

EFFET DES DOSES CROISSANTES DU TABAC, DU TITHONIA ET DU PIMENT DANS LE CONTROLE DE LA CHENILLE LEGIONNAIRE D'AUTOMNE

(*Spodoptera frugiperda* (JE Smith))DU MAÏS (*Zea mays* L.) à Masisi.

Kabenga Malekani Philémon^{1*}, Sukari Kilumanga Honorius², Muisha Bandu Fabrice³, Luanda Musanganya Emanuel⁴, Joachim Mutenchi John⁵, Musubao Mahamba Faustin⁶

^{1*}Assistant du second mandat à l'Institut Supérieur de Développement Rurale de Walikale ; ISDR - WALIKALE, Nord Kivu – RDC Tel. +243999026181 ; philemonkabenga2021@gmail.com

²Assistant du second mandat à l'Institut Supérieur de D'Etudes Agronomiques de Mweso ; ISEA - Mweso, Nord Kivu – RDC Tel. +243972158052

³Assistant du second mandat à l'Institut Supérieur de Développement Rurale de Walikale ; ISDR - WALIKALE, Nord Kivu – RDC Tel. +243817821826

⁴Assistant du second mandat à l'Institut Supérieur de D'Etudes Agronomiques de Mweso ; ISEA - Mweso, Nord Kivu – RDC: +243844111219

⁵Assistant du second mandat à l'Institut Supérieur de D'Etudes Agronomiques de Mweso ; ISEA - Mweso, Nord Kivu – RDC: +2439901508

⁶Assistant du second mandat à l'Institut Supérieur de Développement Rurale de Walikale ; ISDR - WALIKALE, Nord Kivu – RDC

***Corresponding Author:**

philemonkabenga2021@gmail.com

Resume

La chenille légionnaire d'automne (*Spodoptera frugiperda*) constitue à l'heure actuelle le ravageur le plus important de culture du maïs à travers le monde. L'usage de pesticide de synthèse est malheureusement la méthode la plus employée actuellement dans les pays affectés par ce fléau. Cette pratique, constitue cependant un danger pour les organismes cibles et non cibles, mais aussi pour les consommateurs. La lutte chimique à travers le recours aux extraits des plantes est une alternative pour préserver la biodiversité et éviter des coûts de production énormes engendrés par l'usage des pesticides chimiques de synthèse.

Une étude ayant pour objectif d'évaluer l'efficacité d'extraits des plantes pesticides (*Capsicum annum*, *Tithonia diversifolia* et *Nicotiana tabacum*) dans le contrôle de *Spodoptera frugiperda* a été conduite à Masisi.

Il ressort des résultats que l'extrait du tabac s'est révélé plus efficace dans le contrôle des chenilles et a entraîné la mort des chenilles même à la petite dose. Les doses de 30g/l et de 40 g/l sont les plus efficaces. Les autres extraits ont malheureusement vu leur taux de mortalité faible sur les chenilles légionnaires.

Au vu des inconvénients liés à l'usage de pesticide de synthèse et dans le but de valoriser l'usage des produits locaux moins chers et faciles à utiliser, nous recommandons l'usage des extraits à base de tabac dans le contrôle de la CLA sur maïs.

Motsclés : *Spodopterafrugiperda*, Bio-pesticides, maïs, dose.

Summary

The fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) is currently the most important pest of corn crops throughout the world. The use of synthetic pesticides is unfortunately the most widely used method at present in the countries affected by this disaster. This practice, however, constitutes a danger for target and non-target organisms, but also for consumers. Chemical control through the use of plant extracts is an alternative for preserving biodiversity and avoiding the enormous production costs generated by the use of synthetic chemical pesticides.

A study aimed at evaluates the efficiency of extracts from pesticidal plants (*Capsicum annum*, *Tithonia diversifolia* and *Nicotianatabacum*) in the control of *Spodoptera frugiperda*. was carried out in greenhouse conditions in Masisi.

The results obtained indicate that tobacco extracts was shown to be more effective in controlling caterpillars and causing death of caterpillars even at small doses. Doses of 30g / l and 40g / l are the most effective. The other extracts unfortunately saw their low mortality rate on armyworm caterpillars.

In view of the drawbacks linked with the use of synthetic pesticides and in order to promote the use of local products that are less expensive and easy to use, we recommend the use of tobacco-based extracts in the control of CLA on maize.

Keywords: *Spodopterafrugiperda*, Bio-pesticides, maïze, dose.

I. INTRODUCTION

Le maïs est la première céréale cultivée dans le monde en termes de quantité et de surface, devant le blé et le riz. Il s'adapte à des conditions de culture très variées allant du climat tropical au climat tempéré, depuis le niveau de la mer jusqu'à 3000 mètres d'altitude (Anonyme, 2006).

Le domaine d'utilisation de maïs est très vaste : utilisé en alimentation humaine, en industrie agro-alimentaire et en alimentation animale (Banque mondiale, 2011). Malgré son importance et ses potentialités, sa culture est soumise à l'influence de différents facteurs parmi lesquels : la faible utilisation des variétés améliorées, l'importance de dégâts causés par les maladies et les ravageurs et la faible fertilité des sols qui se traduisent par des rendements faibles obtenus par les paysans (Bahati et al., 2017).

C'est depuis 2016, qu'il a été signalé pour la première fois en Afrique la présence d'un redoutable ennemi de la culture, à savoir la chenille légionnaire d'Automne, *Spodoptera frugiperda*. C'est un insecte polyphage, originaire d'Amérique tropicale et subtropicale (FAO, 2018 ; Sharanabasappa et al., 2018) qui avant 2016, n'avait jamais été signalé dans une autre partie du monde à part l'Amérique (Shylesha et al., 2018). Selon la FAO (2018), ce ravageur menace la sécurité alimentaire de plus de 300 millions de personnes en Afrique et peut causer des pertes économiques importantes, jusqu'à 4,8 milliards de dollars rien que pour la production de maïs. Outre le maïs, ce ravageur attaque d'autres cultures d'importance économique. Sa capacité de dispersion et sa large gamme de plantes hôtes font de lui, un nuisible très redoutable (Malanno et al., 2019).

Pour répondre à cette menace sur la culture du maïs, on recourt actuellement à divers produits de synthèse principalement à base de Cyperméthrine et de Deltaméthrine dans différentes régions. L'usage de ces produits soulève des interrogations en ce qui concerne leurs coûts, la protection de l'environnement et la santé des consommateurs (Doré et al., 2006). L'une des alternatives pouvant contourner les méfaits de produits de synthèse se veut être le recours aux pesticides botaniques tels que les extraits des plantes.

Certaines plantes, grâce à leurs effets insecticides et insectifuges ont fait l'objet des nombreuses études afin de pouvoir réduire les pertes occasionnées par les insectes ravageurs, mais l'utilité de différents organes de ces plantes varie selon l'espèce, certaines d'entre elles sont reconnues grâce à leurs fortes odeurs ou par émulsions des huiles essentielles (Ferron et al., 2009).

C'est dans cette optique, que cette étude conçue pour évaluer l'efficacité des pesticides botaniques (*Capsicum annum*, *Tithonia diversifolia* et *Nicotiana tabacum*) dans le contrôle de la chenille légionnaire du maïs.

Le présent travail se propose de répondre aux questions de recherche ci-après :

- Quelle est l'efficacité des extraits de ces plantes pesticides sur le contrôle de la chenille légionnaire d'automne ?
- De tous ces produits, quelle est la dose efficace de la plante pesticide la plus performante ?

A ce propos, deux hypothèses seront mise en évidence :

- Une de ces plantes pesticides serait plus performante dans le contrôle de la chenille légionnaire d'Automne du maïs
- Il existerait une ou plusieurs doses de l'une de ces trois plantes qui soi(en)t efficace (s) dans la lutte contre la chenille légionnaire d'Automne du maïs

Pour y parvenir, un essai expérimental a été conduit sous serre dans le territoire de Masisi et s'est fixé l'objectif d'évaluer l'efficacité de trois extraits des plantes ainsi que leurs différentes doses dans le contrôle de la chenille légionnaire d'Automne du maïs

II. MILIEU, MATERIELS ET METHODE

II.1.MILIEU D'ETUDE

Le territoire Masisi, c'est une localité et un territoire de la province du Nord-Kivu. Mais c'est surtout une magnifique et fertile région d'alpage, appelée la "Petite Suisse", qui éblouit par son relief et ses collines verdoyantes où paît le bétail en toute tranquillité.

Les limites territoriales se présentent de la manière suivante : au nord par le territoire de Rutshuru et Walikale, au sud par le territoire de kalehe (au SudKivu), à l'Est par le lac kivu, le territoire de Rutshuru , le territoire de Nyiragongo et la ville de goma, et à l'ouest par le territoire de walikale.

Coordonnées géographiques :

- Son altitude est plus ou moins 2000m ;
- Sa longitude est de (28°-30°) à Est,
- Sa latitude est de (1°-3°) au Sud

II.2.MATERIELS

II.2.1 Matériels biologiques

- Chenilles légionnaires, était issu dans les champs paysans
- Graines de maïs de la variété WH507, utilisées comme semences et possédant les caractéristiques suivantes : cycle végétatif (90 à 120 jours), hauteur (2 m au plus), germination (6 à 8 jours) et le rendement (4T/ha).
- Plantes pesticides dont le *Nicotiana tabacum*, *Capsicum annum* et *Tithonia diversifolia* qui ont été cueillies dans la ville de Goma à Mugunga et à Katindo.

II.2.2 Matériels non biologiques et paramètres de l'étude

. Les paramètres liés à l'adaptation des plantes

Dans le but d'avoir un maximum d'information sur l'efficacité de produit phytosanitaire, 4 paramètres ou variables ont été pris en compte à savoir :

- a. Présence de chenille vivante sur la feuille b. Présence de chenille morte sur la feuille c. Présence de chenille vivante dans la panicule d. Présence de chenille morte dans la feuille**

Il s'agissait de déployer les plants de maïs enfin de vérifier la présence ou l'absence de la CLA. Ces données ont été prises 48 heures après l'application des traitements, et la prise de donnée a été faite à partir de 12h sous soleil accablant. A ce moment précis de la journée on maximise les chances d'avoir les chenilles dans la panicule car ces dernières ne supportent pas le soleil accablant et préfèrent se cacher au frais dans la panicule non encore déployée. **Taux de mortalité** : c'est le résultat en pourcentage du nombre de chenille morte divisé par le total des chenilles sur la plante, avec la formule :

$$TM = \frac{CM}{CT} * 100$$

TM : Taux de mortalité ; CM : chenille mortes ; CT : totale de chenilles par plant.

Paramètres de production

1° Poids de 100 grains en gramme : déterminer par pesage sur une balance de précision.

2° Productions parcellaire en gramme : déterminer sur une balance de la quantité produite par unité expérimentale.

3° Le rendement en T/ha : exprimé par extrapolation à l'hectare de la production parcellaire.

Les matériels suivant ont servi pour les différentes opérations et lors de la récolte des données. Il s'agit entre autres de : Une serre a servi comme milieu expérimental, les Pots de sacs 40 cm de diamètre étaient utilisés comme parcelles expérimentales dans lequel nous avons planté le maïs, pesticide chimique de synthèse (Rocket) utilisé comme témoin positif dans l'essai, le mortier et le pilon pour piler les plantes insecticides, une balance de précision, un décimètre et un pied à coulisse.

II.3. METHODES

II.3.1 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est celui des parcelles subdivisées « Split plot ». Ce dispositif comprend trois blocs reprenant chacun quatre traitements et au sein desquels il y a trois doses différentes parmi ces trois traitements d'extraits des plantes, un témoin négatif et enfin un témoin positif qui est le pesticide chimique de synthèse dont l'efficacité sur les chenilles a déjà été prouvée. Les unités expérimentales sont des dimensions de 7m de long et 5m de large. Les parcelles sont séparées les unes des autres de 15cm et les blocs sont distants de 30cm.

La figure 8 présente ce dispositif.

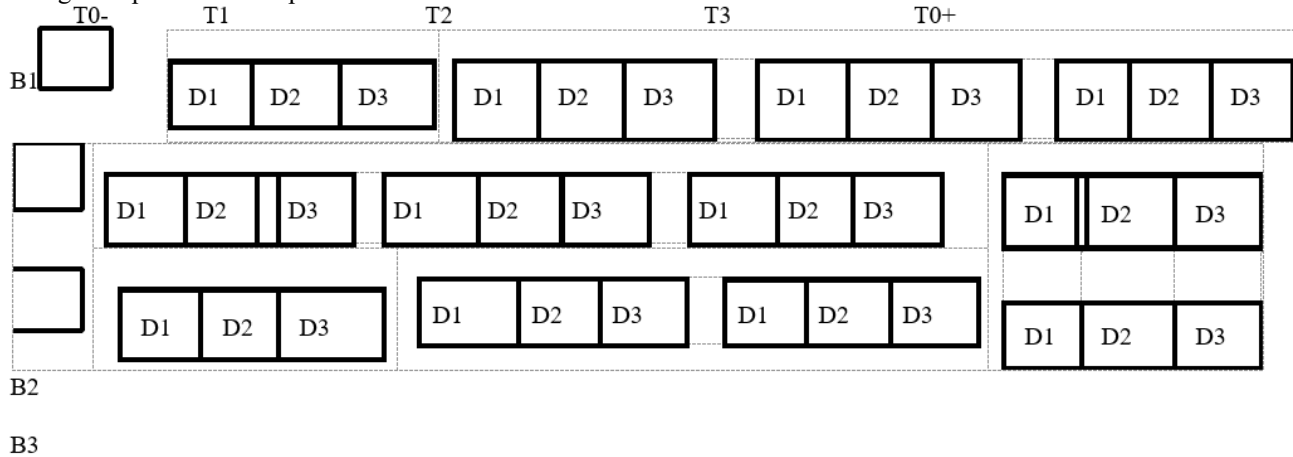


Figure 1: Dispositif expérimental Légende :

T0- : Parcelles témoin négatif non contrôlées

T1 : Parcelles contrôlées à l'aide des extraits de *Capsicum annum*

- D1 : Première dose d'application avec 20 grammes de piments secs, 1 litre d'eau propre, 10 grammes de savons.
- D2 : Deuxième dose d'application avec 30 grammes de piments secs, 1 litre d'eau propre, 10 grammes de savons. □ D3 : Troisième dose d'application avec 40 grammes de piments secs, 1 litre d'eau propre, 10 grammes de savons.

T2 : Parcelles contrôlées à l'aide des extraits de *Tithonia diversifolia*

- D1 : Première dose d'application avec 30 grammes du *Tithonia* de feuille séchée, 1 litre d'eau et 10 grammes de savons.
- D2 : Deuxième dose d'application avec 40 grammes du *Tithonia* de feuille séchée, 1 litre d'eau et 10 grammes de savon □ D3 : Troisième dose d'application avec 50 grammes du *Tithonia* de feuille séchée, 1 litre d'eau et 10 grammes de savon

T3 : Parcelles contrôlées à l'aide des extraits de *Nicotiana tabacum*

- D1 : Première dose d'application avec 20 grammes de tabac séché, 10 grammes de savons, 1 litre d'eau
- D2 : Deuxième dose d'application avec 30 grammes de tabac séché, 10 grammes de savons, 1 litre d'eau

- D3 : Troisième dose d’application avec 40 grammes de tabac séché, 10 grammes de savons, 1 litre d’eau
- T0+: Parcelles témoin positif contrôlées à l’aide du pesticide chimique (ROCKET)
- D1 : Première dose d’application avec 1 ml du produit dans 1 litre d’eau
- D2 : Deuxième dose d’application avec 1,5 ml du produit dans 1 litre d’eau
- D3 : Troisième dose d’application avec 2 ml du produit dans 1 litre d’eau

II.3.2 .Conduite de l’essai

La germination a eu lieu 5 à 7 jours, soit une semaine après semis. Les chenilles ont été collectées dans des champs paysans puis déposées sur les plantes de maïs afin de provoquer l’infestation des plants. Nous avons placé de manière aléatoire 10 chenilles dans chaque bloc, question de s’assurer qu’il y a eu reproduction de *S. frugiperda*. Nous effectuons le sarclage de mauvaises herbes à la main après chaque deux semaine.

Les traitements ont été effectués à 2 reprises dans l’intervalle de deux semaines ceci en se référant à la recommandation d’utilisation du pesticide chimique (Rocket). Après chaque application des traitements, on éliminait quelques pieds de maïs et les pieds restants ont été réservés pour la récolte. Le 1er traitement s’est effectué au 60^{ème} jour après semis et le 2e traitement s’est effectué au 75^{ème} jour après semis.

Après ces traitements, nous avons procédé au comptage des chenilles vivantes et chenilles mortes sur les plants de maïs précisément au niveau des feuilles et dans la panicule.

La récolte de maïs a eu lieu après 105 jours.

II.3.3. Préparation des extraits et pesticide chimique (rocket)

II.3.3.1. Préparation des extraits bio pesticides

Les feuilles du Tabac, piment et tithonia ont été cueillies dans la ville de Goma, un mois avant leurs préparations. Après séchage à l’ombre, elles ont été broyées à l’aide d’un mortier. La préparation des extraits a suivi la procédure de Leener et Dupriez (1987).

II.3.3.2. Pesticide chimique de synthèse

La rocket est un mélange de deux ingrédients actifs à savoir, le profenofos et le cyperméthrine. C’est un insecticide non systémique ayant une action de contact. Il lutte contre les insectes, a une forte propriété d’ovicide, larvicide et acaricides. Directive d’application : Utilisez 1 ml du produit dans un litre d’eau. Le mélange de la solution doit se faire dans un réservoir crible, agiter entièrement et appliqué sur les parties de la plante. Nous avons utilisé la formule pour le dosage de la manière suivante :

- 1 ml du produit dans un litre d’eau pris pour première dose
- 1,5 ml du produit dans un litre d’eau pris pour deuxième dose □ 2 ml du produit dans un litre d’eau pris pour troisième dose.

II.3.4.5. Analyses statistiques

L’encodage et la présentation des données issues de nos observations ont été soumises aux analyses statistiques descriptives dont : la somme, l’écart-type, les traitements de ces données ont été réalisés par le logiciel Genstat discovery 140. L’Analyse de variance à deux critères de classification a été aussi appliquée à l’aide de ce même logiciel pour déterminer les différences qui existent entre les moyennes de traitement. Le test de la plus petite différence significative a été utilisé pour classer les moyennes dans différentes catégories lorsque la différence était significative entre elles.

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1. RESULTATS

III.1.3 Nombre de chenilles vivantes sur les feuilles au 60^e jour

Les résultats montrent que le nombre moyen de chenilles vivantes sur les feuilles au 60^e jour après traitement est de 1 par plante. Les analyses statistiques indiquent que la différence entre les moyennes au niveau des traitements et doses est non significative (Tableau n°1).

Tableau 1: Nombre de chenilles vivantes sur les feuilles au 60e jour

Doses Traitements	D 1	D 2	D 3	Moyenne ±σ	CV(%)	PPDS	Décision
T 0	-	-	-	1 ± 0	35,3	-	N S
T 1	1	1	2	1 ± 0			
T 2	0	1	0	1 ± 0			
T 3	1	1	1	1 ± 0			
T 4	0	0	0	0 ± 0			
Moyenne±σ	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	1			
CV (%)	3	5	3				
P P D S	-						
D é c i s i o n	N			S			

Ces résultats indiquent par ailleurs que le nombre de chenilles vivantes moyennes sont les mêmes entre le traitement et entre les doses.

III.1.4 Nombre de chenilles mortes sur les feuilles au 60^e jour

Les résultats relatifs au nombre de chenilles mortes sur les feuilles au 60^e jour après traitement, indiquent que le nombre moyen des chenilles morte est de 0 chenille par plante (Tableau n° 2). Les analyses statistiques montrent qu'il y a une différence hautement significative entre la moyenne des traitements et entre les moyennes des doses pour ce qui est de nombre de chenilles mortes sur les feuilles au 60^e jour.

Tableau 2: Nombre de chenilles mortes sur les feuilles au 60e jour

Doses Traitements	D 1	D 2	D 3	Moyenne ±σ	CV(%)	PPDS	Décision
T 0	-	-	-	0 ^b ± 0	3 4	0,45	H S
T 1	0	0	0	0 ^b ± 0			
T 2	0	0	0	0 ^b ± 0			
T 3	0	0	1	0 ^b ± 0			
T 4	1	1	2	1 ^a ± 0			
Moyenne±σ	0 ^b ±0,02	0 ^b ± 0	1 ^a ± 0	0			
CV (%)	3		4				
PPDS	0	3	5				
Décision	H		S				

Les moyennes ne partageant pas la même lettre sont significativement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Le test de la plus petite différence significative au seuil de la probabilité de 5% a permis de classer les moyennes des traitements en 2 catégories (T0, T1, T2, T3 comme première catégorie ; T4 comme deuxième catégorie) et les moyennes des doses en 2 catégories (D3 comme première catégorie et D1, D4 comme deuxième catégorie). Ce qui laisse croire que les traitements à base des *Capsicum annum*, *Tithonia diversifolia* et *Nicotiana tabacum* à la troisième dose ont montré une même efficacité que les témoins négatifs sauf le traitement à base de Rocket.

III.1.5. Taux de mortalité au niveau des feuilles au 60e jour

Les résultats relatifs au taux de mortalité de chenilles sur les feuilles au 60^e jour après traitement indiquent que les nombres moyen de chenille morte est de 22,2 par plante (Tableau n° 3). Les analyses statistiques montrent qu'il y a une différence hautement significative entre la moyenne des traitements et une différence significative entre les moyennes des doses pour ce qui est du taux de mortalité au niveau des feuilles au 60e jour.

Tableau 3: Taux de mortalité au niveau des feuilles au 60e jour

Doses Traitements	D 1	D 2	D 3	Moyenne ±σ	CV(%)	PPDS	Décision
T 0	-	-	-	0 ^b ± 0	142,3	30,4	H S
T 1	0 . 0	0 . 0	1 6 . 7	5,6 ^b ±1,3			
T 2	0 . 0	0 . 0	3 3 . 3	11,1 ^b ±2,2			
T 3	0 . 0	3 3 . 3	5 0 . 0	27,8 ^b ±4,6			
T 4	5 0 . 0	5 0 . 0	1 0 0 . 0	66,7 ^a ±7,9			
Moyenne±σ	10 ^b ±2,1	16,7 ^b ±3,3	40 ^a ±5,7	22,2			
CV (%)	1	4	2	3			
PPDS	2	3	5				
Décision	S						

Les moyennes ne partageant pas la même lettre sont significativement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Le test de la plus petite différence significative au seuil de probabilité de 5% a permis de classer les moyennes des traitements en 2 catégories (T4 comme première catégorie et T0, T2, T1, T3 comme deuxième catégorie) et les moyennes des doses en 2 catégories (D3 comme premier catégorie et D1 et D2 comme deuxième catégories). Ce qui laisse croire que les traitements à base de *Capsicum annum*, de *Tithonia diversifolia* et *Nicotiana tabacum* à la troisième dose ont montré une même efficacité que les témoins négatifs sauf le traitement à base de Rocket.

III.1.6. Nombre de chenilles vivant sur les feuilles au 75^{ème} jour

Les résultats relatifs au nombre de chenilles vivantes sur les feuilles au 75^e jour après traitement, indiquent que le nombre moyen des chenilles vivantes est de 1 chenille par plante (Tableau n°6). Les analyses statistiques montrent qu'il y a une différence non significative entre la moyenne de traitements et une différence significative entre les moyennes de doses pour ce qui est des chenilles vivantes après traitement au 75^e jour (tableau n°4).

Tableau 4: Nombre de chenilles vivant sur les feuilles au 75^{ème} jour

Doses Traitements	D 1	D 2	D 3	Moyenne ±σ	CV(%)	PPDS	Décision
T 0	-	-	-	1 ± 0	35,2	-	N S
T 1	1	1	0	1 ± 0			
T 2	1	1	0	1 ± 0			
T 3	1	1	0	1 ± 0			
T 4	1	0	0	0 ± 0			
Moyenne±σ	1 ^a ± 0	1 ^a ± 0	0 ^b ± 0	1			
CV (%)	3	5	2				
PPDS	0	4	5				
Décision	S						

Les moyennes ne partageant pas la même lettre sont significativement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Ces résultats indiquent par ailleurs que le nombre moyen de chenilles vivantes sont les mêmes entre le traitement. Le test de la plus petite différence significative au seuil de probabilité de 5 % a permis de classer les moyennes des doses en 2 catégories (D1 et D2 comme première catégorie ; D3 comme deuxième catégories). Ce qui laisse croire que les premières et deuxièmes doses sont moins efficaces que la troisième dose.

III.1.7. Nombre de chenilles mortes sur les feuilles au 75^{ème} jour

Les résultats relatifs au nombre de chenilles mortes sur les feuilles au 75^e jour après traitement, indiquent que le nombre moyen des chenilles vivantes est de 0 chenille par plante (Tableau n° 5). Les analyses statistiques montrent qu'il y a une différence significative entre les moyennes de traitements et entre les moyennes de doses pour ce qui est des chenilles mortes après traitement au 75^e jour

Tableau 5: Nombre de chenilles mortes sur les feuilles au 75^e jour

Doses Traitements	D 1	D 6	D 3	Moyenne ±σ	CV(%)	PPDS	Décision
T 0	-	-	-	0 ^b ± 0	6	0,44	S
T 1	0	0	0	0 ^b ± 0			
T 2	0	0	0	0 ^b ± 0,01			
T 3	0	0	1	0 ^b ± 0,01			
T 4		1	2	1 ^a ± 0,2			
Moyenne±σ	0 ^b ± 0	0 ^b ± 0	1 ^a ± 0	0			
CV (%)	6						
PPDS	0	3	4				
Décision	S						

Les moyennes ne partageant pas la même lettre sont significativement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Le test de la plus petite différence significative au seuil de probabilité de 5 % a permis de classer les moyennes des traitements en 2 catégories (T4 comme première catégorie ; T0, T2, T1, T3 comme deuxième catégorie) et les moyennes des doses en 2 catégories (D3 comme première catégorie ; D1 et D2 comme deuxième catégories). Ce qui laisse croire que les traitements à base de *Capsicum annum*, de *Tithonia diversifolia* et *Nicotiana tabacum* à la troisième dose ont montré une même efficacité que les témoins négatifs sauf le traitement à base de Rocket.

III.1.8. Taux de mortalité des chenilles sur les feuilles au 75^{ème} jour

Les résultats relatifs au taux de mortalité de chenilles sur les feuilles au 75^e jour après traitement indiquent que le nombre moyen de chenille morte est de 17 par plante (Tableau n°6). Les analyses statistiques montrent qu'il y a une différence

hautement significative entre la moyenne des traitements et une différence non significative entre les moyennes des doses pour ce qui est du taux de mortalité au niveau des feuilles au 75^e jour.

Tableau 6: Taux de mortalité des chenilles sur les feuilles au 75^eme jour

Doses Traitements	D 1	D 2	D 3	Moyenne ±σ	CV(%)	PPDS	Décision
T 0	-	-	-	0 ^b ± 0	62,4	26,6	H S
T 1	0 . 0	0 . 0	0 . 0	0 ^b ± 1,3			
T 2	0 . 0	3 3 . 3	0 . 0	11,1 ^b ± 3,2			
T 3	0 . 0	0 . 0	2 2 . 3	7,4 ^b ± 1,6			
T 4	3 3 . 3	6 6 . 7	1 0 0 . 0	66,7 ^a ± 9,2			
Moyenne±σ	6,7 ± 2,6	2 0 ± 5,3	24,5 ± 5,7	1 7			
CV (%)	6	2	4				
PPDS	-						
Décision	N			S			

Les moyennes ne partageant pas la même lettre sont significativement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Le test de la plus petite différence significative au seuil de probabilité de 5 % a permis de classer les moyennes des traitements en 2 catégories (T4 comme premier catégorie ; T0, T2, T1, T3 comme deuxième catégorie). Ce qui laisse croire que les traitements à base de *Capsicum annum*, de *Tithonia diversifolia* et *Nicotiana tabacum* ont montré une même efficacité que les témoins négatifs sauf le traitement à base de Rocket.

III.1.9. Nombre de chenilles vivantes sur la panicule au 60^e jour

Les résultats relatifs au nombre de chenilles vivantes sur la panicule 60^e jour après traitement, indiquent que le nombre moyen des chenilles vivantes est de 2 chenilles par plante (Tableau n°7). Les analyses statistiques montrent qu'il y a une différence hautement significative entre la moyenne de traitements et une différence significative entre les moyennes de doses pour ce qui est de nombre de chenilles vivantes sur la panicule au 60^e jour.

Tableau 7: Nombre de chenilles vivantes sur la panicule au 60^eme jour

Doses Traitements	D 1	D 2	D 3	Moyenne ±σ	CV(%)	PPDS	Décision
T 0	-	-	-	2 ^a ± 0	11,4	0,79	H S
T 1	2	2	2	2 ^a ± 0			
T 2	2	2	2	2 ^a ± 0			
T 3	2	1	0	1 ^b ± 0			
T 4	2	0	0	1 ^b ± 0			
Moyenne±σ	2 ^a ± 0	1 ^a ± 0	1 ^b ± 0	2			
CV (%)	1	1	4				
PPDS	0	6	1				
Décision	S						

Les moyennes ne partageant pas la même lettre sont significativement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Le test de la plus petite différence significative au seuil de probabilité de 5 % a permis de classer les moyennes des traitements en 2 catégories (T0, T1 et T2 comme première catégorie ; T3 et T3 comme deuxième catégorie) et les moyennes des doses en 2 catégories (D1 et D2 comme première catégorie ; D3 comme deuxième catégories). Ce qui laisse croire que les traitements à base du *Nicotiana tabacum* à la première et deuxième dose est plus efficace que les autres traitements aux différentes doses appliquées sauf le traitement à base de Rocket.

III.1.10. Nombre de chenilles mortes sur la panicule au 60^e jour

Les résultats relatifs au nombre de chenilles mortes sur la panicule au 60^e jour après traitement, indiquent que le nombre moyen des chenilles morte est de 0 chenille par plante (Tableau n°8). Les analyses statistiques montre qu'il y a une différence hautement significative entre la moyenne de traitements et une différence significative entre les moyennes de doses pour ce qui est de nombre de chenilles mortes sur la panicule au 60^e jour.

Tableau 8: Nombre de chenilles mortes au niveau de panicule au 60e jour

Doses Traitements	D 1	D 2	D 3	Moyenne ±σ	CV(%)	PPDS	Décision
T 0	-	-	-	0 ^b ± 0	8 , 4	0 , 7	H S
T 1	0	0	0	0 ^b ± 0			
T 2	0	0	0	0 ^b ± 0			
T 3	0	0	1	0 ^b ± 0			
T 4	0	2	4	2 ^a ± 0,4			
Moyenne±σ	0 ^c ± 0	1 ^b ± 0,2	2 ^a ± 0,4	0			
CV (%)	8 , 4						
PPDS	0 , 7						
Décision	S						

Les moyennes ne partageant pas la même lettre sont significativement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Le test de la plus petite différence significative au seuil de probabilité de 5 % a permis de classer les moyennes des traitements en 2 catégories (T4 comme première catégorie ; T0,T1, T2 et T3 comme deuxième catégorie) et les moyennes des doses en 3 catégories (D3 comme première catégorie ; D2 comme deuxième catégories ; D1 comme troisième). Ce qui laisse croire que les traitements à base de *Capsicum annum*, de *Tithonia diversifolia* et *Nicotiana tabacum* à la troisième dose ont montré une même efficacité que les témoins négatifs sauf le traitement à base de Rocket.

III.11. Taux de mortalité des chenilles sur la panicule au 60^{ème} jour

Les résultats relatifs au taux de mortalité de chenilles sur les panicules au 60^e jour après traitement indiquent que les nombres moyen de chenille morte est de 15,6 par plante (Tableau n°9). Les analyses statistiques montrent qu'il y a une différence hautement significative entre la moyenne des traitements et entre les moyennes des doses pour ce qui est du taux de mortalité au niveau des panicules au 60^ejour.

Tableau 9:Taux de mortalité sur la panicule au 60ème jour

Doses Traitements	D 1	D 2	D 3	Moyenne ±σ	CV(%)	PPDS	Décision
T 0	-	-	-	0 ^c ± 0	135,5	20	H S
T 1	0 . 0	0 . 0	0 . 0	0 ^c ± 1,3			
T 2	0 . 0	0 . 0	0 . 0	0 ^c ± 3,2			
T 3	0 . 0	0 . 0	6 6 , 7	22,2 ^b ± 1,6			
T 4	0 . 0	6 6 . 7	1 0 0 . 0	55,6 ^a ± 9,2			
Moyenne±σ	0 ^b ± 0	13,3 ^b ± 5,3	33,3 ^a ± 5,7	15 , 6			
CV (%)	1	3	5				
PPDS	1	5	7				
Décision	H			S			

Les moyennes ne partageant pas la même lettre sont significativement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Le test de la plus petite différence significative au seuil de probabilité de 5 % a permis de classer les moyennes des traitements en 3 catégories (T4 comme première catégorie ;T3 comme deuxième catégorie ; T0,T1, T2 comme troisième catégorie) et les moyennes des doses en 2 catégories(D3 comme première catégorie ; D2 comme deuxième catégorie, D1 comme troisième). Ce qui laisse croire que les traitements à base de *Nicotiana tabacum* à la troisième dose est plus efficace que les autres traitements aux différentes doses appliquées sauf le traitement à base de Rocket.

III.1.12. Nombre de chenilles vivantes sur la panicule au 75^e jour

Les résultats relatifs au nombre de chenilles vivantes sur la panicule 75^e jour après traitement, indiquent que le nombre moyen des chenilles vivantes est de 1 chenille par plante (Tableau n°10). Les analyses statistiques montrent qu'il y a une différence hautement significative entre la moyenne de traitements et entre les moyennes de doses pour ce qui est de nombre de chenilles vivantes sur la panicule au 75^e jour.

Tableau 10: Nombre de chenilles vivantes au niveau de la panicule au 75ème jour

Doses Traitements	D 1	D 2	D 3	Moyenne ±σ	CV(%)	PPDS	Décision
T 0	-	-	-	2 ^a ± 0	12,8	0,6	H S
T 1	2	1	2	1 ^b ± 0,3			
T 2	3	2	1	2 ^a ± 0,2			
T 3	1	1	0	1 ^b ± 0,3			
T 4	1	0	0	0 ^c ± 0,01			
Moyenne±σ	2 ^a ± 0,2	1 ^b ± 0,1	1 ^b ± 0,1	1			
CV (%)	12,8						
PPDS	0,6						
Décision	H S						

Les moyennes ne partageant pas la même lettre sont significativement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Le test de la plus petite différence significative au seuil de probabilité de 5 % a permis de classer les moyennes des traitements en 3 catégories (T0, et T2 comme première catégorie ; T2 et T3 comme deuxième catégorie ; T4 comme troisième catégorie) et les moyennes des doses en 2 catégories (D1 comme premier catégorie ; D2 et D3 comme deuxième catégories). Ce qui laisse croire que les traitements à base de *Capsicum annum* et *Nicotiana tabacum* à la deuxième et troisième dose est plus efficace que les autres traitements aux différentes doses appliquées sauf le traitement en base de Rocket.

III.1.13. Nombre de chenilles mortes sur la panicule au 75 e jour

Les résultats relatifs au nombre de chenilles morte sur la panicule 75^e jour après traitement, indiquent que le nombre moyen des chenilles mortes est de 0 chenille par plante (Tableau n°11). Les analyses statistiques montrent qu'il y a une différence hautement significative entre la moyenne de traitements et une différence significative entre les moyennes de doses pour ce qui est de nombre de chenilles mortes sur la panicule au 75^e jour.

Tableau 11: Nombre de chenilles mortes au niveau de panicule au 75ème jour

Doses Traitements	D 1	D 2	D 3	Moyenne ±σ	CV(%)	PPDS	Décision
T 0	-	-	-	0 ^b ± 0	3,4	0,6	H S
T 1	0	0	0	0 ^b ± 0			
T 2	0	0	0	0 ^b ± 0			
T 3	0	0	0	0 ^b ± 0			
T 4	0	2	3	2 ^a ± 0,4			
Moyenne±σ	0 ^b ± 0	1 ^a ± 0,1	1 ^a ± 0,1	0			
CV (%)	3,4						
PPDS	0,6						
Décision	S						

Les moyennes ne partageant pas la même lettre sont significativement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Le test de la plus petite différence significative au seuil de probabilité de 5 % a permis de classer les moyennes des traitements en 2 catégories (T4 comme première catégorie ; T0, T1, T2 et T3 comme deuxième catégorie) et les moyennes des doses en 2 catégories (D2 et D3 comme première catégorie ; D1 comme deuxième catégories). Ce qui laisse croire que les traitements à base de *Capsicum annum*, de *Tithonia diversifolia* et *Nicotiana tabacum* à la deuxième et troisième dose ont montré une même efficacité que les témoins négatifs sauf le traitement en base de Rocket.

III.14. Taux de mortalité des chenilles sur la panicule au 75ème jour

Les résultats relatifs au taux de mortalité de chenilles sur les panicules au 75^e jour après traitement indiquent que les nombres moyen de chenille morte est de 15,6 par plante (Tableau n°12). Les analyses statistiques montrent qu'il y a une différence hautement significative entre la moyenne des traitements et entre les moyennes des doses pour ce qui est du taux de mortalité au niveau des panicules au 75^e jour.

Tableau12:Taux de mortalité sur la panicule au 75ème jour

Doses Traitements	D 1	D 2	D 3	Moyenne ±σ	CV(%)	PPDS	Décision
T 0	-	-	-	0 ^c ± 0	95,8	14,4	H S
T 1	0 . 0	0 . 0	0 . 0	0 ^c ± 1,3			
T 2	0 . 0	0 . 0	0 . 0	0 ^c ± 3,2			
T 3	0 . 0	0 . 0	3 3 . 3	11,1 ^b ± 1,6			
T 4	0 . 0	1 0 0 . 0	1 0 0 . 0	66,7 ^a ± 9,2			
Moyenne±σ	0 ^b ± 0	20 ^a ± 5,3	26,7 ^a ± 5,7	15,6			
CV (%)	9 5 , 8						
PPDS	1 1 , 1						
Décision	H			S			

Les moyennes ne partageant pas la même lettre sont significativement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Le test de la plus petite différence significative au seuil de probabilité de 5 % a permis de classer les moyennes des traitements en 3 catégories (T4 comme première catégorie ; T3 comme deuxième catégorie ; T0, T1, T2 et comme troisième catégorie) et les moyennes des doses en 2 catégories (D3 comme premier catégorie ; D2 comme deuxième catégories, D1 comme troisième). Ce qui laisse croire que les traitements à base de *Nicotiana tabacum* à la deuxième et troisième doses est plus efficace que les autres traitements aux différentes doses appliquées sauf le traitement à base de rocket

II.1.15. Poids de 100 grains

Les résultats relatifs au poids de 100 grains indiquent que les poids moyen de grains est de 20,4 g par plante (Tableau n°13). Les analyses statistiques montrent qu'il y a une différence hautement significative entre la moyenne de traitements et entre les moyennes de doses pour ce qui est du poids de 100 grains.

Tableau 13: Poids de 100 grains

Doses Traitements	D 1	D 2	D 3	Moyenne ±σ	CV(%)	PPDS	Décision
T 0	-	-	-	10,6 ^d ± 0,3	8,2	2,6	H S
T 1	1 7 . 0 0	1 8 . 3 3	1 8 . 0 0	17,8 ^c ± 0,3			
T 2	2 0 . 0 0	2 1 . 0 0	1 7 . 0 0	19,3 ^c ± 0,2			
T 3	2 2 . 6 7	2 5 . 6 7	2 5 . 0 0	24,4 ^b ± 0,3			
T 4	2 4 . 6 7	3 4 . 3 3	3 0 . 0 0	29,7 ^a ± 0,4			
Moyenne±σ	21,1 ^c ± 2	24,8 ^a ± 2,5	22,5 ^b ± 2,1	20,4			
CV (%)	8			2			
PPDS	1			3			
Décision	H			S			

Les moyennes ne partageant pas la même lettre sont significativement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Le test de la plus petite différence significative au seuil de probabilité de 5 % a permis de classer les moyennes des traitements en 4 catégories (T4, comme première catégorie ; T3 comme deuxième catégorie ; T1 et T2 comme troisième catégorie ; T0 comme quatrième catégorie) et les moyennes des doses en 3 catégories (D2 comme premier catégorie ; D3 comme deuxième catégorie ; D1 comme troisième catégorie). Ce qui laisse croire que le traitement à base de *Nicotiana tabacum* à la deuxième dose a donné un poids élevé que les autres traitements et aux différentes doses appliquées sauf le traitement à base de Rocket.

II.1.16. Production parcellaire

Les résultats relatifs à la production parcellaire indiquent que la production moyenne est de 114,8 g par plante (Tableau n°14). Les analyses statistiques montrent qu'il y a une différence hautement significative entre la moyenne de traitements et entre les moyennes de doses pour ce qui est de la production parcellaire.

Tableau 14: Production parcellaire

Doses Traitements	D 1	D 2	D 3	Moyenne $\pm\sigma$	CV(%)	PPDS	Décision
T 0	-	-	-	66 ^c ± 14,1	8,3	35,3	H S
T 1	100.7	103.7	106.7	103,7 ^{ab} ± 25			
T 2	98.0	98.7	99.7	98,8 ^b ± 29,5			
T 3	101.7	105.7	135.3	114,2 ^{ab} ± 34			
T 4	152.7	299.7	122.3	191,6 ^a ± 36			
Moyenne$\pm\sigma$	95,8 ^c ± 2	151,9 ^a ± 2,5	116 ^b ± 2,1	114,8			
CV (%)	8,3						
PPDS	7,9						
Décision	H S						

Les moyennes ne partageant pas la même lettre sont significativement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Le test de la plus petite différence significative au seuil de probabilité de 5 % a permis de classer les moyennes des traitements en 3 catégories (T4, T3, T1 comme première catégorie ; T3, T2, T1 comme deuxième catégorie ; T0 comme troisième catégorie). Ce qui laisse croire que les traitements à base *Capsicum annum* et *Nicotiana tabacum* à la deuxième dose ont donné une production parcellaire élevée que les autres traitements et aux différentes doses appliquées sauf le traitement à base de Rocket.

II.1.17. Rendement en T/ha

Les résultats relatifs au rendement indiquent que le rendement moyen est 0,8 tonne à l'hectare. (Tableau n°15). Les analyses statistiques montrent qu'il y a une différence hautement significative entre la moyenne de traitements et entre les moyennes de doses pour ce qui est du rendement à l'hectare.

Tableau 15: Rendement en T/ha

Doses Traitements	D 1	D 2	D 3	Moyenne $\pm\sigma$	CV(%)	PPDS	Décision
T 0	-	-	-	0,4 ^c ± 0,1	8,3	0,09	H S
T 1	0.667	0.667	0.767	0,7 ^{ab} ± 0,1			
T 2	0.633	0.633	0.667	0,6 ^b ± 0,1			
T 3	0.700	0.667	0.900	0,8 ^{ab} ± 0,1			
T 4	1.007	1.970	0.800	1,3 ^a ± 0,5			
Moyenne$\pm\sigma$	0,75 ^c ± 2	0,98 ^a ± 2,5	0,78 ^b ± 2,1	0,8			
CV (%)	8,3						
PPDS	0,7						
Décision	H S						

Les moyennes ne partageant pas la même lettre sont significativement différentes au seuil de probabilité de 5%.

Le test de la plus petite différence significative au seuil de probabilité de 5 % a permis de classer les moyennes des traitements en 3 catégories (T4, T3, T1 comme première catégorie ; T3, T2, T1 comme deuxième catégorie ; T0 comme troisième catégorie). Ce qui laisse croire que les traitements à base de *Capsicum annum* et *Nicotiana tabacum* à la deuxième dose ont donné un rendement élevé que les autres traitements et aux différentes doses appliquées sauf le traitement à base de Rocket.

III.2. DISCUSSION

III.2.1. Efficacité de plantes insecticides sur la chenille légionnaire d'automne

À la première et deuxième opération de pulvérisation des pesticides, les traitements à base de *Nicotiana tabacum* à la deuxième et troisième dose ont réduit significativement la densité par plant de population des chenilles sur la culture de maïs par rapport aux traitements à base de *Capsicum annum* et *Tithonia diversifolia* ainsi que du témoin non traité qui ont montré des plus fortes densités des populations de chenilles légionnaires au niveau de la panicule. Le pesticide chimique (Rocket) a été très efficace dans la lutte contre les chenilles légionnaire de maïs, l'extrait du tabac a montré qu'une tendance à la marge du pesticide chimique (Rocket).

Ces résultats confirment ceux de Rubabura et Matabaro (2019) qui ont montré l'effet insecticide des extraits de *Nicotiana tabacum* efficace contre la chenille légionnaire chez les maïs. Les effets insecticides constatés pour le *Nicotiana tabacum* ont été aussi mis en évidence par plusieurs auteurs contre d'autres ravageurs de culture, tel est le cas de Mbukula et

al.,(2021) qui ont montré l'efficacité de la poudre du tabac dans la lutte contre la bruche de haricot. Les effets insecticides du tabac sont dus à la présence d'un alcaloïde dans tous les tissus de la plante (hormis les graines) la nicotine (Kambu, 1990). La nicotine est excessivement toxique pour l'insecte, car la structure chimique de cette molécule est similaire à celle du neurotransmetteur acétylcholine et provoque donc une stimulation excessive des circuits nerveux qui mène à la paralysie et à la mort de l'insecte agresseur (Benjamin, 2012).

Pour ce qui est des doses, les troisièmes doses ont montré une efficacité élevée par rapport aux autres doses utilisées. Nos résultats sont presque similaires à ceux de Monzenga et Malaisse (2021). Dans leur expérimentation, ils ont remarqué, pour chaque plante insecticide expérimentée, plus les doses sont élevées, le taux de mortalité augmente graduellement. Quant au traitement à base d'extrait du piment et tithonia, nos résultats corroborent à ceux de Monzenga et Malaisse (2021) qui ont trouvé une faible efficacité du piment et tithonia. Ils stipulent que la résistance aux biopesticides (*Capsicum annum* et *Tithonia diversifolia*) serait beaucoup plus forte chez les larves de stade 4, 5 et 6 qui constitue le dernier stade. Par conséquent, une lutte biologique efficace à base des biopesticides expérimentés est celle qui s'applique très tôt au début des infestations des champs par la chenille légionnaire d'automne. Tout retard de traitement pourrait rendre l'action des biopesticides de moins en moins efficace sur *Spodoptera frugiperda* dont la résistance augmente avec l'âge du stade larvaire.

Nous pouvons dans ce cas justifier nos résultats par la période à laquelle les traitements ont été effectués. C'est-à-dire à un mois pour le 1^e traitement et un mois et demi pour le 2^e traitement et la majorité des chenilles étaient déjà à leur dernier stade de développement.

III.2.2.Effets de différents traitements sur le rendement

Les plantes de maïs traitées à base de pesticide chimique (Rocket) ont donné un meilleur rendement. Cela n'exclut pas le rendement meilleur donné aussi par l'extrait du *Nicotiana tabacum*, et *Capsicum annum* et suivi de *Tithonia diversifolia* et moins satisfaisant aux témoins non traités car nous avons observé des avortements d'épis dans certaines parcelles. Ces résultats sont presque similaires à ceux de Sylvie et Martin(2017) qui, dans leur expérimentation, stipulent que les plantes pesticides n'éliminent pas la totalité des ravageurs, mais maintiennent leurs populations en dessous du seuil de nuisibilité. L'emploi de ces produits naturels permet dans certains cas d'accroître les rendements, pour un rapport coût/bénéfice similaire à celui des pesticides de synthèse.

Pour ce qui est de doses, les deuxièmes doses présentent une production élevée de maïs à l'hectare par rapport aux deux autres doses utilisées. Mbukula et al. (2018) rapportent que les faibles doses peuvent être intéressantes au niveau de rendement que les fortes doses, les doses supérieures n'apportent rien de plus.

IV. CONCLUSION

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'efficacité de trois extraits des plantes ainsi que leurs différentes doses dans le contrôle de la chenille légionnaire d'automne sur le maïs en vue de mettre au point une méthode de lutte adaptée aux conditions de culture du maïs, moins coûteuse pour les productions et protectrice de l'environnement ainsi que de la santé humaine.

Il ressort de nos résultats que l'extrait du tabac s'est révélé plus efficace dans le contrôle des chenilles et a entraîné la mort des chenilles même à la petite dose. Les autres extraits ont malheureusement vu leur taux de mortalité faible sur les chenilles légionnaires. Cependant, il est important de signaler que toutes les plantes pesticides ont donné des meilleurs résultats comme le pesticide chimique (Rocket) considéré comme témoin positif dans le cadre de l'augmentation du rendement de maïs. L'utilisation de tabac, piment et tithonia comme plantes insecticides contre la CLA pourrait représenter une solution alternative à la lutte chimique pour la protection des cultures face aux menaces de ce nouveau ravageur vorace et envahissant.

Ainsi nous pouvons dire que nos hypothèses a été confirmées car l'un des extraits des pesticides botaniques (tabac) a contrôlé efficacement les chenilles à la dose de 30g/l et de 40 g/l. Nous conseillons aux agriculteurs de recourir aux pesticides biologiques moins exigeants dans les manipulations et respectueux de l'environnement.

V. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. Anjarwalla P., Belmain S., Sola P., Jamnadass R. & Stevenson C., 2016. Guide des plantes pesticides, world agroforestry center: Kenya.
- [2]. Anonyme, 2006. La sous-alimentation dans le monde, L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde.218p
- [3]. Bahati R., Walangululu M. & Bulangashane, G., 2017. Le choix des paquets technologiques des fertilisants organiques et minéral dans le territoire de Kalehe et plaine de la Ruzizi en RDC. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 20 (2), 461- 464.
- [4]. Banque mondiale, 2011. Marchés agricoles à Madagascar: contraintes et opportunités. *Rapport d'étude économique et sectorielle*. 133p.
- [5]. Benjamin L. 2012. *Nicotiana tabacum*. <http://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-44086synthese>.
- [6]. Doré, T., Le Bail., Martin P., Ney B. & Roger-Estrade, J., 2006. l'agronomie Aujourd'hui. 367p.
- [7]. FAO, 2016. Les dégâts causés par *Spodopterafrugiperda* à Sao Tomé et principe.
- [8]. FAO, 2018. Gestion intégrée de la chenille légionnaire sur le maïs, 135 p
- [9]. Ferron, P., Deguine, J. & Russell, D. ,2009. Crop protection: fromagrochemistry to agroecology. 120 p
- [10]. Kambu K., 1990. Apport des plantes médicinales africaines à la thérapie moderne,Kinshasa, 138p.
- [11]. Leener, P. D., & Dupriez, H. (1987). Jardins et vergers d'Afrique. *CTA Land and Life series*.

- [12]. Malanno., Kobenan., Koudia., Ochou., 2019. Détection de la chenille légionnaire d'automne, *spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). coleoptera : Noctudae. *European scientific Journal*, 15(2) : 1875-7881.
- [13]. Mbukula, M., Matondo., Lunze L., Nitumfuidi S., Matuta S., Tunakiese et Betezi M. 2018, Effet des doses croissantes des poudres de tabac (*Nicotiana tabacum* L.) et *Tephrosia* (*Tephrosia vogelii*hok.) dans la lutte contre le bruche du Haricot commun. *International Journal of Developmentresearch*, 08 (1) : 2230-9926.
- [14]. Monzenga et Malaisse, 2021. Essai d'utilisation de quelques bio-insecticides contre la chenille légionnaire d'automne (*Spodopterafrugiperda* J.E Smith) dans des conditions de laboratoire à Kisangani, R.D. Congo.45(1):95-102.
- [15]. Rubabura K. et, Matabaro A. 2019. Effet des extraits des 8 plantes insecticides dans la lutte contre *Spodopterafrugiperda* (J.E. Smith) le principal insecte ravageur du maïs (*Zeamays* L.) au Sud Kivu. 21p
- [16]. Sharanabasappa., Kaleshwaraswamy M., Maruthi S, & Pavithra B., 2018. Biology of invasive fall army worm *Spodopterafrugiperda* (j.e. smith) (lepidoptera: noctuidae) on maize. *Indian Journal of Entomology*, 80 (3): 540-543.
- [17]. Shylesha N., Jalali K., Gupta A., Varshney R., Venkatesan T., Shetty P., Ojha R., Prabhu G., Navik O., Subaharan K., Bakthavatsalam N., Chandish R. B., & Raghavendra A., 2018. Studies on new invasive pest *Spodopterafrugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and its natural enemies. *Journal of Biological Control*, 32(3): 145- 151.