

Évaluation de l'efficacité en plantation de deux biopesticides contre deux principaux mirides, ravageurs du cacaoyer dans la localité de Yaodankro, Méagui, Côte d'Ivoire

Trazié Kevin GUESSAN-BI*, Kouadio Dagobert KRA, Koffi Éric KWADJO, Élise Rosina ATSAIN, Amenan Marie Estelle EKRA et Mamadou DOUMBIA

Université Nangui Abrogoua, UFR-SN, Laboratoire de Biologie et de Cytologie animale, Unité Santé des Plantes du Pôle Production Végétale, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

(Reçu le 14 Novembre 2023 ; Accepté le 31 Janvier 2024)

* Correspondance, courriel : guessanbikevin@gmail.com

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer, au champ, l'effet insecticide des bio-intrants BioElit (Azadirachtine, Salanine et Nimbine) et Yirifla (Saponine, Chlore, Azote, Phosphore et Potassium) en comparaison avec un témoin blanc (eau) et un insecticide chimique de référence, PREMIUM 50 EC (Thiaméthoxame et Deltaméthrine), contre les ravageurs *Sahlbergella singularis* et *Helopeltis* sp. dans les cacaoyères à Yaodankro. Les produits ont été appliqués à la dose normale, suivant les préconisations d'usage, dans un dispositif constitué de quatre parcelles élémentaires de 900 m² chacune. Ce dispositif a été répété dans trois vergers, soit un total de 12 parcelles élémentaires délimitées de manière non adjacente mais selon les foyers d'infestation dans ces vergers. Les observations ont porté sur la mortalité des insectes cibles, et ce durant 11 jours après applications. Les résultats obtenus révèlent que, causant une mortalité de 23,71 % de *S. singularis* et 55,85 % de *Helopeltis* sp., BioElit s'est avéré plus efficace que Yirifla qui n'a pas montré d'effet efficace contre ces insectes. En effet, la mortalité de *S. singularis* (09,15 %) et de *Helopeltis* sp. (22,58 %) causée par Yirifla s'est révélée similaire à celle enregistrée avec le témoin blanc (01,34 % et 16,44 %, respectivement). Bien que son efficacité soit moindre que celle du produit chimique qui a montré une toxicité nette sur les deux ravageurs (95 à 100 % de mortalité), BioElit peut être utilisé dans un système de gestion intégrée de ces insectes, dans un souci de protection de l'environnement et de conservation de la biodiversité.

Mots-clés : *cacaoyer, insectes ravageurs, biopesticides, Méagui.*

Abstract

Evaluation of the efficacy, in the field, of two biopesticides against two main mirid pests of cocoa in the Yaodankro locality, Méagui, Côte d'Ivoire

The aim of this study was to evaluate, in the field, the insecticidal effect of the bio-intrants BioElit (Azadirachtin, Salanine and Nimbine) and Yirifla (Saponin, Chlorine, Nitrogen, Phosphorus and Potassium) in comparison with a white control (water) and a reference chemical insecticide, PREMIUM 50 EC (Thiamethoxam and Deltamethrin), against the pests *Sahlbergella singularis* and *Helopeltis* sp. in Yaodankro cocoa farms. The

products were applied at normal doses, in accordance with recommended use, in a set-up comprising four elementary plots of 900 m² each. This set-up was repeated in three orchards, for a total of 12 elementary plots delimited in a non-adjacent manner, but according to the infestation foci in these orchards. Observations focused on the mortality of target insects for 11 days after application. The results showed that BioElit was more effective than Yirifla, which had no effect on *S. singularis* mortality (23.71 %) and *Helopeltis* sp. mortality (55.85 %). In fact, the mortality of *S. singularis* (09.15 %) and *Helopeltis* sp. (22.58 %) caused by Yirifla was similar to that recorded with the white control (01.34 % and 16.44 %, respectively). Although less effective than the chemical, which showed clear toxicity on both pests (95 - 100 % mortality), BioElit can be used in an integrated management system for these insects, with a view to protecting the environment and conserving biodiversity.

Keywords : *cocoa, insect pests, biopesticides, Méagui.*

1. Introduction

En Côte d'Ivoire, la cacaoculture demeure encore l'un des plus importants secteurs agricoles du fait de sa contribution à l'économie et à la création d'emplois. En effet, la part de la filière cacao au produit intérieur brut du pays s'évalue entre 10 et 15 % ; et elle génère 30 à 40 % de recettes d'exportation [1 - 4]. La cacaoculture a mobilisé d'environ 600 000 planteurs à la fin de la décennie 1970 à plus d'un million de planteurs dans les années 2000 [4] ; et des millions de personnes dans les secteurs secondaire et tertiaire surviennent à leurs besoins grâce à la filière cacao [5 - 9]. La Côte d'Ivoire occupe le rang de premier pays producteur et exportateur mondial de cacao depuis plusieurs décennies. De 500 000 à 550 000 tonnes par an dans les années 1977 à 1780, la production nationale a presque quadruplé à plus de 2 millions de tonnes par an ces dernières années, soit plus de 42 % de l'offre mondiale [10 - 16]. Cette production est cependant assurée en grande majorité par de petits producteurs qui rencontrent d'énormes difficultés au nombre desquelles la pression des maladies et insectes nuisibles. En effet, les maladies et insectes ravageurs du cacaoyer constituent une menace permanente dans les plantations. Ces bioagresseurs peuvent causer 10 % à 100 % de pertes de production selon le type de bioagresseurs et les zones de production [17, 18]. Au nombre des maladies phytopathogènes, la pourriture des cabosses et la maladie virale du swollen shoot du cacaoyer sont les plus préoccupantes en Côte d'Ivoire. Les insectes nuisibles les plus courants et considérés plus inquiétants dans les cacaoyères ivoiriennes sont surtout les mirides *Sahlbergella singularis* et *Distantiella theobromae* [19 - 25]. Mais depuis peu, en plus de ces espèces, deux autres espèces d'insectes, à savoir, le moustique du cacaoyer *Helopeltis* sp. et la punaise verte *Bathycoelia thalassina* sont considérés aussi comme des ravageurs majeurs dans les vergers cacaoyers dans certaines localités de Méagui (l'une des principales zones productrices du cacao). Pour donc venir à bout de ce cortège de ravageurs, les cultivateurs de cacao dans ces localités utilisent principalement les insecticides chimiques de synthèse, et ce de manière intensive et non conforme aux « normes » de pratiques phytosanitaires préconisées [26, 27]. Pourtant, les mauvais usages de produits chimiques de synthèse en agriculture ont des effets néfastes sur la santé de l'homme et sur l'environnement, portent atteinte à la biodiversité dont le déséquilibre de la faune entomologique, entraînent le phénomène de résistance des insectes aux pesticide, entre autres. Ce qui constitue un obstacle à la production agricole durable [28 - 31]. Pour réduire l'utilisation des pesticides chimiques et assurer une cacaoculture durable respectueuse de l'environnement, des produits alternatifs d'origine naturelle, aux susceptibles effets non ou moins néfastes pour l'homme et les écosystèmes, sont proposés ; c'est notamment le cas des Bio-intrants « BioElit » et « Yirifla ». Mais, des travaux scientifiques indépendants, démontrant leur efficacité en plantation contre les ravageurs du cacaoyer ne sont pas documentés. L'objectif de la présente étude est d'évaluer, en milieu paysan, l'effet insecticide de ces deux bio-intrants en comparaison avec un insecticide chimique de référence contre les ravageurs *Sahlbergella singularis* et *Helopeltis* sp. dans les vergers de cacaoyers à Yaodankro.

2. Méthodologie

2-1. Zone d'étude

L'étude est réalisée dans la localité de Yaodankro située dans le département de Méagui. Cette localité est implantée dans la zone classée, avec des cacaoyères bordant le côté Nord-Est du Parc National de Taï (PNT). Elle semble être l'une des plus importantes en termes de production de cacao du département. Ledit département est situé entre 5°18' et 5°26' de latitude Nord, et 6°31' et 6°50' de longitude Ouest, au Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Le climat est de type subéquatorial chaud-humide [32] et se caractérise par quatre saisons dont deux saisons pluvieuses (mars-juin et septembre-novembre) et deux saisons sèches (décembre-mars et juillet-août). Les précipitations moyennes oscillent entre 1 300 et 1 600 mm/an et les températures moyennes sont généralement comprises entre 25 et 28 °C. L'hygrométrie moyenne varie entre 80 et 85 % en moyenne/an [33, 34]. L'économie du département est principalement basée sur la production de cacao qui est estimée à environ 20 % de la production nationale [33].

2-2. Matériel

Il a été consisté des insectes *S. singularis* et *Helopeltis* sp. sur lesquels a été testé l'effet insecticide des bio-intrants BioElit et Yirifla en comparaison à l'insecticide chimique PREMIUM 50 EC (*Tableau 1*) utilisé comme témoin de référence et à l'effet d'atomisation de l'eau (témoin neutre).

Tableau 1 : Produits utilisés

Produits	Substances actives	Dose d'application
BioElit	Azadirachtine 2,78 mg/ml + Salanine 4,42 mg/ml + Nimbine 1,48 mg/ml	2 l/ha
Yirifla	Azote + Phosphore + Potassium + Saponine + Chlore	1 l/ha
PREMIUM 50 EC	Thiaméthoxame 30 g/l + Deltaméthrine 20 g/l	0,5 l/ha

2-3. Dispositif expérimental

La méthode employée dans cette étude est celle dite méthode des tests décrite par Houillier [35]. Elle a été réalisée dans un dispositif expérimental constitué de quatre parcelles élémentaires de 30 m x 30 m chacune, délimitées de manière non adjacente, mais selon les foyers d'infestation ou poches à mirides identifiées dans le verger. Ces parcelles ont été délimitées en ayant pour point central les poches à miride *S. singularis*. La délimitation de ces parcelles a été faite de sorte que le centre de chacune d'elles corresponde à au moins trois à quatre cacaoyers relativement plus infestés (c'est-à-dire, hébergeant au moins 50 larves des insectes cibles). Ces « cacaoyers centraux » sont ainsi sélectionnés afin de faire l'objet de bâchage pour l'observation des insectes tués à la suite des traitements. Les parcelles élémentaires ont été dénommées selon le traitement destiné, à savoir le traitement BioElit, le traitement Yirifla, le traitement produit chimique de référence ou le traitement témoin eau (*Figure 1*). L'essai a été reproduit dans trois vergers de cacaoyers de 1 à 2 ha choisis dans la localité de Yaodankro. Afin d'isoler le plus possible les cacaoyers à bâcher, les branchettes des arbres voisins ont été élaguées pour éviter la migration des insectes (les larves surtout) des arbres à bâcher aux adjacents.

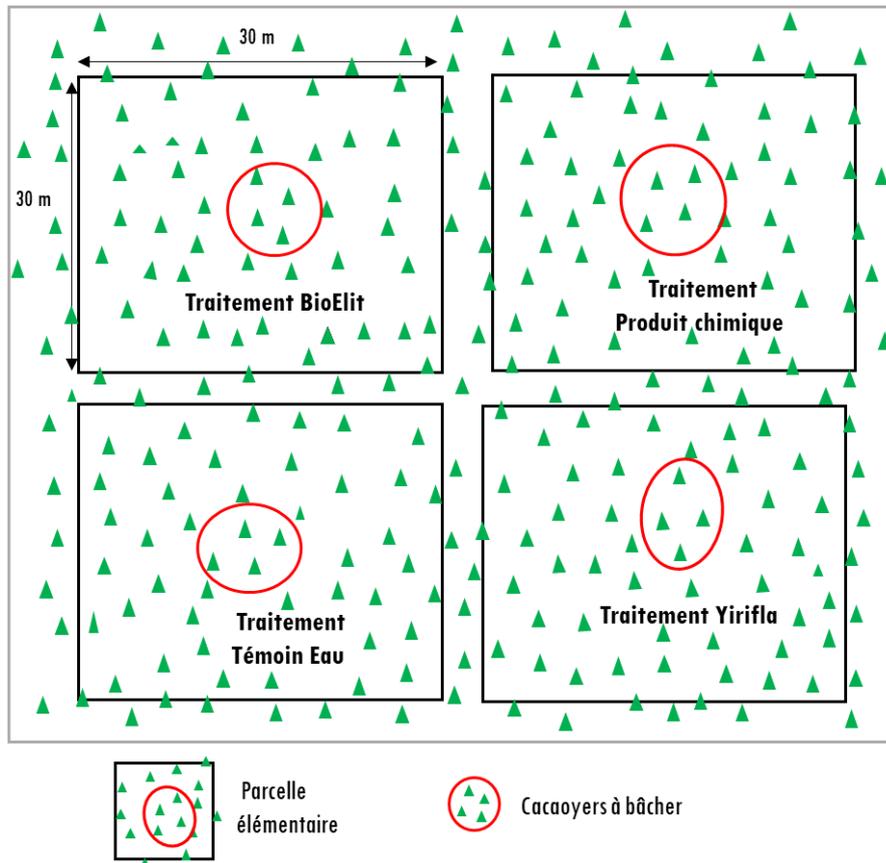


Figure 1 : Dispositif expérimental

2-4. Application des produits

L'application des produits a été exécutée suivant les prescriptions de l'étiquette des produits. Dans chaque verger, les traitements étaient effectués le même jour, précisément au coucher du soleil (entre 17 h et 18 h 30). Ils étaient réalisés à l'aide d'un atomiseur dans l'ordre suivant : application de l'eau (témoin), puis BioElit, ensuite Yirifla et enfin l'insecticide chimique. Les produits ont été appliqués à la dose normale prescrite. Avant l'application de chaque produit, le réservoir de l'appareil était convenablement nettoyé avec de l'eau de savon puis rincé avec de l'eau simple. Deux applications ont été effectuées pour chaque traitement, la deuxième application ayant lieu au sixième jour après la première, excepté le traitement chimique de référence qui n'a pas été répété. Tous les cacaoyers d'une parcelle élémentaire donnée ont reçu le traitement approprié. Le bûchage des quatre cacaoyers centraux a consisté à installer au préalable deux mini-bâches de 8 m² afin de créer un lit de 16 m² au pied de chaque arbre. Puis, après application des traitements, les insectes tués et tombés de l'arbre sont ramassés et dénombrés (*Figure 2*).



Figure 2 : Les étapes de la technique de bâchage consistant (A) à l'installation des bâches, (B) à l'atomisation de produits tests et (C) au ramassage des insectes tués et tombés à la suite des traitements

2-5. Suivi des traitements

L'efficacité des pesticides sur les insectes a été évaluée sur 11 jours après les traitements. Les individus de *Sahlbergella singularis* et *Helopeltis* sp. tués et tombés sur les bâches à la suite des traitements étaient dénombrés chaque jour. Puis, au soir du 11^{ème} jour, un lessivage général des cacaoyers centraux bâchés est fait avec le produit de référence à double dose afin de tuer tous les insectes qui s'y trouveraient ; et un dernier comptage des insectes cibles est réalisé le lendemain sur les bâches.

2-6. Calcul du pourcentage d'efficacité des produits testés

L'efficacité des produits tests sur les insectes cibles a été exprimée par les taux de mortalité calculés à l'aide des **Formules** mathématiques suivantes [36] :

$$TM (\%) = [Pt / (Pt + Pl)] \times 100 \quad (1)$$

$$Mc (\%) = [(TM - Mte) / (100 - Mte)] \times 100 \quad (2)$$

TM (%): pourcentage de mort des individus d'un insecte cible à la suite des applications d'un traitement donné ; *Pt*: population (ou nombre d'individus) d'un insecte cible tuée à la suite des applications d'un traitement donné ; *Pl*: population d'un insecte cible tuée après lessivage général au 11^{ème} jour ; *(Pt + Pl)*: population totale d'un insecte cible observée pour un traitement donné ; *Mc (%)* : mortalité corrigée ou mortalité effectivement due à l'activité toxique d'un produit-test ; *Mte* : mortalité observée dans la population d'un insecte cible traitée avec de l'eau utilisée comme témoin blanc.

2-7. Analyses statistiques

À l'aide du logiciel RStudio version 4.2.2 (2022-10-31 ucrt), les données ont été soumises au test non paramétrique de Kruskal-Wallis (*kruskal.test*) suivi du test de comparaison par couple (*pairwise.t.test*), au seuil de 5 %, afin de comparer l'efficacité des traitements à travers les taux de mortalité corrigés des insectes cibles.

3. Résultat

3-1. Efficacité des traitements contre *Sahlbergella singularis*

Le taux de population de *S. singularis* tuée a varié en fonction des traitements. Au bout de 11 jours d'observation, le traitement BioElit a pu provoquer une mortalité de 23,71 % en moyenne (sur 246 individus traités) contre 09,15 % (sur 251 individus) pour Yirifla. L'insecticide chimique de référence a causé 95,38 % de mortalité (sur 207 insectes traités) et le témoin blanc (eau), 01,34 % de mortalité (sur 145 individus traités). Le test de Kruskal-Wallis a indiqué une différence significative ($p = 0,01556$) entre ces différents taux de mortalité. BioElit s'est avéré plus efficace que Yirifla qui n'a pas montré d'effet insecticide efficace contre ce ravageur, puisque le taux de mortalité enregistré avec Yirifla est similaire à celui du témoin blanc (eau). Mais l'effet de BioElit s'est révélé moindre que celui du produit chimique (**Figure 3A**).

3-2. Efficacité des traitements contre *Helopeltis* sp.

L'effet toxique du biopesticide BioElit et celui de Yirifla ont entraîné respectivement la mort de 55,85 % et 22,58 % de la population de *Helopeltis* sp. en moyenne sur 122 et 87 individus traités. L'insecticide chimique a causé une mortalité de 100 % sur 118 individus traités ; un taux de mortalité de 16,44 % sur 85 individus a été observé au niveau du témoin eau. Le test de Kruskal-Wallis a indiqué une différence significative ($p = 0,017$) entre les traitements. L'insecticide chimique a été plus efficace que BioElit qui, quant à lui, a causé une mortalité plus élevée de la population du ravageur par rapport à au produit Yirifla et au témoin eau (**Figure 3B**).

3-3. Mortalités comparées entre insectes pour chaque traitement

Considérant les pourcentages des insectes morts, il est observable que *Helopeltis* sp. a été plus sensible aux traitements que *S. singularis*. Autrement dit, les taux de mortalité de population de *Helopeltis* sp. ont été relativement plus élevés que ceux de *S. singularis* pour les différents traitements effectués, sauf le traitement chimique qui a éliminé la quasi-totalité de la population de chaque insecte (**Figure 4**).

3-4. Mortalité journalière des insectes en fonction des traitements

Le biopesticide BioElit a causé une mortalité maximale (11,51 %) *S. singularis* au premier d'observation (premier jour après application). La mortalité a, par la suite, varié de 04,65 % à 0,32 % entre le troisième et le septième jour ; et a été pratiquement nulle les autres jours. Contre *Helopeltis* sp., BioElit a causé une mortalité de 30,46 % au premier jour d'observation. Par la suite, la mortalité a varié entre 13,22 % et 3,23 % jusqu'au huitième jour ; et elle a été nulle à partir du neuvième jour. Quant à Yirifla, la mortalité journalière de *S. singularis* causée par ce bio-intrant a varié de 0,82 % à 2,98 % entre le premier jour et le huitième jour d'observation. À partir de neuvième jour, il n'y a pas eu d'individus morts observés de cet insecte. Le pourcentage de *Helopeltis* sp. morts a été maximal (13,84 %) au premier jour et nul à partir du huitième jour (**Figures 5A et 5B**). Contrairement aux bio-intrants dont l'effet a entraîné la mort de quelques insectes au fil des jours, l'insecticide chimique de référence quant-à-lui a éliminé la quasi-totalité des insectes au premier jour d'observation, c'est-à-dire au lendemain du traitement (**Figure 5C**).

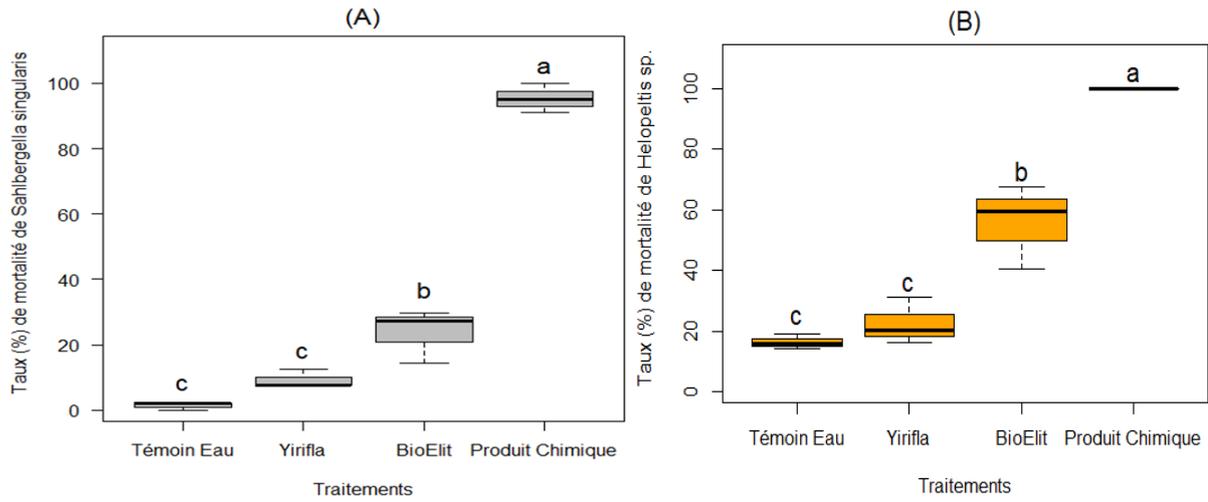


Figure 3 : Effet des traitements sur la mortalité de (A) *Sahlbergella singularis* et (B) *Helopeltis sp.* dans des vergers de cacaoyers

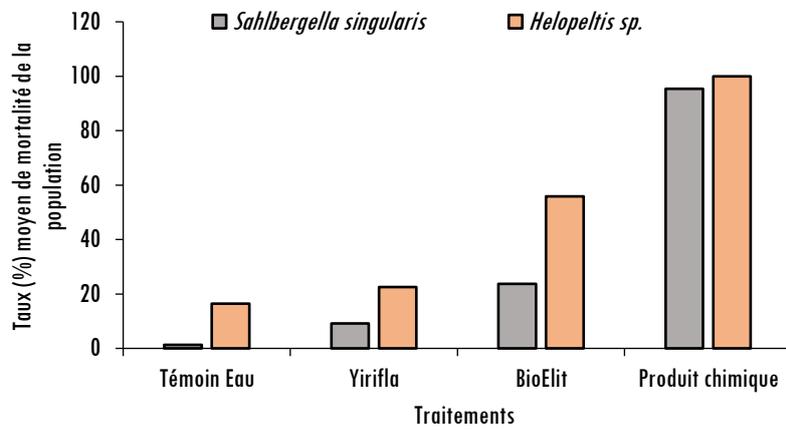
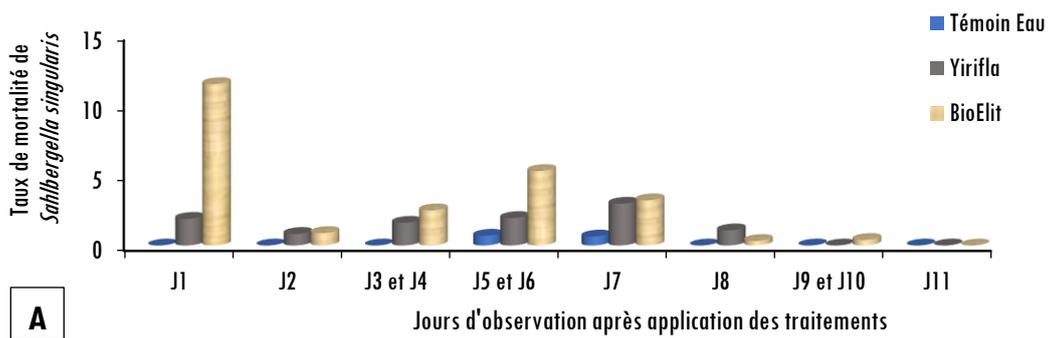


Figure 4 : Mortalité comparée entre insectes en fonction des traitements



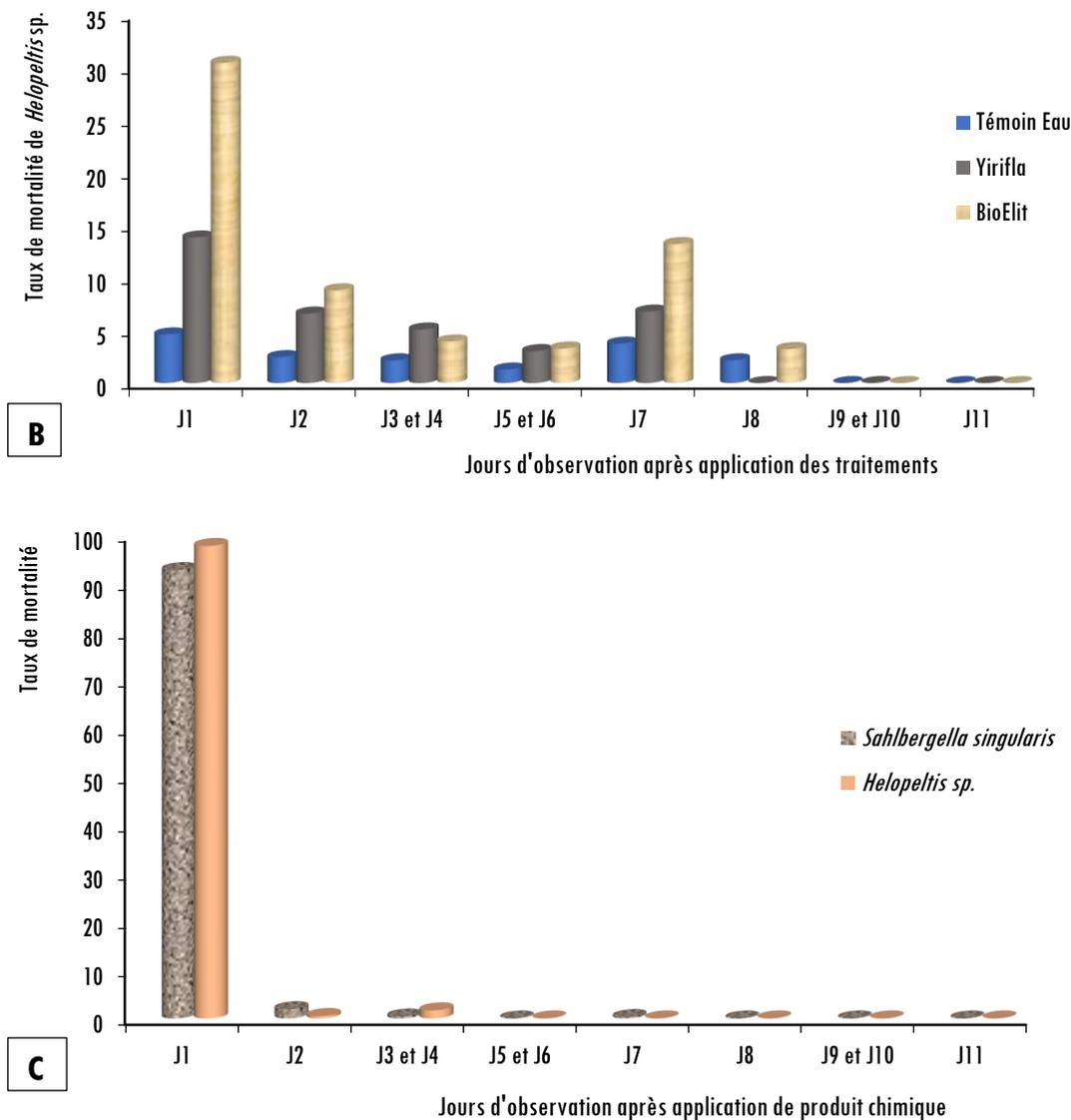


Figure 5 : Efficacité journalière des biopesticides tests contre (A) *Sahlbergella singularis* et (B) *Helopeltis* sp. ainsi que celle du produit chimique de référence contre ces insectes ravageurs du cacaoyer (C) à Yaodankro

4. Discussion

4-1. Efficacité globale des biopesticides tests

Les résultats obtenus dans cette étude ont montré que l'effet toxique des bio-intrants BioElit et Yirifla, appliqués en plantations, est avérée assez faible sur la mortalité de *Sahlbergella singularis*. En revanche, BioElit s'est montré un peu plus efficace sur *Helopeltis* sp. en causant la mort de plus de la moitié de population de ce ravageur. Plusieurs travaux ont démontré que l'efficacité des produits à base d'extraits de plantes et de neem (Azadirachtine) en particulier étaient plus ou moins significative dans la gestion de certains insectes ravageurs en cultures. En effet, l'Azadirachtine est réputée avoir des propriétés insecticide, d'anti-appétence, de répulsion et de régulation de croissance des insectes. Cependant, la manifestation efficace de ces propriétés semble être conditionnée par plusieurs facteurs parmi lesquels le type d'agroécosystème, les

conditions climatiques, le type ou l'espèce d'insecte cible et la dose du biopesticide testé [37 - 42]. Dans le cadre de notre étude, les traitements ayant été effectués au mois de forte saison sèche (janvier), l'effet du climat aurait entraîné l'évaporation et/ou la dégradation rapide d'une grande partie du produit pulvérisé. Ce qui ferait qu'un nombre important d'individus de *S. singularis* observés ne recevraient pas la dose toxique nécessaire des principes actifs de ces biopesticides. Selon [40], les conditions agroécologiques avec un fort ensoleillement constitueraient un facteur limitant à l'expression des réelles potentialités de biopesticides à base d'Azadirachtine. Ces auteurs ont aussi observé dans l'une de leurs localités d'étude que, à la dose de 2 l/ha d'Azadirachtine, le traitement a été moins efficace dans la gestion des chenilles de *Helicoverpa armigera* (l'un des ravageurs du cotonnier) en milieu de culture. Dose qui correspondait à celle de BioElit prescrite sur son étiquette et qui a été utilisée dans cet essai. Les deux insectes ravageurs ont cependant été relativement plus sensibles au traitement BioElit qu'à celui de Yirifla. Ceci pourrait être dû au fait que les principes actifs de BioElit (comportant Azadirachtine + Salanine + Nimbine) seraient plus concentrés et plus toxiques contre ces insectes que ceux de Yirifla (Saponine + Chlore + Azote + Phosphore + Potassium) qui a été appliquée à la dose de 1 l/ha. [41] ont aussi remarqué une action faible d'Azadirachtine 10 g/l à la dose d'un litre à l'hectare sur les pucerons *Aphis gossypii*. La toxicité moindre du biopesticide BioElit sur *S. singularis* et moyenne sur *Helopeltis* sp., pourrait aussi s'expliquer par le fait que plusieurs individus de *Helopeltis* sp. auraient reçu une plus grande quantité de gouttelettes de la bouillie du produit atomisé par rapport à ceux de *S. singularis* à cause des sites de refuge de ces insectes sur le cacaoyer. En effet, *S. singularis* se réfugie généralement dans les zones de contact entre les cabosses et l'écorce du tronc et des branches du cacaoyer, dans les zones de jonction entre les branches ainsi que dans les anfractuosités de l'écorce [43]. Ces positionnements permettraient ainsi aux individus de cette espèce de réduire ou d'éviter le contact avec le produit atomisé. En revanche, les individus de *Helopeltis* sp. sont le plus souvent observés sur les chérelles et cabosses au niveau de la face exposée à la lumière [44]. Ce qui ferait que, lors de l'application des traitements, ces derniers seraient plus touchés par les gouttelettes de la bouillie de produits par rapport aux individus de *S. singularis* qui sont moins exposés. [37, 45] ont en effet démontré que l'efficacité ou la toxicité des biopesticides à base de neem est fonction de la concentration ou la dose des principes actifs reçue par les sujets traités.

4-2. Efficacité journalière des produits tests

Concernant la toxicité des traitements dans le temps, l'on a remarqué que les traitements ont fait leur effet dès le premier jour suivant celui de l'application des produits. La mortalité des insectes traités aux biopesticides a été notée sur sept à huit jours avec le maximum de morts au premier jour d'observations. [37] ont rapporté que l'extrait de graines de neem à 80 % aurait un effet élevé et immédiat sur les pucerons et les chenilles du chou. Par contre, [45] ont observé au laboratoire que les taux de mortalité des chenilles du chou par contact avec les extraits de graines de neem augmentent progressivement au fil des jours. L'insecticide de synthèse a été quant à lui, très nettement efficace contre nos deux insectes ravageurs en éliminant la quasi-totalité de leurs populations au premier jour. Cela s'explique probablement par le fait que les substances actives des pesticides chimiques soient plus toxiques et atteignent plus rapidement les sites cibles visés par rapport aux principes actifs des biopesticides qui agissent plus lentement [46, 47]. L'insecticide chimique utilisé est produit à l'action binaire dont les matières actives sont de la famille des Néonicotinoïdes et des Pyréthriinoïdes. Les molécules de ces familles chimiques sont des neurotoxiques qui agissent au niveau du système nerveux respectivement comme modulateurs de compétiteurs des récepteurs nicotiniques de l'acétylcholine et modulateurs des canaux sodiques voltage-dépendant causant rapidement la paralysie puis la mort du sujet traité [46, 47].

5. Conclusion

Les travaux de cette étude ont permis d'évaluer l'efficacité des bio-intrants BioElit et Yirifla, comparés à l'insecticide chimique de synthèse (Premium 50 EC), sur les mirides *Sahlbergella singularis* et *Helopeltis* sp., principaux insectes ravageurs du cacaoyer dans les vergers à Yaodankro. Appliqué en plantation à la dose actuelle éditée sur son étiquette, Yirifla ne montre pas d'effet insecticide efficace contre ces deux ravageurs. En revanche, l'effet insecticide de BioElit existe, bien que son efficacité soit moindre que celle du produit chimique contre ces mirides. Par conséquent, dans un souci de protection de l'environnement et de conservation/gestion de la biodiversité, le biopesticide BioElit peut être conseillé dans un système de gestion intégrée de ces insectes ravageurs dans les plantations de cacaoyers.

Références

- [1] - M. DUFUMIER, L'adaptation de la cacaoculture ivoirienne au dérèglement climatique : L'agroécologie pourrait-elle être une solution ? Plate-Forme pour le Commerce Équitable. Rapport de Mission, (2016) 16 p.
- [2] - CONSEIL DU CAFÉ-CACAO, Évolution de la filière café-cacao de 2012 à 2017. 4eme Edition des Journées Nationales du Cacao et du Chocolat (JNCC), Abidjan, (2017) 60 p.
- [3] - K. M. YAO, O. KAMBIRÉ, K. C. KOUASSI, R. KOFFI-NÉVRY et T. S. GUÉHI, Risk Prevention of Fungal Contamination of Raw Cocoa Beans in Côte d'Ivoire : Case of Polyhexamethylene Guanidine Hydrochloride (PHMGH). *Food and Public Health*, 7 (2) (2017) 40 - 50
- [4] - B. T. A. VROH, N. E. J. ABROU, Z. B. GONE BI et C. Y. ADOU YAO, Système agroforestier a cacaoyers en Côte d'Ivoire : Connaissances existantes et besoins de recherche pour une production durable. *Revue Marocaine des Sciences Agronomique et Vétérinaires*, 7 (2019) 99 - 109
- [5] - BASIC, La face cachée du chocolat : Une comparaison des coûts sociaux et environnementaux des filières conventionnelles, durables et équitables du cacao. Rapport complet, (2016) 110 p.
- [6] - K. D. KRA, K. E. KWADJO, B. G. DOUAN, F. S. KOUAKOU et M. DOUMBIA. Évaluation de l'efficacité de l'insecticide Pyréthrum 5 EW comparée à la Boradyne super 45 EC contre les ravageurs du cacaoyer (*Theobroma Cacao* L), *Afrique SCIENCE*, 13 (3) (2017) 354 - 363
- [7] - G. M. TAHI, A. R. AKA, W. P. N'GUESSAN, K. F. N'GUESSAN, K. KOUAKOU, A. A. ASSIRI et O. TAHOOU, Le point sur la lutte contre la maladie du swollen shoot du cacaoyer en Côte d'Ivoire. Centre national de recherche agronomique, in Le CNRA en 2016. Rapport, (2017) 7 p.
- [8] - S. H. KOUA, N. A. M.-D. COULIBALY et W. A. M. ALLOUEBORAUD, Caractérisation vergers et des maladies de cacao de la Côte d'Ivoire : Cas des départements d'Abengourou, Divo et Soubré. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 35 (3) (2018) 5706 - 5714
- [9] - BANQUE MONDIALE, Situation économique en côte d'ivoire, au pays du cacao : comment transformer la Côte d'Ivoire. Rapport, (2019) 61 p.
- [10] - L. BOCKEL, S. A. OUEDRAOGO, K. A. AUGUSTE, P. GOPAL, Analyse prospective de la filière cacao en Côte d'Ivoire 2020-2030 — Vers une politique commune de marché de cacao en Afrique de l'Ouest. Accra, FAO, (2021) 41 p., DOI : 10.4060/cb6508fr
- [11] - ICCO, Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XLIV, N°. 4, Cocoa Year 2017/18, (2018) <https://www.icco.org/app/statistics/>
- [12] - ICCO, Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XLV, N°. 4, Cocoa Year 2018/19, (2019) <https://www.icco.org/app/statistics/>
- [13] - ICCO, Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XLV, N°. 4, Cocoa Year 2019/20, (2020) <https://www.icco.org/app/statistics/>

- [14] - ICCO, Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XLV, N°. 4, Cocoa Year 2020/21, (2021) <https://www.icco.org/app/statistics/>
- [15] - ICCO, Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XLV, N°. 4, Cocoa Year 2021/22, (2022) <https://www.icco.org/app/statistics/>
- [16] - ICCO, Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XLIX, N°.3, Cocoa Year 2022/23 (2023) <https://www.icco.org/app/statistics/>
- [17] - D. M. M. NDOUNGUE, Origine et modes de dispersion des épidémies dues à *Phytophthora megakarya* dans les systèmes de cacaoculture innovants au Cameroun. Unité de Recherche Biologie et Génétique des Interactions Plantes-Parasites (BGPI), Université de Montpellier, France, Thèse de doctorat, (2020) 192 p.
- [18] - A. OUATTARA, Isolement et sélection de bactéries endophytes natives du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) efficaces dans le biocontrôle de *Phytophthora* spp., agent causal de la pourriture brune des cabosses. Agriculture et foresterie tropicale, UFR Agroforesterie, Université Jean LOROUGNON GUEDE, Daloa, Côte d'Ivoire ; Thèse de doctorat, (2020) 232 p.
- [19] - K. KOUAKOU, B. I. KÉBÉ, N. KOUASSI, A. P. ANNO, S. AKÉ et E. MULLER, Impact de la maladie virale du swollen shoot du cacaoyer sur la production de cacao en milieu paysan à Bazré (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 43 (2011) 2947 - 2957
- [20] - K. KOUAKOU, B. I. KÉBÉ, N. KOUASSI, S. AKÉ, C. CILAS et E. MULLER, Geographical distribution of Cacao swollen shoot virus molecular variability in Côte d'Ivoire. *Plant Disease The American Phytopathological Society*, 96 (2012) 1445 - 1450, DOI : 10.1094/
- [21] - C. S. TRA BI, Diversité spécifique et dégâts des termites dans les cacaoyères (*Theobroma cacao* L., 1753) de la région d'Oumé en Côte d'Ivoire. UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, Thèse de doctorat, (2013) 287 p.
- [22] - K. KOUAKOU, Diversité moléculaire du CSSV (*Cocoa swollen shoot virus*) et épidémiologie de la maladie du swollen shoot du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) en Côte D'ivoire. Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte D'ivoire, Thèse de doctorat, (2014) 151 p.
- [23] - N. N. KOUAMÉ, F. K. N'GUESSAN, H. A. N'GUESSAN, P. W. N'GUESSAN et Y. TANO, Variations saisonnières des populations de mirides du cacaoyer dans la région de l'Indénié-Djuablin en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 83 (2014) 7595 - 7605, DOI : 10.4314/jab.v83i1.2
- [24] - N. N. KOUAMÉ, F. K. N'GUESSAN, H. A. N'GUESSAN, P. W. N'GUESSAN et Y. TANO, Variations saisonnières des populations de mirides du cacaoyer dans la région du Haut-Sassandra en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 25 (1) (2015) 3787 - 3798, DOI : 10.4314/jab.v83i1.2
- [25] - A. R. AKA, K. COULIBALY, W. P. N'GUESSAN, K. KOUAKOU, G. M. TAHI, K. F. N'GUESSAN1 et N. ZAKRA N., Cocoa Swollen Shoot Disease in Côte Ivoire: History of Expansion from 2008 to 2016. *International Journal of Sciences*, 9 (01) (2020) 52 - 60, DOI : 10.18483/ijSci.2203
- [26] - T. K. GUESSAN-BI, K. L. KOUAMÉ, K. É. KWADJO, K. D. KRA et M. DOUMBIA, Abundance and dynamics of the main Heteroptera pests of cocoa tree in the orchards of the department of Méagui (South-West, Côte d'Ivoire). *Journal of Agricultural Science*, 14 (8) (2022) 40 - 49, DOI :10.5539/jas.v14n8p40
- [27] - T. K. GUESSAN-BI, K. L. KOUAMÉ, K. É. KWADJO, K. D. KRA et M. DOUMBIA, Farmers' Practices for the Orchard's Maintenance and Post-Harvest Treatment of Cocoa in Infiltrated Classified and Unclassified Zone of Méagui (South-West, Côte d'Ivoire). *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 12 (2023) 275 - 295, DOI : 10.4236/jacen.2023.123021
- [28] - G. AFRANE et A. NTIAMOAH, Pesticides in the Modern World-Risks and Benefits: 4. Use of Pesticides in the Cocoa Industry and Their Impact on the Environment and the Food Chain. Livre, (2011) 51 - 68 p.
- [29] - R. ADU-ACHEAMPONG, J. JIGGINS, A. V. HUIS, A. R. CUDJOE, V. JOHNSON, O. SAKYI-DAWSON et E. T. N. QUARSHIE, The cocoa mirid (Hemiptera : Miridae) problem: evidence to support new recommendations

- on the timing of insecticide application on cocoa in Ghana. *International Journal of Tropical Insect Science*, 34 (1) (2014) 58 - 71, DOI : 10.1017/S1742758413000441
- [30] - ICCO, Utilisation des pesticides dans la production cacaoyère : Guide destiné au personnel des services de formation et de recherche. 3e édition, (2015) 127 p.
- [31] - E. J. ANO, A. TAHIRI, Y. K. S. DIBY, Y. M. SIAPO, Évaluation des pratiques phytosanitaires paysannes dans les cacaoyères : Cas du département d'Abengourou (Est, Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 38 (1) (2018) 6159 - 6174
- [32] - A. A. OUATTARA, G. I. D. KROUBA, A. C. A. KOUAKOU, A. A. I. R. ADOPO, P. FAURET, B. COULIBALY et F. COURTIN, Pression anthropique et dynamique paysagère en zone de forêt ivoirienne dans la région de Méagui. *Tropicultura*, 36 (2) (2018) 183 - 194
- [33] - M. DANHO, K. N. K. BINI, N. A. ADJA, A. J. GNAGO et F. AKAMOU, Efficacité des néonicotinoïdes et des pyréthrinoïdes utilisés contre le foreur des tiges du cacaoyer (*Eulophonotus myrmeleon* Felder : Lepidoptera, Cossidae). Implications dans la stratégie de protection de la cacaoculture en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8 (2) (2014) 459 - 467, DOI : 10.4314/ijbcs.v8i2.6
- [34] - CONSEIL RÉGIONAL DE LA NAWA, La NAWA : le guide des potentiels à découvrir. ouvrage de guide, (2019) 48 p.
- [35] - M. HOUILLIER, Recherche d'une méthode de test biologique dans la lutte chimique contre les mirides du cacaoyer en Afrique. O.R.S.T.O.M., Collection de Références, 7022 (1974) 103 - 111 p.
- [36] - W. S. ABBOTT, A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18 (1925) 265 - 267
- [37] - J. A. GNAGO, M. DANHO, T. A. AGNEROH, I. K. FOFANA et A. G. KOHOU, Efficacité des extraits de neem (*Azadirachta indica*) et de papayer (*Carica papaya*) dans la lutte contre les insectes ravageurs du gombo (*Abelmoschus esculentus*) et du chou (*Brassica oleracea*) en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4 (4) (2010) 953 - 966
- [38] - A. D. MONDEJJI, W. S. NYAMADOR, K. AMEVOIN, G. K. KETOH et I. A. GLITHO, Efficacité d'extraits de feuilles de neem *Azadirachta indica* (Sapindale) sur *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae), *Hellula undalis* (Lepidoptera : Pyralidae) et *Lipaphis erysimi* (Hemiptera : Aphididae) du chou *Brassica oleracea* (Brassicaceae) dans une approche « Champ Ecole Paysan » au sud du Togo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8 (5) (2014) 2286 - 2295, DOI : 10.4314/ijbcs.v8i5.30
- [39] - F. BIAO, L. AFOUDA et D. KONÉ, Effet des extraits aqueux à base d'ail (*Allium sativum*), de neem (*Azadirachta indica*), d'hyptis (*Hyptis* spp.) et d'huile d'arachide sur les pucerons, vecteurs du virus de la panachure du piment vert (*Capsicum chinense*) au Nord-Bénin. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 38 (3) (2018) 6336 - 6348
- [40] - G. BONNI, M. ADEGNIKA et A. PARAÏSO, Efficacité d'un insecticide à base de neem dans la lutte contre les ravageurs du cotonnier au Bénin. *Tropicultura*, 36 (4) (2018) 762 - 772
- [41] - B. SANÉ, D. BADIANE, M. T. GUEYE et O. FAYE, Évaluation de l'efficacité biologique d'extrait de neem (*Azadirachta indica* Juss.) comme alternatif aux pyréthrinoïdes pour le contrôle des principaux ravageurs du cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) au Sénégal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12 (1) (2018) 157 - 167
- [42] - M. AKOUDJIN, K. DABIRE, M. B. SOMDA, A. M. KINDA, O. BADO et C. Y. KABORE-ZOUNGRANA, Effet des extraits de neem (*Azadirachta indica* (A.) Juss.) comme biopesticides sur les insectes ravageurs du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) dans le centre Ampo/Tond-Tenga, zone peri-urbaine de Ouagadougou, Burkina Faso. *International Journal of Current Research*, 15 (01) (2023) 23365 - 23371, DOI : 10.24941/ijcr.44666.01.2023

- [43] - R. BABIN, Contribution à l'amélioration de la lutte contre le miride du cacaoyer *Sahlbergella singularis* Hagl. (Hemiptera : Miridae). Influence des facteurs agroécologiques sur la dynamique des populations du ravageur. Zoologie des invertébrés, Université Paul Valéry, Montpellier III, France, Thèse de doctorat, (2009) 241 p.
- [44] - E. M. LAVABRE, Ravageurs des cultures tropicales. Le technicien d'Agriculture Tropicale, G.-P. Maisonneuve et Larose, Paris, (1992) 178 p.
- [45] - D. DIABATÉ, E. A. B. KADIO et Y. TANO, Toxicité des extraits aqueux de *Azadirachta indica* A. Juss et de *Jatropha curcas* L. Sur *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera : Plutellidae) par contact. *Agronomie Africaine*, 32(4) (2020) 489 - 498
- [46] - F. LOUAT, Étude des effets liés à l'exposition aux insecticides chez un insecte modèle, *Drosophila melanogaster*. Sciences agricoles, Université d'Orléans, Français. Thèse de doctorat, (2013) 214 p.
- [47] - L. G. G. BOTTY, K. D. KRA, K. E. KWADJO, D. S. SORO et M. DOUMBIA, Effets comparés, en condition de laboratoire, d'insecticides chimiques et biologiques sur les paramètres post-embryonnaires de *Rhynocoris albopilosus* Signoret, 1858 (Hétéroptères : Reduviidae). *Afrique SCIENCE*, 20 (2) (2022) 1 - 16