

Valorisation des plantes aromatiques dans la gestion intégrée des principaux insectes ravageurs de la Grande Morelle au Sud-Bénin : cas de *Ocimum gratissimum* et *O. basilicum*

Auteur : Houadakpode, Dossa

Promoteur(s) : Francis, Frédéric

Faculté : Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT)

Diplôme : Master de spécialisation en production intégrée et préservation des ressources naturelles en milieu urbain et péri-urbain

Année académique : 2017-2018

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/5115>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

**VALORISATION DES PLANTES AROMATIQUES DANS
LA GESTION INTEGREE DES PRINCIPAUX INSECTES
RAVAGEURS DE LA GRANDE MORELLE AU SUD-
BÉNIN : cas de *Ocimum gratissimum* et *O. basilicum***

DOSSA STANISLAS HOUADAKPODE

TRAVAIL DE FIN D'ETUDES PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME
DE MASTER DE SPECIALISATION EN PRODUCTION INTEGREE ET
PRESERVATION DES RESSOURCES NATURELLES EN MILIEU URBAIN ET
PERIURBAIN

ANNÉE ACADÉMIQUE 2017-2018

PROMOTEUR : **Frédéric FRANCIS**

Copyright : Aux termes de la loi belge du 30 Juin 1994 relative au droit d'auteur, il est formellement interdit de procéder à la reproduction du présent document, par quelque procédé que ce soit sans l'autorisation de l'auteur et de l'autorité académique de Gembloux Agro-Bio Tech. Le contenu du présent document n'engage que l'auteur.

Remerciements

Le présent travail, loin d'être une œuvre individuelle, a connu la contribution de plusieurs personnes à qui, je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance. Je présente mes sincères remerciements :

A mon promoteur, Dr. Frédéric FRANCIS Prof. ordinaire et Doyen de Gembloux Agro-Bio-Tech (Université de Liège) qui a accepté m'encadrer en dépit de ses occupations professionnelles. Merci pour avoir toujours été disponible pour répondre à mes préoccupations.

A tous les enseignants de Gembloux Agro Bio Tech (Université de Liège) spécialement ceux du Master de spécialisation en PPRN.

A Dr. Boni Yarou pour m'avoir encadré de façon scientifique et technique pendant la réalisation de cette étude. Que ce travail puisse être utile à votre carrière;

Au personnel du sous-Programme Cultures Maraichères de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin qui n'a ménagé aucun effort pour m'octroyer une partie de leur potager servant à l'expérimentation. Je remercie tous les stagiaires qui m'ont aidé dans la mise en place, la conduite de l'essai et la collecte des données.

A tous ceux qui m'ont soutenu ou participé à cette étude.

Je remercie l'ARES pour sa contribution financière à ma formation en Belgique.

Je remercie tous les membres du jury pour ce travail qu'ils évalueront pour son amélioration de par leurs critiques et suggestions.

Enfin je remercie mon épouse OUELAKA Lydia et mon enfant pour le soutien et l'encouragement.

Table des matières

Remerciements	ii
Liste des tableaux	v
Liste des figures	v
Liste des sigles et Abréviations	vi
Résumé	vii
Abstract	viii
Introduction	1
PARTIE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
1.1. Importance du maraîchage en Afrique Sub-Saharienne	3
1.2. Diversité et production	3
1.3. Importance nutritionnelle et socioéconomique.....	4
1.4. Contraintes à la production des cultures maraîchères.....	5
1.4.1. Contraintes abiotiques.....	5
1.4.2. Contraintes biotiques	6
1.5. Mesures de contrôle des ravageurs des cultures maraîchères.....	8
1.5.1. Usage des pesticides de synthèse	8
1.5.2. Alternatives aux pesticides de synthèse	10
PARTIE 2 : MILIEU D'ETUDE, MATERIEL ET METHODES.....	14
2.1. Milieu d'étude.....	15
2.2. Matériel.....	16
2.2.1. Matériel végétal.....	16
2.2.2. Biopesticide.....	16
2.3. Mise en place des essais	16
2.3.1. Essai 1 : Effet des extraits aqueux de basilic sur les ravageurs de la grande morelle	16
2.3.2. Essai 2 : Effet d'association culturale basilic (<i>O. gratissimum</i>) grande morelle sur les insectes ravageurs de la grande morelle	19
PARTIE 3 : RÉSULTATS	22
3.1. Effet des extraits aqueux de basilic sur les ravageurs de la grande morelle.....	21
3.1.1. Cas des Pucerons (<i>Lipaphis erysimi</i>)	21
3.1.2. Cas des mouches blanches (<i>Bemisia tabaci</i>).....	22
3.1.3. Cas de <i>Selepa docilis</i>	23
3.1.4. Cas de la Cochenille.....	23
3.1.5. Comparaison du nombre moyen de ravageur par plant	24

3.1.6. Effet des traitements sur les rendements en feuille de la grande morelle	26
3.2. Effet de l'association culturale basilic tropical / grande morelle sur les insectes ravageurs de la grande morelle	27
3.2.1. Cas des Pucerons (<i>L. erysimi</i>)	27
3.2.2. Cas de <i>Bemisia tabaci</i>	28
3.2.3. Cas de <i>Selepa docilis</i>	29
3.2.4. Cas de Cochenille	30
3.2.5. Comparaison du nombre moyen de ravageur par plant	31
3.2.6. Evaluation agronomique de l'association Grande morelle / basilic tropical	33
4. Discussion	35
Conclusion et Recommandations	38
Références bibliographiques	39
Annexes	51

Liste des tableaux

Tableau 1: Principales cultures maraîchères disponibles au Bénin.....	4
Tableau 2: Quelques nuisibles des cultures maraîchères en Afrique de l'Ouest.....	7
Tableau 3 : Comparaison du nombre moyen de Pucerons et de <i>B. tabaci</i> par plant.....	25
Tableau 4 : Comparaison du nombre moyen de <i>S. docilis</i> et de cochenille par plant.....	26
Tableau 5 : Effet des traitements sur le rendement moyen de la grande morelle.....	27
Tableau 6 : Comparaison du nombre moyen de Pucerons et de <i>B. tabaci</i> par plant	32
Tableau 7 : Comparaison du nombre moyen de <i>S. docilis</i> et de Cochenille par plant.....	33
Tableau 8: Les rendements moyens de la grande morelle en fonction des traitements	33
Tableau 9: Evaluation agronomique des associations	34

Liste des figures

Figure 1 : Carte de l'arrondissement de Godomey situant le site expérimental (PCM-INRAB).	15
Figure 2 : Dispositif expérimental de l'essai sur l'effet des extraits aqueux de basilic	17
Figure 3: Dispositif expérimental de l'essai d'association culturale grande morelle / basilic tropical.....	20
Figure 4: Evolution du nombre moyen de <i>L. erysimi</i> par plant en fonction des traitements ...	21
Figure 5: Evolution du nombre moyen de <i>B. tabaci</i> par plant en fonction des traitements	22
Figure 6: Evolution du nombre moyen de <i>S. docilis</i> par plant en fonction des traitements.....	23
Figure 7: Evolution du nombre moyen de Cochenille par plant en fonction du traitement	24
Figure 8 : Nombre moyen de puceron par plant suivant les traitements.	28
Figure 9: Nombre moyen de <i>Bemisia tabaci</i> par plant suivant les traitements.	29
Figure 10: Nombre moyen de <i>Selepa docilis</i> par plant suivant les traitements.	30
Figure 11: Nombre moyen de cochenille par plant suivant les traitements	31

Liste des sigles et Abréviations

FAO : Food and Agriculture Organisation

INSAE : Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (Bénin)

MAH : Ministère de l'Agriculture et de l'Hydraulique

DDT : Dichlorodiphényltrichloroéthane

CAPE : Canadian Association of Physicians for the Environment

PPRN : Production intégrée et Préservation des Ressources Naturelles en milieu urbain et périurbain.

ARES : Académie de Recherche et d'Enseignement Supérieur

°C : degré Celsius

mm : millimètre

% : Pourcentage

cm : centimètre

m² : mètre carré

t/ha: tonne par hectare

g : gramme

kg : kilogramme

Résumé

Le maraîchage, une composante de l'agriculture urbaine et périurbaine, est en plein essor ces dernières décennies en Afrique de l'ouest et particulièrement au Bénin. Les cultures maraîchères sont sujettes aux nombreuses attaques des bioagresseurs. Cela conduit systématiquement à l'usage des pesticides de synthèse afin d'optimiser les rendements. Cette pratique crée des conséquences néfastes sur l'environnement et l'homme. L'une des alternatives à l'utilisation abusive des pesticides de synthèse est l'usage des pesticides botaniques dans le contrôle des insectes ravageurs des cultures. L'objectif de cette étude est de valoriser l'utilisation des plantes pouvant servir de bio-insecticide, notamment les plantes du genre *Ocimum*, dans la gestion des insectes ravageurs de la grande morelle (*Solanum macrocarpon*). Les essais ont été réalisés sur le site expérimental du Sous-programme des cultures maraîchères de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (PCM-INRAB). Deux essais ont été mis en place : l'un a porté sur l'emploi des extraits aqueux de *O. basilicum* et de *O. gratissimum* à 10% et l'autre sur l'association de la grande morelle avec *O. gratissimum*. Le dispositif expérimental utilisé est un bloc aléatoire complet.

L'efficacité de ces extraits botaniques a été comparée à celle du BioTop, un pesticide biologique en utilisation sur les périmètres maraîchers au Bénin. Les traitements à base d'extraits aqueux de *Ocimum* ont significativement réduit les populations de *Lipaphis erysimi*, *Bemisia tabaci* et *Selepa docilis* par rapport aux TopBio et au Témoin. En revanche, aucune différence significative n'a été observée entre les traitements dans la réduction des populations de Cochenille. Le rendement moyen en feuilles commerciales varie de 6,77 t/ha pour le Témoin à 10,10 t/ha pour les parcelles traitées à l'extrait aqueux de *Ocimum*. Le taux de perte de rendement en feuilles non commercialisables est compris entre 11,37% pour le TopBio et 22,76% pour le Témoin. Cette étude montre que les extraits aqueux de feuilles de *O. basilicum* et de *O. gratissimum* à 10% peuvent être utilisés dans la gestion intégrée de *L. erysimi*, *B. tabaci* et de *S. docilis* au sud du Bénin.

L'association de la grande morelle avec *O. gratissimum* a été réalisée en deux modalités. L'efficacité des deux modalités d'association a été comparée à celle du Témoin. L'association de la grande morelle avec *O. gratissimum* a significativement hébergé moins de puceron et *S. docilis* par rapport au Témoin. Les nombres moyens de *B. tabaci* et de cochenille ne sont pas différents significativement pour tous les traitements. Toutefois, les parcelles de cultures associées ont hébergé moins les populations de *B. tabaci* et de cochenille par rapport au Témoin. Les rendements moyens en feuilles commercialisables des plants de la grande morelle sont de 0,80 t/ha pour le Témoin, 0,44 t/ha pour les parcelles avec une ligne de grande morelle intercalée d'une ligne de basilic tropical (Ass_G1T1) et 0,83 t/ha pour les parcelles avec trois lignes de grande morelle intercalées d'une ligne de basilic tropical (Ass_G3T1). Toutes les valeurs du Land Equivalent Ratio (LER) pour les traitements en cultures associées sont supérieures à 1. C'est donc dire que l'association de cultures est bénéfique que les cultures pures car, elle fournit des rendements plus élevés, utilise rationnellement l'espace cultural et héberge moins les insectes ravageurs étudiés (pucerons, *S. docilis*, *B. tabaci* et cochenilles).

Mots clés : Extrait aqueux, association, grande morelle, *Ocimum gratissimum*, *Ocimum basilicum*, rendement, nombre.

Abstract

Market gardening, a component of urban and peri-urban agriculture, has been booming in recent decades in West Africa. Market gardening is subject to numerous pest attacks. This systematically leads to the use of synthetic pesticides to optimize yields. This practice has harmful consequences for the environment and humans. Nowadays, one of the alternatives to the misuse of synthetic pesticides is the use of botanical pesticides in the control of insect pests of crops. The objective of this study is to promote the use of plants that can be used as bio-insecticides, especially plants of the genus *Ocimum*, in the management of insects pests of the African eggplants (*S. macrocarpon*). The tests were carried out on the experimental site of the sub-program of market garden crops of the National Institute of Agricultural Research of Benin (INRAB). Two trials were in place: one focused on the use of aqueous extracts of *O. basilicum* and *O. gratissimum* 10% and the other on the intercrops of African eggplant with *O. gratissimum*. The experimental device used is a complete random block.

The effectiveness of these botanical extracts has been compared to that of BioTop, a biological pesticide used in market gardens in Benin. Treatments based on aqueous extracts of *Ocimum* significantly reduced aphid, *B. tabaci* and *Selepa docilis* populations compared to TopBio and Control. In contrast, no significant difference was observed between treatments in reducing Mealybugs populations. The average yield of clumps free of damaged leaves varies from 6.77 t/ha for the Control to 10.10 t/ha for plots treated with the aqueous extract of *Ocimum*. The rate of yield loss in non-marketable leaves is between 11.37% for TopBio and 22.76% for the Control. This study shows that aqueous extracts of *O. basilicum* and *O. gratissimum* leaves at 10% can be used in the integrated management of Aphids, *B. tabaci* and *S. docilis* in southern Benin.

The intercrops of African eggplant with *O. gratissimum* were carried out in two modalities. The effectiveness of the two intercrops methods was compared to the effectiveness of the African eggplant pure crops. The intercrops of African eggplants with *O. gratissimum* significantly harbored less aphid and *S. docilis* compared to the control (African eggplant pure crops). The mean numbers of *B. tabaci* and mealybugs are not significantly different for all treatments. However, the intercrops plots harbored less *B. tabaci* and mealybugs populations than the control. The average yields of marketable leaves of the African eggplants are 0.80 t / ha for the control, 0.44 t / ha for intercrops plots with one line of African eggplant interspersed with one line of tropical basil (Ass_G1T1) and 0.83 t / ha for intercrops plots with three lines of African eggplant interspersed with one line of tropical basil (Ass_G3T1). All Land Equivalent Ratio (LER) values for intercrops treatments are greater than 1. That is to say that the intercrops is beneficial than pure crops because it provides higher yields, rationally uses the cultural space and hosts less insect pests studied (aphids, *S. docilis*, *B. tabaci* and mealybugs).

Key words: Aqueous extract, association, African eggplant, *Ocimum gratissimum*, *Ocimum basilicum*, yield, number.

Introduction

En Afrique tropicale, la croissance de la population urbaine pose le problème de l'approvisionnement des villes en vivres surtout en légumes (Olanrewaju et al., 2004). De ce fait, l'agriculture urbaine et périurbaine est devenue une alternative pour résoudre le problème de l'insécurité alimentaire des citoyens face à la faiblesse des performances des systèmes de production rurale (Assogba-Komlan et al., 2007).

Au Bénin, l'une des principales composantes de l'agriculture urbaine et périurbaine est le maraîchage. En effet, les cultures maraîchères sont produites dans toutes les régions du Bénin surtout dans sa partie méridionale, en zones urbaines et périurbaines mais également aux abords des principaux cours d'eau (Adorgloh-Hessou, 2006). Le maraîchage est l'une des activités économiques qui répondent à la demande alimentaire et nutritionnelle des populations tout en contribuant à la réduction de la pauvreté. Il constitue également une source d'emploi pour de nombreux jeunes diplômés sans emploi et une source de revenu pour beaucoup de familles (James et al., 2010 ; Yolou et al., 2015). Malheureusement, la production de ces cultures est souvent confrontée à de nombreux problèmes dont les attaques de ravageurs qui sont généralement considérées par les producteurs comme la première cause de perte de rendement (Tchuinte, 2005 ; Mondédji, 2010 ; Kanda et al., 2014). Pour lutter contre ces ravageurs, les producteurs s'adonnent à une utilisation massive et non contrôlée de produits chimiques en particulier les pesticides de synthèse (Traoré et al., 2015). Cependant, la résistance de ces ravageurs augmente avec les traitements répétés. Aussi, des études ont montré l'impact négatif de l'abus des intrants chimiques de synthèse sur la santé des populations (producteurs et consommateurs) et sur l'environnement (Xiang et al., 2000, Levorio-Carrillo et al., 2004 ; De Siqueira et al., 2010). En effet, la résistance des ravageurs (Ninsin, 2015 ; Agboyi et al., 2016), l'élimination des ennemis naturels (Ahmad et al., 2011), et la présence de résidus de pesticides dans les légumes (Biego et al., 2005 ; Sæthre et al., 2011), sont autant de nuisances liées à l'utilisation irrationnelles des pesticides synthétiques sur les périmètres maraîchers. Suite à cette problématique, il est impérieux de proposer de nouvelles alternatives efficaces à la lutte contre les ennemis des cultures tout en étant respectueuses de l'environnement (Regnault-Roger, 2008).

C'est dans ce cadre que des recherches sont de plus en plus orientées vers les pesticides d'origine biologiques tels que les plantes aromatiques locales ayant des propriétés insecticides et insectifuges. Ces plantes seront valorisées par leur contribution à l'amélioration des pratiques phytosanitaires à travers la réduction des risques liés à l'usage des pesticides de synthèse. Leur utilisation permettra d'obtenir des produits agricoles de bonne valeur marchande.

L'objectif de la présente étude, est donc de valoriser l'utilisation des plantes pouvant servir de bio-insecticide, notamment les plantes du genre *Ocimum*, dans la gestion des ravageurs des cultures maraîchères.

De manière spécifique, il s'agit de :

- Tester l'efficacité des extraits aqueux de deux espèces de basilic (*Ocimum gratissimum* et *Ocimum basilicum*), sur les principaux ravageurs de la grande morelle *Solanum macrocarpon* L..
- Evaluer l'effet d'une association culturale entre le basilic tropical (*O. gratissimum*) et la grande morelle sur les principaux insectes ravageurs de la grande morelle.

- Evaluer l'effet de l'association basilic tropical / grande morelle sur les performances agronomiques de la grande morelle.

PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Importance du maraîchage en Afrique Sub-Saharienne

Le maraîchage est apparu au XVIIIème siècle et désignait la culture des légumes sur des terrains marécageux ou marais (Anon., 2013).

La production de légumes frais a été introduite en Afrique de l'Ouest par les colons (Koné et al., 2000). Au Bénin, cette activité a commencé avec les premiers missionnaires Français en 1945 pour la satisfaction des besoins nutritionnels vitaux (Allagbé et al., 2014). Aujourd'hui, la production maraîchère a connu un développement particulier du fait de l'augmentation de la population des villes et de la demande sans cesse croissante en produits maraîchers (Koné et al., 2000). Elle est devenue une composante de l'agriculture urbaine et périurbaine en Afrique (Akinbamijo et al., 2002).

En Afrique de l'Ouest, notamment au Bénin, les produits maraîchers sont surtout cultivés dans les zones pluviales des hautes terres, dans les zones des basses terres, ainsi qu'aux bords des cours d'eau et des vallées marécageuses intérieures, qui offrent d'excellentes conditions favorables à la production maraîchère (James et al., 2010).

En fonction de la partie comestible de la plante, les légumes peuvent être regroupés en légumes-feuilles, légumes-fruits et légumes-racines. En Afrique de l'Ouest, les légumes-feuilles communément cultivés sont la grande morelle (*Solanum macrocarpon*), l'amarante (*Amaranthus cruentus*), le chou (*Brassica oleracea* L.) et la laitue (*Lactuca sativa* L.). Les légumes-fruits tels que la tomate (*Solanum lycopersicum* L.), le piment (*Capsicum* sp.) et l'aubergine (*Solanum melongena* L.) y sont les plus produits. Quant aux légumes-racines, c'est la carotte (*Daucus carota* L.) qui est le plus communément cultivé (James et al., 2010).

Au Bénin, le maraîchage est organisé en une filière qui s'intéresse à tous les âges de la société (Allagbé et al., 2014). Cependant, elle est dominée par les jeunes qui représentent plus de 67% de l'effectif des acteurs ; ce qui montre que c'est une activité en plein développement.

1.2. Diversité et production

En Afrique sub-saharienne, une gamme très diversifiée de légumes sont produits (Wéthé et al., 2001). En Afrique de l'Ouest, environ vingt-sept espèces légumières (indigènes et exotiques) sont cultivées pour leur importance dans la sécurité alimentaire (Yarou, 2018). Les espèces légumières les plus cultivées sont successivement les légumes feuilles, fruits, racines, bulbes, gousses et tubercules (Ba, 2007 ; Kanda et al., 2014). Cette diversité observée est fonction de la demande, des organes recherchés, du brassage culturel (Diao, 2004 ; Tallaki, 2005 ; Dongmo et al., 2005). Parmi ces cultures maraîchères, les légumes feuilles occupent une place importante en terme de consommation par les populations (Gockowski et al., 2003 ; Kanda et al., 2014). Quelques cultures légumières disponibles sont listées dans le tableau 1 suivant.

Tableau 1: Principales cultures maraîchères disponibles au Bénin

Légume	Nom Scientifique	Famille botanique	Partie
Aubergine	<i>Solanum melongena</i> L.	Solanacée	Fruit immature
Aubergine	<i>Solanum aethiopicum</i>	Solanacée	Fruits
Betterave rouge	<i>Beta vulgaris</i> L.	Chénopodiacée	Racines
Concombre	<i>Cucumis sativus</i> L.	Cucurbitacée	Fruit immature
Courgette	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Cucurbitacée	Fruit immature
Carotte	<i>Daucus carota</i> L.	Ombellifère	Racines
Chou pommé	<i>Brassica oleracea</i> L.	Crucifères	Feuilles + tiges
Gombo	<i>Hibiscus esculentus</i>	Malvacées	Fruit/Feuille
Haricot vert	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Légumineuse	Gousse filet
Laitue	<i>Lactuca sativa</i> L.	Composacé	Feuilles
Menthe	<i>Mentha pipirita</i>	Labiés	Feuilles
Basilic	<i>Ocimum basilicum</i>	Labiés	Feuilles
Basilic tropical	<i>Ocimum gratissimum</i>	Labiés	Feuilles
Oignon	<i>Allium cepa</i> L.	Alliacées	Bulbe
Poivron	<i>Capsicum annuum</i> L.	Solanacée	Fruit immature
Pastèque	<i>Citrullus lanatus</i>	Cucurbitacée	Fruit mûr
Persil	<i>Petroselinum sativum</i>	Ombellifère	Feuilles
Radis	<i>Raphanus sativus</i>	Crucifères	Racine
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	Solanacée	Fruit mûr
Grande morelle	<i>Solanum macrocarpon</i>	Solanacée	Feuille/Fruit
Piment long	<i>Capsicum sp.</i>	Solanacée	Fruit
Petit Piment	<i>Capsicum frutescens</i>	Solanacée	Fruits
Piment vert	<i>Capsicum chinense</i>	Solanacée	Fruits
Corète potagère	<i>Corchorus olitorius</i> L.	Tiliacée	Feuilles
Amarante	<i>Amaranthus cruentus</i>	Amaranthacée	Feuilles
Vernonie	<i>Vernonia amygdalina</i> Delile	Asteraceae	Feuilles
Célosie	<i>Celosia argentea</i> L.	Amaranthaceae	Feuilles
Oseille	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Malvacées	Feuilles/Fleurs

Source : Simeni et al., 2009 ; Ahouangninou, 2013

1.3. Importance nutritionnelle et socioéconomique

Le maraîchage est une activité qui contribue au développement économique des villes d'Afrique (FAO, 2012a). Il occupe une place importante dans la lutte contre la pauvreté, la malnutrition et participe significativement à l'amélioration du revenu des ménages (Dovlo, 2007 ; James et al., 2010 ; Yolou et al., 2015). Riches en éléments nutritifs tels que les vitamines, les protéines et les sels minéraux (Mougeot, 2006 ; Amouzou et al., 2006), les cultures maraîchères sont également considérées comme des compléments alimentaires (Singbo et al., 2004) qui participent à l'équilibre du régime alimentaire et au maintien du bien-être des populations (FAO, 2012b ; Grubben et al., 2014).

La production de ces légumes permet ainsi, aux ménages de s'alimenter en légumes frais, d'améliorer la valeur des repas en éléments nutritifs et génère des revenus substantiels aux producteurs (Mougeot, 2006 ; Yolou et al., 2015).

Le maraîchage permet également aux éleveurs, notamment de volaille, d'augmenter leur source de revenu. En effet, afin d'améliorer les rendements sur des sols parfois très pauvres, les maraîchers utilisent de la matière organique principalement constituée de la fiente de volaille pour fertiliser les sols (Allagbé et al., 2014). Le maraîchage contribue à l'emploi et au bien-être des citoyens. En effet, une part importante des citoyens exerce au quotidien cette activité pour faire face à la demande croissante en légumes frais. Des vendeurs d'intrants, des grossistes et détaillants des légumes frais tirent d'importants revenus de cette activité. En outre, les sites maraîchers constituent parfois des centres de formation pratique aux techniques de production des légumes ou des champs écoles (Allagbé et al., 2014) pour assurer la relève.

❖ Cas spécifique de la grande morelle et du basilic

• Gboma

Le Gboma encore appelé grande morelle ou aubergine africaine et dont le nom scientifique est *Solanum macrocarpon* (L.) (Solanales: Solanaceae), est un légume-feuille originaire d'Afrique (Jaeger et Hepper, 1986). C'est l'un des légumes feuilles traditionnels les plus connus en Afrique de l'Ouest et du Centre (Oomen et Grubben 1978) où il est cultivé pour ses feuilles et fruits (Oladiran, 1989 ; Bonsu et al., 2002 ; Dansi et al., 2008). Outre leur valeur nutritionnelle, les fruits contiennent des substances utilisables à des fins thérapeutiques et peuvent fournir des précurseurs dans la synthèse de médicaments (Shalom et al., 2011). Au Bénin, *S. macrocarpon* fait partie des légumes feuilles traditionnels les plus cultivés principalement pour leurs feuilles. Il est répandu sur tout le territoire et occupe une place de choix en terme de consommation de légume-feuille traditionnel (Dansi et al., 2008).

• Basilic tropical

Le basilic tropical encore appelé « Tchayo » au Bénin (*Ocimum gratissimum* Linn) de la famille des Lamiaceae est l'une des plantes aromatiques les plus utilisées sur le plan médicinal et alimentaire dans la région ouest-africaine. D'origine Asiatique, Indienne et Vietnamiennne, cette espèce se développe à l'état sauvage dans toutes les zones tropicales (Vanier et al., 2006). En Afrique de l'Ouest, les espèces du genre *Ocimum* sont cultivées pour leurs vertus et sont largement répandues sur tout le territoire (Kpodékon et al., 2014; Kpètèhoto et al., 2017). Au Bénin, *O. gratissimum* constitue le quatrième légume-feuille le plus consommé après l'aubergine gboma – *Solanum macrocarpon* L. (Solanaceae) – la vernonie – *Vernonia amygdalina* Del (Asteraceae) – et l'amarante – *Amaranthus cruentus* L. (Amaranthaceae) – (Kpètèhoto et al., 2017).

1.4. Contraintes à la production des cultures maraîchères

Les contraintes à la production maraîchère sont aussi bien d'origine abiotique que biotique.

1.4.1. Contraintes abiotiques

Les contraintes abiotiques liées à la production des spéculations maraîchères sont d'ordres financier et technique.

1.4.1.1. Difficultés d'accès aux intrants (semences, produits phytosanitaires, engrais)

En Afrique de l'Ouest, contrairement aux producteurs de coton qui bénéficient des appuis en intrants sous forme de crédits de la part de leur organisation faîtière, les producteurs de légumes frais sont sans appui financier sous forme de crédit pour l'achat des intrants. Du fait de leur pouvoir d'achat faible, ces producteurs de légumes sont donc contraints à préférer les achats d'intrants en détail. Pour cela, les produits sont souvent frelatés et sont conditionnés en petits emballages sans aucune information sur les doses, les conditions de conservation ou les usages (Temple & Moustier, 2004).

1.4.1.2. Difficultés d'ordre technique

Beaucoup de producteurs maraichers ne maîtrisent pas les techniques culturales, particulièrement celles liées à la préparation des sols, la fertilisation des sols et la gestion des principaux bioagresseurs.

1.4.1.3. Difficultés liées à l'irrigation

L'insuffisance et le tarissement précoce des points d'eau, le manque de canalisations, le coût élevé et la faible disponibilité du matériel d'irrigation (motopompes, tuyauterie...) sont autant de difficultés liées à l'irrigation en culture maraichère.

1.4.1.4. Difficultés liées à la commercialisation

En zone Ouest-africaine, des difficultés commerciales entravent le développement de la filière maraichère. Au Burkina Faso par exemple, environ 95% des maraîchers font face à des difficultés de commercialisation. Les raisons en sont le bas prix des produits maraîchers qui touche plus de 86% des maraîchers, l'insuffisance des unités de transformation, l'éloignement des centres de vente, le mauvais état des routes et la mauvaise qualité des produits due surtout à la pression parasitaire (MAH, 2011).

1.4.1.5. Difficultés liées à l'accès au crédit agricole

Les principales difficultés liées à l'accès au crédit agricole en Afrique subsaharienne sont le manque d'institutions de microfinances (IMF) dédiées à l'agriculture, les procédures très complexes de demande de crédit, le taux d'intérêt élevé, les difficultés d'après l'octroi de crédit et l'échéance courte. Au Burkina par exemple, 80 % des exploitants maraîchers rencontrent au moins une des difficultés précédemment citées (MAH, 2011).

1.4.2. Contraintes biotiques

Beaucoup de bioagresseurs causent de dommages aux légumes produits en culture maraichère. Ils se résument essentiellement aux maladies et aux ravageurs. Par exemple, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera : Plutellidae), un des principaux ravageurs du chou (*Brassica oleracea* L.) (Ayra-Pardo et al., 2015 ; Jiang et al., 2015 ; Liu et al., 2015 ; Ninsin, 2015) est capable de causer des pertes de rendement allant jusqu'à 90% (Mondédji, 2010). L'espèce de puceron *Lipaphis erysimi* K. (Hemiptera : Aphididae) cause des dégâts importants sur le chou avec des

pertes de rendement pouvant atteindre 50% si aucun traitement n'est appliqué (Mondédji, 2010). Le tableau 2 présente quelques principaux nuisibles rencontrés sur les sites maraîchers en Afrique de l'Ouest.

Tableau 2: Quelques nuisibles des cultures maraîchères en Afrique de l'Ouest

Type de Bioagresseurs	Espèces	Famille	Ordre	Partie de la plante attaquée	Niveau de dégâts
Insectes	<i>Gryllotalpa africana</i>	Gryllotalpidae	Orthoptera	Racines	Faible
	<i>Aspavia armigera</i>	Pentatomidae	Hemiptera	feuilles/tiges	Faible
	<i>Bemisia tabaci</i>	Aleurodidae	Hemiptera	feuilles/tiges	Elevé
	<i>Epilachna elaterii</i>	Coccinellidae	Coleoptera	feuilles/tiges	Faible
	<i>Helopeltis schoutedeni</i>	Miridae	Hemiptera	feuilles/tiges	Elevé
	<i>Hypolixus nubilous</i>	Curculionidae	Coleoptera	feuilles/tiges	Faible
	<i>Lipaphis erysimi</i>	Aphididae	Homoptera	feuilles/tiges	Elevé
	<i>Liriomyza</i> sp.	Agromyzidae	Diptera	feuilles/tiges	Faible
	<i>Phycita melongenae</i>	Pyrilidae	Lepidoptera	feuilles/tiges	Elevé
	<i>Plutella xylostella</i>	Plutellidae	Lepidoptera	feuilles/tiges	Elevé
	<i>Psara basal</i>	Pyrilidae	Lepidoptera	feuilles/tiges	Elevé
	<i>Selepa docilis</i>	Noctuidae	Lepidoptera	feuilles/tiges	Elevé
	<i>Hellula undalis</i>	Pyrilidae	Lepidoptera	feuilles/tiges	Elevé
	<i>Scrobipalpa ergasima</i>	Gelechiidae	Lepidoptera	fleurs/fruits	Elevé
Acariens	<i>Aculops lycopersici</i>	Eriophyidae	Acari	fleurs/fruits	Elevé
	<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	Tarsonemidae	Acari	feuilles/tiges	Elevé
	<i>Tetranychus</i> spp.	Tetranychidae	Acari	feuilles/tiges	Elevé
Nématodes	<i>Meloidogyne</i> sp.; Nématode à galle			Racines	Elevé
Pathogènes	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Lycopersici</i>			Racines	Elevé
	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Campestris</i>			Racines/feuilles/tiges	Elevé
	<i>Sclerotium rolfsii</i>			Racines	Faible
	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>			feuilles/tiges	Faible
	<i>Colletotrichum capsici</i>			feuilles/tiges	Elevé
	<i>Colletotrichum fuscum</i>			feuilles/tiges	Elevé

Source : James et al., 2010

1.5. Mesures de contrôle des ravageurs des cultures maraîchères

Afin de rentabiliser leur production, les producteurs maraîchers utilisent plusieurs méthodes pour lutter contre les attaques des ravageurs. Ces méthodes peuvent être regroupées en deux catégories – la lutte chimique et les méthodes alternatives à l’usage des pesticides de synthèses.

1.5.1. Usage des pesticides de synthèse

Les pesticides de synthèse sont les produits phytosanitaires les plus utilisés par les producteurs en raison de leur faible coût, de leur disponibilité, de leur usage facile et de leur efficacité immédiate. Pour Mondédji et al. (2015), les produits synthétiques ciblent un grand nombre de ravageurs et assurent donc le maintien d’une productivité suffisante. Ils s’avèrent très efficaces dans la lutte contre les bioagresseurs car ils produisent des résultats intéressants. En effet, leur emploi a considérablement diminué la pénibilité du travail au champ tout en permettant une production suffisante et à faible coût pour satisfaire aussi bien le marché que le consommateur. Les résultats d’une étude récente signalent que les pertes de rendement, avant récolte, dues aux bioagresseurs sont estimées à 35 %. Ces pertes sont d’environ 70 % en absence d’un moyen de protection (Popp et al., 2013). La non-utilisation de pesticides synthétiques peut causer une baisse de la production mondiale qui peut être à l’origine de la famine. Cependant, il convient de noter que malgré leur avantage, les produits de synthèses utilisés pour la protection des cultures posent un réel problème de santé humaine, de sécurité alimentaire, de pollution environnementale et de persistance (FAO, 2011).

- **Impacts sur l’environnement**

L’usage de matériels de traitement inappropriés, le surdosage et la mauvaise gestion des emballages font partie des causes fondamentales de la pollution environnementale (Kanda et al., 2013 ; Son, 2018). Dans plusieurs pays d’Afrique, un grand nombre de produits synthétiques ont été détectés dans les rivières, lagunes et écosystèmes marins côtiers avec pour conséquence une eutrophisation des eaux et une contamination chimique des produits de pêche (Adingra et Kouassi, 2011). Au Bénin par exemple, le DDT, l’endosulfan, l’endrine, ont été détectés dans plusieurs espèces de poissons (Pazou et al., 2006) et échantillons de sol (Assogba-Komlan et al., 2007). Au Sénégal, des résidus de métamidophos, de l’endosulfan, et du diméthoate ont été retrouvés dans les eaux de puits en zone agricole (Ngom et al., 2012). Une étude réalisée par Traoré et al. (2015) a détecté, dans les eaux lagunaires de la Côte d’Ivoire, la présence de résidus d’herbicides (triazines et métabolites), d’urées substituées, d’insecticides (carbamates) et de rodenticides (convulsivants). Les concentrations de ces pesticides ont dépassé largement les valeurs de référence recommandées pour l’eau potable (OMS, 2011 ; Traoré et al., 2015). En somme, les maraîchers africains utilisent des produits phytosanitaires très toxiques et très rémanents tels que les organophosphorés et organochlorés pour protéger leurs cultures (Kanda et al., 2013), rendant ainsi l’environnement immédiat pollué pour les espèces aussi bien végétales qu’animales.

- **Résistance des ravageurs et impacts sur les auxiliaires**

La résistance au sein des populations de ravageurs et de pathogènes s'observe à la suite de l'application inappropriée des insecticides de synthèse (Kranthi et al., 2001 ; Tewary et al., 2005). Par exemple, en Afrique de l'Ouest, *P. xylostella* a développé une résistance aux insecticides deltaméthrine et chlorpyrifos éthyle (Agboyi et al., 2016). Le développement d'une résistance aux organophosphorés, aux pyréthrinoides, aux cyperméthrines, aux méthamidophos et à l'ométhoate a été constaté également sur les populations de *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera : Aleyrodidae) dans plusieurs pays d'Afrique subsaharienne (Abdeldaffie et al., 1987 ; Dittrich et al., 1990 ; Otoidobiga et al., 2002 ; Houndété et al., 2010).

L'utilisation non raisonnée des pesticides de synthèse produit des effets indésirables sur les espèces non-cibles telles que les insectes dits bénéfiques. En effet, lorsque les produits de synthèse sont appliqués sur les cultures, on note une réduction voire une disparition des populations de ces organismes. Par exemple, une diminution des populations de coccinelles, de syrphes et d'araignées prédatrices a été constatée dans les champs de choux ayant été traités avec un insecticide à base d'émamectine benzoate (Amoabeng et al., 2013).

- **Résidus et impacts sur la santé des populations humaines**

Selon Kanda et al. (2013), le non-respect du délai de carence, le manque de vêtements de protection, le faible taux de maraîchers formés à l'application des pesticides sont quelques facteurs de risque d'intoxication aussi bien pour les maraîchers que pour les consommateurs. Pour l'OMS, environ 200.000 personnes décèdent, au niveau mondial chaque année des suites de l'empoisonnement par les pesticides de synthèse (CAPE, 2009; Belmain et al., 2013). Le risque le plus élevé de mortalité humaine due à une mauvaise application des pesticides de synthèse se trouve en Afrique (Williamson et al., 2008). Pourtant l'usage de pesticides synthétiques dans ce continent ne compte que pour 2 à 4 % du marché mondial de ces pesticides (Sola et al., 2014). Une étude réalisée par Katary et al. (2002), sur les aspects toxicologiques concernant la santé humaine et l'utilisation des pesticides en Afrique sub-saharienne a révélé que les taux de mortalité des personnes intoxiquées par l'endosulfan et par les organophosphorés étaient respectivement de 5,5 % et 65,22 %. L'application des pesticides de synthèse cause des dommages importants sur la santé humaine et animale. Ainsi, des signes cliniques révélant une exposition aux produits phytopharmaceutiques notamment aux organophosphorés et aux carbamates ont été observés chez l'homme en Afrique de l'ouest (Kouassi et al., 2004; Manda et al., 2005). La présence de résidus de substances actives de pesticides dans les eaux représente un danger car elle peut causer des maladies et dysfonctionnements pour l'organisme humain. Les effets fortement toxiques de certains pesticides de synthèse peuvent provoquer des fausses-couches et des malformations congénitales (Ferragu et al., 2010). La toxicité des pesticides influence le développement du cerveau chez les enfants (Qiao et al., 2002; Demicco et al., 2010).

1.5.2. Alternatives aux pesticides de synthèse

1.5.2.1. Lutte variétale

La lutte variétale est une méthode de lutte préventive qui consiste à utiliser des variétés de plante résistantes et/ou tolérantes afin de réduire la pression des bioagresseurs et les pertes de rendement dues à ceux-ci. Une plante est dite résistante lorsqu'elle développe un mécanisme actif de défense en réponse à une attaque par le bioagresseur pour stopper son cycle de vie et sa prolifération. Une plante tolérante est celle qui est capable de supporter un certain niveau d'infestation du bioagresseur, sans chute de rendement (Castagnone-Sereno et Djian-Caporalino, 2011). Il existe donc des gènes de résistance qui peuvent être combinés aux qualités commerciales désirables par les producteurs et les consommateurs. Malheureusement, ce mécanisme de résistance n'est pas consistant, car une variété de légumes peut être résistante à l'attaque d'une espèce d'insecte ravageur mais sensible à l'attaque d'une autre (Cogburn, 1977).

1.5.2.2. Lutte physique

La lutte physique en protection des plantes regroupe toutes les techniques de lutte dont le mode d'action primaire ne fait intervenir aucun processus biologique, biochimique ou toxicologique. Deux principaux types de méthodes de lutte physique existent : les méthodes actives qui consomment de l'énergie au moment de l'application et les méthodes passives qui modifient le milieu et restent plus durables (Panneton et al., 2000). Conformément à ces méthodes, plusieurs technologies de lutte physique ont été développées dans le but de contrôler les insectes. Il s'agit de : chocs thermiques, chocs mécaniques, radiations électromagnétiques (micro-ondes, radio-fréquences, infrarouge) et la lutte pneumatique (soufflage/aspiration) qui sont des méthodes actives. Les méthodes passives applicables au champ sont les barrières physiques. En Afrique subsaharienne, la lutte physique en culture maraîchère repose essentiellement sur l'utilisation des filets anti-insectes qui constituent les formes de barrières physiques fréquemment utilisées. En effet, l'efficacité des filets anti-insectes en protection des cultures maraîchères notamment du chou contre les bioagresseurs a été démontrée par Martin et al. (2006). L'usage des filets anti-insectes a induit une diminution de 70 % du nombre de traitements insecticides pulvérisé sur le chou par rapport à la pratique habituelle (Martin et al., 2014). Toutefois, cette méthode présente des limites. D'une part, elle constitue une barrière pour les espèces bénéfiques, réduit l'intensité de la lumière et augmente la température à l'intérieur pour les cultures, avec, pour conséquence, une diminution de la taille et du poids des produits de récolte (Gogo et al., 2012 ; Muleke et al., 2013 ; Martin et al., 2013). D'autre part, la taille de la maille des filets anti-insectes est sélective vis-à-vis des insectes : les espèces de ravageur minuscules (exemple : les acariens) y traversent facilement (Martin et al., 2006 ; Licciardi et al., 2008).

1.5.2.3. Lutte biologique

Selon l'Organisation Internationale de la Lutte Biologique (OILB), la lutte biologique est : « utilisation par l'homme d'ennemis naturels tels que des prédateurs, des parasitoïdes ou des agents pathogènes pour contrôler les populations d'espèces nuisibles et les maintenir en dessous d'un seuil de nuisibilité ». Par exemple, *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Heteroptera: Miridae) est considéré comme l'un des principaux ennemis naturels des ravageurs de la tomate en l'occurrence *Tuta absoluta* (Perdikis et al., 2011 ; Guenaoui et al., 2011). En outre, le

parasitoïde *Epidinocarsis lopezi* (De Santis) (Hymenoptera: Encyrtidae), introduit en Afrique a contrôlé efficacement la cochenille farineuse du manioc, *Phenacoccus manihoti* Mat.-Ferr. (Homoptera: Pseudococcidae) (Herren & Neuenschwander, 1991). De nos jours, les effets très négatifs causés par une auxiliaire introduite deviennent rares du fait que beaucoup d'efforts sont faits afin de bien connaître sur la biologie et l'écologie de celle-ci avant son introduction (Bouzerida et al., 2016). Cependant, l'un des inconvénients de cette technique réside, non seulement dans l'élevage du parasitoïde permettant d'obtenir un effectif suffisant d'ennemis naturels, mais aussi dans la conviction des producteurs et des consommateurs vis-à-vis d'un tel traitement (Sanon, 1997; Huignard et al., 2011). De plus, certains agents de lutte ne s'attaquent qu'à des stades précis de développement (Nanfack et al., 2015).

1.5.2.4. Association des cultures

L'association de cultures ou intercropping consiste à cultiver plus d'une espèce sur la même parcelle (Vandermeer, 1989). Dans une parcelle de cultures en association, l'abondance des populations de ravageurs et de leur dégât est fortement influée par l'une ou l'autre des cultures mises en place (Andow, 1991). La pratique de l'association de cultures met en jeu deux types de mécanismes écologiques : un effet top-down et un effet bottom-up.

Effet top-down qui est l'influence du niveau trophique supérieur sur le niveau trophique inférieur. Il s'agit de la régulation par la prédation, le parasitisme, etc. influée par la présence de la culture associée. En effet, la culture associée peut-être un habitat pour les auxiliaires de ravageurs ou pour les proies. D'une manière générale, selon l'hypothèse dite des ennemis naturels (Root, 1973; Russel, 1989), la régulation naturelle par le parasitisme, la prédation, etc. est plus efficace dans les systèmes complexes que dans les systèmes simples.

Effet bottom-up : c'est l'influence du niveau trophique inférieur sur le niveau trophique supérieur. Autrement dit, les plantes en association dans une parcelle ont un impact sur le comportement, le développement et la capacité reproductive des insectes ravageurs grâce à de nombreux signaux visuels et olfactifs (composés organiques volatiles ou Covs) qu'elles émettent. En effet, les signaux émis par des plantes différentes pourraient être aussi différents. Ainsi, lorsque des plantes sont en association dans une même parcelle, elles émettent des signaux différents qui pourraient être confus pour les insectes ravageurs que ceux émis en monoculture (Root, 1973).

Plusieurs études ont montré l'efficacité de l'association des cultures dans la réduction des populations de bioagresseurs par l'effet répulsif ou attractif. L'efficacité a été également prouvée par la réduction de la capacité des ravageurs à localiser les plantes-hôtes appropriées (Schader et al., 2005 ; Björkman et al., 2010 ; Zhang et al., 2016). La culture associée du chou avec l'ail, l'oignon, l'*Ocimum basilicum* ou le basilic tropical a réduit considérablement l'effectif des ravageurs ; minimisé les dégâts et amélioré les rendements (Debra et al., 2014 ; Tiroesele et al., 2015 ; Yarou, 2018). En effet, nombre d'espèces de plante du genre *Ocimum* émettent des composés organiques volatiles (Covs) qui ont un effet répulsif pour beaucoup de ravageurs et un effet attractif pour les auxiliaires de ravageurs cibles (Kellouche et al., 2010 ; Pugazhvendan et al., 2012 ; Inbaneson et al., 2012 ; Akono Ntonga et al., 2014 ; Zhang et al., 2016). Ainsi, l'association culturale est l'une des méthodes alternatives aux pesticides de synthèse.

1.5.2.5. Extraits botaniques

La plante constitue une ressource importante dans la vie des êtres vivants. Elle s'utilise dans divers domaines à savoir alimentation, médecine, culture et socio-économie. Elle est employée aussi dans l'agriculture pour la conservation post-récolte ou pour la protection des plantes (Bonzi, 2007). En effet, diverses espèces de plantes produisent des substances chimiques répulsives, antiappétantes et même toxiques pour les ravageurs lorsqu'elles sont en grande quantité. Ces espèces de plantes se trouvent pour la plupart dans les flores locales, spontanées ou cultivées. En effet, plus de 2000 espèces végétales ayant des propriétés insecticides sont recensées. Ces espèces constituent un réservoir important pour y identifier et extraire des substances naturelles à effet insecticide au profit de l'agriculture (Ketoh et al., 2005). Pour Arnason (2008), les perspectives pour l'utilisation des substances naturelles sont élevées dans les pays en développement. Beaucoup de molécules d'origine végétale restent encore à découvrir vu que 65% de la biodiversité végétale est d'origine tropicale.

Les substances naturelles sont de plus en plus recherchées pour une lutte efficace. Elles sont localement disponibles, moins chères et plus faciles d'emploi qu'un insecticide de synthèse. Les plantes pesticides sont employées sous diverses formes : extraits de plantes pulvérisés sur les feuilles (Mochiah et al., 2011 ; Mondédji et al., 2014a), huiles essentielles ou plantes entières utilisées dans la conservation post-récolte (Anjarwalla et al., 2016). Les avantages de l'utilisation des extraits botaniques sont le respect de l'environnement et l'efficacité dans la lutte contre les ravageurs (Stevenson et al., 2014 ; Mkenda et al., 2015). Des travaux de recherche ont montré que les extraits de plantes ont un effet moins toxique sur les ennemis naturels des ravageurs des cultures (Charleston et al., 2005) et sur les mammifères. De plus, ce sont des pesticides rapidement dégradables dans l'environnement et possèdent un effet sélectif sur les êtres vivants (Cloyd, 2004). Ainsi, leur utilisation permet de résoudre les problèmes de résidus générés par les pesticides de synthèse (Ripley et al., 2001 ; Tano et al., 2011). Selon Wondafrash et al. (2012), nombre de travaux ont montré que les graines de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) contiennent une quantité élevée d'azadirachtine qui est un régulateur de croissance des insectes. Mondédji et al. (2014a) ont conclu que l'extrait de neem possède un effet régulateur sur les populations de *P. xylostella* et celles du puceron *L. erysimi*, deux principaux ravageurs du chou pommé en Afrique de l'Ouest. En conséquence, des rendements plus élevés et des faibles taux de choux pommés et dépréciés ont été enregistrés. Au laboratoire, l'effet larvicide du basilic *Ocimum basilicum* L. a été testé sur les larves de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Z. avec des résultats intéressants (Bouidia, 2014).

- **Cas du basilic tropical**

Au Bénin, le basilic tropical est largement répandu sur tout le territoire. Il est cultivé et très utilisé par la population pour ses vertus thérapeutique, biologique, alimentaire et rituelle (Achigan-Dako et al., 2010 ; Kpètèhoto et al., 2017). Cela constitue un atout majeur pour son utilisation en culture maraîchère sous forme d'extrait botanique. Le basilic tropical se retrouve dans plusieurs périmètres maraîchers et à proximité des cases tout au long de l'année (Achigan-Dako et al., 2010). La plante doit ses vertus médicinales thérapeutiques et biocides à des composés phénoliques qui sont plus concentrés dans les feuilles (Kpètèhoto et al., 2017). Les extraits de la plante constitués de composés phytochimiques dont le phénol possèdent des effets

anti-inflammatoires et antimicrobiens N'guessan et al. (2009). Le phénol confère au basilic tropical un effet biocide pour la défense contre les bioagresseurs (Attou, 2011). En effet, selon Ogayo et al. (2015) les extraits d'*O. gratissimum* peuvent contrôler la population de *Tetranychus urticae* Koch en inhibant l'oviposition et en causant 90% de mortalité pour ce ravageur. Une étude comparative de l'effet fongicide d'huiles essentielles de plantes et celui des fongicides classiques a montré que l'huile essentielle d'*O. gratissimum* inhibe la germination des spores et la croissance du mycélium de *Fusarium oxysporum*, *Radicis lycopersici* et *Pythium* sp. avec une efficacité presque équivalente à celle des fongicides classiques (Doubouya et al., 2012).

PARTIE 2 : MILIEU D'ETUDE, MATERIEL ET METHODES

2.1. Milieu d'étude

Les essais ont été réalisés sur le site expérimental du Sous-programme des cultures maraîchères de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) sis à Agonkanmey dans la commune de Abomey-Calavi au Sud-Bénin (longitude 6° 24 ' 35 " Nord et de latitude 2° 19' 55" Est). Ce site, est caractérisé par un climat subéquatorial à deux saisons sèches (Août-Septembre et Décembre-Mars), deux saisons pluvieuses (Mars-Juillet et Septembre-Novembre) et une pluviométrie annuelle qui varie entre 1300 et 1400 mm (INSAE, 2012). Les températures journalières ont fluctué entre 26°C et 34°C durant la période des essais de Mars à Juin 2018 (saison pluvieuse).

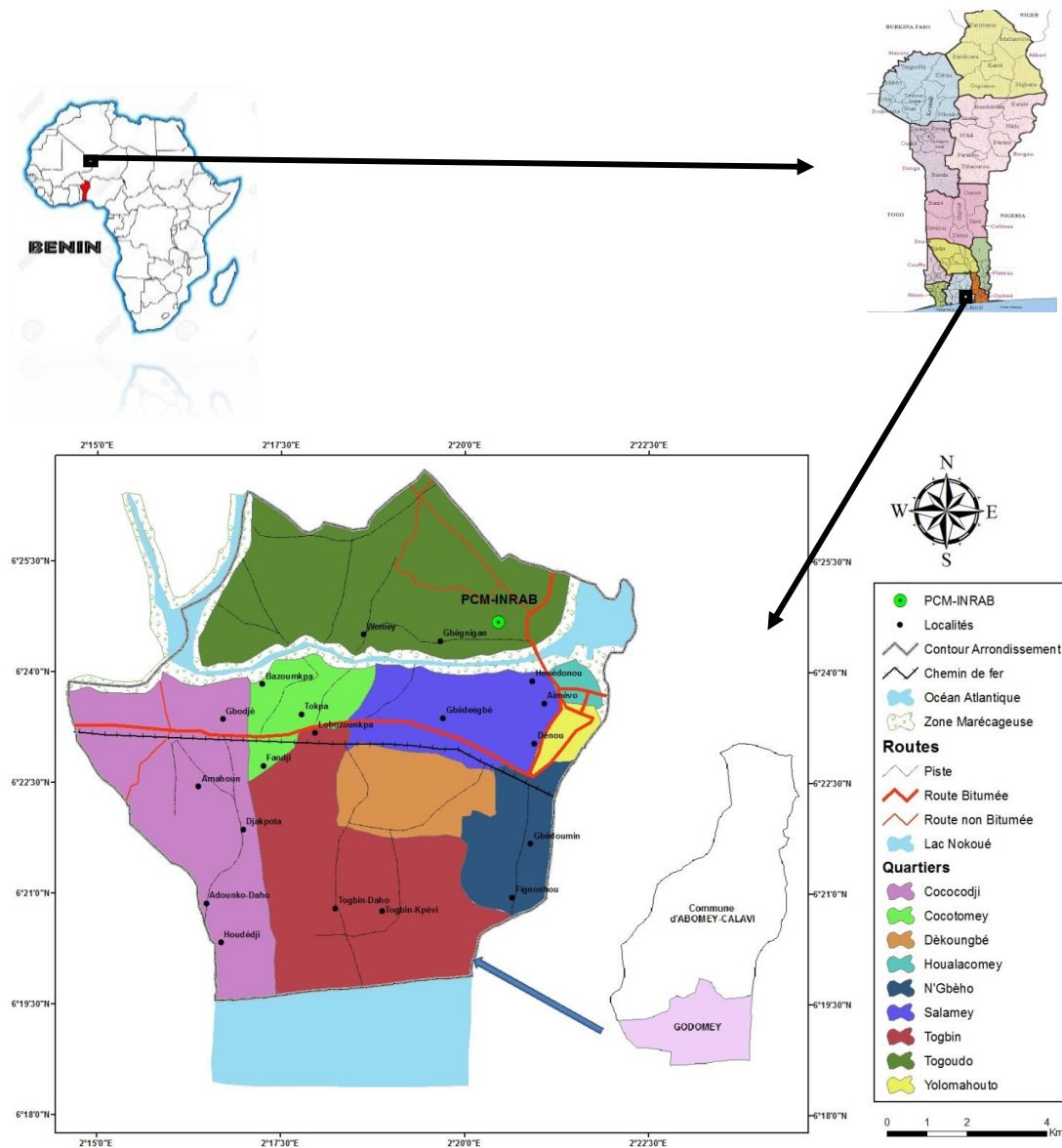


Figure 1 : Carte de l'arrondissement de Godomey situant le site expérimental (PCM-INRAB).

2.2. Matériel

2.2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal est composé des plants de la grande morelle (*Solanum macrocarpon* L.) et des basilics (*Ocimum gratissimum* Linn et *O. basilicum*).

2.2.2. Biopesticide

Les pesticides biologiques sont constitués d'une part des extraits aqueux des tiges et feuilles de basilic (*O. gratissimum* et *O. basilicum*) et d'autre part du TopBio. Le TopBio est un concentré émulsionnable produit localement au Bénin à base d'huile de neem et en utilisation sur les périmètres maraîchers au Bénin.

2.3. Mise en place des essais

2.3.1. Essai 1 : Effet des extraits aqueux de basilic sur les ravageurs de la grande morelle

Le dispositif expérimental utilisé est un bloc aléatoire complet constitué de quatre blocs avec cinq traitements (figure 2): 1) le témoin (T) parcelles non traitées, 2) parcelles traitées avec l'extrait aqueux de *O. basilicum* (Ob), 3) parcelles traitées avec l'extrait aqueux de *O. gratissimum* (Og), 4) parcelles traitées avec un mélange des extraits Ob et Og (Og_Ob), et 5) parcelles traitées avec du TopBio¹ (TB).

Les jeunes plants de la grande morelle de trois semaines de pépinière ont été repiqués sur chaque parcelle élémentaire de 5 m². Ces plantules ont été repiquées à un écartement de 30 cm entre poquets et entre lignes, soit un total de cinq lignes par parcelle élémentaire.

Les plants ont été fertilisés avec de la fumure organique (fiente de volaille) une semaine après repiquage à la dose de 10 t/ha (soit 5 kg/parcelle de 5 m²). Un désherbage manuel et un binage ont été régulièrement effectués pour maintenir une propriété sur les parcelles.

¹ Formulation commerciale à base d'huile de neem produite localement au Bénin et utilisée sur les cultures maraîchères au Bénin.

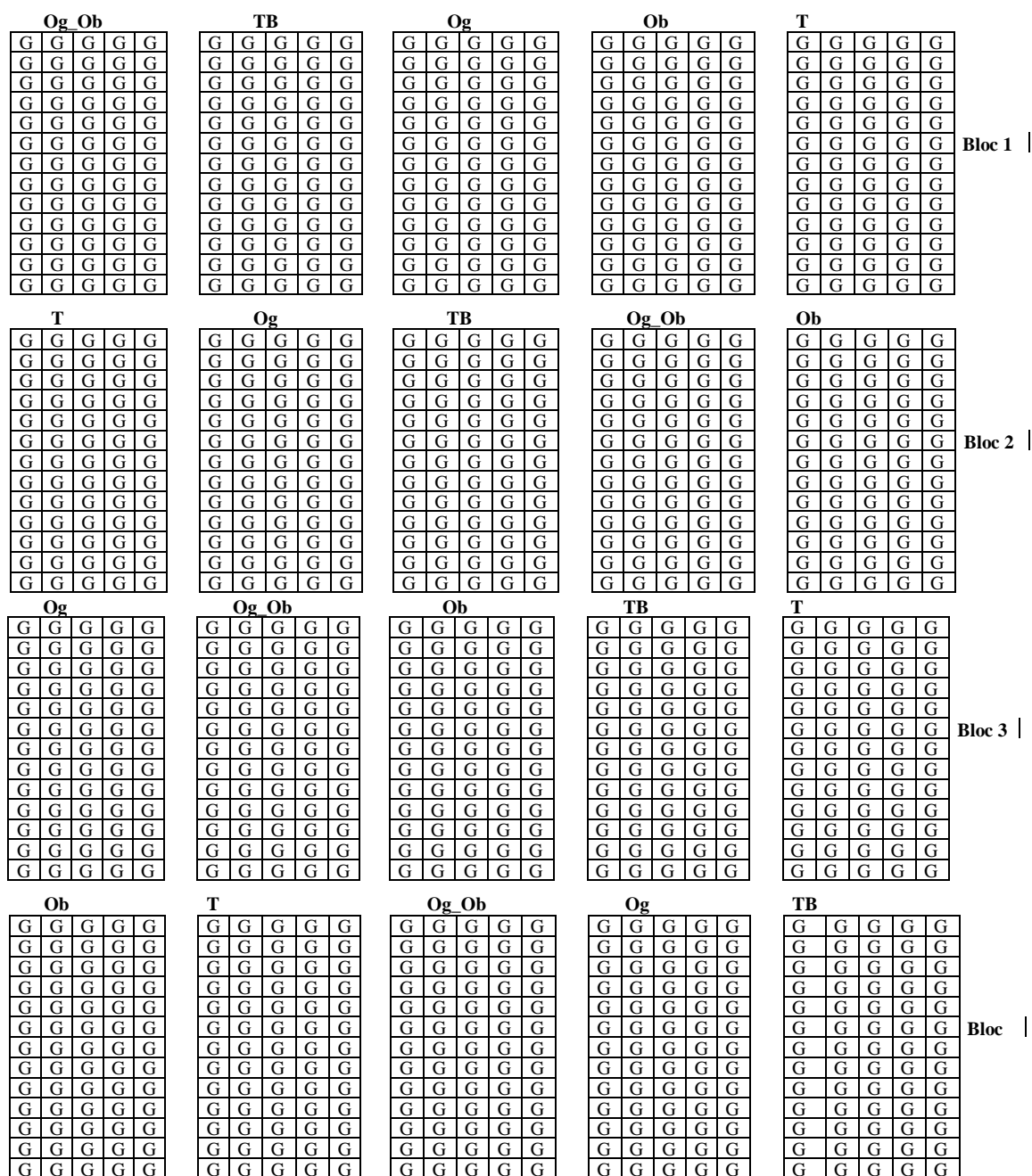


Figure 2 : Dispositif expérimental de l'essai sur l'effet des extraits aqueux de basilic

T = Temoin : parcelle n'ayant reçu aucun traitement ; Ob : parcelle élémentaire traitée avec l'extrait aqueux de Ocimum basilicum ; Og : parcelle traitée avec l'extrait aqueux de O. gratissimum ; Og_Ob : parcelle élémentaire traitée avec l'extrait aqueux du mélange des deux espèces de Ocimum ; TB = TopBio : parcelle élémentaire traitée avec du TopBio.

❖ Préparation des extraits aqueux de *Ocimum* et traitement des parcelles

La partie aérienne (feuilles et tiges) des deux espèces de basilic (*O. gratissimum* et *O. basilicum*) a été utilisée pour préparer les extraits aqueux séparément. Pour chaque espèce, 1 kg de matière fraîche a été utilisé. Après rinçage à l'eau propre, cette matière fraîche a été

broyée à l'aide d'un mortier. Les broyats obtenus ont été ensuite macérés dans 10 litres d'eau contenant 10 g du savon local (Palmida). Le mélange a été conservé à température ambiante. Après 24h, chaque solution a été filtrée deux fois (une première fois avec un tissu rugueux et une seconde fois avec un tissu à maille très fin).

Pour obtenir la solution mixte, un demi-Kg de matière fraîche de chacune des deux espèces (soit un Kg au total) a été broyé ensemble puis macéré dans 10 litres d'eau. La solution a été filtrée 24 h après comme précédemment.

Chaque parcelle élémentaire a été pulvérisée avec 250 ml de solution, soit un volume total de 50 ml/m² telle que recommandée par Munyuli et al. (2009). Pour le TopBio, 250 ml de solution ont été pulvérisés par parcelle élémentaire tout en respectant la dose recommandée (2L/ha).

Un pulvérisateur à dos de marque « **Knapsack Sprayer** » a été utilisé pour le traitement des parcelles ; et pour chaque solution un pulvérisateur différent a été utilisé. Au total, deux traitements ont été effectués le 14^{ème} et le 28^{ème} jour après repiquage (JAR) des plants.

❖ Paramètres étudiés et collecte de données

Trois paramètres ont été étudiés : l'abondance des ravageurs, le rendement et l'incidence des ravageurs sur le rendement de la grande morelle. Pour chaque traitement, la densité des ravageurs, des prédateurs, le nombre de momies ont été évalués ainsi que la quantité de matières fraîches (feuilles et tiges), endommagées ou non, récoltée.

❖ Observation des insectes ravageurs

Les observations ont été faites le matin, entre 7h00 et 10h50 (Oparaeke, 2006). Les insectes ont été dénombrés tous les cinq jours sur 10 plants par parcelle et par traitement suivant un parcours classique en W. Le comptage des insectes a été effectué avec une loupe à main (dioptrie 7,5 et diamètre 60 mm) de marque **safetool**, au passage et directement sur les feuilles de la grande morelle (Mukendi et al., 2014). Ce comptage a porté sur les ravageurs (Pucerons, mouches blanches, cochenilles et *Selepa docilis*) présents sur tous les plants échantillonnés. Pour le comptage des pucerons et mouches blanches, trois feuilles dont une (01) feuille apicale, une (01) feuille médiane et une (01) feuille inférieure ont été observées par plant échantillonné. Ces trois niveaux de prélèvement ont été retenus pour s'assurer que toute la plante a été couverte en vue de ne laisser aucune strate qui hébergerait des arthropodes. Les mouches blanches ont été évaluées en estimant la population des nymphes qui sont sessiles. Quant au comptage des deux autres arthropodes, toutes les feuilles ont été observées par plant échantillonné. Le nombre de ravageurs a été noté à chaque visite dans chaque parcelle. Notons que cette méthodologie a exclu l'observation et le comptage des acariens notamment *Polyphagotarsonemus latus* qui ne sont pas détectables avec une loupe à main.

❖ Evaluation du rendement

La récolte a été évaluée et comparée entre les différents traitements (méthodes de lutte). Pour ce faire, à la coupe (récolte), le nombre de plants de la surface utile a été compté. La masse totale des bouquets (tiges feuillées) coupés, endommagés et non endommagés de la surface utile

a été définie et notée pour chaque traitement. Les résultats obtenus ont été estimés à l'hectare. La récolte a été faite 6 semaines après le repiquage.

❖ Estimation des pertes de rendement dues aux ravageurs

Elle a consisté à calculer les taux de pertes (T_p) de rendement en feuilles non commercialisables. Le rendement moyen total en feuilles (R_{tf}) et le rendement moyen en feuilles commercialisables (R_{fc}) ont permis de calculer le taux de pertes de rendement en bouquets endommagés par la formule suivante utilisée par Macharia et al. (2005).

$$T_p = \frac{R_{tf} - R_{fc}}{R_{tf}}$$

2.3.2. Essai 2 : Effet d'association culturale basilic (*O. gratissimum*) grande morelle sur les insectes ravageurs de la grande morelle

Le dispositif expérimental utilisé est un bloc aléatoire complet constitué de cinq blocs avec quatre traitements (figure 3): 1) parcelles avec Basilic tropical pure (T), 2) parcelles avec Grande morelle pure (G), 3) parcelles avec une ligne de Grande morelle intercalée d'une ligne de Basilic tropical ($Ass_G_1T_1$), 4) parcelles avec trois lignes de Grande morelle intercalées d'une ligne de Basilic tropical ($Ass_G_3T_1$).

	T (Tchayo)	G3T1	G1T1	G (Gboma)
Blo c1	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T	T G T G T G T G T	G G G G G G G G
	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T	T G T G T G T G T	G G G G G G G G
	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T	T G T G T G T G T	G G G G G G G G
	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T	T G T G T G T G T	G G G G G G G G
	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T	T G T G T G T G T	G G G G G G G G
Blo c2	G G G G G G G G G	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T	T G T G T G T G T
	G G G G G G G G G	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T	T G T G T G T G T
	G G G G G G G G G	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T	T G T G T G T G T
	G G G G G G G G G	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T	T G T G T G T G T
	G G G G G G G G G	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T	T G T G T G T G T
Blo c3	T G T G T G T G T	G G G G G G G G G	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T
	T G T G T G T G T	G G G G G G G G G	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T
	T G T G T G T G T	G G G G G G G G G	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T
	T G T G T G T G T	G G G G G G G G G	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T
	T G T G T G T G T	G G G G G G G G G	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T
Blo c4	T G G G T G G G T	T T T T T T T T T	T G T G T G T G T	G G G G G G G G
	T G G G T G G G T	T T T T T T T T T	T G T G T G T G T	G G G G G G G G
	T G G G T G G G T	T T T T T T T T T	T G T G T G T G T	G G G G G G G G
	T G G G T G G G T	T T T T T T T T T	T G T G T G T G T	G G G G G G G G
	T G G G T G G G T	T T T T T T T T T	T G T G T G T G T	G G G G G G G G
Blo c5	G G G G G G G G G	T G T G T G T G T	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T
	G G G G G G G G G	T G T G T G T G T	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T
	G G G G G G G G G	T G T G T G T G T	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T
	G G G G G G G G G	T G T G T G T G T	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T
	G G G G G G G G G	T G T G T G T G T	T T T T T T T T T	T G G G T G G G T

Figure 3: Dispositif expérimental de l'essai d'association culturale grande morelle / basilic tropical

T = Témoin : parcelles de grande morelle pure ; Ass_G₁T₁ : parcelles avec une ligne de grande morelle intercalée d'une ligne de basilic tropical ; Ass_G₃T₁ : parcelles avec trois lignes de grande morelle intercalées d'une ligne de basilic tropical.

La principale culture considérée a été la grande morelle (Gboma) en association avec le basilic tropical (tchayo). Les jeunes plants de basilic tropical âgés d'un mois ont été d'abord transplantés sur les parcelles élémentaires selon chaque traitement. Trois semaines après la mise en place des plants de tchayo, les jeunes plants de la grande morelle âgés de trois semaines, ont été transplantés sur les mêmes parcelles élémentaires suivant chaque traitement également. Les parcelles élémentaires mesurent chacune 16 m². L'écartement entre les poquets et entre les lignes est de 0,4 m, soit un total de neuf lignes par parcelle élémentaire. Les opérations d'entretien (binage, sarclage, arrosage) ont été effectuées au besoin. Une semaine après repiquage, la fumure organique (fiente de volaille) a été apportée sur les parcelles à la dose de 10 t/ha (soit 16 kg/parcelle de 16 m²).

❖ Paramètres étudiés et collecte de données

Les paramètres observés au cours de cet essai ont été l'abondance des ravageurs et la productivité de la grande morelle et du basilic tropical. Le basilic tropical a été utilisé comme plante de service. Pour cela, seules les données relatives à sa productivité ont été collectées. Trois traitements à savoir : parcelles pures avec basilic tropical ; parcelles avec une ligne de grande morelle intercalée d'une ligne de basilic tropical (Ass_G₁T₁) et parcelles avec trois lignes de grande morelle intercalées d'une ligne de basilic tropical (Ass_G₃T₁) ont été comparés pour leur efficacité sur les ravageurs de la grande morelle. Ainsi, dans chaque traitement, la densité de ces ravageurs, de leurs prédateurs et le nombre de leurs momies ont été évalués.

❖ Observation des insectes ravageurs

Les observations ont commencé une semaine après le repiquage de la grande morelle. Elles ont été faites tous les sept jours sur 10 plants de Gboma (Grande morelle) choisis, par parcelle élémentaire de Grande morelle pure ou de Grande morelle en association, suivant un parcours classique en W en comptant les pas. Le comptage des arthropodes a été effectué à la loupe à main de marque **safetool**, au passage et directement sur les feuilles de la grande morelle (Mukendi et al., 2014). Ce comptage a porté sur les ravageurs (Pucerons, mouches blanches, cochenilles et *Selepa docilis*) présents sur tous les plants échantillonnés. Le comptage des pucerons et des mouches blanches a été fait sur trois feuilles par plant échantillonné : une (01) feuille apicale, une (01) feuille médiane et une (01) feuille inférieure ont été observées. Les mouches blanches ont été évaluées en estimant la population des nymphes qui sont sessiles. Quant au comptage des autres arthropodes, toutes les feuilles ont été observées par plant échantillonné. Le nombre de ravageurs a été enregistré à chaque visite dans chaque parcelle.

❖ Evaluation du rendement de la grande morelle et du basilic tropical

La récolte a été évaluée et comparée entre les quatre traitements. Pour ce faire, à la coupe (récolte), la masse totale des tiges feuillées coupées, endommagées et non endommagées de la surface utile a été enregistrée pour chaque traitement. Les résultats obtenus ont été extrapolés à l'hectare. La récolte a été faite 6 semaines après le repiquage.

La surface relative équivalente ou Land Equivalent Ratio (LER) a été ensuite calculée pour l'évaluation agronomique de l'association. LER est le rapport des rendements en association et en culture pure (Yarou, 2013).

Si la valeur du LER est supérieure à 1, cela signifie que l'association est rentable.

❖ Analyse des résultats

Les analyses statistiques et les graphes montrant la variation de la densité moyenne des insectes dans le temps ont été réalisés dans le logiciel R version 3.5.0 (R Core Team, 2018).

La transformation $\log(1 + \text{nombre d'insecte})$ a été préalablement opérée pour tester l'effet des traitements sur la densité des insectes. Des modèles linéaires à effet mixtes sur les données longitudinales ont été par la suite établis en utilisant la fonction *lme* du package *nlme* (Pinheiro et al, 2018). Le logiciel R a été utilisé pour l'analyse de la déviance appliquée au modèle de poisson. Les comparaisons de moyennes ont été effectuées au seuil de signification de 5 % avec la méthode de Tukey.

PARTIE 3 : RÉSULTATS

3.1. Effet des extraits aqueux de basilic sur les ravageurs de la grande morelle

3.1.1. Cas des Pucerons (*Lipaphis erysimi*)

Le nombre moyen de puceron par plant au 14^{ème} jour après repiquage, avant la première application, est différent d'un traitement à un autre (figure 4). La plus faible moyenne (0,07) est observée sur les parcelles traitées avec l'extrait aqueux de *O. basilicum* (Ob) et la plus forte moyenne (0,4), sur les parcelles traitées à l'extrait aqueux du mélange Og_Ob. Au 20^{ème} jour, la densité moyenne de puceron par plant est presque la même pour tous les traitements ($p>0,05$) et est de 0,25 en moyenne. Les extraits aqueux du mélange Og_Ob et le TopBio ont diminué le nombre moyen de puceron par plant sur les différentes parcelles traitées.

A partir du 25^{ème} JAR, la densité moyenne de puceron par traitement est significativement différente. Les parcelles traitées au Topbio sont celles qui ont enregistré la plus faible densité moyenne par plant (0,25) alors que les parcelles traitées à l'extrait aqueux du mélange Og_Ob ont hébergé plus de puceron (1,51).

Au 30^{ème} JAR, les parcelles traitées à l'extrait aqueux du mélange Og_Ob ont enregistré le plus faible nombre moyen de puceron par plant (0,25) suivies des parcelles traitées au TopBio (0,29) et des parcelles traitées à l'extrait aqueux de *O. gratissimum* (0,36). Le plus fort nombre de puceron a été compté au niveau du traitement Ob.

Au 40^{ème} JAR correspondant à la fin de l'étude, c'est le traitement à l'extrait aqueux Og qui a enregistré le plus faible effectif moyen de puceron par plant (0,24). Par contre, le plus fort nombre de puceron (0,57) a été noté sur les parcelles traitées à l'extrait aqueux du mélange (Og_Ob). Durant toute l'étude, les parcelles non traitées (Témoins) ont enregistré une évolution progressive du nombre moyen de puceron par plant qui a varié de 0,17 au 14^{ème} JAR à 0,60 au 35^{ème} JAR. Dès lors, ce nombre a diminué progressivement jusqu'à la fin des observations où il est de 0,43.

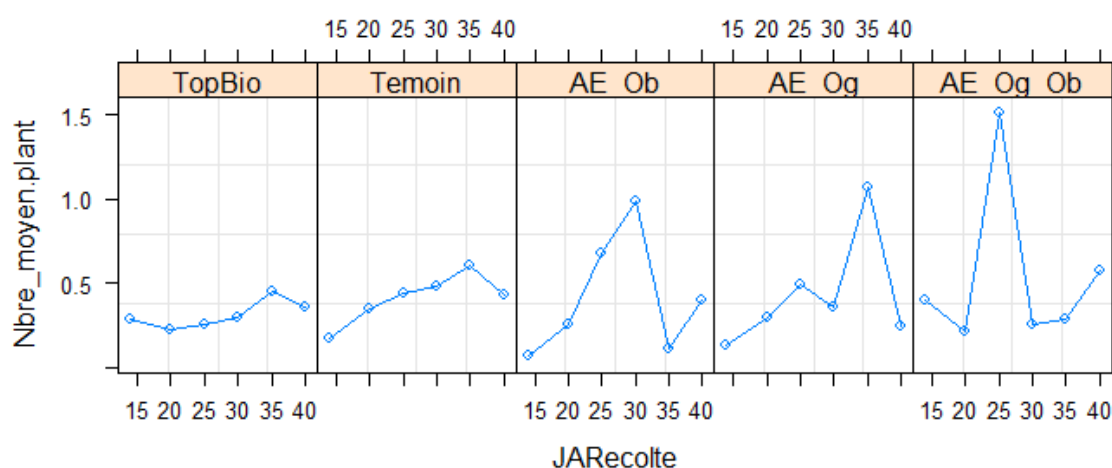


Figure 4: Evolution du nombre moyen de *L. erysimi* par plant en fonction des traitements

JARcolte = Jour Après Récolte.

Temoin : parcelle n'ayant reçu aucun traitement ; *AE_Ob = Ob* : parcelle élémentaire traitée avec l'extrait aqueux de *Ocimum basilicum* ; *AE_Og = Og* : parcelle traitée avec l'extrait aqueux de *O. gratissimum* ; *AE_Og_Ob = Og_Ob* : parcelle élémentaire traitée avec l'extrait aqueux du mélange des deux espèces de *Ocimum* ; *TopBio* : parcelle élémentaire traitée avec du *TopBio*.

3.1.2. Cas des mouches blanches (*Bemisia tabaci*)

Le nombre moyen de *B. tabaci* par plant au 14^{ème} JAR sur les parcelles traitées aux extraits aqueux de *O. basilicum* (Ob), de *O. gratissimum* (Og) et au TopBio est similaire (0,02 ; 0,02 et 0,01 respectivement) (figure 5). Du 20^{ème} au 30^{ème} JAR, le nombre moyen de *B. tabaci* par plant est resté stable pour toutes les parcelles traitées mis à part quelque légère augmentation observée au 20^{ème} JAR au niveau du TopBio. Dès lors, le nombre moyen de *B. tabaci* a légèrement augmenté sur toutes les parcelles traitées jusqu'à la fin des observations où on note une légère chute au niveau des parcelles traitées au mélange Og_Ob. Pendant les expérimentations, la population de *B. tabaci* a évolué progressivement sur les parcelles non traitées (témoin) jusqu'au 35^{ème} JAR où il est de (0,10). A partir du 35^{ème} jusqu'au 40^{ème} JAR, ce nombre a évolué rapidement pour atteindre 0,37 individu par plant. Au 40^{ème} JAR correspondant à la fin des études, le traitement à base des extraits aqueux du mélange Og_Ob ont mieux contrôlé *B. tabaci* que tous les autres traitements avec un nombre moyen de 0,05 individu par plant. Il est suivi de celui du TopBio (0,07) et de ceux de Og et Ob ayant maintenu le même nombre (0,12). Les parcelles témoins ont hébergé les plus forts nombre moyen de *B. tabaci* (0,37).

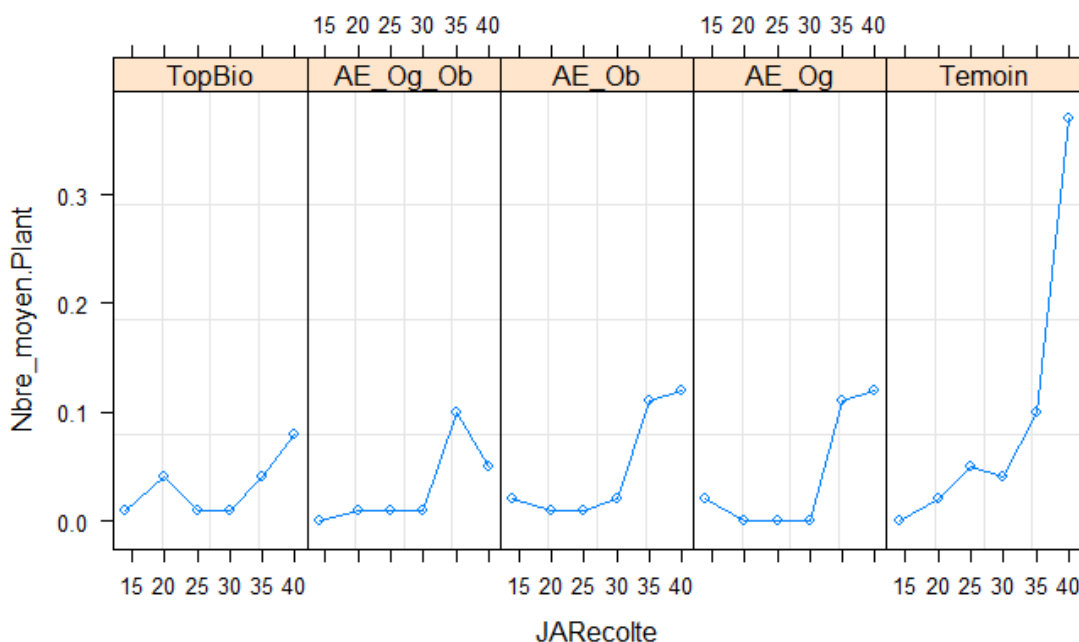


Figure 5: Evolution du nombre moyen de *B. tabaci* par plant en fonction des traitements

JARcolte = Jour Après Récolte.

Temoin : parcelle n'ayant reçu aucun traitement ; *AE_Ob = Ob* : parcelle élémentaire traitée avec l'extrait aqueux de *Ocimum basilicum* ; *AE_Og = Og* : parcelle traitée avec l'extrait aqueux de *O. gratissimum* ; *AE_Og_Ob = Og_Ob* : parcelle élémentaire traitée avec l'extrait aqueux du mélange des deux espèces de *Ocimum* ; *TopBio* : parcelle élémentaire traitée avec du *TopBio*.

3.1.3. Cas de *Selepa docilis*

Du 14 au 25^{ème} JAR, la densité moyenne de *S. docilis* par plant est quasi nulle et identique pour tous les traitements ($p>0,05$) et est de 0,02 en moyenne, mis à part quelque légère augmentation (0,20) observée au 20^{ème} jour au niveau du traitement à base de l'extrait aqueux Ob (figure 6). A partir de 30^{ème} jour, les nombres moyens de *S. docilis* par plant sont différents significativement. Les parcelles traitées au TopBio et à l'extrait aqueux Ob ont enregistré les nombres moyens les plus bas (0,02 et 0,05 respectivement) tandis que les parcelles témoins ont hébergé le plus grand nombre moyen (0,60). Cela signifie que l'extrait aqueux Ob a diminué de 11 fois le nombre moyen de *S. docilis* par plant par rapport au Témoin. Au 35^{ème} jour, l'extrait aqueux Og a réduit le nombre moyen de *S. docilis* par plant au niveau le plus bas (0,24) suivis du TopBio et de l'extrait aqueux Ob avec des valeurs similaires (0,40 et 0,45 respectivement). Les témoins ont enregistré le nombre moyen le plus élevé (1,2). A la dernière observation intervenue au 40^{ème} JAR, l'extrait aqueux Og a mieux contrôlé *S. docilis* que tous les autres traitements avec un nombre moyen de 0,03 individu par plant. Il est suivi des extraits aqueux de Ob et du mélange Og_Ob avec des valeurs semblables (0,13 et 0,20 respectivement). Les parcelles traitées au TopBio ont hébergé le plus grand nombre (0,90) de *S. docilis* par plant

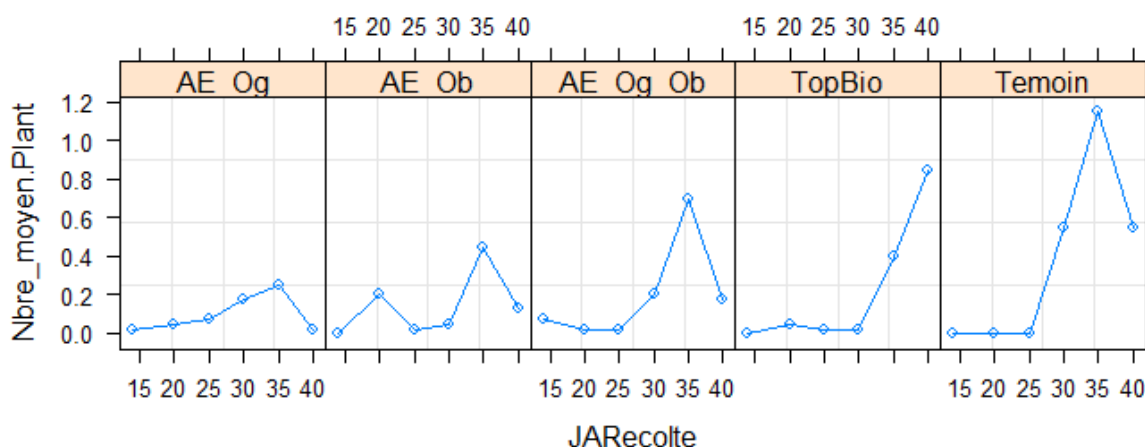


Figure 6: Evolution du nombre moyen de *S. docilis* par plant en fonction des traitements

JARcolte = Jour Après Récolte.

Témoin : parcelle n'ayant reçu aucun traitement ; AE_Ob = Ob : parcelle élémentaire traitée avec l'extrait aqueux de *Ocimum basilicum* ; AE_Og = Og : parcelle traitée avec l'extrait aqueux de *O. gratissimum* ; AE_Og_Ob = Og_Ob : parcelle élémentaire traitée avec l'extrait aqueux du mélange des deux espèces de *Ocimum* ; TopBio : parcelle élémentaire traitée avec du TopBio.

3.1.4. Cas de la Cochenille

Du début des observations jusqu'au 20^{ème} JAR, aucune cochenille n'a été observée sur les parcelles traitées au TopBio et à l'extrait aqueux du mélange Og_Ob (figure 7). Pendant cette même période par contre, les autres traitements Ob et Og ont enregistré un nombre moyen identique de cochenille (0,03) par plant. A partir du 25^{ème} jour, on note la présence et

l'augmentation des populations de cochenille pour tous les traitements. Les parcelles traitées aux extraits aqueux de Ob, du mélange Og_Ob et au TopBio ont connu une évolution progressive du nombre moyen de cochenille jusqu'à la fin des études. Quant aux parcelles traitées à l'extrait aqueux Og, le nombre de cochenille a chuté après son pic au 30^{ème} jour où il a atteint 0,10 individu par plant. A la fin des expériences au 40^{ème} jour, c'est l'extrait aqueux de Og qui a mieux contrôlé les populations de cochenille que tous les autres traitements avec une densité moyenne nulle. En revanche, les extraits aqueux de Ob, du mélange Og_Ob et le TopBio ont attiré plus de cochenille avec des nombres moyens (0,20 ; 0,12 et 0,20 respectivement). Le témoin a hébergé un nombre moyen de 0,08 cochenille par plant.

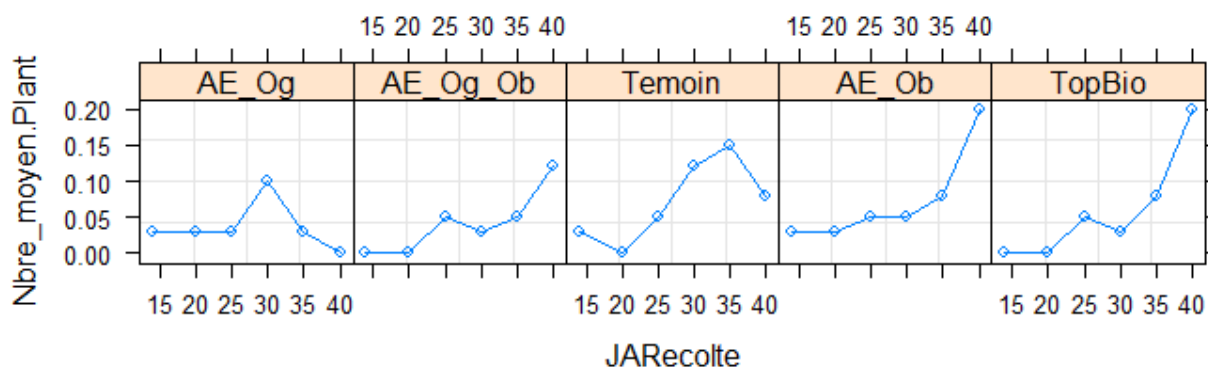


Figure 7: Evolution du nombre moyen de Cochenille par plant en fonction du traitement

JARecolte = Jour Après Récolte.

Témoin : parcelle n'ayant reçu aucun traitement ; AE_Ob = Ob : parcelle élémentaire traitée avec l'extrait aqueux de Ocimum basilicum ; AE_Og = Og : parcelle traitée avec l'extrait aqueux de O. gratissimum ; AE_Og_Ob = Og_Ob : parcelle élémentaire traitée avec l'extrait aqueux du mélange des deux espèces de Ocimum ; TopBio : parcelle élémentaire traitée avec du TopBio.

3.1.5. Comparaison du nombre moyen de ravageur par plant

❖ Pucerons et *B. tabaci*

Le nombre moyen de puceron par plant au 0 jour avant la première application (JAp₁) est différent significativement (tableau 3). Le plus faible nombre (0,07) est observé sur les parcelles destinées à l'extrait aqueux Ob tandis que le plus élevé nombre moyen (0,40) est noté au niveau des traitements Og_Ob. Cela indique la présence effective des pucero sur les parcelles avant les applications. Au 6^{ème} JAAp₁, la densité moyenne de puceron n'a pas significativement varié entre les différents traitements ($p > 0,05$) et se situe à 0,29 individu par plant. Toutefois, à cette première application, l'extrait aqueux du mélange Og_Ob a mieux contrôlé les populations de puceron avec un effectif moyen de 0,21. A partir de 8^{ème} jour après la deuxième application (JAAp₂), la différence est significative entre les effectifs moyens par plant. C'est l'extrait aqueux Ob qui a mieux contrôlé les populations de puceron avec un nombre moyen de 0,11. A la fin des essais correspondant au 13^{ème} JAAp₂, c'est l'extrait aqueux Og qui a mieux réduit les pucerons avec un effectif moyen de 0,24 soit une diminution de 44% par rapport au témoin et 33% par rapport au TopBio.

A partir du 0 JAp₁, la densité moyenne de *B. tabaci* est similaire pour tous les traitements ($p>0,05$) et est de 0,01 individu par plant (tableau 3). Au 6^{ème} JAAP₁, le nombre moyen est de 0,02 *B. tabaci* par plant. Néanmoins, l'extrait aqueux Og a mieux fait le contrôle en réduisant à zéro l'effectif. Il est suivi de l'extrait aqueux Ob avec un nombre moyen de 0,01. Au 8^{ème} jour après la deuxième application (JAAP₂), le nombre de *B. tabaci* est de 0,10 en moyenne pour tous les traitements. Par contre, à la dernière observation intervenue au 13^{ème} JAAP₂, les nombres moyens de *B. tabaci* sont différents significativement. C'est l'extrait aqueux du mélange Og_Ob qui a mieux contrôlé *B. tabaci* avec un effectif moyen de 0,05. Il est suivi du TopBio (0,07 individu) et des extraits aqueux de Og et de Ob avec un même effectif (0,12 individu). Cela indique que l'extrait aqueux Og_Ob a réduit de 86% le nombre moyen de *B. tabaci* par rapport au témoin alors que les traitements (TopBio, Og et Ob) sont de 81% et 67% respectivement.

Tableau 3 : Comparaison du nombre moyen de Pucerons et de *B. tabaci* par plant

Jour après repiquage	Nombre moyen de Puceron/plant				
	Ob	Og	Og_Ob	Témoin	TopBio
0 JAp ₁	0,07 ± 0,3 b*	0,13 ± 0,3 b	0,40 ± 0,1 a	0,17 ± 0,2 b	0,28 ± 0,2 a
6 ^{ème} JAAP ₁	0,25 ± 0,2 a	0,29 ± 0,2 a	0,21 ± 0,2 a	0,35 ± 0,2 a	0,22 ± 0,2 a
8 ^{ème} JAAP ₂	0,11 ± 0,3 d*	1,07 ± 0,1 a	0,28 ± 0,2 bc	0,60 ± 0,1 b	0,45 ± 0,1 b
13 ^{ème} JAAP ₂	0,40 ± 0,1 a*	0,24 ± 0,2 b	0,57 ± 0,1 a	0,43 ± 0,1 a	0,36 ± 0,2 a
Jour après repiquage	Nombre moyen de <i>B. tabaci</i> /plant				
	Ob	Og	Og_Ob	Témoin	TopBio
0 JAp ₁	0,02 ± 0,7 a	0,02 ± 0,7 a	0,00	0,00	0,01 ± 1 a
6 ^{ème} JAAP ₁	0,01 ± 1 a	0,00	0,01 ± 1 a	0,02 ± 0,7 a	0,04 ± 0,4 a
8 ^{ème} JAAP ₂	0,11 ± 0,3 a	0,11 ± 0,3 a	0,10 ± 0,3 a	0,10 ± 0,3 a	0,04 ± 0,4 a
13 ^{ème} JAAP ₂	0,12 ± 0,3 a	0,12 ± 0,3 a	0,05 ± 0,4 a	0,37 ± 0,2 b	0,07 ± 0,3 a

* Les moyennes suivies de même lettre sur la ligne ne sont pas différentes significativement ($p>0,05$).

JAp₁ : jour avant 1^{ère} application ; JAAP₁ : jour après 1^{ère} application ; JAAP₂ : jour après 2^{ème} application.

Témoin : parcelle n'ayant reçu aucun traitement ; Ob : parcelle élémentaire traitée avec l'extrait aqueux de *Ocimum basilicum* ; Og : parcelle traitée avec l'extrait aqueux de *O. gratissimum* ; Og_Ob : parcelle élémentaire traitée avec l'extrait aqueux du mélange des deux espèces de *Ocimum* ; TopBio : parcelle élémentaire traitée avec du TopBio.

❖ *S. docilis* et cochenille

A partir du jour zéro avant la première application (JAp₁), l'effectif moyen de *S. docilis* est similaire pour tous les traitements ($p>0,05$) (tableau 4). Il est de 0,03 en moyenne à cette date. Au 6^{ème} JAAP₁ l'effectif est de 0,05 en moyenne. Toutefois l'extrait aqueux Og_Ob a mieux contrôlé *S. docilis* avec un effectif de 0,02. En revanche, à partir du 8^{ème} JAAP₂, le nombre moyen de *S. docilis* est différent significativement. Le plus faible effectif moyen (0,24) est enregistré sur les parcelles traitées à l'extrait aqueux Og suivi de 0,40 observé au niveau du traitement TopBio et de 0,45 noté dans le traitement Ob. A la fin des études, c'est l'extrait aqueux Og qui a mieux contrôlé l'insecte *S. docilis* avec un effectif moyen de 0,03. Les extraits aqueux Ob ont diminué les effectifs moyens de *S. docilis* à 0,13 suivi de l'extrait aqueux Og_Ob

(0,20). Cela indique que l'extrait aqueux Og a réduit le nombre moyen de *S. docilis* de 97% par rapport au TopBio et 95% par rapport au témoin. Quant aux extraits aqueux Ob et Og_Ob, le taux de réduction est de 85% et 77% respectivement par rapport au TopBio et de 78% et 66% respectivement par rapport au Témoin.

Les effectifs moyens de cochenille ne sont pas différents significativement à partir de 0 JAp₁ jusqu'à la fin des essais, ($P > 0,05$) (tableau 4). Les effectifs sont de 0,03 en moyenne aussi bien au 0 JAp₁ qu'au 6^{ème} JAAP₁. Au 8^{ème} JAAP₂, les effectifs sont de 0,10 en moyenne. Toutefois, l'extrait aqueux Og a maintenu le nombre de cochenille au même niveau que celui de départ (0 JAp₁). Au 13^{ème} JAAP₂ correspondant à la fin des études, c'est l'extrait aqueux Og qui a mieux contrôlé l'insecte cochenille en réduisant à zéro son effectif moyen. Cela veut dire que l'extrait aqueux Og a réduit de 100% la densité des cochenilles par rapport au TopBio et au témoin.

Tableau 4 : Comparaison du nombre moyen de *S. docilis* et de cochenille par plant

Jour après repiquage	Nombre moyen de <i>S. docilis</i> /plant				
	Ob	Og	Og_Ob	Témoin	TopBio
0 JAp ₁	0,00 a	0,03 ± 1 a	0,10 ± 0,6 a	0,00 a	0,00 a
6 ^{ème} JAAP ₁	0,20 ± 0,4 a	0,05 ± 0,7 a	0,02 ± 1 a	0,00 a	0,05 ± 0,7 a
8 ^{ème} JAAP ₂	0,45 ± 0,2 b	0,24 ± 0,3 b	0,70 ± 0,2 a	1,20 ± 0,1 a	0,40 ± 0,3 b
13 ^{ème} JAAP ₂	0,13 ± 0,4 b	0,03 ± 1 c	0,20 ± 0,4 b	0,60 ± 0,2 a	0,90 ± 0,2 a
	Nombre moyen de Cochenille/plant				
	Ob	Og	Og_Ob	Témoin	TopBio
0 JAp ₁	0,03 ± 1 a	0,03 ± 1 a	0,00 a	0,03 ± 1 a	0,00 a
6 ^{ème} JAAP ₁	0,03 ± 1 a	0,03 ± 1 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
8 ^{ème} JAAP ₂	0,10 ± 0,6 a	0,03 ± 1 a	0,05 ± 0,7 a	0,20 ± 0,4 a	0,10 ± 0,6 a
13 ^{ème} JAAP ₂	0,20 ± 0,4 a	0,00 a	0,12 ± 0,4 a	0,08 ± 0,6 a	0,20 ± 0,4 a

* Les moyennes suivies de même lettre sur la ligne ne sont pas différentes significativement ($p > 0,05$).

JAp₁ : jour avant 1^{ère} application ; JAAP₁ : jour après 1^{ère} application ; JAAP₂ : jour après 2^{ème} application.

Témoin : parcelle n'ayant reçu aucun traitement ; Ob : parcelle élémentaire traitée avec l'extrait aqueux de *Ocimum basilicum* ; Og : parcelle traitée avec l'extrait aqueux de *O. gratissimum* ; Og_Ob : parcelle élémentaire traitée avec l'extrait aqueux du mélange des deux espèces de *Ocimum* ; TopBio : parcelle élémentaire traitée avec du TopBio.

En somme, l'extrait aqueux de *O. gratissimum* (Og) contrôle mieux les ravageurs de la grande morelle à savoir (Puceron, *B. tabassi*, *S. docilis* et cochenille). Il est suivi de l'extrait aqueux de *O. basilicum* (Ob) qui réduit mieux l'effectif moyen des pucerons et de *S. docilis*.

3.1.6. Effet des traitements sur les rendements en feuille de la grande morelle

A la fin des essais intervenus au 40^{ème} JAR, le rendement moyen en feuilles commercialisables (Rfc) varie de 6,77 t/ha pour les parcelles Témoins à 10,10 t/ha pour les parcelles traitées à l'extrait aqueux de *O. basilicum* (Ob) (tableau 4). Les parcelles traitées au TopBio enregistrent un rendement moyen (Rbs) frais de 7,24 t/ha derrière celles traitées à l'extrait aqueux du

mélange (Og_Ob : 7,45 t/ha) et à l'extrait aqueux de *O. gratissimum* (Og : 8,33). L'analyse de variance entre les rendements de tous les traitements ne révèle aucune différence significative ($p>0,05$).

Le taux de perte de rendement en feuilles non commercialisables n'est pas différent significativement ($p>0,05$). Néanmoins, le Témoin a enregistré le plus élevé taux (22,76%) tandis que le TopBio a obtenu le plus faible taux (11,37%).

Tableau 5 : Effet des traitements sur le rendement moyen de la grande morelle

Traitement	Rtf (t/ha)	Rfc (t/ha)	Tp (%)
Témoin	8,44 ± 2,91	6,77 ± 3,59	22,76 ± 10,66
Ob	11,88 ± 3,71	10,10 ± 4,31	16,63 ± 9,26
Og	9,86 ± 4,30	8,33 ± 3,60	14,98 ± 4,34
Og_Ob	8,75 ± 2,91	7,45 ± 3,06	16,66 ± 12,37
TopBio	8,10 ± 2,91	7,24 ± 2,79	11,37 ± 8,34
<i>F</i>	0,2679	0,1982	0,9107
<i>P-value</i>	0,8941	0,9354	0,4828

Rfc : rendement moyen en feuilles commercialisables ; *Tp* : taux de perte de rendement moyen en feuilles non commercialisables ; *Rtf* : rendement moyen total en feuilles.

Témoin : parcelle n'ayant reçu aucun traitement ; *Ob* : parcelle élémentaire traitée avec l'extrait aqueux de *Ocimum basilicum* ; *Og* : parcelle traitée avec l'extrait aqueux de *O. gratissimum* ; *Og_Ob* : parcelle élémentaire traitée avec l'extrait aqueux du mélange des deux espèces de *Ocimum* ; *TB* : parcelle élémentaire traitée avec du TopBio.

3.2. Effet de l'association culturale basilic tropical / grande morelle sur les insectes ravageurs de la grande morelle

3.2.1. Cas des Pucerons (*L. erysimi*)

Le nombre moyen de puceron par plant est presque identique au 12^{ème} jour après récolte pour tous les traitements ($p>0,05$) et est de 0,12 en moyenne (figure 8). Au 19^{ème} jour, le nombre moyen de puceron est différent significativement. Le nombre moyen le plus élevé (1,14) est observé sur les parcelles témoins tandis que le plus faibles nombres (0,13) est compté aussi bien sur les parcelles d'une ligne de grande morelle intercalée d'une ligne de basilic tropical (Ass_G1T1) que celles de trois lignes de grande morelle intercalées d'une ligne de basilic tropical (Ass_G3T1). Du 26^{ème} au 33^{ème} jour après récolte, le nombre moyen de puceron par plant est similaire pour tous les traitements. Ce nombre se situe en moyenne à 0,10 au 26^{ème} JAR et à 0,08 au 33^{ème} JAR. A la fin des observations correspondant au 40^{ème} jour, c'est le traitement Ass_G1T1 qui a mieux contrôlé les populations de puceron avec une densité moyenne de 0,19 individu par plant.

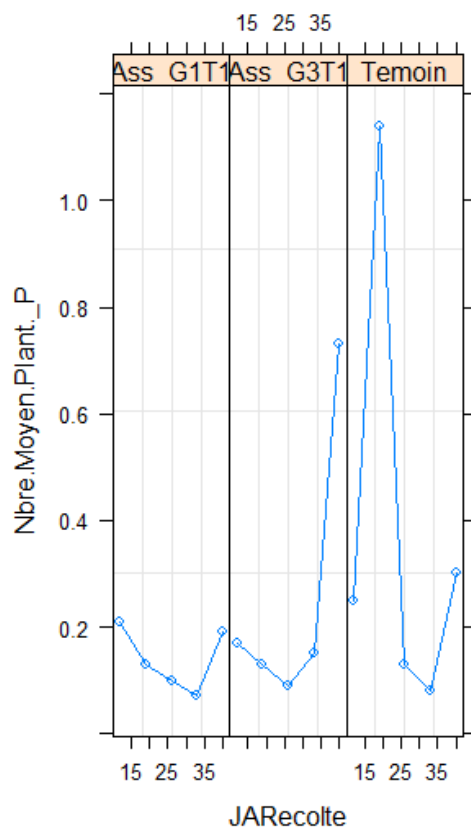


Figure 8 : Nombre moyen de puceron par plant suivant les traitements.

JARecolte : jour après repiquage

Témoin : parcelles de grande morelle pure ; Ass_G1T1 : parcelles avec une ligne de grande morelle intercalée d'une ligne de basilic tropical ; Ass_G3T1 : parcelles avec trois lignes de grande morelle intercalées d'une ligne de basilic tropical.

3.2.2. Cas de *Bemisia tabaci*

A la première observation intervenue au 12^{ème} jour après repiquage, la densité moyenne de *B. tabaci* est significativement différente entre les traitements (figure 9). Le nombre le plus faible (0,01) est enregistré par le traitement Ass_G1T1 alors que le nombre moyen le plus élevé (0,09) est observé sur le Témoin. Il est suivi du traitement Ass_G3T1 qui a hébergé 0,08 puceron par plant. A partir du 19^{ème} jour jusqu'à la fin des essais (40^{ème} jour), le nombre moyen de *B. tabaci* est similaire pour les différents traitements ($p > 0,05$). Le nombre moyen est de 0,01 individu par plant au 19^{ème} jour, 0,06 au 26^{ème} jour, 0,10 au 33^{ème} jour et de 0,19 au 40^{ème} jour après repiquage. Néanmoins, à la fin des études, les parcelles d'association ont enregistré des nombres moyens faibles de *B. tabaci* par rapport aux parcelles du témoin. C'est le traitement Ass_G1T1 qui a mieux contrôlé *B. tabaci* avec un effectif moyen de 0,15 individu par plant.

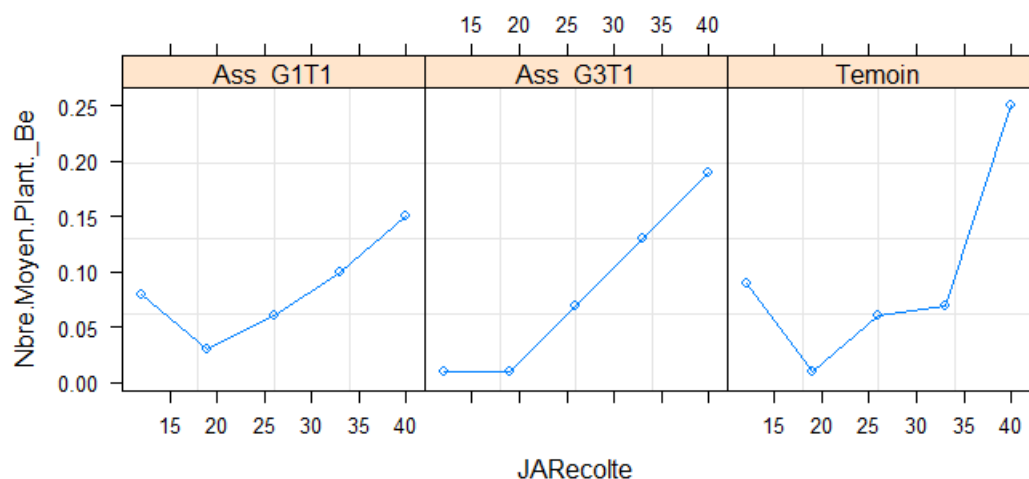


Figure 9: Nombre moyen de *Bemisia tabaci* par plant suivant les traitements.

JARcolte : jour après repiquage

Témoin : parcelles de grande morelle pure ; *Ass_G1T1* : parcelles avec une ligne de grande morelle intercalée d'une ligne de basilic tropical ; *Ass_G3T1* : parcelles avec trois lignes de grande morelle intercalées d'une ligne de basilic tropical.

3.2.3. Cas de *Selepa docilis*

Au 12^{ème} jour après récolte, le nombre moyen de *S. docilis* par plant (0,08) est similaire pour tous les traitements ($p > 0,05$). Toutefois, aucune présence de ce ravageur n'est observée dans le traitement *Ass_G1T1* (figure 10). Au 19^{ème} JAR, le nombre moyen de *S. docilis* par plant est différent significativement. Le Témoin a hébergé le plus grand nombre de *S. docilis* avec un effectif de 0,54 individu par plant tandis que le traitement *Ass_G1T1* n'a enregistré aucun individu de *S. docilis*. Au 26^{ème} JAR, aucune différence n'est significative entre les densités moyennes de *S. docilis*. La valeur moyenne des densités pour tous les traitements est de 1,18 individu par plant. A partir du 33^{ème} jour, le nombre moyen de *S. docilis* par plant est différent pour tous les traitements. Le plus faible effectif (1,08) est noté sur les parcelles Témoins, suivi des parcelles d'association *Ass_G1T1* avec un nombre moyen de 1,96. A la fin des essais, c'est le traitement *Ass_G3T1* qui a mieux contrôlé les populations de *S. docilis* avec un effectif moyen de 0,48 individu par plant suivi du traitement *Ass_G1T1* qui a enregistré 0,58 individu.

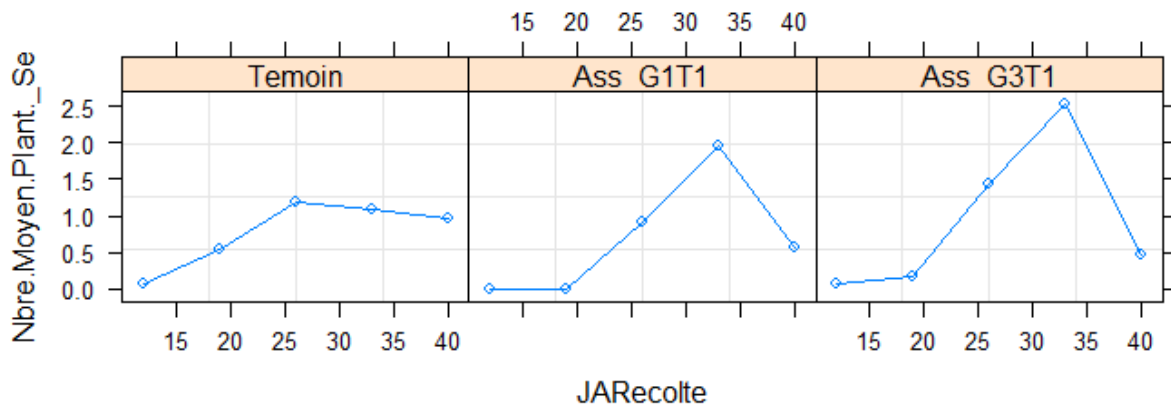


Figure 10: Nombre moyen de *Selep docilis* par plant suivant les traitements.

JARcolte : jour après repiquage

Temoin : parcelles de grande morelle pure ; *Ass_G1T1* : parcelles avec une ligne de grande morelle intercalée d'une ligne de basilic tropical ; *Ass_G3T1* : parcelles avec trois lignes de grande morelle intercalées d'une ligne de basilic tropical.

3.2.4. Cas de Cochenille

Les effectifs moyens de cochenille sont différents significativement au 12^{ème} JAR (figure 11). Le plus faible effectif (0,24) est noté sur les parcelles d'association *Ass_G3T1* alors que l'effectif le plus élevé (0,66) est observé au niveau du traitement *Ass_G1T1*. Au 19^{ème} jour, le nombre moyen de cochenille par plant est similaire pour tous les traitements ($p > 0,05$) et est de 0,26 en moyenne. Au 26^{ème} jour, le nombre moyen de cochenille par plant est différent significativement ($p < 0,05$). La plus faible valeur (0,10) est observée sur les parcelles *Ass_G3T1* tandis que la forte valeur (0,82) est enregistrée sur les parcelles d'association *Ass_G1T1*. A partir du 33^{ème} JAR, l'effectif moyen des cochenilles est resté similaire entre les différents traitements. Il est de 0,06 individu par plant en moyenne. A la fin des observations (40^{ème} JAR), le nombre de cochenille par plant est de 0,24 en moyenne. Toutefois, le traitement *Ass_G3T1* a mieux contrôlé les populations de cochenille avec un effectif moyen de 0,12.

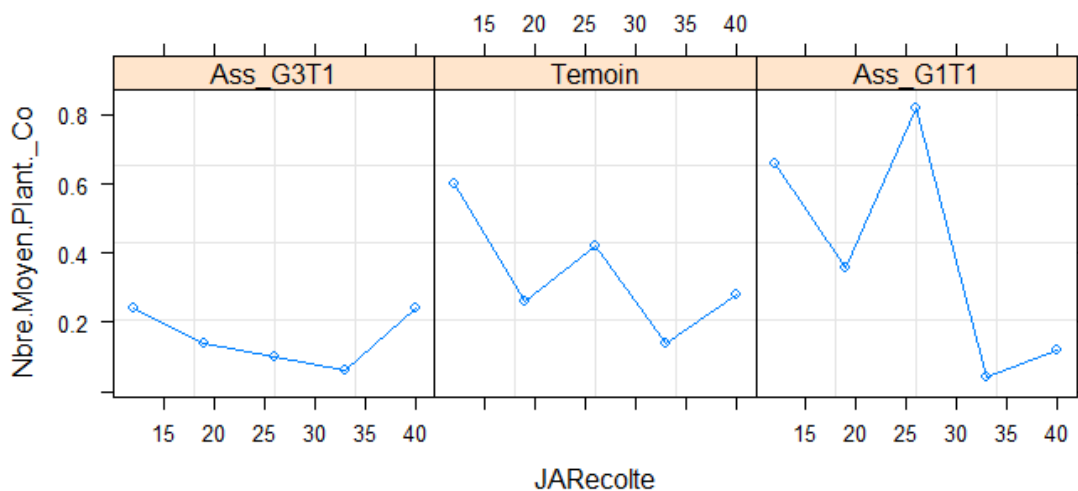


Figure 11: Nombre moyen de cochenille par plant suivant les traitements

JARcolte : jour après repiquage

Temoin : parcelles de grande morelle pure ; *Ass_G1T1* : parcelles avec une ligne de grande morelle intercalée d'une ligne de basilic tropical ; *Ass_G3T1* : parcelles avec trois lignes de grande morelle intercalées d'une ligne de basilic tropical.

3.2.5. Comparaison du nombre moyen de ravageur par plant

❖ Pucerons et *B. tabaci*

A la première observation (12 JAR), la densité moyenne de puceron par plant pour tous les traitements est similaire ($p > 0,05$) et est de 0,21 en moyenne (tableau 6). Cela témoigne de la présence effective des *L. erysimi* sur les plants de grande morelle au début de l'association. Au 33^{ème} JAR, le nombre moyen de puceron n'est pas différent significativement et se situe en moyenne à 0,08 individu par plant. Par contre à la fin des essais (40^{ème} jour), la densité moyenne de puceron par plant est différent significativement. C'est le traitement *Ass_G1T1* qui a moins hébergé les *L. erysimi* avec un effectif moyen de 0,19 individu par plant. Cela indique que le traitement *Ass_G1T1* a réduit de 37% l'effectif moyen des *L. erysimi* par rapport au Témoin.

Le nombre moyen de *B. tabaci* par plant au 12^{ème} jour après repiquage est différent significativement (tableau 6). Le plus faible nombre (0,01) est obtenu sur les parcelles associées *Ass_G3T1* et le nombre moyen le plus élevé (0,09) est enregistré au niveau du Témoin. A partir du 33^{ème} JAR, aucune différence significative n'est observée entre les effectifs moyens de *B. tabaci* pour tous les traitements. Ces effectifs sont de 0,10 en moyenne au 33^{ème} JAR et 0,19 au 40^{ème} JAR. Toutefois, au 40^{ème} JAR, le traitement *Ass_G1T1* a mieux réduit l'effectif de *B. tabaci* jusqu'au 0,15 individu compté par plant soit une réduction de 40% par rapport au Témoin.

Tableau 6 : Comparaison du nombre moyen de Pucerons et de *B. tabaci* par plant

Jour après repiquage	Nombre moyen de Puceron/plant		
	Ass_G1T1	Ass_G3T1	Témoin
12 JAR	0,21 ± 0,17 a	0,17 ± 0,19 a	0,25 ± 0,16 a
33 JAR	0,07 ± 0,32 a	0,15 ± 0,21 a	0,08 ± 0,29 a
40 JAR	0,19 ± 0,19 b	0,73 ± 0,10 a	0,30 ± 0,15 b
Jour après repiquage	Nombre moyen de <i>B. tabaci</i> /plant		
	Ass_G1T1	Ass_G3T1	Témoin
12 JAR	0,08 ± 0,3 a	0,01 ± 0,7 b	0,09 ± 0,3 a
33 JAR	0,10 ± 0,3 a	0,13 ± 0,2 a	0,07 ± 0,3 a
40 JAR	0,15 ± 0,2 a	0,19 ± 0,2 a	0,25 ± 0,2 a

* Les moyennes suivies de même lettre sur la ligne ne sont pas différentes significativement ($p > 0,05$).

JAR : jour après repiquage

Témoin : parcelles de grande morelle pure ; Ass_G1T1 : parcelles avec une ligne de grande morelle intercalée d'une ligne de basilic tropical ; Ass_G3T1 : parcelles avec trois lignes de grande morelle intercalées d'une ligne de basilic tropical.

❖ *S. docilis* et Cochenille

Au 12^{ème} JAR, on note la présence de *S. docilis* sur les jeunes plants de la grande morelle avec des effectifs moyens similaires pour tous les traitements (tableau 7). Ces effectifs sont de 0,08 en moyenne. Les parcelles associées Ass_G1T1 n'ont hébergé aucun individu de *S. docilis*. A partir du 33^{ème} JAR, le nombre moyen de *S. docilis* est différent significativement. Le plus faible nombre (1,08) est compté sur le Témoin alors que le nombre plus élevé (2,52) a été noté sur les parcelles associées Ass_G3T1. A la fin des essais (40^{ème} JAR), c'est le traitement Ass_G3T1 qui a mieux réduit l'effectif de *S. docilis* jusqu'à 0,49 suivi du traitement Ass_G1T1 avec un nombre moyen de 0,58 individu par plant. Cela indique que le traitement Ass_G3T1 et le traitement Ass_G1T1 ont réduit la densité de *S. docilis* de 48% et 40% respectivement par rapport au Témoin.

Au début des observations (12^{ème} JAR), les cochenilles sont présentes sur les jeunes plants de la grande morelle avec un nombre moyen par plant qui est différent significativement (tableau 7). Le traitement Ass_G3T1 a enregistré le plus faible nombre (0,24) alors que le traitement Ass_G1T1 a hébergé le nombre plus élevé (0,66). A partir du 33^{ème} JAR, les nombres moyens de cochenille par plant est similaire pour tous les traitements. Il est en moyenne de 0,06 individu au 33^{ème} JAR et de 0,24 au 40^{ème} jour après repiquage correspondant à la fin des études. Mais au 40^{ème} jour, c'est le traitement Ass_G1T1 qui a moins hébergé les cochenilles avec un effectif moyen de 0,12 individu par plant soit une réduction de 57% par rapport au Témoin.

Tableau 7 : Comparaison du nombre moyen de *S. docilis* et de Cochenille par plant

Jour après repiquage	Nombre moyen de <i>Selepa docilis</i> /plant		
	Ass_G1T1	Ass_G3T1	Temoin
12 JAR	0,00 a	0,08 ± 0,5 a	0,08 ± 0,5 a
33 JAR	1,96 ± 0,1 b	2,52 ± 0,1 a	1,08 ± 0,1 b
40 JAR	0,58 ± 0,2 b	0,49 ± 0,2 b	0,96 ± 0,1 a
	Nombre moyen de Cochenille/plant		
	Ass_G1T1	Ass_G3T1	Temoin
12 JAR	0,66 ± 0,2 a	0,24 ± 0,3 b	0,60 ± 0,2 a
33 JAR	0,04 ± 0,7 a	0,06 ± 0,6 a	0,14 ± 0,4 a
40 JAR	0,12 ± 0,4 a	0,24 ± 0,3 a	0,28 ± 0,3 a

* Les moyennes suivies de même lettre sur la ligne ne sont pas différentes significativement ($p > 0,05$).

JAR : jour après repiquage

Temoin : parcelles de grande morelle pure ; Ass_G1T1 : parcelles avec une ligne de grande morelle intercalée d'une ligne de basilic tropical ; Ass_G3T1 : parcelles avec trois lignes de grande morelle intercalées d'une ligne de basilic tropical.

Au total, les deux modalités de traitements d'association (Ass_G1T1 et Ass_G3T1) ont dans l'ensemble moins hébergé les ravageurs de la grande morelle. Précisément, c'est le traitement Ass_G1T1 qui a moins hébergé les populations de Pucerons, *B. tabaci*, *S. docilis* et de Cochenille.

3.2.6. Evaluation agronomique de l'association Grande morelle / basilic tropical

A la fin des essais (40^{ème} JAR), le rendement moyen en feuilles commercialisables des plants de la grande morelle varie de 0,44 t/ha pour les parcelles associées Ass_G1T1 à 0,83 t/ha pour les parcelles associées Ass_G3T1 (tableau 6). Les parcelles Témoins enregistrent un rendement moyen en feuilles commercialisables de 0,80 t/ha. Il n'existe aucune différence significative entre les rendements en feuilles commercialisables des différents traitements.

Tableau 8: Les rendements moyens de la grande morelle en fonction des traitements

Traitement	RFC (t/ha)	RFNC (t/ha)
Temoin	0,80 ± 0,60	0,33 ± 0,19
Ass_G1T1	0,44 ± 0,22	0,24 ± 0,05
Ass_G3T1	0,83 ± ,53	0,45 ± 0,11
F	0.97	9.97
P-value	0.383	0.000

RFC : rendement feuilles commercialisables

RFNC : rendement feuilles non commercialisables.

Temoin : parcelles de grande morelle pure ; Ass_G1T1 : parcelles avec une ligne de grande morelle intercalée d'une ligne de basilic tropical ; Ass_G3T1 : parcelles avec trois lignes de grande morelle intercalées d'une ligne de basilic tropical

Toutes les valeurs du LER pour les traitements en culture associée sont supérieures à 1 (tableau 7). Elles sont 1,11 et 1,40 respectivement pour Ass_G1T1 et Ass_G3T1. C'est donc dire que l'association de cultures utilise plus rationnellement les ressources du milieu que les cultures pures.

Tableau 9: Evaluation agronomique des associations

Traitements	Rendement (t/ha)			LER		
	Grande morelle	Tchayo	Total	Grande morelle	Tchayo	Total
Culture pure de Grande morelle	0,8		0,8	1		1
Culture pure de basilic tropical		6,13	6,13		1	1
Ass_G1T1	0,44	3,44	3,88	0,55	0,56	1,11
Ass_G3T1	0,83	2,21	3,04	1,04	0,36	1,40

LER = Land Equivalent Ratio

Ass_G1T1 : parcelles avec une ligne de grande morelle intercalée d'une ligne de basilic tropical ou Tchayo ; Ass_G3T1 : parcelles avec trois lignes de grande morelle intercalées d'une ligne de basilic tropical ou Tchayo.

4. Discussion

L'étude sur l'utilisation des extraits aqueux du genre *Ocimum* est l'une des premières à avoir été réalisée pour la gestion des principaux ravageurs de la grande morelle, l'un des légumes feuille le plus consommé au Bénin et dans la sous-région. Dans cette étude, nous avons démontré que les extraits aqueux de *O. gratissimum* et de *O. basilicum* à 10 % permettent de réduire de 44 à 100% le développement des insectes ravageurs de la grande morelle en condition de champ mieux que le TopBio à la dose de 2L/ha. Beaucoup de plantes ont des propriétés insecticides ou répulsives contre les insectes. Parmi elles, *O. gratissimum* et *O. basilicum* sont des légumes feuilles de grande importance ayant à la fois des propriétés insecticides et répulsives (Bouidia, 2014 ; Ogayo et al., 2015) pour contrôler les arthropodes ravageurs appartenant à différentes familles. Selon Ogayo et al. (2015) les extraits d'*O. gratissimum* ont contrôlé la population de *Tetranychus urticae* Koch en inhibant l'oviposition et en causant 90 % de mortalité pour ce ravageur.

L'extrait aqueux de *O. gratissimum* a réduit les effectifs des *L. erysimi*, *B. tabaci*, *S. docilis* et des cochenilles plus que les autres traitements. Le TopBio a par contre augmenté les nombres moyens de *S. docilis* et des cochenilles. La réduction de l'incidence des insectes ravageurs dans les parcelles traitées aux extraits aqueux serait aussi le résultat des différents effets biologiques que ces extraits aqueux auraient exercés aussi bien sur les jeunes stades que sur les stades adultes des insectes (Tunaz et Uygün, 2004 ; Gilbert et al., 2002). Les résultats de cet essai viennent appuyer les travaux déjà réalisés sur les effets insecticides de *O. gratissimum* et *O. basilicum* vis-à-vis de plusieurs arthropodes ravageurs des cultures maraichères. En effet, les extraits ou huiles essentielles de *O. gratissimum*, *O. basilicum* et *O. sanctum* L. ont été identifiés comme perturbateurs de ponte de plusieurs familles d'insectes nuisibles telles que Dryophthoridae, Curculionidae, Bostrichidae, Tenebrionidae et Bruchidae (Asawalam et al., 2008 ; Ogendo et al., 2008 ; Kiradoo et Srivastava, 2010). Ainsi, selon Yarou (2018) l'emploi des huiles essentielles de *O. basilicum* et *O. gratissimum* sur les plants de tomate perturbe l'oviposition des femelles de *Tuta absoluta* (Lepidoptera ; Gelechiidae).

Les propriétés insecticides de *Ocimum* spp. ont été démontrées dans plusieurs études. L'effet biocide de ces espèces de plante pour la défense contre les bioagresseurs serait lié au phénol qui est un composé phytochimique présent dans la plante (Attou, 2011). La faible croissance de la population des insectes ravageurs dans les parcelles traitées à ces extraits botaniques serait directement liée à ces perturbations de ponte et au phénol.

Des travaux antérieurs ont montré que les extraits botaniques sont moins toxiques aux ennemis naturels des ravageurs de cultures (Ulrichs et al., 2001). Ils sont sélectifs, créant ainsi un environnement favorable qui permettrait aux ennemis naturels de jouer un rôle dans la réduction des populations de ravageurs (Cloyd, 2004 ; Charleston et al., 2005). De ce point de vue, les ennemis naturels auraient eu en plus de l'effet des extraits de *O. basilicum* et *O. gratissimum*, un effet complémentaire dans la réduction des populations des principaux insectes ravageurs de la grande morelle. Ils auraient donc diminué les effectifs de ces ravageurs aussi bien sur les parcelles traitées aux extraits botaniques que sur les parcelles témoins.

Les faibles rendements en feuille enregistrés dans les parcelles traitées au mélange d'extraits (Og_Ob) et au TopBio seraient surtout dus à la mortalité de certains plants causée par le flétrissement bactérien (communication personnelle).

Le plus faible taux de rendement en feuilles a été enregistré au niveau des parcelles témoins. Cela serait dû aux incidences conjuguées du puceron *L. erysimi*, de *B. tabaci*, de *S. docilis* et des cochenilles. La chenille *S. docilis* est un insecte ayant un appareil buccal de type broyeur qui défolie les plants de la grande morelle en réduisant les feuilles à l'état de squelettes, n'en laissant que les nervures principales (James et al., 2010). De ce fait, *S. docilis* aurait induit le faible développement des plants de la grande morelle ou entraîné la disparition de certains (46,88 %) sur les parcelles témoins en plus des dégâts des autres ravageurs.

Le taux de perte en feuilles non commercialisables a été faible aussi bien au niveau des parcelles témoins que celles traitées. Le faible taux de perte en feuilles non commercialisables au niveau des parcelles témoins serait dû au taux de perte (46,88 %) de plants de grande morelle et par conséquent au faible rendement en feuilles à partir duquel le taux de perte a été calculé.

Sur les parcelles témoins, les plants défoliés ou débarrassés des feuilles endommagées sont devenus minuscules. Pour cela, leur valeur commerciale est perdue; car selon une étude réalisée au Togo par Mondédji et al. (2014b), sur six facteurs affectant la décision d'achat des légumes, l'apparence des légumes est très importante pour les consommateurs.

Les résultats de l'essai d'association culturale du basilic tropical / grande morelle, l'effet du basilic tropical sur les principaux ravageurs de la grande morelle ont montré que les parcelles de la grande morelle associées au basilic tropical ont hébergé dans l'ensemble moins de ravageurs que les témoins. De plus, des deux traitements d'association, c'est le traitement Ass_G₁T₁ (parcelles avec une ligne de grande morelle intercalée d'une ligne de basilic tropical) qui a hébergé moins d'insectes ravageurs que le traitement Ass_G₃T₁ (parcelles avec trois lignes de grande morelle intercalées d'une ligne de basilic tropical).

Ces résultats viennent en soutien à des études déjà réalisées sur l'effet répulsif des espèces *Ocimum* spp. vis-à-vis des ravageurs dans les parcelles de culture associée. Yarou (2018) ont prouvé que la culture associée du basilic tropical avec le chou réduit les populations de ravageurs du chou et les dommages dans les parcelles d'association par rapport au témoin. Selon Asare-Bediako et al. (2010), *Hellula undalis* Fabricius cause moins de dégâts sur le chou lorsque le chou est cultivé en association avec du poivre ou de l'oignon.

L'effet répulsif des plantes aromatiques sur les insectes est généralement attribué à leurs composés organiques volatiles (COV). Finch et Kienegger (1997) ont noté une perturbation de l'oviposition de *P. xylostella* et de *Pieris brassicae* L. sur les plants de chou en association avec du trèfle. Pour ces auteurs, cette perturbation est beaucoup plus liée à la présence de composés répulsifs qu'à l'apparence physique du trèfle. En effet, les composés organiques volatiles (COV) émis par les plantes aromatiques influencent beaucoup le processus de localisation des plantes hôtes par les ravageurs (Bruce et al., 2005, Bruce et Pickett, 2011). Les effets répulsifs des plantes aromatiques, notamment les espèces de *Ocimum* sont démontrées sur divers arthropodes (Del Fabbro & Nazzi, 2008, Oparaocha et al., 2010, Kazembe & Chauruka, 2012). Ainsi, les substances volatiles émises par ces plants de basilic tropical auraient perturbé l'oviposition des

ravageurs sur les plants de la grande morelle. Ceci expliquerait en partie les faibles effectifs de ravageurs enregistrés dans les parcelles d'association par rapport au témoin.

Ces faibles effectifs seraient aussi dus à l'activité des ennemis naturels de ces ravageurs. En effet, dans les vergers de poiriers associés à *O. basilicum*, Beizhou et al. (2011) ont démontré que *O. basilicum* émet des substances volatiles attractives pour les auxiliaires. Ainsi, le basilic tropical aurait attiré les ennemis naturels de ces ravageurs dans les parcelles de culture associée. Ces ennemis naturels auraient contribué à diminuer l'effectif des ravageurs dans les parcelles de cultures associées de la grande morelle. L'hypothèse dite des ennemis naturels de Root (1973) et de Russel (1989) selon laquelle la régulation naturelle par le parasitisme, la prédation, etc. est plus efficace dans les systèmes de culture associée que dans les systèmes de culture pure est vérifiée.

Les deux traitements d'association de cultures (Ass_G1T1 et Ass_G3T1) ont affecté chaque insecte ravageur pendant ces essais. Mais ils n'ont significativement réduit que les populations de Puceron et de *S. docilis* par rapport au témoin. Cela suppose que seuls les pucerons et *S. docilis* sont influencés par la présence du basilic tropical.

Les différentes valeurs du LER (Land Equivalent Ratio) observées dans les parcelles d'association sont supérieures à 1. Ces résultats indiquent que les systèmes de cultures associées présentent un intérêt potentiel pour rationaliser l'espace cultivable. Les valeurs du LER obtenues sont de 1,11 pour les parcelles d'association d'une ligne de grande morelle intercalée d'une ligne de basilic tropical (Ass_G1T1) et de 1,40 pour les parcelles d'association de trois lignes de grande morelle intercalées d'une ligne de basilic tropical (Ass_G3T1). On pourrait donc dire que les associations Ass_G1T1 et Ass_G3T1 permettraient d'économiser respectivement 11 % et 40 % de superficie par rapport à la culture pure du basilic tropical et de la grande morelle. Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par Yarou (2013) sur l'association chou / basilic tropical et par Coulibaly (2012) et N'goran et al. (2011) sur l'association niébé / maïs. Le LER obtenu par Yarou (2013) pour l'association chou / basilic tropical est de 1,2. Coulibaly (2012) a obtenu un LER variant de 1,07 à 1,46.

Vu ces résultats, on peut dire que les associations culturales grande morelle / basilic tropical seraient un système de culture qui permettrait de mieux gérer l'espace dans un contexte d'augmentation de la population avec comme conséquence la pression sur la ressource terre.

Conclusion et Recommandations

Au terme de cette étude, nous pouvons conclure dans l'ensemble que les extraits aqueux de *O. gratissimum* et *O. basilicum* à 10 % réduisent significativement de 44 % à 100 % les insectes ravageurs (*L. erysimi*, *B. tabaci*, *S. docilis* et cochenilles) de la grande morelle étudiés. C'est l'extrait aqueux de *O. gratissimum* qui détient la meilleure efficacité (76,5 %) dans le contrôle des insectes ravageurs. De même, les rendements enregistrés pour les extraits aqueux sont les plus élevés. Le TopBio n'a significativement réduit que le développement de *B. tabaci* jusqu'à 81% par rapport au Témoin. Les effectifs moyens des autres ravageurs notamment *S. docilis* et cochenilles sont plus élevés sur les parcelles traitées au TopBio soit une hausse de 33 % et 60 % respectivement par rapport au Témoin à la fin des études.

Les associations de cultures hébergent moins les insectes ravageurs. Plus précisément, c'est l'association d'une ligne de grande morelle intercalée d'une ligne de basilic tropical qui héberge significativement moins les populations de *L. erysimi* et de *S. docilis*. Les associations de cultures utilisent plus rationnellement les ressources du milieu que les cultures pures.

De tout ce qui précède, les extraits aqueux de *O. gratissimum* et l'association de cultures (une ligne de grande morelle intercalée d'une ligne de basilic tropical) apparaît comme les pratiques les mieux indiquées dans la gestion des insectes ravageurs de la grande morelle au Sud Bénin.

Eu égard à ces conclusions, les suggestions suivantes peuvent être formulées :

- Continuer les essais sur une année pour d'une part actualiser l'entomofaune de la grande morelle et d'autre part connaître les espèces d'arthropodes cibles de ces pratiques ;
- Approfondir et étendre les recherches sur d'autres légumes plus sensibles aux arthropodes ravageurs et plus cultivés au Bénin en vue d'explorer les potentialités des plantes *O. gratissimum* et *O. basilicum* à contrôler efficacement les ravageurs de cultures légumières ;
- Faire des tests de toxicités avec les extraits de *O. gratissimum* et *O. basilicum* sur un grand nombre de ravageurs inféodés aux cultures maraichères en vue de déterminer les doses létales ;
- Mener des études en vue de déterminer les doses optimales et la rémanence de ces extraits aqueux pour les cultures maraichères et sur d'autres arthropodes couramment rencontrés au Bénin ;
- Etudier l'effet de *O. gratissimum* et *O. basilicum* sur la qualité organoleptique des feuilles de la grande morelle.
- Associer la pratique de l'extrait aqueux avec l'association culturale pour évaluer son effet sur les ravageurs ainsi que sur le rendement en feuilles commercialisables des légumes.

Références bibliographiques

- Abdeldaffie E., Elhag E.A. & Bashir N.H.H., 1987. Resistance in the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.), to insecticide recently introduced into Sudan Gezira. *Trop Pest Manag* 33: 283–286.
- Achigan-Dako E.G., Pasquini M.W., Assogba-Komlan F., N'danikou S., Yédomonhan H., Dansi A. & Ambrose-Oji B., 2010. Traditional vegetables in Benin. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin. Imprimeries du CENAP, Cotonou.
- Adingra A.A. & Kouassi A.M., 2011. Pollution en lagune Ebrié et ses impacts sur l'environnement et les populations riveraines. *F. Tech. & Doc. Vulg.*, 48-53.
- Adorgloh-Hessou R.A., 2006. *Guide pour le développement de l'entreprise de production et de commercialisation de légumes de qualité dans les régions urbaines et périurbaines du Sud-Bénin*. Rapport de consultation, IITA - Bénin, 82 p..
- Agboyi L.K., Ketoh G.K., Martin T., Glitho I.A. & Tamò M., 2016. Pesticide resistance in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) populations from Togo and Benin. *International Journal of Tropical Insect Science*, 36(4): 204–210
- Ahmad M., Rafiq M., Arif M.I. & Sayyed A.H., 2011. Toxicity of some commonly used insecticides against *Coccinella undecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Pakistan Journal of Zoology*, 43(6):1161–1165.
- Ahouangninou C.C.A., 2013. Durabilité de la production maraichère au Sud-Benin : un essai de l'approche écosystémique. Thèse de Doctorat. Université d'Abomey-Calavi, 349 p..
- Akinbamijo O.O., Fall S.T. & Smith O.B., 2002. Advances in Crop-livestock Integration in Amoabeng B.W. et al., 2013. Tri-trophic insecticidal effects of African plants against cabbage pests. *PLoS One* 8(10), e78651.
- Akono Ntonga P. et al., 2014. Activity of *Ocimum basilicum*, *Ocimum canum*, and *Cymbopogon citratus* essential oils against *Plasmodium falciparum* and mature-stage larvae of *Anopheles funestus* s.s. *Parasite* 21, 33. DOI: 10.1051/parasite/2014033.
- Allagbé H., Aitchedji M. & Yadouleton A., 2014. Genesis and development of urban vegetable farming in Republic of Benin. *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN 2028-9324 Vol. 7 No. 1 July 2014, 123-133.
- Amoabeng B.W. et al., 2013. Tri-trophic insecticidal effects of African plants against cabbage pests. *PloS one* 8(10), e78651.
- Amouzou K., Adaké B., Batawila K., Wala K., Akpavi S., Kanda M., Odah K., Kossi-Titrikou K., Butaré I., Bouchet P. & Akpagana K., 2006. Etudes biochimiques et évaluation des valeurs nutritionnelles de quelques espèces alimentaires mineures du Togo. *Acta Bot. Gallica*, 153(2): 147-152.

Andow D.A., 1991. Vegetational Diversity and Arthropod Population Response. *Annual Review of Entomology* 36(1): 561–586.

Anjarwalla P., Belmain S., Sola P., Jamnadass R. & Stevenson P.C., 2016. *Guide des plantes pesticides*. World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi, Kenya antioxydante. Institut des Nutraceutiques et aliments Fonctionnels, Université Laval. 15 p.

Anon., 2013. Généralités sur les cultures maraichères et les cultures légumières : Agroeleveage.blogspot.com. Visité le 04/04/2018, dernière modification en Octobre 2013.

Arnason J.T., Durst T., Philogène B.J.R. & Scott L.M., 2008. Prospection d'insecticides phytochimiques de plantes tempérées et tropicales communes ou rares, 88-99. In Regnault-Roger, C., Philogène, B.J.R & Vincent, C. (éds). Biopesticides d'origine Végétale 2^{ème} édition. Lavoisier, Paris, TEC & DOC, 550p..

Asare-Bediako E., Addo-Quaye A.A. & Mohammed A., 2010. Control of *icapitata*) using intercropping with non-host crops. *Am. J. Food Technol.* 5(4), 269-274.

Asawalam E., Emosairue S. & Hassanali A., 2008. Essential oil of *Ocimum gratissimum* (Labiatae) as *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) protectant. *African J. Biotechnol.* 7(20), 3771-3776.

Assogba-Komlan F., Anihouvi P., Achigan E., Sikirou R., Boko A., Adje C., Ahle V., Vodouhe R. & Assa A., 2007. Pratiques Culturelles et Teneur en Eléments Antinutritionnels (Nitrates et pesticides) du *Solanum macrocarpon* au Sud du Bénin. *Africain Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Developement*, 7, 1-21.

Attou A., 2011. Contribution à l'étude phytochimique et activités biologiques des extraits de la plante *Ruta chalapensis* (Fidjel) de la région d'Ain Témouchent. Mémoire du diplôme de magister en biologie à l'Université d'Abou Bekr Belkaid Tlemcen Algérie. 119 p..

Ayra-Pardo C., Raymond B., Gulzar A., Rodríguez-Cabrera L., Morán-Bertot I., Crickmore N. & Wright D.J., 2015. Novel genetic factors involved in resistance to *Bacillus thuringiensis* in *Plutella xylostella*. *Insect Mol. Biol.*, 24(6):589- 600.

Ba A., 2007. Les fonctions reconnues à l'agriculture intra et périurbaines (AIPU) dans le contexte dakarois; caractérisation, analyse et diagnostic de durabilité de cette agriculture en vue de son intégration dans le projet urbain de Dakar (Sénégal). Thèse Doct. Sc. Agron. Environnement, AgroParisTech/UCAD/ENSP-Versailles, 357 p..

Beizhou S., Jie Z., Jinghui H., Hongying W., Yun K. & Yuncong Y., 2011. Temporal dynamics of the arthropod community in pear orchards intercropped with aromatic plants. *Pest Manag. Sci.* 67, 1107-1114.

Belmain S.R., Hagggar J., Holt J. & Stevenson P.C., 2013. Managing legume pests in sub-Saharan Africa: Challenges and prospects for improving food security and nutrition through agro-ecological intensification. Chatham Maritime (United Kingdom): Natural Resources Institute, University of Greenwich. 34 p..

Biego G.H., Oga A.S.S., Claon J.S., Agbo N.G. & Kouadio L.P., 2005. Détermination des résidus de pesticides organochlorés dans les produits maraîchers retrouvés sur les marchés d'Abidjan. *Cah. Santé Publ.*, 4: 17-25.

Björkman M., Ham Ack P.A., Hopkins R.J. & Amert B., 2010. Evaluating the enemies hypothesis in a clover-cabbage intercrop: effects of generalist and specialist natural enemies on the turnip root fly (*Delia floralis*). *Agric. For. Entomol.* 12, 123-132.

Bonsu K.O., Fontem D.A., Nkansah G.O., Iroume R.N., Owusu E.O. & Schippers R.R., 2002. Diversity within the Gboma eggplant (*Solanum macrocarpon*), an indigenous vegetable from West Africa. *Ghana J. Horticulture.* 1, 50–58.

Bonzi S., 2007- Efficacité des extraits de quatre plantes dans la lutte contre les champignons transmis par les semences de sorgho (*sorghum bicolor*(L) moench). Cas particulier *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wilson et *Phoma sorghina* (Sace.) Boerema, Dorenbosch et van Kesteren. Mémoire DEA, phytopathologie, Burkina Faso 39 p..

Boudia A., 2014. Efficacité comparée de trois extraits végétaux (persil *Petroselinum crispum*, basilic *Ocimum basilicum* L et laurier *Laurus nobilis*), dans la lutte contre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Z sur la variété Deglet-Nour à l'exploitation de l'Université Kasdi Merbah. Mémoire master académique, sciences de la nature et de vie phytoprotection et environnement.

Bouzerida K., Mandi R. & Lahlouh B., 2016. La lutte biologique contre les insectes nuisibles : Utilisation des plantes et des extraits de plantes. Mémoire de Master : Université des Frères Mentouri Constantine. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. République algérienne.

Bruce T.J.A. & Pickett J.A., 2011. Perception of plant volatile blends by herbivorous insects - finding the right mix. *Phytochemistry* 72(13), 1605-1611.

Bruce T.J.A., Wadhams L.J. & Woodcock C.M., 2005. Insect host location: a volatile situation. *Trends Plant Sci.* 10(6), 269-274.

CAPE., 2009. Position Statement on Synthetic Pesticides. <http://rainforests.mongabay.com.html> *Chemosphere*, 55 (10):1421-1427.

Castagnone-Sereno P. & Djian-Caporalino C., 2011. Lutte contre les nématodes à galles en cultures maraîchères : des recherches pour promouvoir la durabilité des résistances variétales *Innovations Agronomiques* 15 (2011), 55-64

Charleston D.S., Kfir R., Dicke M. & Vet L.E.M., 2005. Impact of botanical pesticides derived from *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* on the biology of two parasitoid species of the diamond back moth. *Biol. Control*, 33: 131-142.

Cloyd R.A., 2004. Natural instincts are natural insecticides safer and better than conventional insecticides ? *Am. Nurseryman*, 200(2): 38-41.

Cogburn R., 1977. Resistance to the angoumois grain moth in some varieties of rough rice from the UDSA World collection. *Journal of Economic Entomology* 70 (6), 753-754.

Coulibaly K., 2012. Analyse des facteurs de variabilité des performances agronomiques et économiques des cultures et de l'évolution de la fertilité des sols dans les systèmes culturaux intégrant les légumineuses en milieu soudanien du Burkina Faso: approche expérimentale chez et par les paysans. Thèse de doctorat unique, Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, Burkina Faso. 139p.

Dansi A., Adjatin A., Adoukonou-Sagbadja H., Faladé V., Yedomonhan H., Odou D. & Dossou B., 2008. Traditional leafy vegetables and their use in the Benin Republic. Genetic Resources and Crop Evolution, Springer-Verlag.

De Siqueira M.T., Braga C., Cabral-Filho J.E., Augusto L.G.D.S., Figueiroa J.N. & Souza A.I., 2010. Correlation between pesticide use in agriculture and adverse birth outcomes in Brazil: an ecological study. *Bull Environ Contam Toxicol.*, 84 (6):647-651.

Debra K.R. & Misheck D., 2014. Onion (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*) as pest control intercrops in cabbage based intercrop systems in Zimbabwe. *J. Agric. Vet. Sci.* 7(2), 13-17.

Del Fabbro S. & Nazzi F., 2008. Repellent effect of sweet basil compounds on *Ixodes ricinus* ticks. *Exp. Appl. Acarol.* 45(3-4), 219-228.

Demicco A., Cooper K.R., Richardson J.R. & White L.A., 2010. Developmental neurotoxicity of pyrethroid insecticides in zebrafish embryos. *Toxicological Sciences*, 113 (1): 177-186.

Diao M.B., 2004. Situation et contraintes des systèmes urbains et périurbains de production horticole et animale dans la région de Dakar. *Cah. Agric.*, 13: 39-49.

Dittrich V., Ernest G.H., Ruesch O. & Uk S., 1990. Resistance mechanisms in sweet-potato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) populations from Sudan, Turkey, Guatemala, and Nicaragua. *J Econ Entomol* 83: 1665–1670.

Dongmo T., Gockowski J., Hernandez S., Awono L.D.K. & Mbang à Moudon R., 2005. L'agriculture périurbaine à Yaoundé : ses rapports avec la réduction de la pauvreté, le développement économique, la conservation de la biodiversité et de l'environnement. *Tropicultura*, 23(3) : 130-135.

Doumbouya M., Abo K., Lepengue A.N., Camara B., Kanko K., Aidara D. & Kone D., 2012. Activités comparées in vitro de deux fongicides de synthèse et de deux huiles essentielles, sur des champignons telluriques des cultures maraîchères en Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.* **50**, 3520-3532.

Dovlo K.A., 2007. Quelques aspects socioculturels et écologiques de l'utilisation des pesticides dans la production maraîchère de la zone portuaire de Lomé. *Mémoire de D.E.A.*, Université de Lomé, 58p.

FAO, 2012a. Growing greener cities in Africa. First status report on urban and peri-urban horticulture in Africa. Roma, FAO.

FAO, 2012b. La production et protection intégrées appliquée aux cultures maraîchères en Afrique soudano-sahélienne. Dakar, FAO.

Ferragu C., Tron I. & Bompays S., 2010. Pesticides et santé: état des connaissances sur les effets chroniques en 2009. Observatoire Régional de Santé de Bretagne., 120 p.

Finch S. & Kienegger M., 1997. A behavioural study to help clarify how undersowing with clover affects host-plant selection by pest insects of brassica crops. *Entomol. Exp. Appl.* 84(2), 165-172.

Gilbert L.I., Rybczynski R. & Warren J.T., 2002. Control and biochemical nature of the ecdysteroidogenic pathway. *Annu. Rev. Entomol.* 47: 883-916.

Gockowski J., Mbazo'o J., Mbah G. & Moulende T.F., 2003. African traditional leafy vegetables and urban and peri-urban poor. *Policy*, 28: 221-235.

Gogo E.O., Saidi M., Itulya F.M., Martin T. & Ngouajio M., 2012. Microclimate Modification Using Eco-Friendly Nets for High Quality Tomato Transplant Production by Small-Scale Farmers in East Africa. *Hort Technology*, 22, 292-298.

Grubben G., Klaver W., Nono-Womdim R., Everaarts A., Fondio L., Nugteren J. A., & Corrado M., 2014. Vegetables to combat the hidden hunger in Africa. *Chronica Horticulturae*, 54(1), 24–32.

Guenauoui Y., Bensaad R. & Ouezzani K., 2011. Importance of native polyphagous predators able to prey on *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato crop. *In: Proceedings of the EPPO/IOBC/FAO/NEPPPO Joint International Symposium on management of Tuta absoluta, November 16-18, 2011, Agadir, Morocco.*

Herren H.R. & Neuenschwander P., 1991. Biological control of cassava pests in Africa. *Annu. Rev. Entomol.* 36, 257 – 283.

Houndété T.A., Kétoh G.K., Hema O.S.A., Brévault T., Glitho I.A. & Martin T., 2010. Insecticide resistance in field populations of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in West Africa. *Pest Manag Sci*; 66: 1181–1185.

Huignard J., Glitho I., Monge J. & Regnault-Roger I., 2011. Insectes ravageurs des graines de légumineuses, biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique. Edition Quae, France. 147 p.

Inbaneson S.J., Sundaram R. & Suganthi P., 2012. In vitro antiplasmodial effect of ethanolic extracts of traditional medicinal plant *Ocimum* species against *Plasmodium falciparum*. *Asian Pac. J. Trop. Med.* 5(2), 103-106.

INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique), 2012. *Annuaire statistique 2010*. Cotonou, Bénin.

Jaeger P.M.L. & Hepper F.N., 1986. A review of the genus *Solanum* in Africa. In: D'Arcy, W.G. (Editor). *Solanaceae: biology and systematics*. Columbia University Press, New York, United States. pp. 41–55.

James B., Atcha-Ahowé C., Godonou I., Baimey H., Goergen G., Sikirou R., & Toko M., 2010. 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. 120 p..

Jiang T., Wu S., Yang T., Zhu C. & Gao C., 2015. Monitoring Field Populations of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) for Resistance to eight Insecticides in China. *Fl. Entomol.*, 98(1): 65-73.

Kanda M., Akpavi S., Wala K., Djaneye-Boundjou G. & Akpagana K., 2014. Diversité des espèces cultivées et contraintes à la production en agriculture maraîchère au Togo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 8(1), 115- 127.

Kanda M., Djaneye-Boundjou G., Wala K., Gnandi K., Batawila K., Sanni A. & Akpagana K., 2013. Application des pesticides en agriculture maraîchère au Togo. [*VertigO*] *La revue électronique en sciences de l'environnement*, 13(1).

Katary A., Prudent P. & Djihinto C. A., 2002. La gestion de la résistance de *H. armigera* au pyrèthrinoides au Bénin et les programmes de protection du cotonnier dans ce pays, résultats de la campagne 2001/2002 et bilan de la stratégie actuelle. Acte de la quatrième réunion-bilan du PR-PRAO, 9 au 12 /04/ 2002, Cotonou (Bénin). 42-72.

Kazembe T. & Chauruka D., 2012. Mosquito repellence of *Astrolochii hepui*, *Cymbopogon citratus* and *Ocimum gratissimum* extracts and mixtures. *Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci.* 1(8), 60-64.

Kellouche A. et al., 2010. Biological activity of ten essential oils against cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera: Bruchidae). *Int. J. Integr. Biol.* 10(2), 86-89.

Ketoh G.K., Honoré K., Isabelle K. & Glitho A., 2005. Inhibition of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) development with essential oil extracted from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. (Poaceae), and the wasp *Dinarmus basalis* (Rondani) (hymenoptera: Pteromalidae), *Journal of Stored Products Research*, 41, pp 363-371.

Kiradoo M.M. & Srivastava M., 2010. A comparative study on the efficacy of two Lamiaceae plants on egg-laying performance by the pulse beetle *Callosobruchus chinensis* Linn. (Coleoptera: Bruchidae). *J. Biopestic.* 3(3), 590-595.

Koné D., Cissé G., Seignez C. & Holliger C., 2000. Le lagunage à macrophytes et l'irrigation en maraîchage: étude d'une station expérimentale à Ouagadougou. *Info CREPA*, 31: 4-10.

Kouassi Y.M., Wognin S.B., Manda P., Yéboué-Kouamé B.Y., Tchicaya A.F., Bonny J.S. & Dano, D.S., 2004. Intoxications chroniques professionnelles diagnostiquées au CHU de Yopougon-Abidjan, de 1990 à 2002. *Cahier de Santé Publique*. Editions Universitaires de Côte d'Ivoire (EDUCI), Université de Cocody-Abidjan., 3(1): 61-66.

Kpètèhoto W.H., Hessou S., Dougnon V.T., Johnson R.C., Boni G., Houéto E.E., Assogba F., Pogonon E., Loko F., Boko M. & Gbénou J., 2017. Étude ethnobotanique, phytochimique et

écotoxicologique de *Ocimum gratissimum* Linn (Lamiaceae) à Cotonou. *Journal of Applied Biosciences* 109: 10609-10617 ISSN 1997-5902.

Kpodékon M.T., Boko K.C., Mainil J.G., Farougou S., Sèssou P., Yèhouenou B., Gbénou J., Duprez J-N & Bardiau M., 2014. Composition chimique et test d'efficacité in vitro des huiles essentielles extraites de feuilles fraîches du basilic commun (*Ocimum basilicum* L.) et du basilic tropical (*Ocimum gratissimum* L.) sur *Salmonella enterica* sérotype Oakland et *Salmonella enterica* sérotype Legon. 25 p.

Kranthi K.R., Jadhav D., Wanjari R., Kranthi S. & Russel D., 2001. Pyrethroid resistance and mechanisms of resistance in field strains of *H. armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Econ. Entomol.*, 94(1): 253-263.

Levario-Carrillo M., Amato D., Ostrosky-Wegman P., Gonzalez-Horta C., Corona Y. & Sanin L.H., 2004. Relation between pesticide exposure and intrauterine growth retardation. *Chemosphere*, 55(10):1421-1427.

Licciardi S., Assogba-Komlan F., Sidick I., Chandre F., Hougard J.-M. & Martin T., 2008 - A temporary tunnel screen as an eco-friendly method for small-scale growers to protect cabbage crop in Benin. *International Journal of Tropical Insect Science*, 27, 152-158.

Liu X., Wang H.Y., Ning Y.B., Qiao K. & Wang K.Y., 2015. Resistance Selection and Characterization of Chlorantraniliprole Resistance in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *J. Econ. Entomol.*, 108(4): 1978-85.

Macharia I., Löhr B. & De Groote H., 2005. Assessing the potential impact of biological control of *Plutella xylostella* (diamondback moth) in cabbage production in Kenya. *Crop Prot.*, 24(11): 981-989.

Manda P., Dano D.S, Kouassi Y.M., Oga A.S., Dembélé A., Wognin S.B. & Aka I., 2005. Evaluation de l'exposition aux organophosphorés et aux carbamates des applicateurs de produits phytosanitaires. *Editions Universitaires de Côte d'Ivoire (EDUCI). J. Sci. Pharm. Biol.*, 6 (1):53-60.

Martin T., Assogba-Komlan F., Houndété T., Hougard J.M. & Chandre F., 2006. Efficacy of mosquito netting for sustainable small holders' cabbage production in Africa. *Journal of Economic Entomology*, 99, 450-454.

Martin T., Palix R., Kamal A., Delétré E., Bonafos R., Simon S. & Ngouajio M., 2013. A repellent treated netting as a new technology for protecting vegetable crops. *Journal of Economic Entomology*, 106, 1699-1706.

Martin T., Saidi M., Komlan F-A., Simon S., Kasina M., Vidogbena F., Parrot L., Adegbidi A., Wasilwa L-A., Subramanian S., Baird V. & Ngouajio M., 2014. Des filets anti insectes pour protéger les cultures maraichères en Afrique subsaharienne : Une technologie rentable et adaptée aux conditions climatiques. AFPP – dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture Montpellier – 22 et 23 Octobre.

- Mkenda P., Mwanauta R., Stevenson P.C., Ndakidemi P., Mtei K. & Belmain S.R., 2015. Extracts from field margin weeds provide economically viable and environmentally benign pest control compared to synthetic pesticides. *PLoS ONE*. 10(11) e0143530.
- Mochiah M., Banful B. & Fening K., 2011. Botanicals for the management of insect pests in organic vegetable production. *J. Entomol. Nematol.* 3, 85-97.
- Mondédji A.D, Nyamador WS, Amévoin K, Abbey GA, Ketoh GK, Glitho AI. 2014b. Analyse des caractéristiques sociodémographiques et identification des perceptions des distributeurs de pesticides et des consommateurs sur l'utilisation d'extraits botaniques dans la gestion des insectes ravageurs des cultures maraîchères au sud du Togo. *Bulletin de l'IFAN Cheikh Anta Diop, Série A*, 53(2): 135-150.
- Mondédji A.D., 2010. 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, 295p.
- Mondédji A.D., Kasseney B.D., Nyamador W.S., Abbey G.A., Amevoin K., Ketoh G.K. & Glitho I.A., 2016. Effets d'extrait hydroéthanolique de feuilles de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) sur *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae) et *Lipaphis erysimi* (Hemiptera : Aphididae) dans la production du chou au Sud du Togo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10(4): 1666-1677.
- Mondédji A.D., Ketoh G.K., Amévoin K., Améline A., Giordanengo P., Glitho I.A., 2014a. Evaluation of neem leaves based preparations as insecticidal agents against the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sternorrhyncha : Aphididae). *Afr. J. Agric. Res.*, 9(17): 1344-1352.
- Mougeot J.A.L & Moustier P., 2004. Introduction. In Développement Durable de l'Agriculture Urbaine en Afrique Francophone. Enjeux, concepts et méthodes. Olanrewaju B.S., Moustier P., Mougeot A.J.L., Fall A. (eds). CIRAD/CRDI: Montpellier, 11-21.
- Muleke E.M., Saidi M., Itulya F.M., Martin T., Ngouajio M., 2013 - The Assessment of the Use of Eco-Friendly Nets to Ensure Sustainable Cabbage Seedling Production in Africa. *Agronomy*, 3, 1-12.
- N'Goran K.E., Kassin K.E., Zohouri G.P., N'Gbesso M.F.P. & Yoro G.R., 2011. Performances agronomiques des associations culturales igname-légumineuses alimentaires dans le Centre-ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 43 : 2915 – 2923.
- N'guessan K., Beugré K., Guédé N.Z., Dossahoua T. & Aké-Assi L., 2009. Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte d'Ivoire). *Sciences & Nature* Vol. 6 N°1: 1–15. 15 p..
- Nanfack F.M., Dongmo Y.Z. & Fogang M.A.R., 2015. Les insectes impliqués dans les pertes post-récolte des céréales au Cameroun : méthodes actuelles de lutte et perspectives offertes par la transgénèse. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(3): 1630-1643.

Ngom S., Seydou T., Thiam M.B. & Manga A., 2012. Contamination des produits agricoles et de la nappe phréatique par les pesticides dans la zone des Niayes au Sénégal. *Rev. Sci. Technol., Synthèse* 25: 119-130.

Ninsin K.D., 2015. Cross-resistance assessment cartap and esfenvalerate selected strains of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *WAJAE*, 23(2): 1–6.

Ogayo K.O., Ogwenio J.O., Nyaanga J.G., Ogendo J.O., Wagara I.N. & Ochola S.O., 2015. Bioactivity of *Leonotis nepetifolia* and *Ocimum gratissimum* extracts in management of *Tetranychus urticae* koch on french beans. *Glob. J. Bio-Science Biotechnology* 4(3), 282-286.

Ogendo J.O., Kostyukovsky M., Ravid U., Matasyoh J.C., Deng A.L., Omolo E.O., Kariuki S.T. & Shaaya E., 2008. Bioactivity of *Ocimum gratissimum* L. oil and two of its constituents against five insect pests attacking stored food products. *J. Stored Prod. Res.* 44(4), 328-334.

Oladiran J.A., 1989. The effects of fruit colour, processing technique and seed treatment on the germination of *Solanum macrocarpon* L. (Igbagba). *Nigerian Journal of Technological Research* 1(1): 17–20.

Olanrewaju B. S., Moustier P., Mougeot L.J. & Fall A. (dir.), 2004. Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone. Enjeux, concepts et méthodes, *Montpellier, CIRAD-CRDI*, 173 p.

Oomen H.A.P.C. & Grubben G.J.H., 1978. Tropical Leaf Vegetables in Human Nutrition. Comm. 69, Department of Agricultural Research, Koninklijk Instituut Voor de Tropen, Amsterdam.

Oparaocha E.T., Iwu I. & Ahanaku J.E., 2010. Preliminary study on mosquito repellent and mosquitocidal activities of *Ocimum gratissimum* (L.) grown in eastern Nigeria. *J. Vector Borne Dis.* 47, 45-50.

Organisation Mondiale de la Santé (OMS)., 2011. Guidelines for Drinking-water Quality. *World Health Organization, Fourth Edition; Genève, Suisse*, 541.

Otoidobiga L.C., Vincent C. & Stewart K.R., 2002. Susceptibility of field populations of adult *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) and *Eretmocerus* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae) to cotton insecticides in Burkina Faso (West Africa). *Pest Manag Sci* 59: 97–106.

Panneton B., Vincent C. & Fleurat-Lessard F., 2000. Place de la lutte physique en phytoprotection, pp. 1-24 in C. Vincent, B. Panneton et F. Fleurat-Lessard (Eds.) *La lutte physique en phytoprotection*, INRA Editions, Paris, 347 p..

Pazou E.Y.A., Lalèyè P., Boko M., Gestel C.A.M.van, Ahissou H., Akpona S., Hattum B., Swart K. & Straalen N.M.van, 2006. Contamination of fish by organochlorine pesticide residues in the Ouémé River catchment in the Republic of Bénin. *Environment International* Vol. 32, Issue 5, July 2006, 594-599 p.

Perdikis D., Fantinou A. & Lykouressis D., 2011. Enhancing pest control in annual crops by conservation of predatory Heteroptera. *Biol. Control*, 59(1), 13-21.

Popp J., Petö K. & Nagy J., 2013. Pesticide productivity and food security. A review. *Agron. Sustainable Dev.* 33: 243-255.

Pugazhvendan S.R., Ross P.R. & Elumalai K., 2012. Insecticidal and repellent activities of plants oil against stored grain pest, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Asian Pacific J. Trop. Dis.* 2(SUPPL.1), 1-5.

Qiao D., Seidler F.J., Padilla S. & Slotkin T.A., 2002. Developmental neurotoxicity of chlorpyrifos: what is the vulnerable period? *Environ Health Perspect.* 110(11): 1097-1103.

Ripley B.D., Ritcey G.M., Harris C.R., Denomme M.A. & Brown P.D., 2001. Pyrethroid insecticide residues on vegetable crops. *Pest. Manag. Sci.* 57: 683-687.

Root R.B., 1973. Organization of a Plant-Arthropod Association in Simple and Diverse Habitats: The Fauna of Collards (*Brassica Oleracea*). *Ecological Monographs* 43(1): 95–124.

Russel E.P., 1989. Enemies Hypothesis: A Review of the Effect of Vegetational Diversity on Predatory Insects and Parasitoids. *Environmental Entomology* 18(4): 590–599.

Sæthre M.-G. et al., 2011. Pesticide residues analysis of three vegetable crops for urban consumers in Benin. *Bioforsk Rep.* 6(40), 1-24.

Sanon A., 1997. Contribution à l'étude du contrôle biologique des populations de Bruchidae ravageurs des graines de niébé, *Vigna unguiculata* walp., au cours de leur stockage au Burkina faso. Thèse de doctorat du 3^{ème} cycle. Spécialité : Sciences biologiques appliquées. Université de Ouagadougou, Burkina faso. 189 p.

Schader C., Zaller J.G. & Köpke U., 2005. Cotton-Basil intercropping: effects on pests, yields and economical parameters in an organic field in Fayoum, Egypt. *Biol. Agric. Hortic.* 23(1), 59–72.

Shalom N.C., Abayomi C.O., Okwuchukwu K.E., Opeyemi C.E., Olajumoke K.A. & Damilola I.D., 2011. Proximate and phytochemical analyses of *Solanum aethiopicum* L. and *Solanum macrocarpon* L. Fruits. *Res.J.Chem.Sci.* 1(3), 63-71.

Simeni T.G., 2005. Etude socio-économique des systèmes de production maraichère en zones urbaine et peri-urbaine de la ville de Djougou. Thèse d'Ingénieur Agronome. Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-calavi, Bénin.

Simeni T.G., Adeoti R., Abiassi E., Kodjo M.K. & Coulibaly O., 2009. Caractérisation des systèmes de cultures maraichères des zones urbaine et périurbaine dans la ville de Djougou au
Singbo A., Nouhoheflin T. & Idrissou L., 2004. Etude des Perceptions sur les Ravageurs des Légumes dans les Zones Urbaines et Périurbaines du Sud Bénin. Rapport d'activités, IITA – INRAB - OBEPAB, Cotonou, Bénin.

Sola P., Mvumi B.M., Nyirenda S.P.M., Ogendo J.O., Mponda O., Andan F.P.H., Kamanula J.F., Belmain S.R. & Stevenson P.C., 2014. Botanical pesticide production, trade and regulatory mechanisms in sub-Saharan Africa: making a case for plant-based pesticidal products. *Food Security*, 6, 369–384.

Son D., 2018. Analyse des risques liés à l'emploi des pesticides et mesure de la performance de la lutte intégrée en culture de tomate au Burkina Faso (Thèse de doctorat). Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique 234 p..

Stevenson P.C., Arnold S.E.J. & Belmain S.R., 2014. Pesticidal plants for stored product pest in smallholder farming in Africa. In "Advances in Plant Biopesticides" Ed. D. Singh. Springer Verlag.

Tallaki K., 2005. The pest control systems in the market gardens of Lomé, Togo. In The Social, Political and Environmental Dimensions of Urban Agriculture, Mougeot L (ed). Earthscan: London.

Tano B.F., Abo K., Dembele A. & Fondio L., 2011. Systèmes de production et pratiques à risque en agriculture urbaine : cas du maraîchage dans la ville de Yamoussoukro en Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5(6): 2317-2329.

Tchuinte G.M.S., 2005. Etude socio-économique des systèmes de production maraîchère en zones urbaines et périurbaine de la ville de Djougou (Département de la Donga). Mém. Ing. Agron., FSA, Univ. Abomey-Calavi, Cotonou, p. 141

Temple L. & Moustier P., 2004. Les fonctions et contraintes de l'agriculture pe' riurbaine de quelques villes africaines (Yaounde', Cotonou, Dakar). *Cah Agric* 2004 ; 13 : 15-22.

Tewary D.K., Bhardwaj A. & Shanker A., 2005. Pesticidal activities in five medicinal plants collected from mid hills of western Himalayas. *Ind. Crop Prod.*, 22: 241-247.

Tiroesele B. & Matshela O., 2015. The effect of companion planting on the abundance of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L., on Kale (*Brassica oleracea* var . *acephala*). *J. Plant Pest Sci.* 2(3), 57-65.

Traoré A., Ahoussi K. E., Aka N., Traoré A. & Soro N., 2015. Niveau de contamination par les pesticides des eaux des Lagunes aghien et potou (sud-est de la côte d'ivoire) *Int. J. Pure App. Biosci.* 3 (4): 312-322 ISSN: 2320 – 7051.

Tunaz H. & Uygun N., 2004. Insect Growth Regulators for Insect Pest Control. *Turk. J. Agric. For.*, 28: 377-387.

Ulrichs C., Mewis I. & Schnitzler W.H., 2001. Efficacy of neem and diatomaceous earth against cowpea aphids and their deleterious effect on predating Coccinelidae. *J. Appl. Entomol.*, 125: 571-575.

Vandermeer J., 1989. The ecology of intercropping. Cambridge University Press, Cambridge UK.

Vanier P., Gigleux I., Deslandes M., Corneau L. & Cyr J., 2006. Le basilic, une herbe aromatique antioxydante. Institut des Nutraceutiques et aliments Fonctionnels, Université Laval. 15 p..

Wéthé J., Kientga M., Koné D. & Kuéla N., 2001. Profil du Recyclage des Eaux Usées dans l'Agriculture Urbaine à Ouagadougou. Projet de recherche/consultation pour le développement

durable de l'agriculture urbaine en Afrique de l'Ouest, IAGU/EIER/RFAU/AOC (éd), Yaoundé.

Williamson S., Ball A. & Pretty J., 2008. Trends in pesticide use and drivers for safer pest management in four African countries. *Crop Protection*, 27(10), 1327– 1334.

Wondafrash M., Getu E. & Terefe G., 2012. Neem, *Azadirachta indica* (A. Juss) Extracts Negatively Influenced Growth and Development of African Bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). *AJE*, 5(1): 22-27.

Xiang H., Nuckols, J.R. & Stallones, L.A., 2000. Geographic information assessment of birth weight and crop production patterns around mother's residence. *Environ Res.*, 82(2):160-167.

Yarou B.B., 2013. *Ocimum gratissimum* L.: un légume traditionnel contre les ravageurs du chou. Poster PCM/INRAB/MAEP.

Yarou B.B., 2018. Bioefficacité d'*Ocimum* spp. (Lamiaceae) pour une gestion intégrée des ravageurs en cultures maraîchères. (Thèse de doctorat). Gembloux Agro-Bio Tech, Liège Université, Belgique. 20 figures, 14 tableaux.

Yolou I., Yabi I., Kombieni F., Tovihoudji P.G., Yabi J.A., Paraïso A.A. & Afouda F., 2015. Maraîchage en milieu urbain à Parakou au Nord-Bénin et sa rentabilité économique. *Int. J. Innov. Sci. Res.* 19(2), 290-302.

Zhang Z. et al., 2016. Effects of intercropping tea with aromatic plants on population dynamics of arthropods in Chinese tea plantations. *J. Pest Sci.* DOI: 10.1007/s10340-016-0783-2.

Annexes

Essai association

```
> anova(ass.modP)
```

Analysis of Deviance Table

Model: poisson, link: log

Response: Puceron

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev
NULL	2248	3567.9		
Trait. 2	85.068	2246	3482.9	
JAR 4	207.751	2242	3275.1	
Trait.:JAR 8	184.398	2234	3090.7	

```
> anova(ass.modBe)
```

Analysis of Deviance Table

Model: poisson, link: log

Response: Bemisia.tabaci

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev
NULL	2249	1146.5		
Trait. 2	1.398	2247	1145.1	
JAR 4	95.277	2243	1049.8	
Trait.:JAR 8	17.150	2235	1032.7	

```
> anova(ass.modSe)
```

Analysis of Deviance Table

Model: poisson, link: log

Response: Selepa.docilis

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev
NULL	749	2474.1		
Trait. 2	9.62	747	2464.5	
JAR 4	442.30	743	2022.2	
Trait.:JAR 8	81.15	735	1941.1	

```
> anova(ass.modCoch)
```


Analysis of Deviance Table

Model: poisson, link: log

Response: Cochenille

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev
NULL	749	1079.96		
Trait. 2	29.803	747	1050.15	
JAR 4	65.564	743	984.59	
Trait.:JAR 8	26.002	735	958.59	

Anova rendement Essai d'extraits aqueux

> anova(modRdt)

Analysis of Variance Table

Response: Rbe

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitements	4	6.446	1.6115	0.2679	0.8941
Residuals	15	90.245	6.0163		

> anova(modRdts)

Analysis of Variance Table

Response: Rbs

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitements	4	4.165	1.0412	0.1982	0.9354
Residuals	15	78.782	5.2522		

anova(modRdtp)

Analysis of Variance Table

Response: TP

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitements	4	688.86	172.22	0.9107	0.4828
Residuals	15	2836.56	189.10		

Essai 1: Effet des extraits d'Ocimum sur les ravageurs de la grande morelle

Fiche d'Observation des ravageurs, N°3

Date d'Observation :

observateur;

Bloc:

Traitement	Plant	<i>S. docilis</i>	<i>Heliopeltis schoutedeni</i>	<i>Epilachna elaterii</i>	<i>Phycita melogena</i>	<i>Asparvia armigea</i>	Cochenille
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						

Essai 1: Effet des extraits de *Ocimum* sur les ravageurs de la de la

Fiche d'Observation des ravageurs

Date d'Observation :

Observateur;

Bloc:

Traitement	Plant	Feuille	Puceron	<i>P. latus</i>	<i>Bemisia tabaci</i>
	1	1			
	1	2			
	1	3			
	2	1			
	2	2			
	2	3			
	3	1			
	3	2			
	3	3			
	4	1			
	4	2			
	4	3			
	5	1			
	5	2			
	5	3			
	6	1			
	6	2			
	6	3			
	7	1			
	7	2			
	7	3			
	8	1			
	8	2			
	8	3			
	9	1			
	9	2			
	9	3			
	10	1			
	10	2			
	10	3			

Remarques :

Traitement	Plant	Feuille	Puceron	<i>P. latus</i>	<i>Bemisia tabaci</i>
	1	1			
	1	2			
	1	3			
	2	1			
	2	2			
	2	3			
	3	1			
	3	2			
	3	3			
	4	1			
	4	2			
	4	3			
	5	1			
	5	2			
	5	3			
	6	1			
	6	2			
	6	3			
	7	1			
	7	2			
	7	3			
	8	1			
	8	2			
	8	3			
	9	1			
	9	2			
	9	3			
	10	1			
	10	2			
	10	3			

Essai 2: Association grande morelle/basilic tropical sur les ravageurs de la grande morelle

Fiche d'Observation des ravageurs N°

Date d'observation

Observateur

Bloc N°

Trait.	Plant	Feuille	Puceron	<i>P. latus</i>	<i>B. tabaci</i>
Temoin	1	1			
		2			
		3			
	2	1			
		2			
		3			
	3	1			
		2			
		3			
	4	1			
		2			
		3			
	5	1			
		2			
		3			
	6	1			
		2			
		3			
	7	1			
		2			
		3			
	8	1			
		2			
		3			
	9	1			
		2			
		3			
	10	1			
		2			
		3			

Trait.	Plant	Feuille	Puceron	<i>P. latus</i>	<i>B. tabaci</i>
1 lig GM	1	1			
		2			
		3			
	2	1			
		2			
		3			
	3	1			
		2			
		3			
	4	1			
		2			
		3			
	5	1			
		2			
		3			
	6	1			
		2			
		3			
	7	1			
		2			
		3			
	8	1			
		2			
		3			
	9	1			
		2			
		3			
	10	1			
		2			
		3			

Trait.	Plant	Feuille	Puceron	<i>P. latus</i>	<i>B. tabaci</i>
3 lig GM	1	1			
		2			
		3			
	2	1			
		2			
		3			
	3	1			
		2			
		3			
	4	1			
		2			
		3			
	5	1			
		2			
		3			
	6	1			
		2			
		3			
	7	1			
		2			
		3			
	8	1			
		2			
		3			
	9	1			
		2			
		3			
	10	1			
		2			
		3			

Essai 2: Association grande morelle/basilic tropical sur les ravageurs de la grande morelle

Fiche d'Observation des ravageurs

Date d'observation

Observation

Bloc N°

Trait.	Plant	<i>S. docilis</i>	<i>H. schoutedeni</i>	<i>Epilachna elaterii</i>	<i>Phycita melogena</i>	<i>Asparvia</i>	Cochenille	Autre
Temoin	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
1 ligne GM	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
3 lignes GM	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							