

Évaluation du baume de cajou et des huiles végétales pour la lutte contre les principaux insectes ravageurs du chou (*Brassica oleracea*) en milieu paysan au Sud du Bénin

Amoussou Fernand SOTONDI^{4*}, Cocou Angelo DJIHINTO¹, Ayitondji Elie DANNON², Mikandar Regix SAGBO³, Ouorou Kobi KPINDOUI DOURO⁶ et Chèpo Daniel CHOUGOUROU⁵

¹ Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée à l'EPAC, Bénin

² Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Laboratoire d'Entomologie Appliquée à INRAB, Bénin

³ Université Nationale des Sciences, Technologies, Ingénieries, et de Mathématiques d'Abomey (UNSTIM), Entomologie Agricole, Laboratoire d'Entomologie Appliquée, Bénin

⁴ Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire des Biopesticides de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA-Bénin), Bénin

⁵ Institut International d'Agriculture Tropicale-Bénin, Laboratoire d'Entomopathogène de l'IITA, Bénin

⁶ Entomologie et Protection des Végétaux à l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée de l'EPAC, Bénin

(Reçu le 16 Février 2022 ; Accepté le 22 Mars 2022)

* Correspondance, courriel : fernandsotondji@yahoo.com

Résumé

La gestion des ravageurs du chou est devenue très préoccupante au Sud du Sahara où les principaux ravageurs de cette culture ont été signalés comme principale cause de baisse considérable du rendement de cette spéculature. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité des huiles végétales et le baume de cajou pour le contrôle des principaux insectes ravageurs dans la production de chou. Les travaux ont été réalisés sur le site maraîcher de Sèmè-Kpodji. Les traitements comprenaient des huiles de trois plantes, à savoir *Tephrosia purpurea*, *Ricinus communis*, *Thevetia nerifolia* et le baume de cajou par rapport à un insecticide synthétique (Lambda cyhalothrine) et à celui d'un pesticide botanique (Topbio). Six traitements ont été comparés sur la culture de chou. Les parcelles de chou ont été disposées en blocs complets randomisés et équilibrés. Le logiciel R Core Team (version 3.6.3-2020) a été utilisé pour faire les différentes analyses. Les traitements à base d'huile de *T. purpurea*, le baume de cajou à froid, le Topbio et lambda cyhalothrine ont significativement réduit les populations de *P. xylostella*, de *H. undalis* et de *L. erysimi* sur le chou. Les rendements moyens en pommes de chou commercialisables sont compris entre $2,20 \pm 0,73$ t/ha pour les témoins ; $14,10 \pm 4,57$ t/ha, $13,74 \pm 0,90$ t/ha pour les parcelles traitées avec *Tephrosia* et le baume de cajou et de $(18,15 \pm 3,20)$ t/ha pour les parcelles traitées avec l'insecticide de synthèse lambda cyhalothrine. L'activité larvicide des extraits observée à faible dose sur les larves de *P. xylostella* et *H. undalis* offre un avantage alternatif dans le contrôle des ravageurs du chou en milieu paysan.

Mots-clés : pesticide botanique, insectes ravageurs, chou, Bénin.

Abstract

Evaluation of cashew balm and vegetable oils for the control of the main insect pests of cabbage (*Brassica oleracea*) in the farming environment in southern Benin

Pest management of cabbage has become a major concern in the sub-Saharan region where major pests of this crop have been reported to be the main cause of considerable yield loss in this crop. The objective of this study was to evaluate the efficacy of vegetable oils and cashew balsam for the control of major insect pests in cabbage production. The work was carried out on market gardening sites in Sèmè-Kpodji. Treatments included oils from three plants, namely *Tephrosia purpurea*, *Ricinus communis*, *Thevetia neriifolia* and cashew balsam versus a synthetic insecticide (Lambda cyhalothrin) and a botanical pesticide (Topbio). Six treatments were compared on the cabbage crop. Cabbage plots were arranged in randomized, balanced complete blocks. R Core Team software (version 3.6.3-2020) was used to perform the various analyses. *T. purpurea* oil, cold cashew balsam, Topbio and lambda cyhalothrin treatments significantly reduced *P. xylostella*, *H. undalis* and *L. erysimi* populations on cabbage. Average marketable cabbage yields ranged from 2.20 ± 0.73 t/ha for controls; 14.10 ± 4.57 t/ha, 13.74 ± 0.90 t/ha for plots treated with *Tephrosia* and cashew balm and (18.15 ± 3.20) t/ha for plots treated with the synthetic insecticide lambda cyhalothrin. The larvicidal activity of the extracts observed at low doses on *P. xylostella* and *H. undalis* larvae offers an alternative advantage in the control of cabbage pests in the farming environment.

Keywords : *botanical pesticide, insect pests, cabbage, Benin.*

1. Introduction

L'insécurité alimentaire demeure de nos jours l'une des plus grandes préoccupations dans le monde entier actuellement confronté aux perturbations climatiques et à une montée démographique explosive [1]. La FAO avance le nombre de 923 millions de personnes souffrantes de la faim en 2007, soit une augmentation de plus de 80 millions de personnes par rapport à la période de référence 1990-1992 [1]. A l'échelle mondiale, les cultures légumières jouent un rôle primordial dans les programmes de sécurité alimentaire et nutritionnelle [2]. La culture des Brassicacées représente une importante ressource alimentaire avec plus de 70 millions de tonnes produites dans le monde [3]. Cette famille comprend 350 genres dont 3 500 espèces cultivées et sauvages [4] dont le chou représente l'une des plus importantes. L'Afrique ne représente que 5,8 % de la production mondiale [3]. Au Bénin, [5] ont montré que sur 11 cultures maraîchères principalement cultivées au Sud du pays, le chou, *Brassica oleracea* L. (Capparales : Brassicaceae), est l'une des cultures les plus attaquées par un complexe de ravageurs dont *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera : Plutellidae). La pression exercée par les bioagresseurs constitue un frein majeur à l'augmentation de la productivité et à l'amélioration de la qualité de la production de chou. La teigne du chou, *P. xylostella* (L.) (Lepidoptera : Plutellidae), représente parmi les lépidoptères du chou, le principal ravageur du chou dans de nombreuses régions du monde et plus précisément en Afrique de l'Ouest. Elle provoque à elle seule des pertes allant de 90 % [6, 7]. C'est une espèce oligophage qui se nourrit exclusivement des plantes de la famille des Brassicacées (ex : Crucifères). Elle est attirée par les composés soufrés appelés glucosinolates, caractéristiques de cette famille végétale. Elle vit essentiellement sur les choux et les autres Brassicacées cultivées (moutarde, colza, navet, etc.), mais on la trouve aussi sur les espèces sauvages (bourse à pasteur, cardamine, ravenelle, etc.) qui peuvent servir de réservoir durant les périodes où les cultures ne sont pas disponibles [8]. Ces composés chimiques constituent des phagostimulants pour les chenilles et des stimulants de l'oviposition chez les femelles [9]. Face à ces ravageurs, l'emploi des insecticides de synthèse constitue la principale méthode de lutte à laquelle les agriculteurs font recours. Cependant, leur utilisation a montré certaines limites : impact

sur la biodiversité, dont l'élimination des ennemis naturels [10] ; impact sur la santé des utilisateurs et des consommateurs (résidus de pesticides), augmentation des coûts de production [11]; apparition de souches résistantes [12, 13]. En effet, les maraîchers béninois utilisent pour la protection de chou, 46 litres de pesticides chimiques concentrés en 19 applications par hectare [5]. Une étude diagnostique des problèmes phytosanitaires réalisée au Bénin sur la protection des légumes au Sud a montré que le chou est l'une des cultures exigeant une gamme variée et une forte utilisation de pesticides chimique dangereux dans l'agro-écosystème urbain et périurbain [14]. Malgré ces efforts croissant de lutte contre ce bioagresseur, la résistance de *P. xylostella* aux pesticides est largement répandue [14]. *P. xylostella* a montré une résistance à presque tous les insecticides agricoles et même au biopesticide à base de la toxine de *Bacillus thuringiensis* (Bt) [15]. Ce fait, associé aux problématiques de la lutte chimique, montre clairement que des méthodes alternatives de luttés efficaces contre ces ravageurs s'imposent. C'est dans cette optique que cette étude a été réalisée visant à répondre à cette situation critique. Pour juguler la résistance développée par ces insectes, différentes méthodes alternatives ont été mises en place. Au nombre de celles-ci figure l'utilisation de plus en plus croissante d'extraits de plantes [16]. L'une des mesures alternatives dans la gestion de la résistance est l'usage des outils et méthodes de lutte non chimiques pour autant qu'ils contribuent efficacement à lutter contre la teigne du chou. D'une façon générale, les extraits de plantes pesticides sont moins dangereux que les pesticides de synthèse [17], même si certains extraits de plantes comme la nicotine peuvent être toxiques à certaines doses sur les organismes vivants [18]. La décomposition assez rapide et la faible action polluante sont les avantages des plantes pesticides [17]. Dans certaines conditions, les extraits de plantes peuvent avoir une efficacité comparable à celle des insecticides classiques. Si cette dernière efficacité n'est pas complète, elle peut néanmoins permettre de maintenir la population des ravageurs en dessous du seuil de nuisibilité et réduire l'usage des pesticides de synthèse utilisés sur les légumes. Il est donc apparu nécessaire de rechercher des alternatives à l'utilisation fréquente de ces produits qui d'ailleurs conduit à la sélection des individus non sensibles [16]. Bien que plusieurs travaux de laboratoire aient démontré l'effet des extraits botaniques notamment des huiles essentielles à lutter contre les insectes ravageurs du chou [19, 20], aucune étude n'a été menée à ce jour pour évaluer l'effet insecticide des extraits d'huile végétale de *R. communis*, *T. neriifolia*, *T. purpurea* et du baume de cajou pour le contrôle des insectes ravageurs du chou en condition de champ au Bénin. C'est donc dans le but de combler ce gap que cette étude a été menée en vue de déterminer l'effet des extraits d'huile végétale de trois plantes insecticides sur la dynamique de populations des insectes ravageurs dans le champ de chou.

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude de la culture de chou et de la tomate en milieu réel

L'étude a été conduite de décembre 2020 à décembre 2021 pendant la saison sèche et la saison pluvieuse sur une parcelle expérimentale logée au sein du site maraîcher de Sèmè-Kpodji. La région appartient au régime climatique tropical de type subéquatorial. Ce climat est caractérisé par quatre saisons dont deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches. La pluviométrie moyenne annuelle varie entre 1100 et 1200 mm et la température moyenne annuelle varie entre 25 et 27°C [21].

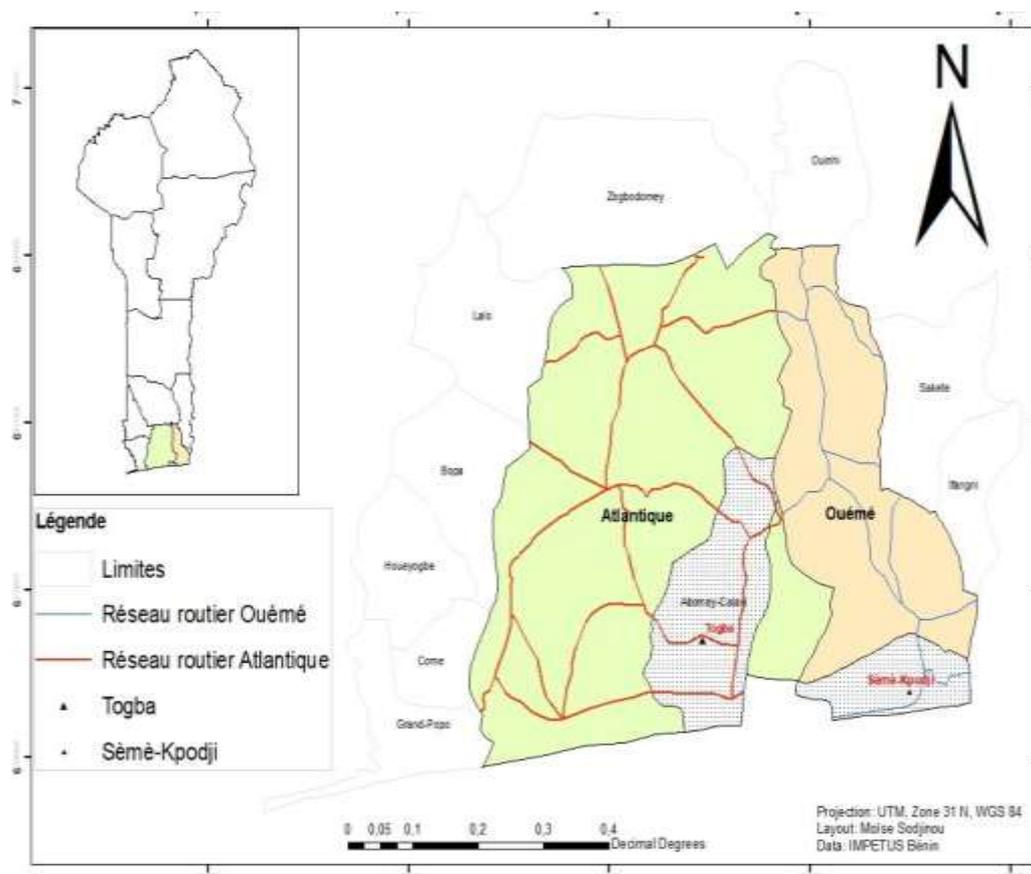


Figure 1 : Périmètre montrant les différentes zones d'étude colorées en rouge (Semè-Kpodji)
Source : Sotondji 2020

2-2. Matériel végétal

L'activité biocide de quatre plantes sur les principaux insectes ravageurs du chou a été testée. Il s'agit de : *R. communis*, *T. purpurea*, *T. neriifolia* et de *A. occidentale*. Les raisons qui justifient ces choix reposent d'une part sur la revue de littérature scientifique sur les propriétés insecticides de ces plantes et de leurs vertus médicinales. Les matières végétales utilisées sont prélevées entre septembre 2018 et mars 2019. Les graines mûres de *T. neriifolia* tombées d'elles-mêmes ont été récoltées dans les départements des collines et du littoral. Les graines mûres d'anacardier tombées d'elles-mêmes ont été également collectées des divers champs dans la commune de Glazoué et de Savalou. Concernant *T. purpurea*, ses organes ont été produits dans un domaine privé dans la commune d'Abomey-Calavi. La semence de chou (variété KK cross) a été utilisée pour réaliser les essais en milieu réel. Le choix de cette variété s'explique par le fait qu'elle peut être cultivée aussi bien en saison sèche qu'en saison pluvieuse et serait résistante à des maladies bactériennes et fongiques. Le choix de cette culture s'explique par le fait qu'elle est très pratiquée par les maraîchers des sites enquêtés et hébergent les ravageurs les plus redoutables. Cette culture a été installée en collaboration avec les maraîchers.

2-3. Matériel du terrain

Le matériel du terrain est constitué d'engrais minéraux (NPKBS et Urée), des extraits d'huile de *Tephrosia*, *Thevetia*, *ricinus* et le CNSL extraction à froid, de mètres ruban et décimètres, des marqueurs, d'appareil photo numérique d'appareil de pulvérisation, de pots et sachets, d'enveloppes, de glacière et peson, de houes et de la machette.

2-4. Méthodes

Le choix de la méthode d'extraction et du solvant a été fait après plusieurs essais de méthode avec différent solvant. Suite à ces essais, il ressort que la méthode d'extraction par Soxhlet avec le solvant (Ethylacétate, Acétone, éther de pétrole et l'hexane) a généré plus d'efficacité insecticide de l'extrait obtenu [22].

Tableau 1 : Parties des plantes utilisées et méthodes d'extraction

Espèces	Parties utilisées	Nature des extraits	Méthodes
<i>Ricinus communis</i>	Graines	Huile végétale	Soxhlet
<i>Thevetia nerifolia</i> juss	Amande des graines	Huile végétale	Soxhlet
<i>Tephrosia purpurea</i>	Graines	Huile végétale	Soxhlet
<i>Anacardium occidentale</i>	Coques des graines	CNSL à froid	Coques brutes fragilisées sans traitement préalable soumise à l'extraction

2-5. Évaluation de l'efficacité des pesticides botaniques et lambda cyhalothrine sur les insectes ravageurs du chou au champ

2-5-1. Dispositif expérimental

Pour la culture de chou au champ, le dispositif expérimental était un bloc aléatoire complet avec 5 répétitions et 6 traitements complètement randomisés dans chacun des blocs. La parcelle élémentaire était 12,48 m² (7,8 m x 1,6 m). Les distances entre les planches sont de 1m et entre les blocs de 2 m. Les écartements des plants sont de 0,4 m sur les lignes et de 0,4m entre les lignes pour le chou. Cinq traitements à base d'extraits d'huile végétale (**Tableau 2**) ont été comparés au témoin négatif avec un témoin de référence Lambda cyalothrine. La préparation de la bouillie insecticide a consisté à diluer une quantité de la formulation commercialisée (prélevée à l'aide d'une seringue graduée) avec une quantité déterminée d'eau (mesurée à l'aide d'éprouvettes graduées) suivant la dose recommandée par le fabricant pour le traitement phytosanitaire des cultures. La dilution de l'insecticide de synthèse a été réalisée pour obtenir la dose de matières actives par hectare. Les plants de chou ont été repiqués à trois semaines d'âge sur des parcelles élémentaires de 12, 48 m². Le champ expérimental a été arrosé deux fois par jour pendant les quatre premières semaines et une fois par la suite. Environ 15 g de NPK ont été utilisés pour fertiliser les planches, une semaine après le repiquage et deux semaines plus tard, un mélange de NPK et d'urée a été appliqué autour des plants. Le champ a été fertilisé avec des déjections, deux semaines après le repiquage.

2-5-2. Applications des traitements

Au total, six applications d'insecticides ont été faites sur les plants de chou dans l'intervalle de six semaines à raison d'une application par semaine. Elles ont été effectuées à l'aide de deux pulvérisateurs à dos à pression entretenue de marque OSATU et de modèle STAR 16 AGRO. L'un a servi à appliquer le pesticide de synthèse (Lambda cyhalothrine) et l'autre à l'application des extraits d'huiles végétales et le Topbio. Ces pulvérisateurs ont été choisis pour leur avantage relatif à la facilité d'utilisation du matériel (appareil tenant dans une seule main, possibilité de traiter la face inférieure des feuilles et de régler le jet provenant de l'appareil). Les différents produits ont été pulvérisés l'une après l'autre sur chaque parcelle expérimentale. Après la pulvérisation d'un extrait, il a été procédé au nettoyage du matériel ayant servi à la manipulation et au traitement. Pour que le traitement soit homogène et dans le but d'atteindre une population importante des ravageurs, les jets ont été orientés de sorte à recouvrir les faces inférieure et supérieure des feuilles de chaque plante. Les traitements ont débuté le 16^{ème} jour après le repiquage. Ils ont été étalés sur les différents cycles de la culture de chou 66 jours. Les traitements ont été faits par semaine [23]

2-6. Collectes hebdomadaires des données à la veille de chaque traitement

Les observations portant sur le dénombrement des insectes ont été effectuées selon les trois stades phénologiques de la culture de chou. Les insectes ont été dénombrés tous les trois jours après le traitement. L'échantillon est constitué de 10 pieds par parcelle élémentaire. Comptage de plants sains et attaqués par les chenilles (*Plutella xylostella* et *Hellula undalis*). L'observation a été réalisée sur 10 plants (5 plants consécutifs sur chacune des deux lignes latérales de chaque parcelle élémentaire). Un plant est considéré comme infesté lorsqu'une feuille au moins héberge un ravageur ou lorsque le plant présente des dégâts ou des symptômes d'attaque. L'inventaire des pucerons a été fait en choisissant de manière aléatoire la 2^{ème} ou 3^{ème} feuille à partir de l'apex de la plante. La surface totale de la feuille et celle occupée par les pucerons ont été déterminées. Les résultats ont été exprimés en termes de recouvrement $R = (\text{surface occupée par les pucerons} / \text{surface totale}) \times 100$. Des intervalles ont été délimités afin d'appréhender le niveau d'attaque de l'espèce selon la méthode de [24] comme ci-dessous :

- $R < 5 \%$, alors l'espèce est rare ;
- $5 \% \leq R < 25 \%$, alors l'espèce est peu commune ;
- $25 \% \leq R < 50 \%$, alors l'espèce est assez abondante ;
- $50 \% \leq R < 75 \%$, alors l'espèce est abondante ;
- $R \geq 75 \%$, alors l'espèce est très abondante ;
- Comptage de fruits verts sains sur 10 fruits (5 fruits sur chacune des deux lignes latérales) dès l'apparition des pommes de chou ;
- Comptage de fruits mûrs attaqués (troués, etc.) sur 10 fruits juste après la récolte (5 fruits sur chacune des deux lignes latérales) ;
- Comptage de fruits mûrs sains sur 10 fruits juste après la récolte (5 fruits sur chacune des deux lignes latérales).

2-7. Estimation des rendements

Les données relatives au rendement ont été obtenues par pesées des pommes commercialisables (chou entier sans trou ou chou portant des trous tolérables ou chou débarrassé totalement de feuilles trouées). Les observations et les récoltes pour l'estimation des rendements sont faites sur les 2 lignes latérales uniquement. Une fois le rendement connu par surface utile, par extrapolation, on exprime le rendement par traitement à l'hectare avec la **Formule** suivante :

$$R = \frac{S1}{PSu} \quad (1)$$

Avec : $R =$ rendement à l'hectare de traitement, $S1 =$ surface en hectare, $PSu =$ production de surface utile

Tableau 2 : Traitement en comparaison

No Objets	Substances	Doses	Observations
T0	Témoin non traité	0	Aucun traitement
T1	Extrait d'huile de <i>Tephrosia purpurea</i>	15 % de formulation	Dose normale
T2	Extrait d'huile de <i>Thevetia neriifolia</i>	15 % de formulation	Dose normale
T3	Extrait d'huile de <i>Ricinus communis</i>	15 % de formulation	Dose normale
T4	Baume de cajou extraction à froid	15 % de formulation	Dose normale
T5	Topbio	125 ml /16 l d'eau/ ha	Dose normale
T6	Lambda cyalothrine	25 ml/10l d'eau / ha	Témoin de référence

2-8. Analyse des données en milieu réel

Après chaque observation, le nombre moyen d'insectes par parcelle élémentaire pour le chou a été calculé au cours des trois stades phénologiques considérés. Le traitement des données a été faite à l'aide d'un tableur et d'un logiciel à savoir : Microsoft office Excel 2016, pour le dépouillement des données et le logiciel R Core Team (version 3.6.3-2020) pour les autres analyses. Le modèle poisson et le modèle linéaire généralisé à effets mixtes ou fixes ont été utilisés pour expliquer le nombre de chenille par parcelle élémentaire en fonction des produits testés. Des analyses de variances à un facteur (ANOVA, $p < 0,05$) ont été également réalisées dans la présente étude. Les valeurs F significatives, ont été comparées en utilisant SNK (Student-Newman-Keuls), seuil de probabilité de 5 %.

3. Résultats

3-1. Effet des produits sur la population de *Plutella xylostella*

Au cours de la phase végétative du chou, le cumul des chenilles de *P. xylostella* récolté ont révélé une différence significative ($F = 8,84$; $p < 0,05$) entre les effets des différents produits utilisés comparés au témoin. Au stade floraison, les analyses statistiques ont révélé une différence significative de l'efficacité entre ces différents produits ($F = 19,104$; $p < 0,05$). Le test de Newman-Keuls a fait ressortir trois groupes homogènes à savoir : le groupe de l'insecticide de synthèse et le Topbio, le groupe CNSL à froid, le témoin et Tephrosia et le troisième groupe constitué de l'huile de *R. communis* et de *T. neriifolia*. Au cours de la phase de floraison-fruitification, les analyses statistiques ont révélé également une efficacité significativement différente ($F = 8,312$; $p < 0,05$) entre les différents produits testés (**Figure 2**). Le test de séparation de Newman-Keuls a laissé apparaître trois produits et le témoin négatif. Le nombre moyen de *Plutella* par traitement pour ces produits est de $1,2 \pm 0,48$; $3,4 \pm 1,2$; $4,4 \pm 0,96$ et de $1,6 \pm 1,04$ /plant pour Lambda cyhalothrine, l'huile de *R. communis*, de *T. neriifolia* et le témoin dose zéro, respectivement. Le CNSL à froid, Topbio et l'huile de *T. purpurea* et le produit chimique de synthèse sont les produits qui ont mieux contrôlé *Plutella* à la phase de fructification $p < 0,05$.

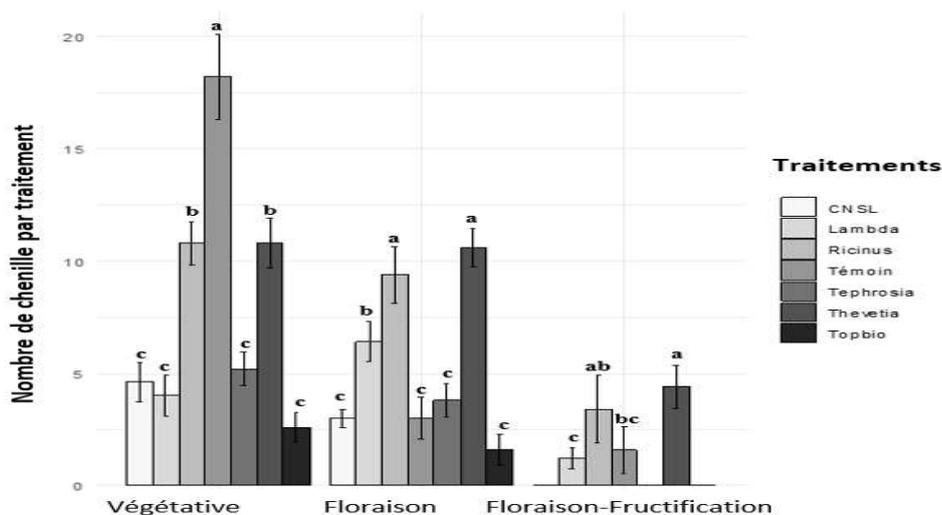


Figure 2 : Effet des produits sur la population de *P. xylostella*

Les traitements ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5 % (Analyse de variance suivie de SNK) SNK Végétative = 30,4; SNK Floraison = 21,1 et SNK Floraison-Fructification = 10,7.

3-2. Effet des produits sur la population de *Hellula undalis*

Au niveau de la phase végétative, les analyses statistiques ont révélé une différence significative entre les différents produits utilisés pour lutter contre *H. undalis* ($F = 13,772$; $p < 0,05$). Le test de Newman-Keuls a montré une réduction élevée du nombre moyen de *H. undalis* par traitement avec le CNSL à froid ($1 \pm 0,40$), l'huile de *T. purpurea* ($1,4 \pm 0,51$) l'huile de *R. communis* ($4,4 \pm 1,2$), l'huile de *T. neriifolia* ($4,6 \pm 0,65$) et Topbio ($0,6 \pm 0,51$). Le nombre moyen de *H. undalis* est de ($5,8 \pm 0,85$). L'insecticide de synthèse a contrôlé la totalité de la population de *H. undalis* pendant la phase végétative du chou (**Figure 3**). Pendant la floraison, les analyses statistiques ont révélé une différence significative entre l'efficacité de ces différents produits ($F = 12,785$; $p < 0,05$). Le test de Newman-Keuls a fait ressortir deux groupes homogènes. Le CNSL à froid, Lambda cyhalothrine, *Tephrosia*, et Topbio constituent le premier groupe homogène. Le second groupe homogène est constitué de l'huile de *R. communis*, *T. neriifolia* et le témoin négatif. Au cours de la phase de floraison-fruitification, les analyses statistiques ont révélé une différence significative ($F = 4,232$; $p < 0,05$) entre les différents produits testés (**Figure 3**). Le test de séparation de Newman-Keuls a classé deux produits et le témoin négatif dans le même groupe. Le nombre moyen de *Hellula* par traitement pour ces produits a été de $1,4 \pm 0,48$; $1,2 \pm 0,75$ et de $2,6 \pm 12$ /plant respectivement pour, l'huile de *R. communis*, de *T. neriifolia* et le témoin dose zéro. Il n'y a aucune différence significative entre l'huile de *T. neriifolia* et du *R. communis* dans la réduction du nombre de *H. undalis* ($F = 6,07$; $P > 0,05$). Le CNSL à froid, Topbio, l'huile de *T. purpurea* et le produit chimique de synthèse lambda cyhalothrine ont réduit significativement le nombre de *H. undalis* par rapport à l'huile de *R. communis*, *T. neriifolia* et le témoin.

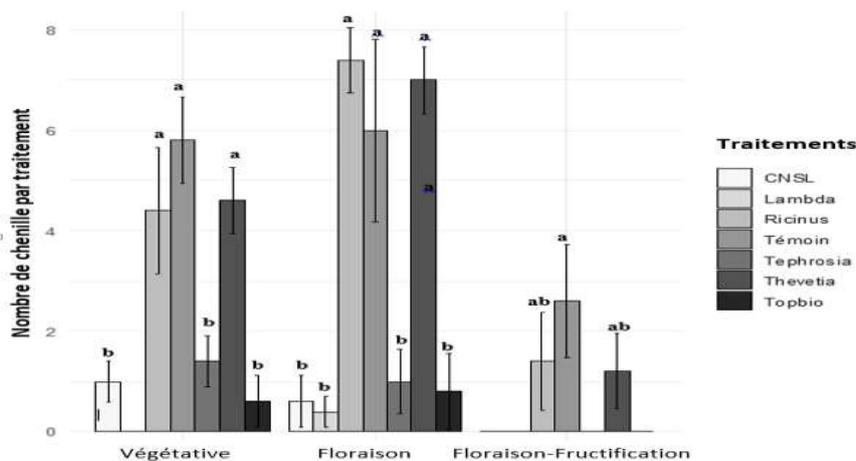


Figure 3 : Effet des produits sur la population de *H. undalis*

Les traitements ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5 % (Analyse de variance suivie de SNK) SNK Végétative = 26,4; SNK Floraison = 22,6 et SNK Floraison-Fructification = 6,1.

3-3. Effets des produits sur la population de *L. erysimi*

L'effet des traitements sur les populations du puceron rencontré a été évalué en terme de recouvrement (surface moyenne occupée par les pucerons / surface totale) 100. La valeur du recouvrement, est attribuée des degrés d'abondance. L'espèce *L. erysimi* a été rare sur les parcelles traitées avec l'huile de *T. purpurea*, le CNSL à froid, le Topbio et l'insecticide de synthèse lambda cyhalothrine (**Tableau 2**). Elle a été peu commune sur les parcelles traitées avec l'huile de *R. communis* et de *T. neriifolia*, mais abondante sur les parcelles témoins.

Tableau 3 : *Recouvrement moyen ($X \pm SD$) et abondance de *L. erysimi* en fonction du traitement sur le chou*

Traitements	Recouvrement %	Abondance
Témoin (T0)	54,32 ± 2,12a	Abondante
Huile de <i>T. purpurea</i> (T1)	2,26 ± 1,46c	Rare
CNSL à froid (T2)	2,21 ± 1,72c	Rare
Huile de <i>R. communis</i> (T3)	6,89 ± 4,31b	Peu commune
Huile de <i>T. neriifolia</i> (T4)	8,43 ± 3,26b	Peu commune
Topbio (T5)	0,89 ± 0,31d	Rare
Lambda (T6)	0,06 ± 0,02d	Rare

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (Analyse de variance suivie du test SNK au seuil de 5 %).

3-4. Effet des produits sur le niveau d'infestation des pommes de chou et des fruits

Effet des différents traitements sur les attaques des différentes espèces recensées sur la pomme de chou au cours de la phase végétative à la phase de fructification par rapport au nombre de fruits verts attaqués a montré à travers les analyses statistiques une différence significative entre les parcelles traitées et les témoins négatifs ($F = 2,072$ et $P < 0,05$). Le test de séparation de Newman Keuls a classé les résultats en quatre groupes homogènes. Le premier groupe homogène est constitué du CNSL à froid, de l'huile de *T. purpurea*. Le deuxième groupe homogène est constitué *R. communis*, *T. neriifolia*. Le troisième groupe homogène est constitué du Topbio et de Lambda cyhalothrine. Le dernier groupe est le témoin négatif. Par rapport au nombre de fruit verts sains les analyses statistiques ont révélé également une différence significative entre les traitements d'une part ($F = 8,701$ et $P < 0,05$) et entre les traitements et le témoin d'autre part ($F = 11,347$ et $P < 0,05$). Par rapport au nombre de fruit sain, le premier groupe est constitué du CNSL à froid, de l'huile de *T. purpurea* du Topbio et du Lambda cyhalothrine. Le deuxième groupe est constitué de l'huile de *R. communis*, et de *T. neriifolia*. Le troisième groupe est constitué du témoin négatif. En ce qui concerne le nombre de pomme de chou mûrs attaqués, les analyses statistiques ont révélé une différence significative entre les taux d'attaque moyens des pommes mûrs obtenus avec les différents produits et le témoin négatif ($F = 1,057$; $p < 0,05$). A propos du nombre de fruits mûrs sains les analyses statistiques ont montré aussi une différence significative entre les traitements sur la qualité moyenne de fruits sains obtenu ($F = 14,254$; $p < 0,05$). A ce niveau le test de séparation de Newman Keuls a mis les moyennes de qualité de pommes mûres saines par parcelle élémentaire en quatre groupes homogènes. Le premier groupe est constitué du traitement avec le CNSL à froid et l'huile de *T. purpurea*. Le second groupe homogène est constitué du Topbio et le produit chimique de synthèse lambda cyhathrine. Le troisième groupe homogène est constitué de l'huile de *T. neriifolia* et du *R. communis*. Le dernier groupe est composé du témoin négatif. De tous les résultats obtenus les analyses statistiques ont révélé qu'il existe une différence significative entre les parcelles traitées et les témoins non traités, $P < 0,05$, (**Tableau 3**).

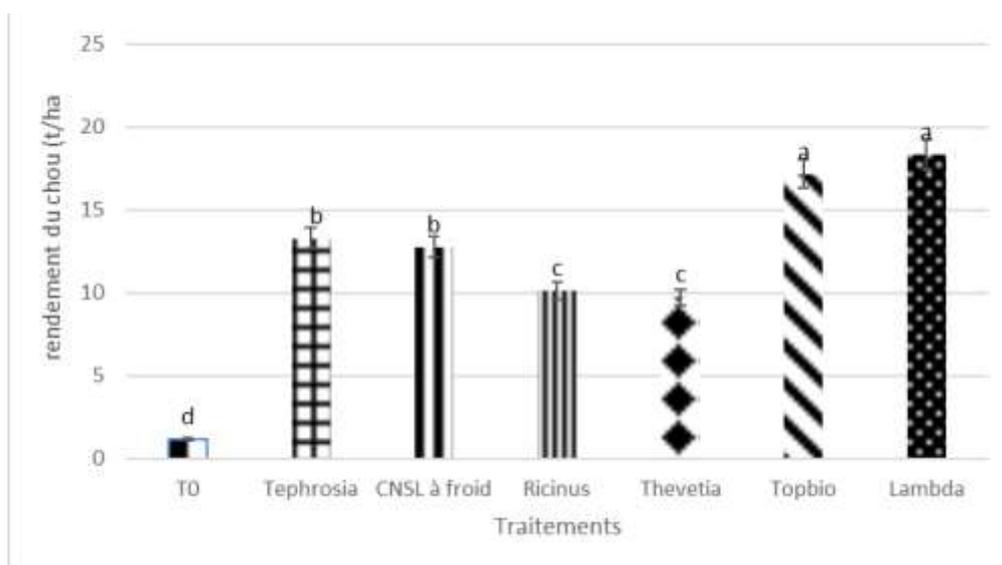
Tableau 4 : Effet des traitements sur le nombre de fruits verts attaqués, fruits verts sains, fruits mûrs attaqués et fruits mûrs sains par traitement de la pomme de chou

Traitement	Fruits verts attaqués	Fruits verts sains	Fruits mûrs attaqués	Fruits mûrs sains
Témoin (T0)	9,40 ± 1,48aA	0,60 ± 0,00ceB	9,36 ± 1,30aA	0,05 ± 0,00ceB
Huile de <i>T. purpurea</i> (T1)	3,78 ± 0,04cbB	7,32 ± 2,40aA	2,11 ± 0,00cbB	7,89 ± 2,40aA
CNSL à froid (T2)	3,91 ± 0,05cbB	7,09 ± 2,42aA	2,04 ± 0,00bA	7,96 ± 2,42aA
Huile de <i>R. communis</i> (T3)	4,15 ± 0,65bB	5,75 ± 1,00bA	3,70 ± 0,00bB	6,30 ± 1,00bA
Huile de <i>T. neriifolia</i> (T4)	4,78 ± 0,84bB	5,22 ± 1,85bA	4,20 ± 0,33bB	5,80 ± 1,85bA
Topbio (T5)	1,75 ± 0,01dB	8,25 ± 2,89aA	1,88 ± 0,00cbB	8,12 ± 2,89aA
Lambda Cyalothrine (T6)	1,67 ± 0,00dB	8,90 ± 2,98aA	1,60 ± 0,00cbB	8,40 ± 2,98aA

Dans une même ligne, les moyennes suivies par la même lettre majuscule ne sont pas significativement différentes (Analyse de variance suivie du test SNK au seuil de 5 %). Dans une même colonne, les moyennes suivies par la même lettre minuscule ne sont pas significativement différentes (Analyse de variance suivie du test SNK au seuil de 5 %).

3-5. Évaluation des effets des produits sur les rendements du chou commercialisables

Les rendements de la pomme de chou commercialisables ont été significativement différents pour les divers traitements ($F_{(4,65)} = 21,45$; $df = 10$; $P = 0,008$). La **Figure 4** montre que le rendement est plus élevé sur les parcelles traitées avec l'insecticide de synthèse lambda cyhalothrine ($18,15 \pm 3,20$) t/ha. Il est suivi de ceux des parcelles traitées avec l'insecticide biologique Topbio, le CNSL à froid, l'huile de *T. purpurea*, de *R. communis* et de *T. neriifolia*. Leurs rendements respectifs sont de $16,71 \pm 2,08$ t/ha, $14,10 \pm 4,57$ t/ha, $13,74 \pm 0,90$ t/ha, $11,34 \pm 0,90$ t/ha et de $10,31 \pm 2,16$. Ensuite, ceux des parcelles n'ayant subi aucun traitement (T0) ont donné $1,70 \pm 3,60$ t/ha. Les plus faibles rendements sont obtenus sur les parcelles traitées avec l'huile de *R. communis*, l'huile de *T. neriifolia* et sur le témoin.

**Figure 4 :** Rendement de chou en pomme commercialisable en fonction du traitement

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (Analyse de variance suivie du test SNK au seuil de 5 %). SNK = 33,1

4. Discussion

Les plantes ont toujours été agressées par les insectes ravageurs présents dans leur environnement. Des ennemis naturels de ces agresseurs interviennent en réduisant les populations des ravageurs [25]. En observant les fluctuations des différents effectifs des insectes après les traitements, on constate que les nombres moyens de *P. xylostella* et *H. undalis* sur le chou ont diminué au fur et à mesure de l'évolution physiologique des plantes. Ceci pourrait être dû au fait que ces espèces attaquent les cultures de chou à un niveau phénologique bien précis. En effet, les matières actives contenues dans les extraits d'huile pulvérisés sur les organes fructifères, qui ont servi d'aliment à ces espèces, ont eu d'effet sur ces dernières. Effets qui se manifestent par la diminution de leur alimentation et même par leur mortalité. Le recours aux composés naturels issus des produits végétaux, et résultant du métabolisme secondaire des plantes, constituent une source potentielle pour le contrôle des principaux insectes ravageurs du chou. Ces derniers sont facilement biodégradables, moins toxiques et ont moins d'impact possible sur l'environnement et la santé [26]. Les parcelles non traitées ont hébergé plus de ravageurs que les autres parcelles traitées.

4-1. Évaluation de l'efficacité des pesticides botaniques et lambda cyhalothrine sur les insectes ravageurs du chou au champ

Les résultats obtenus au cours des travaux sur la culture de chou en milieu paysan ont montré également que l'huile de *T. purpurea* et le CNSL à froid ont été le meilleur produit de traitement phytosanitaire, comparé au témoin négatif. L'huile de *R. communis* et de *T. neriifolia* ont également fait leurs preuves dans la gestion des insectes ravageurs du chou *P. xylostella*, *H. undalis* et *L. erysimi*. Le CNSL à froid et l'huile de *T. purpurea* ont mieux contrôlé la population de *P. xylostella* sur les parcelles de chou traitées que l'huile de *R. communis* et *T. neriifolia*. Les grains de ricin contiennent de la ricine, une des molécules de toxines végétales les plus toxiques et les plus faciles à produire dans le monde [26 - 28]. La faible évolution de la population des insectes dans les parcelles traitées aux extraits botaniques serait directement liée à ces composés. L'huile de *T. purpurea* et le CNSL à froid ont réduit presque toute la population de *P. xylostella* à la phase de fructification de chou ainsi que les parcelles traitées avec le produit chimique de synthèse lambda cyhalothrine. Seules les huiles de *R. communis* et *T. neriifolia* n'ont pas pu éliminer toutes les chenilles d'*Hellula undalis* à la phase de fructification. Mais il existe une différence significative par rapport à la réduction du nombre de la population de *H. undalis* sur les parcelles traitées par l'huile de *R. communis*, et *T. neriifolia* et celles non traitées. Le produit chimique Lambda cyhalothrine à une grande efficacité sur les pucerons du chou et *H. undalis* comparé aux différents pesticides botaniques testés. Mais son efficacité sur *P. xylostella* n'est que peu perçue. Des résultats semblables ont été obtenus par [7] sur qui les parcelles traitées à l'insecticide chimique seraient un milieu propice au développement de souches résistantes de *P. xylostella* parce que celles-ci ne subiraient pas de concurrence de la part des autres insectes ravageurs sensibles à l'insecticide chimique. Au cours des observations sur les parcelles de chou, il a été observé aussi dans les parcelles traitées aux différentes huiles, la présence importante des insectes auxiliaires. Les effets complémentaires des bio-insecticides utilisés et les ennemis naturels semblent être à la base des rendements obtenus sur le chou. La diminution de l'incidence des insectes ravageurs dans les parcelles traitées aux extraits botaniques pourrait aussi être la conséquence des différents effets biologiques qu'ils exerceraient aussi bien sur les stades immatures que sur les adultes de divers ordres d'insectes [27, 28]. Par contre, les traitements exagérés en insecticide de synthèse sont toxiques pour les ennemis naturels des ravageurs, ce qui fait augmenter plutôt le nombre de ravageurs qui occasionnent plus de dégâts sur la culture. Mais malgré ce constat, les parcelles traitées avec le Lambda cyhalothrine ont donné le meilleur rendement de chou. Ceci démontre clairement que l'utilisation des pesticides botaniques contribue à la protection de l'environnement et aux auxiliaires de lutte, par rapport à celle des insecticides de synthèse tout en étant efficaces sur les insectes ravageurs testés [29]. En revanche,

l'insecticide de synthèse a été plus efficace dans la réduction des populations de *L. erysimi* et *H. undalis* par rapport aux différentes huiles et le Toppio. Par conséquent, les parcelles traitées avec les extraits d'huile de *T. purpurea* et le CNSL, ainsi que le Toppio ont donné les meilleurs rendements de chou commercialisable comparé au témoin négatif. Ces résultats sont conformes à ceux de [7], qui ont montré l'efficacité d'extraits de feuilles de neem *Azadirachta indica* sur certains insectes ravageurs du chou au Togo. L'effet de l'huile de *T. neriifolia* et le baume de cajou sur certains insectes ravageurs en culture de coton biologique au Bénin a été évalué par [30]. Ces deux auteurs ont montré que les parcelles traitées avec les insecticides botaniques ont donné le meilleur rendement par rapport aux parcelles traitées avec le produit chimique de synthèse. Plusieurs travaux ont confirmé aussi l'activité biocide du baume de cajou. Le baume de cajou peut réduire significativement les populations des nuisibles (pucerons, thrips et *Maruca*) sur la culture de niébé au champ [31]. Des résultats similaires ont été obtenus par [7] qui ont constaté que les parcelles traitées avec les extraits de feuilles d'*Azadirachta indica* ont donné les meilleurs rendements sur le chou commercialisable. De même 400 l/ha d'extrait aqueux de substances épicées (*Sinapis nigra* L. [Brassicaceae], *X. aethiopica*, *N. tabacum*) permet d'assurer un rendement d'haricot vert équivalent à celui obtenu sur les parcelles traitées avec un insecticide de synthèse comme la deltaméthrine [32]. Les extraits d'*Azadirachta indica*, de *Carica papaya*, d'*Allium* sp, de *Capsicum* sp. (Solanaceae), d'*Anacardium* sp. (Anacardiaceae) a augmenté le rendement du gombo des parcelles traitées [33]. Les différents extraits d'huile végétale peuvent donc être utilisés dans un programme de lutte intégrée contre ces insectes ravageurs majeurs du chou et de la tomate au Bénin en vue d'atténuer les dégâts causés par les pesticides chimiques de synthèses. Les résultats de nos travaux indiquent une possibilité d'utilisation des extraits d'huile végétale de *T. purpurea*, du baume de cajou, *R. communis* et de *T. neriifolia* dans les programmes de lutte contre les ravageurs du chou en condition de champs. Cependant, des essais supplémentaires notamment ceux évaluant les effets des extraits des trois plantes sur les paramètres de la table de vie des principaux ravageurs du niébé y compris ceux s'attaquant au produits en stockage, pourraient permettre de mieux cerner leurs potentiels à lutter effectivement contre les ravageurs du chou en milieu paysan.

5. Conclusion

Les résultats obtenus avec les maraîchers sur l'efficacité d'extraits d'huile de *T. purpurea*, le CNSL à froid, le *R. communis* et *T. neriifolia* sur des insectes ravageurs du chou ont montré que les traitements avec les extraits d'huile de *T. purpurea* et le CNSL en général, ont été plus efficaces sur les Lépidoptères du chou. Les parcelles de chou traitées avec ces pesticides botaniques ont également donné les meilleurs rendements. Les extraits d'huile de *T. purpurea* et le CNSL à froid testés peuvent donc être utilisés en milieu maraîcher comme une alternative à l'utilisation abusive des insecticides chimiques de synthèse dans la gestion des insectes ravageurs du chou au Sud du Bénin. En perspective nous envisageons la caractérisation chimique des différentes huiles végétales utilisées et proposé une formulation en vue de déterminer la dose d'application réelle de ces pesticides botaniques en milieu réel.

Remerciements

Nous remercions l'International Foundation for Science (IFS) pour l'appui financier accordé au projet.

Références

- [1] - A. A. AKPO, Evaluation de l'efficacité des extraits des Plantes locales pour le contrôle des vecteurs du paludisme résistant aux pyréthrinoides au Bénin (Afrique de l'Ouest). Thèse de Doctorat de l'Université d'Abomey-Calavi, (2017) 253 p.
- [2] - S. AZONKPIN, D. CHOUGOUROU, A. BOKONON, J. DOSSOU et L. AHONTON, Efficacite Du Baume De Cajou Contre Les Chenilles Carpophages Du Cotonnier Au Nord Du Benin *European Scientific Journal*, Vol. 14, N°24 (2019) ISSN : 1857 - 7881 p.
- [3] - A. BOJEAN, Castor cultivation for chemical applications. Galileo/ONIDOL, s.l., France, (1991) 101 p.
- [4] - AJ. CHERRY, M. OSAE, D. DJEGUI, Relative potency, yield and transmission of a Kenyan isolate of *Plutella xylostella* granulovirus in a population of diamondback moth from Benin, West Africa. In : Kirk AA, Bordat D, editors. Improving biocontrol of *Plutella xylostella*. Proceedings of the International Symposium, 21-24 October 2002. Montpellier, France, (2004) 158 - 162 p.
- [5] - C. F. CHILCUTT & B. E. TABASHNIK, Host-mediated competition between the pathogen *Bacillus thuringiensis* and the parasitoid *Cotesia plutellae* of the diamondback moth (Lep: Plutellidae). *Environmental Entomology*, 26 (1997) 38 - 45
- [6] - FAO. FAO statistic. WWW, faostat.fao.org/site/612/default.aspx#anc or. Consulté le 19 mars 2020, (2008)
- [7] - FAOSTAT, ([http:// faostat.org](http://faostat.org)). Food and Agriculture Organisation, United Nation. Consulté, le 13 décembre 2020, (2013)
- [8] - M. J. FURLONG, J. WRIGHT & L. M. DOSDALL, Diamondback Moth Ecology and Management: Problems, Progress and Prospects. *Annual Review Entomology*, 58 (2012) 517 - 41 p.
- [9] - I. A. GLITHO, G. K. KETOH, P. Y. NUTO, S. K. AMEVOIN et J. HUIGNARD, Approches non toxiques et non polluantes pour le contrôle des populations d'insectes nuisibles en Afrique du Centre et de l'Ouest. *In* Biopesticides d'origine végétale (2è édition), Regnault R, Philogène BJR, Vincent C (eds). Editeur Tec et Doc / Lavoisier, (2008) 207 - 217 p.
- [10] - L. I. GILBERT, R. RYBCZYNSKI & J. T. WARREN, Control and biochemical nature of the ecdysteroidogenic pathway. *Annu. Rev. Entomol*, 47 (2002) 883 - 916
- [11] - A. J. GNAGO, M. DANHO, T. ATCHAM AGNEROH, K. I. FOFANA, G. A. 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. Biological. Chemical. Sci.*, 4 (4) (2010) 953 - 966 p.
- [12] - T. GUILLOUX, Etude de la variabilité biologique, biochimique et génétique de populations d'origines géographiques différentes de *Cotesia plutellae* (Kurdjumov) (Hymenoptera Braconidae), parasitoïde de la teigne des Brassicacées *Plutella xylostella*(L.) (Lepidoptera : Yponomeutidae). Thèse de Doctorat d'université, Université Paul, (2000)
- [13] - P. D. GUPTA, AJ. THORSTEINSON, Food plant relationship of diamondback moth (*Plutella* 171 maculipennis Curt.) II. Sensory relationship of ovoposition of the adult female. *Entomol. Exp. Appl* 3 : 305 - 314. Université Paul Valéry, Montpellier III, (1998) 215 p.
- [14] - Z. HUANG, S. ALI, S. X. REN et J. H. WU, Effect of *Isaria fumosoroseus* on mortality and fecundity of *Bemisia tabaci* and *Plutella xylostella*. *Insect Science and its Application*, 17 (2010) 140 - 148 p.
- [15] - MB. ISMAN, Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51 (2006) 45 - 66
- [16] - B. JAMES, C. ATCHA, I. GODONOU et H. BAIMEY, Summary of activities and achievements, 2003-2005, Healthy vegetables through participatory IPM in peri-urban areas of Benin, *International Institute of Tropical Agriculture* (IITA), (2005) 49 p.

- [17] - B. JAMES, C. ATCHA - AHOWE, I. GODONOU, H. BAIMEY, G. GOERGEN, R. SIKIROU, M. TOKO, Gestion intégrée des nuisibles en production maraîchère : Guide pour les agents de vulgarisation en Afrique de l'Ouest. *Institut international d'agriculture tropicale (IITA)*, Ibadan, Nigeria, (2010) 120 p.
- [18] - G. KAMBOU, I. P. GUISSOU, Phytochemical composition and insecticidal effects of aqueous spice extracts on insect pests found on green beans (*Phaseolus vulgaris*) in Burkina Faso. *Tropicultura*, 29 (4) (2011) 212 - 217 p.
- [19] - A. D. KPOVIESSI, J. DOSSOU, C. D. CHOUGOUROU, H. A. BOKONON-GANTA, A. R. FRANCISCO, V. N. FASSINOU-HOTEGNI, Evaluation de l'effet insecticide et insectifuge 176 du baume de cajou sur les insectes nuisibles du niébé *Vigna unguiculata* (L.) Walp. au Champ. *European Journal of Scientific Research*, 146 (4) (2017a) 417 - 432 p.
- [20] - A. D. MONDEDJI, Potentiel d'utilisation d'extraits de feuilles de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) et de papayer (*Carica papaya* L.) dans le contrôle des insectes ravageurs du chou (*Brassica oleracea* L.) en zones urbaines et périurbaines au sud du Togo. Thèse de doctorat, Université de Lomé, Togo, (2010) 195 p.
- [21] - O. MUHAMMAD, R. TSUKUDA, Y. OKI, K. FUJISAKI, F. NAKASUJI, Influences of wild crucifers on life history traits and flight ability of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lep.: Yponomeutidae). *Researches in Population ecology*, 36 (1994) 53 - 62
- [22] - S. S. LIU, X. G. WANG, S. J. GUO, J. H. HE et H. M. SONG, A survey of insect parasitoids of *Plutella xylostella* and the seasonal abundance of the major parasitoids in Hangzhou, China. In: Sivapragasan, A., Loke, W.H., Hussan, A.K. & Lim G.S. (Eds.) The management of Diamondback Moth and other Crucifer Pests. In Proceedings of the Third International Workshop. Mardi, Kuala Lumpur, Malaysia, (1995) 61 - 66 p.
- [23] - D. S. OGUNNIYI, Castor oil : a vital industrial raw material. *Bioresource-Technology*, 97 (2006) 1086 - 1091
- [24] - B. J. R. PHILOGÈNE, C. REGNAULT-ROGER, C. VINCENT, Produits phytosanitaires insecticides d'origine végétale : promesses d'hier et d'aujourd'hui. In Biopesticides d'Origine Végétale, Roger C., Philogène B. J. R., Vincent C. (eds). Lavoisier TEC & DOC : Paris, (2003) 1 - 15
- [25] - C. REGNAULT-ROGER, B. J. R. PHILOGÈNE, C. VINCENT, EDS, Biopesticides d'origine végétale. 2e édition, Paris : Lavoisier Tech & Doc., (2008)
- [26] - M. W. SABELIS, M. VAN BAALEN., F. M. BAKKER, J. BRUIN, B. DRUKKER, M. EGAS, A. R. M. JANSSE, I. K. LESNA, B. PELS, O. C. J. VAN. RIJN et P. SCUTAREANU, The evolution of direct and indirect plant defence against herbivorous arthropods. In: *Herbivores: Between Plants and Predators.* Olff H., Brown V.K., and Drent R.H., Eds., Blackwell Science, Oxford, UK., (1999) pp 109 - 166
- [27] - M. SARFRAZ, A. B. KEDDIE, L. M. DOSDALL, Biological control of the diamondback moth, *Plutella xylostella*: A review Published online 20 July 2005. *Biocontrol Science. Technology*, 15 (2005) 763 - 789 p.
- [28] - A. M. SHELTON, R. T. ROUSH, P. WANG, J. Z. ZHAO, Resistance to insect pathogens and strategies to manage resistance: An update. In : Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology. Kluwer Academic Press, (2007) 793 - 811 p.
- [29] - T. A. Slotkin, A. Stadler, S. Skavicus & F. J. Seidler, Adolescents and adults differ in the immediate and long-term impact of nicotine administration and withdrawal on cardiac norepinephrine. *Brain Res. Bull.*, 122 (2016) 71 - 75 p.
- [30] - T.-S. L. THOMAS & S.-L. STEVEN, Purification and Physicochemical Properties of Ricins and Agglutinins from *Ricinus communis*. *European Journal of Biochemistry*, 105 (1980) 453 - 459
- [31] - H. TUNAZ. & N. UYGUN, Insect Growth Regulators for Insect Pest Control. *Turk. J. Agric. For.*, 28 (2004) 377 - 387
- [32] - H. WAINWRIGHT, C. WANYAMAY & N. CHEROTICH, Biopesticides and their commercialisation in Africa. In: Proceedings of the First International Conference on Pesticidal Plants, 21-24 January 2013, Egerton University and ICIPE, Nairobi, Kenya, (2013) 189 - 191
- [33] - S. I. WARWICK, A. FRANCIS, GA. MULLIGAN, Brassicaceae of Canada. Government of Canada, (2003), Available : http://www.cbif.gc.ca/spp_pages/brass/index_e.php. 204-289 p.