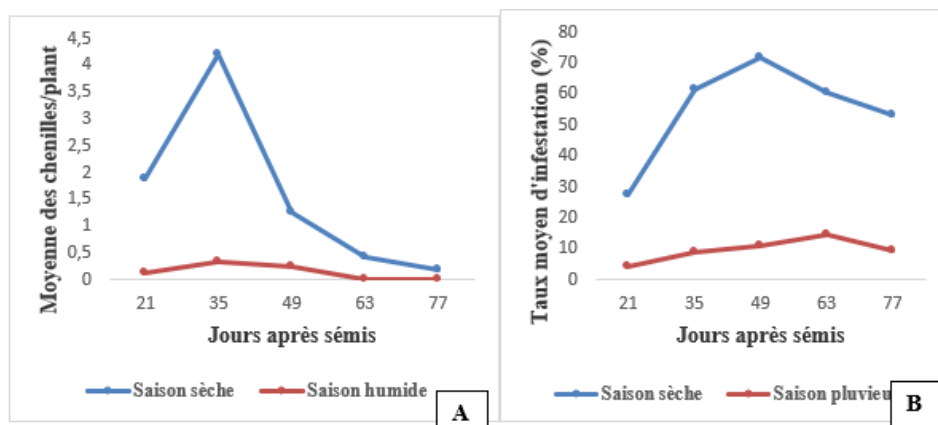


Figure 2 : Évolution de la population des chenilles de *Spodoptera frugiperda* (A) et du taux moyen d'infestation foliaire (B) pendant les deux saisons culturales

L'évolution des effectifs des fourmis, des coccinelles et des araignées est présentée dans la **Figure 3A** et la **Figure 3B**. Parmi les trois prédateurs recensés dans l'étude, les fourmis ont été les plus nombreux pendant les deux périodes, suivies des coccinelles, et enfin des araignées. L'allure des courbes, surtout celles des fourmis, est similaire à celles de la **Figure 2A** et de la **Figure 2B**. Le pic des effectifs est observé à 63 JAS en saison sèche et à 77 JAS en saison humide.

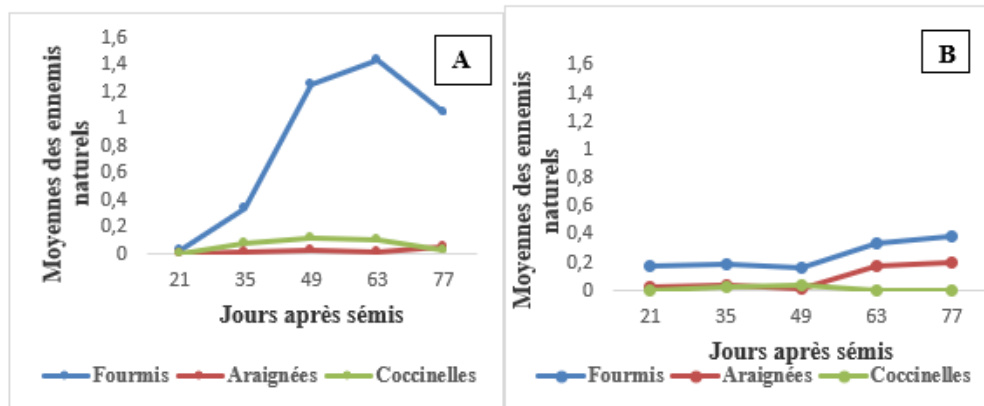


Figure 3 : Évolution des populations de fourmis, d'araignées et de coccinelles en saison sèche (A) et humide (B) en fonction des jours après semis

3-2. Effet des traitements insecticides sur l'abondance des chenilles de *Spodoptera frugiperda* par les saisons culturales

Les chenilles de *Spodoptera frugiperda* ont été présentes dans tous les traitements pendant les saisons culturales (**Figure 4**). L'effet saison a été statistiquement très significative ($P < 0,001$) ainsi que l'effet traitement insecticide ($P < 0,001$). En moyenne 1,6 chenilles/plant ont été comptées en saison sèche contre 0,14 chenille/plant en saison pluvieuse. Les unités expérimentales qui ont enregistré moins de chenilles sont celles traitées au Neem à 7 L/ha (1,22 chenille/plant, T3), suivies des parcelles traitées au cyperméthrine (1,49 chenille/plant, T4) en saison sèche. Les effectifs dans les autres traitements (citronnelle, T1 et cyprès, T2) ont été moins élevés que dans les parcelles non traitées (T0). En saison humide, la tendance est similaire à celle observée en saison sèche, avec moins d'attaques dans les unités expérimentales ayant reçu l'huile de neem et le cyperméthrine.

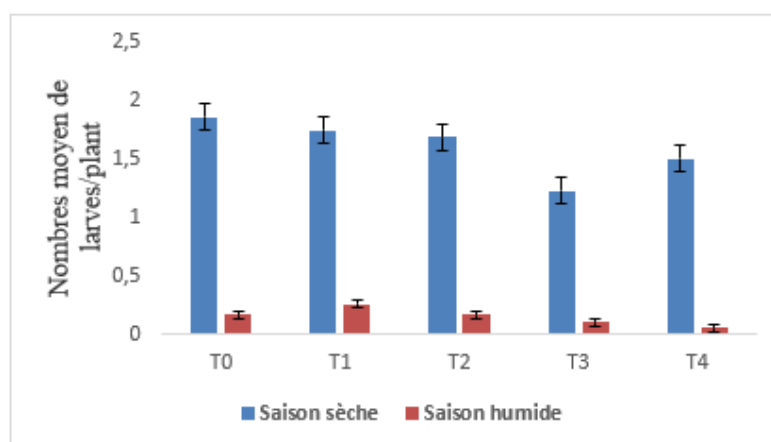


Figure 4 : Abondance moyenne des chenilles de *Spodoptera frugiperda* par traitements insecticides pendant les saisons sèche et humide

3-3. Effet des traitements sur l'évolution du taux moyen d'infestation foliaire

L'effet des traitements sur la sévérité de l'attaque de la CLA est présenté dans la **Figure 5** au cours des saisons culturales. Les attaques sur les feuilles sont plus sévères en saison sèche 54,9 % qu'en saison humide 9,5 %. En saison sèche, le taux moyen d'infestation des feuilles est plus élevé dans les parcelles non traitées (73,07 %, T0), suivies des parcelles traitées aux extraits de citronnelle (68,53 %, T1) et celles traitées aux extraits de cyprès (62,73 %, T2). La sévérité est moindre dans les unités expérimentales ayant reçu du neem et du cyperméthrine (54,9 % pour T3 et 61,22 % pour T4). En saison humide, les attaques sont sévères dans les parcelles traitées aux extraits de citronnelle (14,27 %), plus que dans le traitement témoin. Ce sont les traitements au neem (6,31 %) et au cyperméthrine qui ont le mieux réduit les dégâts (3,7 %).

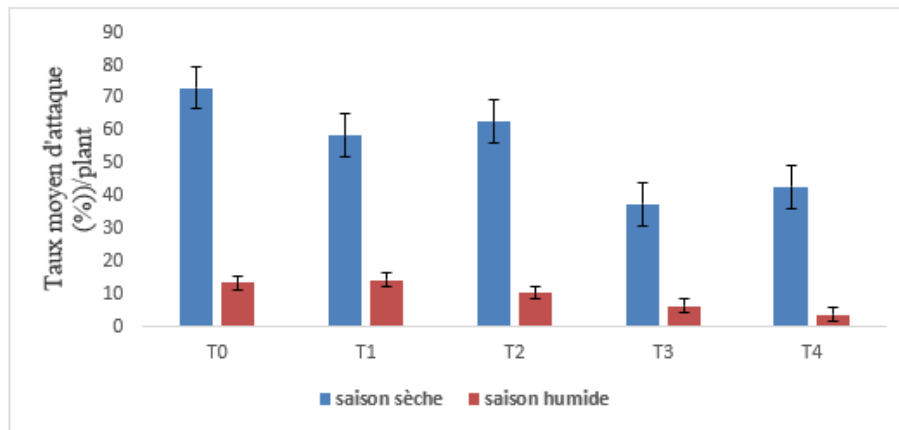


Figure 5 : Variation de la sévérité de *Spodoptera frugiperda* (%) par traitements en fonction des saisons culturales

3-4. Effet des traitements sur les ennemis naturels pendant les saisons culturales

L'abondance moyenne des ennemis naturels de la CLA est présentée dans le **Tableau 1**. Les effectifs des fourmis, des araignées et des coccinelles n'ont pas varié de manière significative ($P = 0,05$) au cours des saisons culturales. Cependant, les unités expérimentales ayant reçu les extraits aqueux de citronnelle et de cyprès ont été davantage visitées par les fourmis pendant les deux saisons. La présence des autres prédateurs n'a pas varié en fonction du traitement appliqué durant les saisons.

Tableau 1 : Abondance moyenne des fourmis, d'araignées et de coccinelles en fonction des traitements et des saisons culturales

Saisons culturales	Traitements insecticides	Nombre moyen de Fourmis	Nombre moyen d'Araignées	Nombre moyen de Coccinelles
Saison sèche	T0 = contrôle négatif	0,5 ± 0,07	0,03 ± 0,009	0,08 ± 0,02
	T1 = citronnelle	1,4 ± 0,16	0,02 ± 0,008	0,09 ± 0,01
	T2 = cyprès	1,05 ± 0,12	0,02 ± 0,008	0,07 ± 0,01
	T3 = huile de neem	0,9 ± 0,1	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,01
	T4 = cyperméthrine	0,1 ± 0,02	0,02 ± 0,009	0,06 ± 0,01
Saison humide	T0 = témoin négatif	0,31 ± 0,04	0,12 ± 0,02	0,02 ± 0,009
	T1 = citronnelle	0,27 ± 0,04	0,07 ± 0,01	0,01 ± 0,007
	T2 = cyprès	0,34 ± 0,08	0,12 ± 0,02	0,006 ± 0,004
	T3 = huile de neem	0,23 ± 0,03	0,09 ± 0,019	0,02 ± 0,008
	T4 = cyperméthrine	0,08 ± 0,01	0,06 ± 0,016	0,02 ± 0,017

3-5. Effet des variétés de maïs sur la sévérité des attaques (%) et la population de *S. frugiperda* en fonction des saisons culturales

L'abondance moyenne des chenilles et le taux moyen d'infestation de *Spodoptera frugiperda* en fonction des variétés de maïs et des saisons culturales sont présentés dans le **Tableau 2**. La variété 1 (ATP jaune) a montré des valeurs du nombre de chenilles et de taux d'attaques largement supérieures à celles de la variété 2 (Pannar jaune). Cela signifie que la variété ATP jaune est plus susceptible aux chenilles que la variété Pannar jaune. Les variétés, prises ensemble, se comportent mieux en saison pluvieuse qu'en saison sèche face aux attaques de la CLA.

Tableau 2 : Effet des variétés de maïs sur la sévérité (%), les chenilles et les amas d'œufs de *Spodoptera frugiperda* pendant les saisons sèche et humide

Variétés de maïs	Saisons culturales	Taux moyen d'infestation foliaire (%)	Nombre moyen de Chenilles/plant	Nombre moyen d'amas d'œufs/plant
(ATP jaune)	Sèche	55,61 ± 1,09a	1,76 ± 0,09a	0,04 ± 0,008a
	Humide	11,18 ± 0,62b	0,18 ± 0,01b	0,002 ± 0,001b
(Pannar jaune)	sèche	54,26 ± 1,09a	1,43 ± 0,077a	0,045 ± 0,009a
	humide	8 ± 0,55b	0,10 ± 0,014b	0,008 ± 0,003b

Les moyennes suivies des mêmes lettres dans une même colonne, selon la variété de maïs, ne sont pas significativement différentes au test de Tukey ($P = 0,05$).

3-6. Évaluation du rendement en grains secs des variétés de maïs testées en fonction des traitements et saison culturale

Les rendements moyens en grains (t/ha) par variété de maïs pendant les saisons sèche et humide sont présentés dans le **Tableau 3**. Concernant les saisons culturales, la saison sèche a enregistré le meilleur rendement. Quant aux variétés de maïs, la variété PANNAR jaune a été plus productive que ATP jaune. Parmi les traitements insecticides, le témoin a présenté les rendements moyens les plus bas pendant les deux saisons culturales. Les unités expérimentales qui ont reçu l'application des insecticides ont enregistré des rendements comparables, avec la valeur la plus importante collectée dans les parcelles traitées à la Cyperméthrine suivies de celles traitées au cyprès pendant les deux saisons culturales.

Tableau 3 : Rendement moyen (t/ha) par traitements insecticides sur les variétés de maïs en saisons sèche et humide

Saisons culturales	Traitements Insecticides	Rendement moyen (t/ha)		Moyenne générale
		ATP Jaune	PANNAR Jaune	
Sèche	Témoin	2,24 ± 0,12	2,70 ± 0,15	2,47 ± 0,13b
	Citronnelle	2,85 ± 0,24	3,05 ± 0,17	2,94 ± 0,13a
	Cyprès	3,52 ± 0,23	3,59 ± 0,47	3,55 ± 0,23a
	Huile de neem	2,71 ± 0,37	3,22 ± 0,25	2,96 ± 0,22a
	Cyperméthrine	3,20 ± 0,29	3,55 ± 0,29	3,37 ± 0,19a
Moyenne générale		2,90 ± 0,15b	3,22 ± 0,14a	3,06 ± 0,10
Humide	Témoin	1,92 ± 0,08	2,09 ± 0,10	2,00 ± 0,07c
	Citronnelle	2,59 ± 0,16	2,53 ± 0,07	2,56 ± 0,08b
	Cyprès	2,65 ± 0,05	2,84 ± 0,06	2,75 ± 0,05a
	Huile de neem	2,31 ± 0,14	2,43 ± 0,09	2,37 ± 0,08b
	Cyperméthrine	2,93 ± 0,04	3,43 ± 0,37	3,18 ± 0,20a
Moyenne générale		2,48 ± 0,10b	2,66 ± 0,14a	2,57 ± 0,08

Les moyennes suivies des mêmes lettres dans une même colonne, selon les saisons culturales, ne sont pas significativement différentes au test de Tukey ($P = 0,05$).

4. Discussion

4-1. Évolution des populations de chenilles, ennemis naturels et le taux d'infestation de la CLA par saisons culturale

Dans cette étude, les populations de chenilles, les ennemis naturels et le taux moyen d'infestation foliaire (%) de *Spodoptera frugiperda* au cours des saisons culturales ont été plus importants en saison sèche qu'en saison humide. En effet, la saison sèche à Dschang est marquée par l'absence de précipitations et une augmentation des températures moyennes par rapport à la saison humide. Les travaux de [18, 19] ont révélé qu'en l'absence de pluies, les nutriments se concentrent dans les feuilles, rendant la plante plus appétente, ce qui entraîne une augmentation des effectifs de ravageurs et, par ricochet, des ennemis naturels. Le développement du maïs est marqué par plusieurs phases, et le stade végétatif, situé entre 14 et 77 jours après semis, est généralement plus attaqué que les autres phases. Dans cette étude, le pic des infestations est situé entre 35 et 49 JAS pendant les deux saisons, probablement parce que la plante, en pleine croissance, acquiert plus de feuilles, augmentant ainsi la disponibilité en aliments pour les ravageurs. [20] explique que, sur la culture de tomate, l'absence de pluies à partir de 14 jours après semis (JAS) entraîne une augmentation de la population moyenne de chenilles par rapport à la saison pluvieuse durant tout le cycle cultural. [21] a décrit que les précipitations lessivent les œufs et les chenilles néonates par l'effet mécanique des gouttelettes d'eau sur les feuilles. Dans la zone du Littoral Cameroun, [22] a observé que les fourmis étaient associées aux chenilles, avec des attaques répétées des fourmis sur les chenilles pour leur alimentation, exactement comme les prédateurs généralistes recensés dans cette étude.

4-2. Effet des traitements sur l'abondance moyenne des chenilles de *Spodoptera frugiperda* par saison culturale

Les chenilles ont été moins abondantes dans les parcelles traitées à l'huile de neem (7 L/ha) et aux extraits aqueux de cyprès, probablement en raison de la présence de composés bioactifs dans ces substances. Ces composés agissent comme insectifuges et/ou insecticides, limitant la présence ou le développement des ravageurs sur la plante hôte. [14] ont trouvé, dans les essais menés dans la localité de Bankim, que l'extrait aqueux des feuilles d'*Azadirachta indica* et de *Lantana camara* peut contrôler 90 % des chenilles de *S. frugiperda*. De même, les investigations de [18] sur l'efficacité des extraits de *Tithonia diversifolia*, *Lantana camara* et *Azadirachta indica* sur la chenille mineuse de la tomate ont montré que les trois insecticides botaniques ont été aussi efficaces contre la chenille mineuse *Tuta absoluta* que la molécule chimique (Emamectine benzoate). [23] décrit que l'huile de neem contient une quantité de limonoïdes (C-seco-Limonoïdes), composés de plusieurs principes actifs (azadirachtine, salanine, nimbine et 6-désacétylnimbine), qui interagissent parfaitement ensemble pour une lutte plus efficace lorsque la dose est élevée.

4-3. Effet des traitements sur l'évolution du taux moyen d'infestation foliaire de la chenille légionnaire d'Automne par saison culturale

La sévérité a été plus grande en saison sèche qu'en saison humide, probablement en raison de la forte présence des chenilles dénombrées. Les travaux de [15] dans la localité de Dschang, région de l'Ouest Cameroun, ont révélé que les feuilles de tomate sont plus attaquées en saison sèche qu'en saison pluvieuse.

4-4. Abondance moyenne des ennemis naturels en fonction des traitements et des saisons culturales

Les effectifs des ennemis naturels, bien que faibles, ont été encore moins nombreux dans les parcelles traitées à la cyperméthrine que dans celles non traitées et traitées aux extraits de plantes. De nombreuses études menées par [12, 13] soulignent l'impact néfaste des composés chimiques sur l'environnement, les

auxiliaires des producteurs (ennemis naturels) et l'homme. En revanche, les insecticides botaniques ont un délai d'attente réduit, ce qui pourrait réduire l'impact persistant des composés actifs sur les auxiliaires de l'homme. [25], dans des études menées au Bénin sur le potentiel des extraits de plantes insecticides pour la gestion de la chenille légionnaire d'automne *Spodoptera frugiperda*, ont présenté une population d'ennemis naturels (forficules, fourmis, coccinelles) plus abondante dans les unités traitées avec les insecticides botaniques (neem, jatropha et la combinaison jatropha et neem).

4-5. Influence des variétés de maïs sur le taux moyen d'infestation foliaire et la population de *Spodoptera frugiperda* en fonction des saisons culturales

La variété ATP jaune a été plus attaquée que la variété Pannar jaune pendant les deux saisons. ATP jaune est une variété composite, tandis que Pannar jaune est une variété hybride. Bien que les deux variétés soient jaunes, leurs cycles de développement diffèrent. ATP jaune met plus de temps à mûrir (120 à 130 jours) par rapport à Pannar jaune (90 jours). Ainsi, le cycle végétatif favorable aux chenilles est plus prolongé chez ATP jaune que chez Pannar jaune. [26] ont découvert, dans des études réalisées au Tchad en 2021 sur l'effet de la durée du cycle de développement de quelques variétés de maïs sur leur susceptibilité à *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) en zone soudanienne, que les variétés de maïs les plus exposées aux attaques de la chenille légionnaire d'automne sont les variétés précoces et les variétés tardives.

4-6. Effet des traitements sur le rendement en grains secs (t/ha) des variétés de maïs testées en fonction des saisons culturales

Les rendements moyens (t/ha) ont été plus importants en saison sèche qu'en saison humide. Les récoltes de la saison humide ont été attaquées par des champignons qui ont contaminé les grains en pénétrant dans l'épi par des perforations causées par les chenilles, ainsi que par des conditions météorologiques favorables. Les pourritures pendant le séchage auraient probablement réduit le poids des graines. Les rendements obtenus dans les parcelles traitées avec le cyprès (T2) et la cyperméthrine 50EC (T4) sont les plus élevés. Ces résultats s'expliquent par le fait que les extraits aqueux de cyprès auraient aussi un effet fertilisant sur le maïs, contrairement aux autres extraits utilisés. Dans la même zone d'étude, [15] expliquent que dans les essais sur les extraits aqueux de *Chromolaena odorata* et de *Pteridium aquilinum* l'effet fertilisant sur les rendements de maïs PANNAR jaune a été observé. Ces rendements ont été plus importants que ceux du contrôle positif (Emamectine benzoate).

5. Conclusion

Ce travail a été réalisé pour déterminer l'effet des extraits aqueux de *Cymbopogon citratus*, de *Cupressus lusitanica* et de l'huile de neem sur *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) pendant les saisons sèche et humide sur deux variétés de maïs à Dschang. Il ressort de cette étude que l'attaque de *S. frugiperda*, principal ravageur présent, est plus sévère en saison sèche qu'en saison humide, surtout pendant la phase végétative du maïs entre 35 et 49 jours après semis. Les ennemis naturels (fourmis, coccinelles et araignées) inventoriés ont également été plus présents en saison sèche qu'en saison humide. L'application des insecticides a réduit les attaques par rapport au témoin non traité. L'huile de neem (T3) et la cyperméthrine ont réduit les effectifs de chenilles mieux que les autres traitements. Le meilleur rendement a été observé avec les extraits de cyprès. Le rendement de la variété Pannar jaune a été plus élevé que celui de la variété ATP jaune. Dans un programme de lutte intégrée contre *S. frugiperda*, l'huile de neem, les extraits aqueux de cyprès et la cyperméthrine peuvent être alternés.

Références

- [1] - J. K. WINSOU, G. T TEPA-YOTTO and M. G. SÆTHRE, *Insects* (2022) DOI: 10.3390/insects13060491
- [2] - B. FRANCH , J. CINTAS et A. WHITCRAFT, *GIScience and Remote Sensing*, (2022), 10.1080/15481603.2022.2079273
- [3] - K. LI, J. PAN, W. XIONG, W. XIE and T. ALI, *Scientific Reports*, (2022) 10.1038/s41598-022-22228-7
- [4] - B. KENZONG, D. BITONDO, P. A. TAMFUH, G. S. K. KAMENI, J. G. VOUNANG, R. K. ENANG, E. TEMGOUA and D. BITOM, *Journal of Geoscience and Environment Protection*, (2022). 10.4236/gep.2022.106005
- [5] - Y. KENNE, *Journal Eco-matin*, (2021)
- [6] - FAOSTAT, “ *Alimentation, nutrition et sécurité alimentaire* ”, (2018)
- [7] - G. GOERGEN , P. KUMAR, S. SANKUNG, A. TOGOLA et M. TAMÒ, *PLoS ONE*, 11 (10) (2016), DOI: 10.1371/journal.pone.0165632
- [8] - J. WAN, HUANG, C. LI, C. YOU, ZHOU, H. XU, REN, Y. LIN, LI, Z. YUAN, WAN and F. HAO, *Journal of Integrative Agriculture*. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63367-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63367-6)
- [9] - M. TINDO, A. TAGNE, A. TIGUI, F. KENGNI, ATANGA and R. ABEGA. *Journal of Biological and Biochemical Sciences*, (2017)
- [10] - KOFFI, K. KOUAKOU, M. MAMADOU, D. KOUADIO and N. G. OCHOU, *Journal of Applied Biosciences*, (2021) <https://doi.org/10.35759/JABs.166.6>
- [11] - S. ONIL, "Les pesticides agricoles : impact sur la santé humaine et environnemental : INPACQ Eau et Agriculture" Institut national de la santé publique au Québec, Québec, (2014) 41 p.
- [12] - M. ISMAN and M. GRIENEISEN, *Trends in Plant Science*, (2013) DOI: 10.1016/j.tplants.2013.11.005
- [13] - M. B. ISMAN, *Annual Review of Entomology*, (2006). <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>
- [14] - V. J. DZOKOU, L. SOUFO, H. C. ASAFO, Y. NGUIMTSOP, N. LONCHI FOFE, W. YANA, A. YAUBA and J. L. TAMESSE, *International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch*, (2022), DOI: <https://doi.org/10.35410/IJAEB.2022.5759>
- [15] - E. S. DJOMAHA, E. H. POKAM WAPPI, *International Journal of Bioscience*, 20 (5) (2022) 130 - 142, DOI : <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/20.5.130-142>
- [16] - G. STOLL, "Protection naturelle des cultures sous les tropiques : laisser l'information prendre vie", Margraf Verlag, Weikersheim, (2000)
- [17] - P. ANJARWALLA, S. BELMAIN, P. SOLA, R. JAMNADASS and P. C. STEVENSON, "Guide des plantes pesticides", World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi, Kenya, (2016)
- [18] - E. S. DJOMAHA, "Impact des ravageurs : cas des pucerons (Hemiptera : Aphididae) et de la teigne du chou (Lepidoptera : Plutellidae) sur la production du chou (Brassica oleracea L.) à l'ouest Cameroun", Thèse de doctorat, Université de Dschang, Dschang, (2018) 123 p.
- [19] - R. M. MUSSURY and W. D. FERNANDES, *Brazilian archives of biology and technology*, 45 (1) (2002) 41 - 46
- [20] - E. S. DJOMAHA et J. C. NDOUNKING, *Afrique science*, 21 (5) (2022) 35 - 45 issn 1813-548x, <http://www.afriquescience.net>
- [21] - A. F. G DIXON, "Insect predator-prey dynamics : ladybird beetles and biological control" Cambridge University press, New York, (2007) 257 p.
- [22] - J. C. NDOUNKING, E. S. DJOMAHA et M. Y. N. KENNE, *Afrique SCIENCE*, 22 (2) (2023) 114 - 128, ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.net>
- [23] - O. SCHAAF, A. P. JARVIS, A. ESCH, VAN DER, G. GIAGNACOVO et N. J. OLDHAM, *Chromatogr.*, A 886 (2000) 89 - 97
- [24] - E. S. DJOMAHA et K. X. MWILAMBWE, *South Asian Research Journal of Biology and Applied Biosciences*, Vol. 4 | Issue-3 | (July-Aug -2022). DOI : 10.36346/sarjbab.v04i03.001
- [25] - G. T. TEPA-YOTTO, A. ADANDONON and M. B. SENALEKOKPON, *Sciences and Technologies for Sustainable Agriculture*, 1 (1) (2021) 1 - 8
- [26] - MBAIDIRO, T. ONZO, A. DOYAM, N. A., *Journal of Animal & Plant Sciences The Journal of Animal and Plant Sciences*, 49 (2) 8856-8865. <https://doi.org/10.35759/JAnmPISci.v49-2.4>