

Évaluation agronomique de méthodes de lutte contre la chrysomèle des cucurbitacées, Aulacophora fauveli, sur Wallis

Raphaël Breuil

▶ **To cite this version:**

Raphaël Breuil. Évaluation agronomique de méthodes de lutte contre la chrysomèle des cucurbitacées, Aulacophora fauveli, sur Wallis. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03366410

HAL Id: dumas-03366410

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03366410

Submitted on 5 Oct 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AGROCAMPUS OUEST

☑ **CFR Angers** ☐ **CFR Rennes**

Année universitaire : 2020-2021 Spécialité : Horticulture Spécialisation (et option éventuelle) : Protection des Plantes et de l'Environnement en Horticulture (PPE-H)	**Mémoire de Fin d'Études** ■ d'ingénieur d'AGROCAMPUS OUEST (École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage), école interne de L'institut Agro (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement) ☐ de master d'AGROCAMPUS OUEST (École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage), école interne de L'institut Agro (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement) ☐ de Montpellier SupAgro (étudiant arrivé en M2) ☐ d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Evaluation agronomique de méthodes de lutte contre la chrysomèle des cucurbitacées, *Aulacophora fauveli*, sur Wallis

Par : Raphaël BREUIL



Aulacophora fauveli (Raphaël Breuil, 2021)

Soutenu à Wallis le 1er septembre 2021

Devant le jury composé de :
Président : Nicolas CHEN
Maître de stage : Marine ESNOUF
Enseignant référent : Bruno JALOUX

Autres membres du jury (Nom, Qualité) :

Brigitte PELLETIER, Directrice technique ARELPAL

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'Agrocampus Ouest

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation «Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France» disponible en ligne http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr

Remerciements

Ce stage de fin d'étude n'aurait pas été possible sans les personnes qui m'ont aidé et soutenu durant ces mois de travail. Je souhaite les remercier profondément.

Tout d'abord, je tiens à adresser un très grand merci à ma maître de stage, Marine Esnouf, pour sa disponibilité et ses conseils tout au long du stage qui m'ont permis de faire avancer mes expériences tout au long du stage. Merci pour son accompagnement, sa patience et sa bienveillance.

Au sein de la Direction des Services de L'Agriculture de Wallis (DSA), je remercie celles et ceux qui m'ont accueilli chaleureusement et dans une ambiance de travail plus qu'agréables : Jean-François, Amalia, Malia, Pamela, Arnaud, Marie-Pierre, Atlas et Teli. Je tiens à remercier particulièrement Anaïs, pour son dynamisme et sa joie de vivre, ainsi que le reste de l'équipe : Elodie, Savelio et Yohan pour leur gentillesse, leur bonne humeur et pour les bons moments passés ensemble. Merci également à Paino, Sosefo et Aloi pour leurs bonnes volontés et leurs aides pour aller chercher les feuilles et mettre en place les purins.

Une pluie de remerciement pour les maraichers de Wallis qui m'ont ouvert leur porte et m'ont laissé recueillir leurs avis et leurs émotions. Merci, donc, à Mikaele, Valelia, Association Halalo, Semalaketo, Stéphanie et Bernard. Je les remercie de m'avoir laissé sillonner leurs parcelles à la recherche des ravageurs. Une pensée particulière pour Mamalu et sa gentillesse et son éternel espoir, qui m'a fait confiance et m'a laissé expérimenter chez lui.

Je souhaite ensuite remercier et témoigner ma reconnaissance à Gwendoline Cocquet et Emanuele Kauvautupu du Lycée Agricole chez qui j'ai effectué mon essai. Pour leur aide lors de la mise en place et du suivi, et grâce à qui cet essai s'est très bien déroulé.

Plein de remerciements à l'ensemble de l'équipe de la spécialité PPE-H, enseignants et camarades, pour leurs accompagnements, conseils et sans qui je n'aurais pas eu les connaissances théoriques pour mener à bien ce stage.

Enfin, je remercie tout particulièrement mes parents, mon frère et ma sœur qui m'ont toujours soutenue tout au long de mes études.

Tables des matières

Tables des illustrations

Tables des tableaux

Introduction ……1

1. Le territoire de Wallis-et-Futuna ……1
   a. Géographie et climat ……1
   b. Le secteur primaire sur Wallis ……1
   c. La culture maraîchère et ses enjeux ……1
2. La chrysomèle des cucurbitacées, *Aulacophora fauveli* (Beenen 2008) ……3
   a. Biologie et écologie ……3
   b. Répartition géographique ……4
   c. Gamme d'hôtes ……4
   d. Nuisibilité et symptômes ……5
   e. Méthodes de lutte ……5
3. Utilisation de préparations naturelles à base de plantes comme méthode de lutte ……7
   a. Le neem, *Azadirachta indica* (A. Juss. 1830) ……8
   b. La passiflore fétide, *Passiflora foetida* (L. 1753) ……9
4. Contexte et objectif du stage ……10

Matériels et Méthodes ……11

1. Parcelle expérimentale et disposition expérimentale ……11
2. Traitements expérimentaux ……12
   a. Préparations des purins végétaux ……12
   b. Contrôle physique ……12
3. Collecte des données ……12
   a. Suivi de la population et mesure des dégâts ……12
   b. Conditions microclimatiques ……13
4. Analyse statistique ……13

Résultats ……14

1. Conditions microclimatiques ……14
2. Population de chrysomèle et dommages ……14
3. Production et rendement ……15

Discussion ……16

1. Influence des traitements sur le nombre et les dégâts d'*Aulacophora fauveli* sur cucurbitacées ……16
2. Influence des deux facteurs sur les conditions microclimatiques ……18
3. Influence des traitements sur la production obtenue pendant l'essai ……18

Conclusion ……20

Bibliographie et Sitographie ……21

Annexes ……37

Table des figures

Figure 1 : Situation géographique et carte de Wallis-et-Futuna. Source : The Pacific Community (SPC), 2020.
Figure 2 : Cérémonie coutumière avec la présentation des dons. Source : Breuil
Figure 3 : La production végétale sur Uvéa et jardin traditionnel wallisiens associant taros-kapés-bananes-fruits à pain. Source : Recensement Agricole de 2001, Service d'Etat de l'agriculture, de la forêt et de la pêche et Breuil
Figure 4 : Système de culture dans les jardins wallisiens. Source : Breuil
Figure 5 : Planche de photographies d'*Aulacophora fauveli* (en haut) et *A. quadrimaculata* (en bas). Source : Breuil
Figure 6 : Cycle biologique de la chrysomèle des cucurbitacées, *Aulacophora fauveli*. Source : Breuil d'après Al-Ali et al., 1982 ; Kunjwal et Srivastava, 2018 ; Mondal et al., 2020.
Figure 7 : Abondance et dégâts foliaires des chrysomèles et attaque de chrysomèles sur fleurs de concombre. Source : Breuil
Figure 8 : Plant de courgette complétement défolié suite à une attaque de chrysomèles, un re-semis est nécessaire. Source : Breuil
Figure 9 : Plant de concombre traité au kaolin comme protection contre la chrysomèle des cucurbitacées. Source : D. Kelly
Figure 10 : Arbre et feuilles de neem (*A. indica*). Source : Breuil
Figure 11 : Liane et fleurs de passiflore fétide (*P. foetida*). Source : Breuil
Figure 12 : Architecture du projet PROTEGE avec présentation des actions menées et résultats attendus du thème Agriculture et foresterie. Source : spc.int
Figure 13 : Schéma du dispositif expérimental mise en place au LPA, 2021
Figure 14 : Photo du dispositif expérimental. Source : Breuil
Figure 15 : Potiron et pastèque protégés d'une cage pour éviter les dégâts faits par les oiseaux. Source : Breuil
Figure 16 : Photo du pulvérisateur à dos 16L du fabricant Kanto. Source : Breuil
Figure 17 : Préparation du purin de passiflore fétide. Source : Breuil
Figure 18 : Graphique de la température de l'air extérieure à 15 cm au-dessus du sol sous le filet d'ombrage (en bleu) et sans le filet (en noir)
Figure 19 : Graphique de la température du sol avec un couvert en copeaux de bois (en noir) et sans paillage (en bleu)
Figure 20 : Rendement de pastèque en kg/m² en fonction des différents traitements. Des lettres différentes signifient une différence significative à P< 0,05 selon le test de Tukey. T : Témoin ; N : Neem ; O : Ombrière ; P : Passiflore
Figure 21 : Poids récoltés totaux en cucurbitacées selon les modalités de traitement. Des lettres différentes signifient une différence significative à P< 0,05 selon le test de Tukey. T : Témoin ; N : Neem ; O : Ombrière ; P : Passiflore
Figure 22 : Chenille de pyrale du concombre (*Diaphania indica*) sur pastèque. Source : Breuil
Figure 23 : Pastèque ayant eu une nécrose apicale puis qui pourrit. Source : Breuil

Table des tableaux

Tableau 1 : Répartition des parcelles selon le type de culture et l'unité administrative de la parcelle en 2014. Source : PPDDSP 2017
Tableau 2 : Production maraîchère de Wallis-et-Futuna. Source : PPDDSP, 2017
Tableau 3 : Méthodes de lutte alternatives contre les chrysomèles des cucurbitacées
Tableau 4 : Liste d'insectes sur lesquels les effets du neem ont été étudiés
Tableau 5 : Humidité moyenne du sol obtenue à deux profondeurs selon le traitement. Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P< 0,05 selon le test de Tukey.
Tableau 6 : Température moyenne à deux emplacement différents obtenue pendant l'essai. Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P< 0,05 selon le test de Tukey. ns : non significatif
Tableau 7 : Effet des différents traitements sur le nombre de chrysomèle des cucurbitacées (Aulacophora fauveli) par plante (moyenne + SE). Stade de développement des plants : C (Cotylédon), 1F (1 feuille vraie), 2F (2 feuilles vraies), 4F (4 feuilles vraies), 6F (6 feuilles vraies), 8F (8 feuilles vraies), 10 F (10 feuilles vraies). ns : non significatif
Tableau 8 : Note moyenne des dégâts foliaires attribuée après attaque de chrysomèle. ns : non significatif
Tableau 9 : Poids moyen des courges récoltées selon le traitement. Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P< 0,05 selon le test de Tukey.
Tableau 10 : Poids de pastèques récoltées sur les différents blocs. Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P< 0,05 selon le test de Tukey.
Tableau 11 : Classement des planches les plus productives de concombres. Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P< 0,05 selon le test de Tukey.
Tableau 12 : Classement des planches les plus productives de courges. Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P< 0,05 selon le test de Tukey.
Tableau 13 : Classement des planches les plus productives de pastèques. Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P< 0,05 selon le test de Tukey.
Tableau 14 : Classement des planches selon leurs productivités totales de cucurbitacées. Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P< 0,05 selon le test de Tukey.

Introduction

1. Le territoire de Wallis-et-Futuna

a. Géographie et climat

Situé dans le Pacifique Sud-Ouest, entre la Nouvelle Calédonie et la Polynésie Française, Wallis-et-Futuna est composé de deux archipels d'îles : Wallis et Futuna-Alofi (Figure 1). Par suite de la loi statutaire de 1961, Wallis-et-Futuna devient un Territoire d'Outre-mer ce qui en fait le territoire français le plus éloigné de la métropole (16000 km).

Ile volcanique, Wallis (ou Uvéa) est une terre basse, dont le point culminant : le Mont Lulu culmine à 151 m d'altitude, entourée d'une barrière récifale formant un lagon de 220 km². L'île est soumise à un climat tropical maritime chaud et humide. Les températures moyennes mensuelles sont toujours supérieures à 26°C, avec des minima et maxima compris entre 24°C et 31°C [1]. Le climat est caractérisé par des variations diurnes et saisonnières très peu contrastées. Avec une pluviométrie annuelle supérieure à 3290 mm, l'hygrométrie est élevée (82-85%) (DSA, 2017) [1]. Malgré des amplitudes quasi-nulles, les habitants distinguent 2 saisons :

- Une saison chaude de novembre à mai, avec des pluies abondantes
- Une saison fraîche de mai à septembre, plus « sèche » et plus ventilée par les alizés [2].

b. Le secteur primaire sur Wallis

Sur Wallis comme sur Futuna, le secteur primaire occupe une place importante. Bien qu'il représente 23,2% des entreprises recensées sur le Territoire, seulement 0,6% des exploitants se considèrent comme pleinement professionnels (STSEE, 2015). En effet, l'agriculture, la pêche et l'élevage répondent à des besoins familiaux et coutumiers et ne sont que très peu inclus dans l'économie marchande (IEOM, 2014). Véritable ciment culturel et économique sur Uvéa, la polyculture (élevage porcin et cultures traditionnelles) est à vocation des dons coutumiers mais également source de diversification alimentaire à travers l'autoconsommation (Figure 2). Représentant 26% de la dépense alimentaire moyenne des ménages, 80% d'entre eux pratique l'autoconsommation (IEOM, 2014). L'autoconsommation permet de faire face au fort coût de la vie sur l'île et réduit les inégalités sociales en subvenant aux besoins des ménages à faibles revenus (IEOM, 2020). Wallis-et-Futuna est ainsi un archipel à dominante rurale où l'agriculture familiale est un modèle socio-culturel.

c. La culture maraîchère et ses enjeux

Deux types d'agricultures coexistent donc. Une agriculture traditionnelle vivrière (tubercules et fruits), qui est dominante et pratiquée par la quasi-intégralité des ménages wallisiens, et dans une moindre mesure, une agriculture commerciale (maraîchage) avec peu d'acteurs économiques (IEOM, 2014). Ainsi, les cultures sont majoritairement vivrières (98 % des parcelles) dans lesquelles on retrouve les plantations de taros, d'ignames, de kapés, de bananes, etc. (IEOM, 2020) (Figure 3 et Figure 4). Avec seulement 2% des parcelles, la filière maraîchère est peu développée (Tableau 1). Elle recense 7 maraîchers professionnels (IEOM, 2020). La production maraîchère est à visé commerciale même si les volumes commercialisés sont modestes (Hugot, 2014). Les surfaces exploitées sont faibles et à proximité du domicile familiale. Les producteurs ont des méthodes et des pratiques agro-écologiques que l'on peut qualifier de « biologiques » (Hugot, 2014). En effet, les producteurs professionnels n'utilisent pas d'insecticides, ni d'herbicides, ni de fongicides

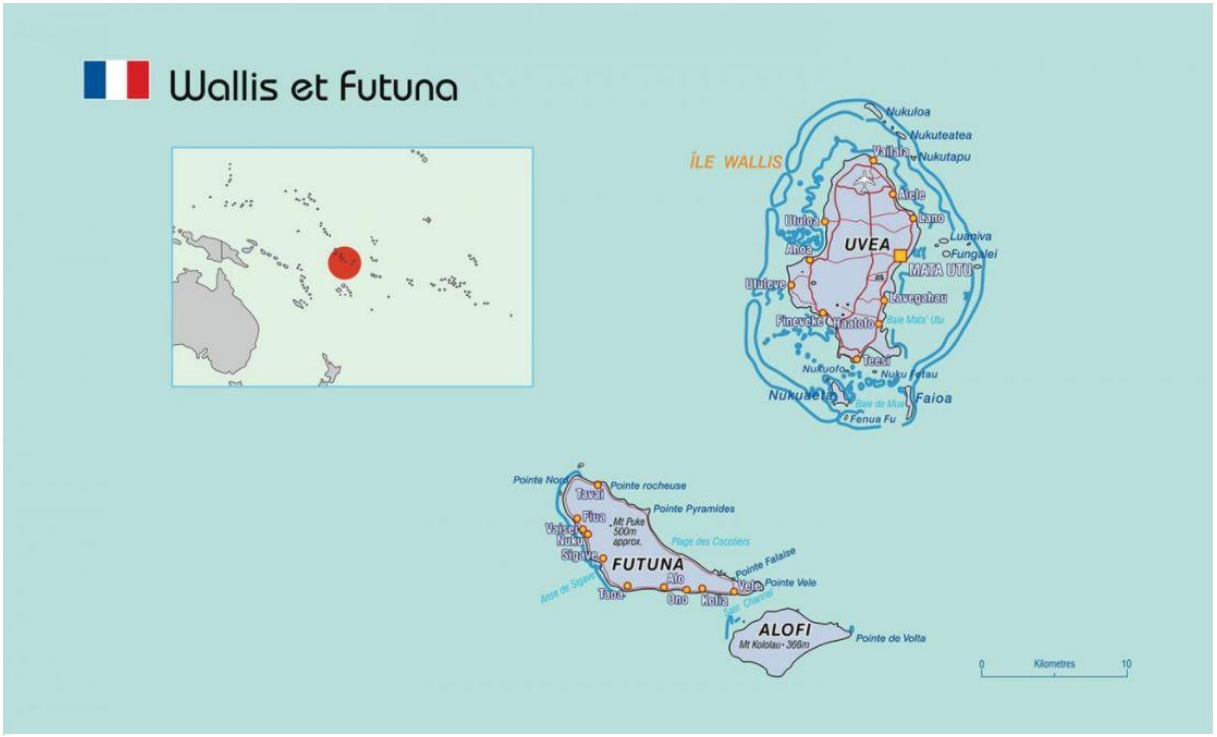


Figure 1 - Position géographique et carte de Wallis-et-Futuna. Source : spc.int



Figure 2 - Cérémonie coutumière avec la présentation des dons. Source : Breuil

dans leurs parcelles (Lauffenburger, 2019). Ils évoquent le coût et la non-disponibilité de ces produits, mais également un besoin qui n'est pas évident (Lauffenburger, 2019). Les intrants autorisés en agriculture biologique ne sont pas commercialisés sur Wallis (Hugot, 2014) donc les bio pesticides (préparations naturelles) comme les fertilisants sont issus directement des produits disponibles sur l'île. Les fertilisants biologiques sont le lisier de porcs (78 %, essentiellement au sein des cultures vivrières) et/ou la fiente de poule (18 % majoritairement en cultures maraîchères) (STSEE, 2015). L'entretien des parcelles reste en grande partie manuelle (STSEE, 2015). Toujours fragile, la filière maraîchère s'intègre peu à peu dans les mœurs alimentaires des habitants (DSA, 2017) car elle présente de nombreux atouts (augmentation de l'autonomie alimentaire de l'île pour limiter les importations, lutte contre les maladies non transmissibles touchant le territoire).

Cependant l'agriculture wallisienne doit faire face à de nombreux défis : les conditions pédoclimatiques et le déclin démographique dû à l'émigration. Tous les sols sur Uvéa peuvent être qualifiés de ferralitiques (DSA, 2017). Ils sont caractérisés par une acidité marquée, des teneurs en phosphore assimilables et potassium échangeables faibles, des concentrations en métaux lourds élevés et ils ont de faibles réserves en eau (Fromaget et Beaudou, 1986). Malgré des taux de matière organique important dans la première horizon, les caractéristiques physico-chimiques des sols peuvent limiter les niveaux d'absorption des minéraux par les plantes. De plus, l'utilisation de lisier de porcs induits l'immobilisation des métaux lourds mais aussi du phosphore (fixation par les oxydes de fer et d'aluminium), pourtant apporté par le lisier, sur ces types de sols (Gunkel-Grillon et al., 2015). L'archipel est parfois confronté à des aléas climatiques violents avec une saison cyclonique de mi-novembre à mi-avril (DSA, 2017). Le dernier, le cyclone Evan en décembre 2012, a détruit plus de 80 % des parcelles agricoles de Wallis (IEOM, 2014). Les productions maraîchère et vivrière ont donc subi un grand coup d'arrêt. Entre 2008 et 2018, l'archipel de Wallis-et-Futuna a perdu plus de 10 % de sa population, majoritairement de jeunes adultes (IEOM, 2020). Avec des revenus généralement plus faibles, les jeunes délaissent le secteur primaire et sont plutôt incités à intégrer la fonction publique (IEOM, 2014). Ils partent pour la poursuite des études et restent souvent dans le pays d'étude qui offre plus d'opportunités d'emploi (DSA, 2017). Par conséquent, les responsables d'exploitation vieillissent, la main d'œuvre se fait moins disponible et l'agriculture baisse en intensité (seulement 1,6% du territoire destiné à l'agriculture (STSEE, 2015)) malgré son ancrage profond dans la culture locale.

Le maraîchage est principalement basé sur du plein champ. Les cultures majoritairement exploitées sont (par ordre décroissant) : la salade, la tomate, le chou chinois, le concombre, et l'aubergine (Tableau 2) (DSA, 2017). Les conditions climatiques de Wallis et Futuna ne permettent pas aux maraîchers de produire une large gamme de produits : variations thermiques nulles entre le jour et la nuit, humidité relative très élevée, pluviométrie élevée mais très irrégulière. Toutes ces conditions favorisent la montaison de certaines cultures, le développement et la pullulation des bio-agresseurs, au détriment d'une croissance normale des cultures exploitées (DSA 2017). Une diverse gamme de ravageurs s'attaque aux cultures maraîchères, allant des mouches des fruits (*Bactrocera* sp.) jusqu'à l'escargot géant d'Afrique (*Achatina fulica*) (Mille et al., 2020). Mais, d'après les agriculteurs, la chrysomèle des cucurbitacées *Aulacophora fauveli* est celui qui occasionne le plus de dégâts et le plus problématique (Hugot, 2014).

Tableau 1 - Répartition des parcelles selon le type de culture et l' unité administrative de la parcelle en 2014. Source : PPDDSP 2017

Circonscription ou district	Type de culture		Total des parcelles
	Vivrière	Maraîchère	
Alo	764	3	767
Sigave	352	6	358
Total Futuna	**1 116**	**9**	**1 125**
Hahake	789	11	800
Hihifo	694	38	732
Mua	980	12	992
Total Wallis	**2 463**	**61**	**2 524**
Total Wallis et Futuna	**3 579**	**70**	**3 649**



Figure 4 - Système de culture dans les jardins wallisiens. Source : Breuil

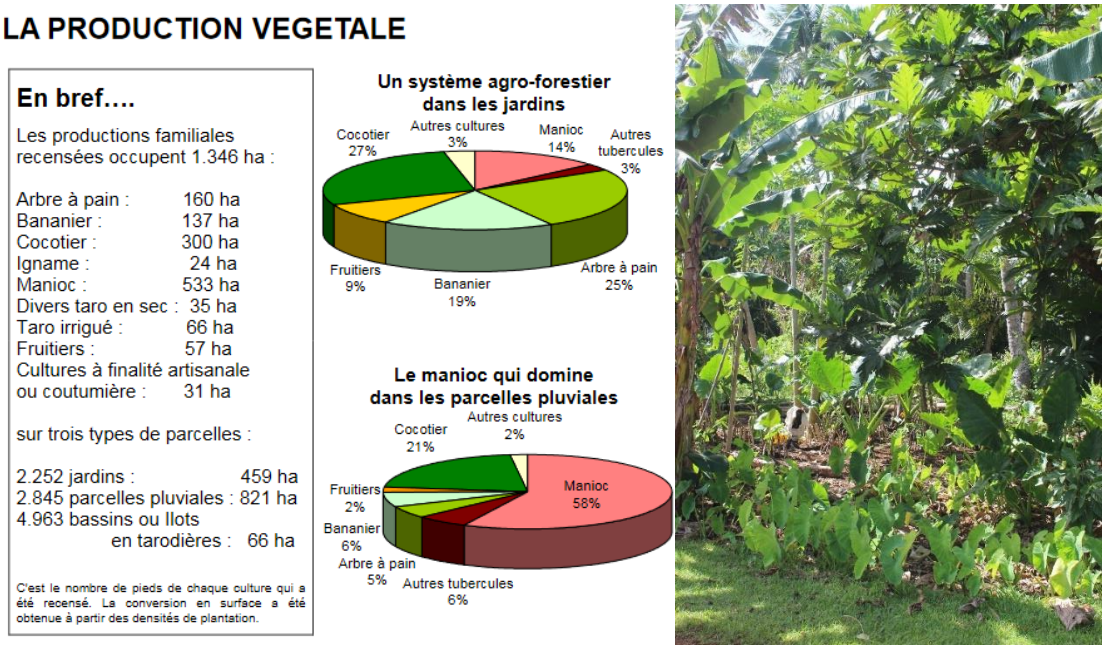


Figure 3 - La production végétale sur Uvéa et jardin traditionnel wallisien associant taros-kapés-bananes-fruits à pain
Source : Recensement Agricole de 2001, Service d' Etat de l' agriculture, de la forêt et de la pêche et Breuil

2. La chrysomèle des cucurbitacées, *Aulacophora fauveli* (Beenen, 2008)

a. Biologie et écologie

1. Identification et cycle biologique

Les chrysomèles du genre *Aulacophora* sont communément appelées « chrysomèles des cucurbitacées ». Parmi les nombreuses espèces du genre, plus d'une dizaine sont des ravageurs importants des cultures maraîchères (Mondal et al., 2020). Ces insectes appartiennent à la famille des *Chrysomelidae* et à la sous-famille des *Galerucinae*. Les chrysomèles font partie des ravageurs les plus problématiques dans le Pacifique Sud et sur Wallis-et-Futuna depuis de nombreuses années (Cohic, 1950 ; Waterhouse, 1997). Deux espèces de chrysomèles des cucurbitacées sont présentes sur Wallis : *Aulacophora fauveli* et *A. quadrimaculata* (Figure 5). C'est la première qui est le ravageur majoritaire, et qualifié de très nuisible (Mille et al., 2020), dû à une abondance bien plus importante.

La biologie de nombreuses espèces d'*Aulacophora*, dont *A. fauveli*, est mal décrite et elle n'est quasiment pas étudiée (DAFF, 2012). Donc la plupart des données et informations sont extrapolées d'espèces voisines étroitement apparentées, dont une en particulier : *A. foveicollis*. Ravageur important des cultures de cucurbitacées, cette dernière est largement disséminée dans le monde, y compris dans le sud de l'Europe, en Australie, en Afrique, et en Asie (Sharma et al., 2016).

Aulacophora fauveli est facilement identifiable. L'adulte est oblongue, 6-10 mm de long et 4 mm de large. La couleur générale est orangée avec des élytres orange foncé mais les pattes et la face ventrale sont brun-noir (Figure 5). Les œufs sont ovales et jaune-orangés. Les larves sont également jaune-orangé et mesure 10-12 mm. La pupe quant à elle est blanc jaunâtre de forme allongée (Muniappan et al., 2012 ; Mondal et al., 2020).

La chrysomèle est une espèce multivoltine. Son cycle biologique dure 32 à 65 jours (Mondal et al., 2020) (Figure 6). Peu de temps après l'émergence des imagos du sol a lieu l'accouplement des chrysomèles. Les femelles peuvent pondre jusqu'à 300 œufs (Sharma et al., 2016 ; Kunjwal et Srivastava, 2018). Les œufs sont pondus individuellement ou en grappe de 8-9 dans un sol humide proche d'une plante hôte (Al-Ali et al., 1982 ; Kunjwal et Srivastava 2018 ; Mondal et al., 2020). Ils éclosent en 5 à 15 jours selon la température et l'humidité du sol. Les larves qui viennent d'éclore se nourrissent de racines. Les larves passent par 4 stades larvaires en 13 à 25 jours puis effectuent leurs pupaisons pendant 7 à 17 jours (Kunjwal et Srivastava, 2018 ; Mondal et al., 2020). Dans les régions fraîches et tempérées, les coléoptères hibernent dans des endroits abrités (Hely et al., 1982 ; Waterhouse et Norris, 1987). Cependant, dans de nombreuses îles du Pacifique comme Wallis où il n'y a pas de période hivernale, la reproduction peut être continue, donnant lieu à de nombreuses générations qui se chevauchent chaque année (Waterhouse et Norris, 1987).

2. Comportement et localisation des plantes hôtes

Les chrysomèles sont particulièrement actives à des températures élevées, comprises entre 27 et 32°C (Al-Ali et al., 1982 ; Chaudry et Khan, 1990 ; Roy et Pande, 1991 ; Mondal et al., 2020). Une corrélation linéaire positive a été trouvée entre la température et le nombre d'insecte par plante (Khan et al., 2012) avec une période d'activité plus importante en début de matinée et en fin de journée.

La capacité des chrysomèles à localiser et reconnaitre la plante hôte est importante car ce choix détermine le succès reproducteur du coléoptère. En effet, les femelles pondent au pied d'une plante hôte sur laquelle les larves se développeront par la suite. Cette reconnaissance s'effectue par des signaux olfactifs et visuels. Les cucurbitacées

Tableau 2 - Production maraîchère de Wallis-et-Futuna. Source : PPDSP, 2017

Légumes (en kg)	2013	2014	2015
Wallis			
Tomates	1600	2820	4360
Salade	400	790	2580
Concombre	1050	3880	5450
Poivron	148	185	345
Chou-chine	150	1130	875
Aubergine	310	591	840
Futuna			
Tomates	742	482	699
Salade	1235	179	1216
Concombre	0	533	73
Total	5635	10590	16438



Figure 5 - Planche de photographies d'Aulacophora fauveli (en haut) et A. quadrimaculata (en bas). Source : Breuil

contiennent des métabolites secondaires appelés cucurbitacines. Ce sont des triterpènes tétracycliques non volatiles, amers et toxiques pour de nombreux vertébrés et invertébrés (Metcalf et Rhodes, 1990). Le rôle des cucurbitacines ne souffre d'aucune ambiguïté : ces substances sémio chimiques (allomones) protègent les plantes contre les attaques des herbivores (Metcalf, 1979 ; Metcalf et Rhodes, 1990). Une longue relation co-évolutive entre les plantes des Cucurbitacées et les chrysomèles s'est donc établie et elle constitue un exemple remarquable d'écologie chimique (Metcalf, 1979). En effet, les cucurbitacines agissent secondairement comme des signaux (kairomones) pour la sélection de la plante hôte par les coléoptères. Elles agissent comme un frein à la locomotion et comme un stimulant de l'alimentation (Metcalf et al., 1980 ; Dhillon, 1993 ; Lewis et Metcalf, 1996 ; Abe et Matsuda, 2005). La teneur en cucurbitacines d'une plante est corrélée aux dommages causés par l'alimentation des coléoptères (Metcalf et Rhodes, 1990 ; Mehta et Sandhu, 1992). Les plantes présentant le taux le plus élevé de curcurbitacines seraient donc celles où les dommages sont les plus importants.

Cependant, les cucurbitacines, étant non volatiles, ne sont pas reconnues par l'insecte sur une grande distance. En effet, elles sont perçues par l'insecte à des distances inférieures à 1,5 mm (Howe et al., 1976). Les chrysomèles utilisent d'autres indices et d'autres constituants des feuilles que les cucurbitacines pour trouver leurs plantes hôtes (Abe et Matsuda, 2005). De même que les cucurbitacines, les acides gras à longue chaine attirent les coléoptères et agiraient comme des substances allélochimiques de proximité (Mukherjee et al., 2014). L'acide palmitique semble être le plus attractif. Des mélanges de composés volatils produit systémiquement après des dommages causés par des chrysomèles attirent des congénères (Mukherjee et al., 2015 ; Karmakar et al, 2018). Les chrysomèles se servent donc des émissions de composants volatils précédant une attaque comme d'un indice olfactif. Ainsi, des niveaux élevés de volatiles augmenteraient le taux d'arrivée des chrysomèles et la présence de cucurbitacines et d'acide gras diminuerait leur taux de départ (Legault, 2007). Une corrélation positive a également été trouvée entre la population d'insectes par feuille et le pourcentage d'azote, la teneur en sucre total et en sucre réducteur présents dans les feuilles de cucurbitacées (Khan, 2018). De plus, les coléoptères sont attirés par la couleur jaune et la plupart des fleurs des cucurbitacées cultivées sont jaunes (Lewis et Metcalf, 1996).

b. Répartition géographique

Aulacophora fauveli est originaire de Nouvelle Calédonie et a sans doute été introduite sur Wallis-et-Futuna par accident (Mille et al., 2017). Elle est aujourd'hui présente sur certaines îles du Pacifique [3], mais on peut supposer à une large distribution dans le Pacifique Sud (Beenen, 2008). Car il existe encore des doutes et des difficultés pour classer taxonomiquement ces insectes dont beaucoup sont très similaires. Reid et al. (2021) propose *A. fauveli* comme synonyme de *A. abdominalis* qui elle est répandue largement en Mélanésie. Une révision des espèces serait nécessaire pour clarifier leurs distributions en Océanie [4].

c. Gamme d'hôtes

Bien que les chrysomèles soient très polyphages dans la nature (Doharey, 1983) et attaquent une large gamme de plantes [5], pour le moment *Aulacophora fauveli* est plus spécifique aux cucurbitacées sur lesquelles elle est majoritairement observée (GDS-V, 2020) [3]. Ses hôtes principaux sont la courgette (*Cucurbita pepo*), le melon (*Cucumis melo*), la pastèque (*Citrullus lanatus*), le concombre (*Cucumis sativus*) et le potiron

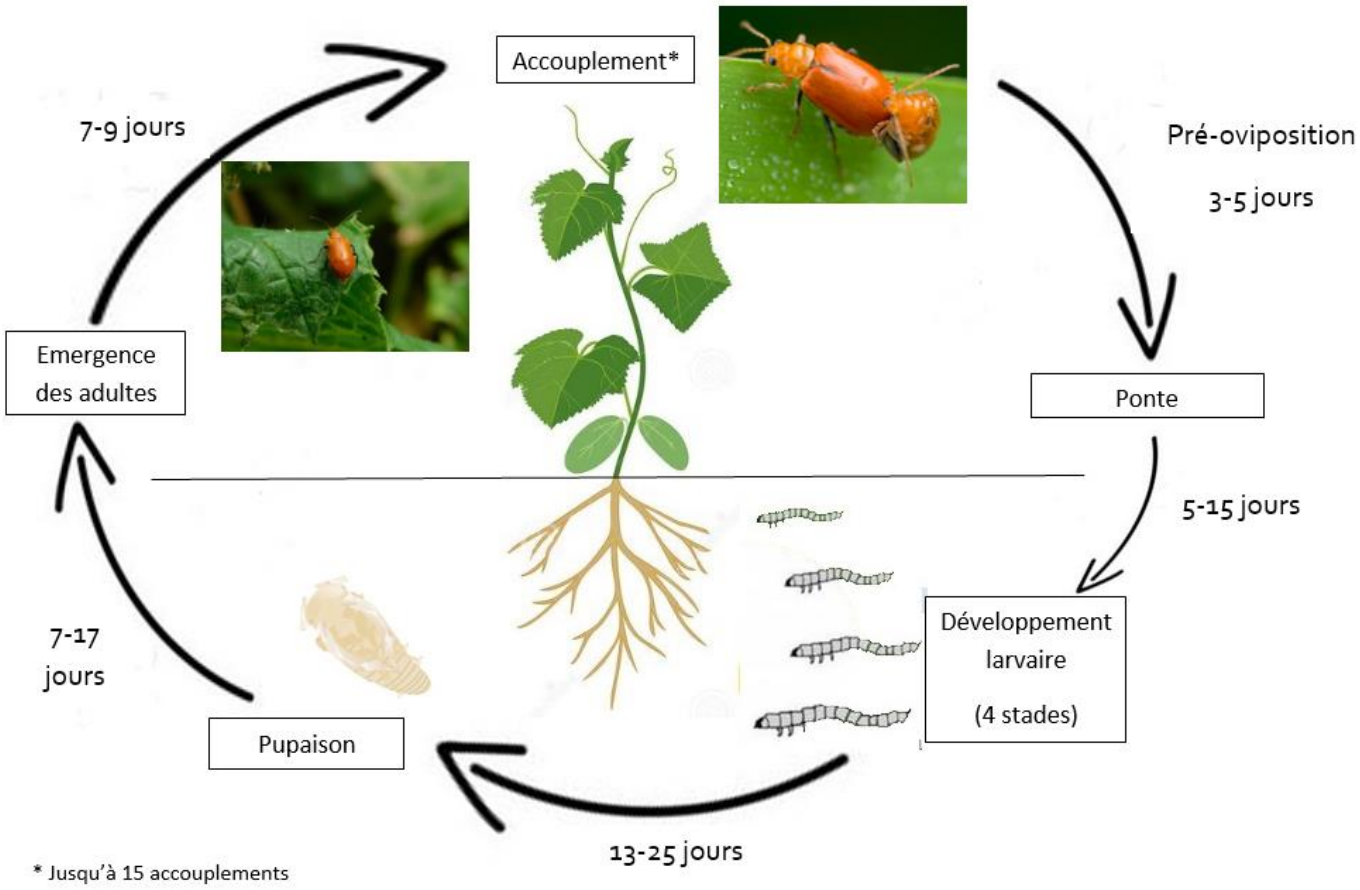


Figure 6 - Cycle biologique de la chrysomèle des cucurbitacées, Aulacophora fauveli. Source : Breuil d'après Al-Ali et al., 1982 ; Kunjwal et Srivastava, 2018 ; Mondal et al., 2020.

(*Cucurbita maxima*) (Rashid et al., 2014 ; Mondal et al., 2020). Sa grande polyphagie permettrait à la chrysomèle son maintien sur l'île même en dehors des périodes de culture des cucurbitacées.

d. Nuisibilité et symptômes

Après les différentes sorties effectuées chez les maraîchers wallisiens, *A. fauveli* est le ravageur qui revient unanimement comme problème prioritaire. En effet, toutes les parcelles visitées présentent une pression élevée de chrysomèle qui pour la plupart induit un impact limitant sur le développement de la plante (Annexe I). Les imagos comme les stades larvaires sont nuisibles à la culture et causent de graves dommages aux semis, aux jeunes feuilles et aux fleurs (Rahaman et Prodhan, 2007 ; Kamal et al., 2014) [3] (Figure 7). Immédiatement après l'éclosion, les larves se nourrissent des racines et aussi des tiges et des fruits en contact avec le sol. Les racines et les tiges endommagées peuvent être une porte d'entrée pour des champignons saprophytes et ainsi pourrir en raison de l'infection (Mondal et al., 2020). Les coléoptères adultes eux, se nourrissent voracement du limbe des feuilles laissant des trous irréguliers et des feuilles fortement défoliées. Le maximum de dégâts est fait pendant le stade du cotylédon (Sharma et al., 2016) [3] avec des pertes pouvant aller de 35 à 75% (Yamaguchi, 1983), et sur les jeunes plants en développement (GDS-V, 2020). Les cucurbitacées semées tôt sont gravement endommagées par le ravageur, un re-semis peut être nécessaire en cas d'infestation sévère (Rashid et al., 2014) (Figure 8). Dès que le développement végétatif est conséquent, l'impact sur les plantes est modéré à l'exception de la courgette [3]. En effet, le taux de dommage diminuerait progressivement de 70 à 15 % à mesure que le couvert végétal augmente (Rashid et al., 2014).

e. Méthodes de lutte

Pour agir efficacement contre le ravageur, les méthodes de lutte doivent être effectuées lors des phases accessibles de son cycle. Les stades larvaires et la période de pupaison sont peu accessibles et difficiles à contrôler (Sharma et al., 2016). Il faudra donc agir durant la période adulte après leur émergence du sol. Cependant, les insectes sont très mobiles et s'envolent rapidement si dérangés donc peu atteignables lors des pulvérisations (Sharma et al., 2016) [3]. De plus, de par l'isolement géographique, l'importation sur Wallis de produits de protection des plantes peut s'avérer complexe, limitée voire bloquée pour l'utilisation d'agent de biocontrôle.

1. Lutte chimique

Aulacophora peut être efficacement contrôlé avec l'utilisation de pesticides de synthèse. Dans certains pays, les agriculteurs appliquent des traitements chimiques issus de carbaryl, malathion, endosulfan ou en encore imidacloprid pour contrôler les infestations (Mukherjee et al., 2014 ; Sharma et al., 2016 ; Gahukar 2018 ; Tripathi et al., 2020). Or ces substances actives, extrêmement toxiques et nocives pour l'applicateur et l'environnement (Samuel et al., 2007 ; Testud et Grillet 2007 ; Thabet et al., 2009 ; Bonnefoy 2012), ont été interdites en France. Cette méthode de lutte n'est donc pas envisageable, et surtout pas recherchée et désirée sur Wallis. Des méthodes alternatives sont possibles et offrent une certaine efficacité (Tableau 3).

L'argile blanche, les produits issus de pyréthrines et le Spinosad sont des produits homologués en agriculture biologique qui peuvent être utilisés pour lutter contre les chrysomèles des cucurbitacées [6]. Toutefois, les pyréthrines et le Spinosad doivent être utilisés avec précaution car ils ne sont pas spécifiques et impactent les organismes utiles



Figure 7 - Abondance et dégâts foliaires des chrysomèles et attaque de chrysomèles sur fleurs de concombre. Source : Breuil



Figure 8 - Plant de courgette complétement défolié suite à une attaque de chrysomèles, un re-semis est nécessaire. Source : Breuil

(Sharma et al., 2016). Ils sont donc à appliquer en dehors des périodes d'activité des pollinisateurs. Le kaolin, quant à lui, rend les cultures de cucurbitacées peu attrayantes pour les chrysomèles. En effet, le film d'argile crée une barrière minérale affectant la reconnaissance visuelle (couleur blanche) et olfactive (les composés volatils de la plante sont masqués) de la plante hôte par le ravageur (Glenn et al., 1999 ; Puterka et al. 2005) (Figure 9). Le kaolin n'a pas d'effet insecticide, seulement répulsif (gène et frein aux mouvements, la ponte et l'alimentation) (Glenn et Puterka, 2004). Par conséquent, son impact sur les organismes non-cibles dont les auxiliaires est très faible (Glenn et Puterka, 2005). De plus, la couche d'argile limite les voies d'entrée et le développement des agents pathogènes, diminuant le risque de développement de maladies fongiques et bactériennes (Glenn et Puterka 2004 ; Petit, 2010). L'application de kaolin a diminué le nombre de chrysomèle rayée et maculée du concombre (*Acalymma vittatum* et *Diabrotica undecimpunctata* respectivement) et leurs dommages dans plusieurs études (Hazzard et al., 2002 ; Boisclair et al., 2006 ; Legault 2007 ; Cavanagh et al., 2011). *D. undecimpunctata* appartient à la sous-tribu Diabroticina et *A. vittatum* comme *A. fauveli* a celle Aulacophorina (toute deux dans la tribu Luperini). Or, malgré l'éloignement géographique, ces sous-tribus sont très similaires allant jusqu'à dire que « Dans l'ancien monde, Aulacophora représente Diabrotica [...] il y a une ressemblance remarquable entre les deux genres. » (Metcalf et Rhodes, 1990). Le kaolin a donc un bon potentiel pour lutter contre la chrysomèle des cucurbitacées sur Wallis.

2. Lutte biologique

Une lutte biologique efficace est difficile contre ce ravageur. Car les chrysomèles résistent à de large gamme d'humidité et de température, et sont capable de passer d'une culture à l'autre au cours d'une même saison (Mukherjee et al., 2014). Les rares ennemis naturels de cet insecte ravageur (des mouches tachinaires, *Medinodexia morgani* et *M. fulviventris*, un acarien, *Histiostoma* sp. et une punaise réduviide, *Rhinocoris fuscipes* (Crosskey, 1973 ; Waterhouse et Norris, 1987) [5]) ne sont pas présent sur Wallis. De plus, les lâchers massifs d'agents de biocontrôle ne permettent pas encore de contrôler les foyers de cet insecte nuisible (Mukherjee et al., 2014). Le champignon entomopathogène *Beauveria bassiana* est un agent de biocontrôle recommandé et efficace contre la chrysomèle (Moorthi et Balasubramanian, 2016 ; Bhattarai et al., 2016). Une forte diminution des infestations est obtenue après l'utilisation du champignon (Vishwakarma et al., 2011 ; Kunjwal et Srivastava, 2018). Capable de consommer, séquestrer et métaboliser les cucurbitacines sans coûts de fitness appréciables, les chrysomèles se protègent des prédateurs pour lesquels les cucurbitacines sont toxiques (Howe et al., 1976 ; Ferguson et Metcalf, 1985 ; Nishida et al., 1992 ; Tallamy et Gorski, 1997). Ainsi, les prédateurs évitent cet insecte en raison de la présence de toxines dans leur corps limitant la lutte biologique (Waterhouse et Norris, 1987).

3. Prophylaxie et techniques culturales

La prophylaxie n'est pas encore très mise en place chez les maraîchers wallisiens. Cette méthode consiste à ramasser les débris et les vieilles plantes pour les détruire réduisant ainsi les sources d'infestations. Un travail du sol après la récolte peut se montrer utile pour tuer les larves et les pupes et pour faire remonter ces dernières à la surface les exposant ainsi aux ennemis naturels (Sharma et al., 2016 ; Mondal et al., 2020). L'utilisation de variétés à croissance rapide ou en fournissant les conditions nécessaires à une croissance rapide (engrais, …) permet à la plante de mieux surmonter les dégâts causés par le



Figure 9 *- Plant de concombre traité au kaolin comme protection contre la chrysomèle des cucurbitacées. Source : D. Kelly*

coléoptère (Mondal et al., 2020) [7]. L'utilisation de vermicompost a permis de réduire le nombre et les dégâts de *A. vittatum* et *D. undecimpunctata* sur concombre (Yardim et al., 2006). La rotation des cultures contribue également à réduire l'incidence de la chrysomèle (Sharma et al., 2016) sans toutefois être une lutte complète. En effet, les coléoptères sont très mobiles, il est donc peu probable que la rotation des cultures à elle seule permette de lutter entièrement contre la chrysomèle du concombre [6].

4. Lutte physique

Les surfaces cultivées des maraichers wallisiens restent faibles (Annexe I) donc le ramassage des coléoptères est une méthode de lutte très efficace car ces derniers sont très visibles et accessibles (Arif et al., 2017). Mais très chronophage cette méthode est recommandée lorsque l'incidence est faible (Kunjwal et Srivastava, 2018 ; Mondal et al., 2020). L'utilisation de bandes jaunes collantes pour le piégeage des chrysomèles est possible (Kunjwal et Srivastava, 2018), car ces dernières sont attirées par cette couleur (Lewis et Metcalf, 1996), et montre des résultats (Rashid et al., 2015a). Cependant la réduction du nombre d'*Aulacophora* reste modeste (Rashid et al., 2015b). Les paillis (plastiques ou naturels) peuvent empêcher les chrysomèles de pondre leurs œufs près des tiges des plantes, ainsi qu'empêcher le déplacement des larves qui se nourrissent des racines vers les fruits (Sharma et al., 2016). En effet, l'utilisation d'un paillage a augmenté le nombre de fruits tout en diminuant le nombre de fruits endommagés par les chrysomèles (Schreiner et Nafus, 1994). Or les paillis ne sont pas mis en place car ils attirent les escargots (*Achatina fulica*) et les dégâts de ces derniers seraient plus importants (Hugot, 2014). Sinon, la conduite de la culture sous filet permet de protéger les stades sensibles et critiques [3]. En effet, le filet permet d'exclure en totalité le nombre de chrysomèles (Chaudhary 1995 ; Rahaman et Prodhan, 2007 ; Khorsheduzzaman et al. 2010 ; Khan, 2014) offrant également une protection contre d'autres ravageurs (pucerons, thrips, …) en plus des chrysomèles (Ratiarson, 2016). Khorsheduzzaman et al. (2010) démontre même que cela constitue le meilleur rapport bénéfice-coût. Cependant, malgré son efficacité contre la chrysomèle, cette méthode est contraignante pour les maraîchers qui doivent positionner une armature et gérer l'ouverture des filets (pour éviter une augmentation de l'humidité relative et de la température). De plus, l'accessibilité et le coût économique des filets limitent son adoption par les producteurs.

3. Utilisation de préparations naturelles à base de plantes comme méthode de lutte

L'utilisation d'extraits végétaux pour protéger les cultures a été fait depuis des temps anciens, mais avec l'avènement des produits de synthèse ils ont disparu (Dimetry, 2014 ; Koul, 2015). Or les nombreux effets néfastes des insecticides de synthèse ont ravivé l'intérêt pour les pesticides naturels qui font de nouveau leur retour (Dubey et al., 2010 ; Koul, 2015). La quasi-intégralité des producteurs wallisiens refusent d'utiliser des intrants chimiques sur leurs parcelles (com. pers.). Donc les préparations naturelles peu préoccupantes offrent une bonne alternative comme méthodes de protection des cultures. En effet, de par leur biodégradabilité, leur faible persistance, leur coût et leur facilité d'accès, leurs adoptions par les agriculteurs est possible. Aujourd'hui, plus 2500 plantes appartenant à 235 familles ont des activités insecticides (Dougoud et al., 2019). De nombreux ravageurs et agents pathogènes sont contrôlés par des extraits végétaux (Lengai et Muthomi, 2018) dont *Aulacophora* par un extrait aqueux d'*Artemisia vulgaris* (Ansari et al., 2013) ou un mélange ail-gingembre-piment par exemple (Upadhyay et al., 2019).

Tableau 3 - Méthodes de lutte alternatives contre les chrysomèles des cucurbitacées

Type de méthode	Méthode de lutte	Avantages	Inconvénients	Sur *A. fauveli* à Wallis	Références
Prophylaxie	Destruction des sources	Diminution de la population	Fonctionne si mesures prises chez l'ensemble des maraichers donc efficacité limitée pour une parcelle	Peu mis en place par les producteurs	Mondal et al., 2020 ; Sharma et al., 2016
Physique	Barrière physique (filet, moustiquaire, ...)	Efficace	Disponibilité et coût élevé, gestion de l'humidité et de la température, armature à mettre en place	Peu utilisé	Chaudhary 1995 ; Rahaman et Prodhan, 2007 ; Khorsheduzzaman et al. (2010) ; Khan, 2014 ; Ratiarson, 2016 ; [7]
	Kaolin	Efficace	Disponibilité et coût élevé	Pas utilisé	Hazzard et al., 2002 ; Boisclair et al., 2006 ; Legault 2007 ; Cavanagh et al., 2011
	Bandes collantes jaunes	Diminution de la population	Faible réduction de l'incidence	Pas utilisé	Rashid et al., 2015a ; Rashid et al., 2015b
	Paillage	Réduction des dégâts par les larves et diminution des pontes	Augmenterait les dégâts faits par les escargots	Pas ou peu utilisé	Schreiner et Nafus, 1994 ; Hugot, 2014
Culturale	Compost et engrais	Vitalité des plants et diminution des dégâts	Coûts et temps	Peu utilisé	Yardim et al., 2006 ; Mondal et al., 2020 ; [7]
	Travail du sol	Destruction des larves et pupes	Nécessite le matériel adapté	Peu mis en place	Sharma et al., 2016 ; Mondal et al., 2020

a. Le neem, *Azadirachta indica* (A. Juss 1830)

1. Composition et modes d'action

Le margousier (*A. indica*), plus communément appelé neem, est un arbre à feuillage persistant (Figure 10) dont les propriétés antivirales, antifongiques, antibactériennes et insecticides sont connues depuis plusieurs années (Chaudhary et al., 2017). Les biopesticides issus du neem sont parmi les plus connus et plus utilisés dans le monde (Adhikari et al., 2020). Toutes les parties de la plante (feuille, graine, écorce, fleur et huile) possèdent une multiplicité de composants (plus de 200 substances allélochimiques (Koul et Wahab, 2004)) qui sont responsables de ses nombreuses activités pesticides (Chaudhary et al., 2017). En effet, des saponines, des tanins, des glycosides, des alcaloïdes et des flavonoïdes ont été observés dans des extraits issus de feuilles (Biu et al., 2009 ; Dash et al., 2017). Les quatre substances actives les plus notables sont des limonoïdes : les azadirachtines, la salannine, le méliantriol et la nimbine (National Research Council, 1992). C'est l'azadirachtine A qui est la substance principale en termes d'effet et est active sur près de 550 espèces d'insectes (Tableau 4) (Pavela, 2007 ; Debashri et Tamal, 2012). En effet, elle est l'un des plus puissants régulateurs de croissance et de dissuasion alimentaire jamais testés (National Research Council, 1992 ; Kather, 2012). Les effets sont nombreux et interviennent à différents stades du cycle de vie des insectes : i) Perturbation ou blocage de protéines de morphogénèse inhibant le développement des œufs, des larves ou des pupes ou en déjouant la mue des larves ou des pupes, ii) Répulsion des larves et des adultes entraînant une dissuasion de la pondaison et de l'alimentation, iii) Effets directs sur les tissus aboutissant à une perte globale de la valeur adaptative de l'insecte (National Research Council, 1992 ; Ntelli et Menkissoglu-Spiroudi, 2011). L'azadirachtine est structurellement similaire aux ecdysones, hormones des insectes responsables de la métamorphose, modifiant ainsi les voies de signalisations de ces hormones (Kather, 2012 ; Chaudhary et al., 2017). Les qualités anti-appétentes de l'azadirachtine sont dû à la stimulation des cellules dissuasives des chimiorécepteurs gustatifs et par le blocage de la stimulation de l'alimentation chez les insectes en activant les cellules réceptrices du "sucre" (Gopalakrishnan et al., 2014 ; Chaudhary et al., 2017). Elles sont également dues à des effets physiologiques dans l'intestin moyen de l'insecte, ce qui provoque une réduction de l'efficacité digestive post-ingestive (National Research Council, 1992 ; Chaudhary et al., 2017). Ainsi l'utilisation d'*A. indica* présente plusieurs avantages évidents, notamment : i) son mélange complexe d'ingrédients actifs qui agissent différemment sur diverses parties du cycle de vie des insectes fait qu'il est difficile pour les ravageurs d'y développer une résistance, ii) il est systémique, iii) il présente un large spectre d'activité pesticide (Debashri et Tamal, 2012). Il a en effet été démontré que l'application de produit issu d'*A. indica* avait la capacité d'être transloqué par la plante et que cet effet systémique protège la plante pendant plusieurs jours (Osman et Port, 1990 ; National Research Council, 1992 ; Thoeming et al., 2003).

2. Gestion de la chrysomèle des cucurbitacées par des extraits de neem

Plusieurs études ont évalué les effets et impacts de produits issus du neem sur *Aulacophora*. En laboratoire, des extraits aqueux et éthanoliques d'amande d'*A. indica* ont induit une forte activité répulsive et anti-appétente (Gujar et Mehrotra, 1988 ; Tandon et Sirohi, 2009). L'efficacité des extraits éthanoliques a également été démontré au champs (Khan et Wasim, 2001). La chrysomèle rayée du concombre a été fortement dissuadé par l'utilisation de salannine lors d'essais en laboratoire et sur le terrain (National Research Council, 1992). Selon Ketkar (2000), une solution à 5% d'amande de neem serait efficace

Tableau 4 - Liste d'insectes sur lesquels les effets du neem ont été étudiés

Ordre	**Nombre d'espèces susceptible** (d'après Dimethry, 2014)	**Exemple de ravageur**	**Effet induit par le neem**	**Source**
Coleoptera	79	Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata*) (Chrysomelidae)	Retarde la croissance, Inhibe l'alimentation, Perturbe la mue	Reed et Reed, 1984 ; Zabel et al., 2002
		Chrysomèle maculée du concombre (*Diabrotica undecimpunctata*) (Chrysomelidae)	Retarde la croissance, Inhibe l'alimentation	Reed et al., 1982 ; Reed et Reed, 1984
Diptera	49	Mouche orientale des fruits (*Bactrocera dorsalis*) (Tephritidae)	Perturbe la croissance, Toxique, Dissuasion de la ponte	Singh et Singh, 1998
		Mouche méditerranéenne des fruits (*Ceratitis capitata*) (Tephritidae)		
Hemiptera	82	Aleurode du tabac (*Bemisia tabaci*) (Aleyrodidae)	Repousse, Retarde la croissance, Inhibe l'alimentation.	Asare-Bediako et al., 2014 Yarou et al., 2017
		Puceron du navet (*Lipaphis erysimi*) (Aphididae)	Réduit la fécondité, perturbe la mue	Biswas, 2013
Lepidoptera	136	Légionnaire d'automne (*Spodoptera frugiperda*) (Noctuidae)	Retarde la croissance, Répulse les adultes, Inhibe l'alimentation, Perturbe la mue, Toxique pour les larves	Badendreier et al., 2020
		Teigne des crucifères (*Plutella xylostella*) (Yponomeutidae)	Réprime fortement les larves et les nymphes, Retarde la croissance, Inhibe l'alimentation	Ahmad et al., 2012 Yarou et al., 2017
Orthoptera	24	Criquet migrateur (*Locusta migratoria*) (Acrididae)	Arrêt de l'alimentation, Transforme les nymphes grégaires en formes solitaires, Réduit le fitness	Schmutterer et Freres, 1990
Thysanoptera	13	Thrips californien (*Frankliniella occidentalis*) (Thripidae)	Retarde la croissance, Répulsion, Mortalité	Thoeming et al., 2003

contre la chrysomèle. En effet, une diminution de l'incidence, et du nombre de chrysomèle par feuilles a été observé suite à une pulvérisation d'un tel extrait (Ali et al., 2011 ; Rashid et al., 2016). De plus, l'utilisation de biopesticide de fruit de neem permet de diminuer les dégâts et obtenir des rendements plus importants (Rajapakse et Ratnasekera, 2007 ; Khan et al., 2015). L'efficacité anti-appétente et répulsive des feuilles de neem est connu et validée (Chaudary et al., 2017). Sirohi et Tandon (2014) ont testé des solutions issues de feuilles, d'écorce et de tégument de graine sur *A. foveicollis*, sous condition contrôlée. La mortalité la plus élevée (90 %) a été observée avec une concentration de 1,5 % de feuilles de neem. Effectivement, les extraits de feuilles peuvent induire une mortalité (Rathodi et al., 2009) mais ont aussi une activité répulsive pour diminuer la pression (Patel et al., 2021). L'utilisation d'un extrait de feuille de neem permet donc d'obtenir des rendements significativement plus élevé (Abolusoro, [sans date] ; Patel et al., 2021).

b. La passiflore fétide, *Passiflora foetida* (L. 1753)

La passiflore fétide, pasio en wallisien, est une liane herbacée grimpante poussant en lisière de forêts, dans les fourrés secondaires, les plantations, etc. (Figure 11). Originaire d'Amérique Latine, elle est maintenant naturalisée dans de nombreuses zones tropicales du monde entier et est même considérée comme plante envahissante sur Wallis (Meyer et al., 2010). Les extraits de passiflore sont utilisés depuis des décennies dans les médecines traditionnelles à travers le monde (Lim, 2012 ; Patil et al., 2013). En effet, grâce à leurs teneurs en substances bioactives présentes dans les feuilles telles que des alcaloïdes, des flavonoïdes, des tanins, des stéroïdes, des composés phénoliques et des glycosides cardiaques (Tandoro et al., 2020 ; Smruthi et al., 2021), les extraits ont des activités anti-cancer, anti-hépatotoxiques, anti-oxydantes, anti-inflammatoires et gastro-protectives (Lim 2012, Hameed et al., 2017 ; Smruthi et al., 2020). De plus, les extraits de feuilles de *P. foetida*, ont montré de remarquables activités antimicrobiennes contre une large diversité de bactéries (Patil et al., 2013 ; Hameed et al., 2017 ; de Melo Filho et al., 2018). De même, l'application d'extrait issus de passiflore a permis de diminuer l'incidence et la sévérité de champignons phytopathogènes sur Fabacées et sur Cucurbitacées (Chhetry et Mangang, 2012 ; Ogunsola, 2019).

Peu d'études ont analysées les effets des extraits de passiflore pour la gestion des insectes ravageurs. Toutefois, la famille des Passifloraceae est connue pour contenir des saponines (Qasim et al., 2020), une substance retrouvée dans les feuilles de la passiflore fétide (Tandoro et al., 2020). Or, les saponines sont réputées pour leurs toxicités sur les insectes nuisibles (anti-appétence, perturbation de la mue, régulation de la croissance, mortalité...) (Chaieb, 2010). L'activité insecticide est due à leur cytotoxicité et leur interaction avec le cholestérol, provoquant une perturbation de la synthèse des ecdystéroïdes (Chaieb, 2010 ; Qasim et al., 2020). En plus des saponines, un des flavonoïdes isolés des extraits de feuilles de la passiflore, l'ermanine, a montré une forte répulsivité contre la chenille de *Dione juno*, ravageur des Passifloracées (Echeverri et al., 1991). En effet, *D. juno* évite spécifiquement *P. foetida* tandis qu'il attaque de nombreuses autres espèces de passiflore (Echeverri et al., 1991 ; Patil et al., 2013). L'action répulsive des extraits de feuilles de passiflore fétide a également été démontré sur des coléoptères ravageurs de denrées stockées et sur les larves de *Cicada* sp. (Szafranski et al., 1991). Utilisée comme plante médicinale dans les Caraïbes, *P. foetida* y est aussi exploitée comme biopesticide [8]. Connu pour ses qualités insecticides (Longuefosse, 2004), le purin de passiflore est prescrit contre les chrysomèles (Bio Savane, 2015).





Figure 10 - Arbre et feuilles de neem (A. indica). Source : Breuil





Figure 11 - Liane et fleurs de passiflore fétide (P. foetida). Source : Breuil

c. Facteurs influençant l'efficacité des préparations naturelles

Plusieurs facteurs interviennent dans l'efficacité des extraits végétaux et sont des sources possibles de variation de la composition chimique, de la toxicité et donc de la bioactivité des extraits. L'efficience des préparations à base de plantes dépend fortement du matériel végétal utilisé. Ainsi, l'âge phénologique de la plante (récolte après développement complet et avant floraison à privilégier dans le cas d'un extrait issu de feuilles (Bio Savane, 2015)) et le pourcentage d'humidité du matériel récolté sont déterminants (Ntelli et Menkissoglu-Spiroudi, 2011 ; Marchand et al., 2014). Le mode préparatoire avec la méthode d'extraction, la concentration et la conservation ont été aussi identifiés comme importants (Ntelli et Menkissoglu-Spiroudi, 2011 ; Marchand et al., 2014). L'utilisation d'une eau non traitée tel que de l'eau de pluie ou de forage est recommandée (Bernard et al., 2012). L'ajout d'ingrédients comme des émulsifiants, ou des produits d'adhésion et de protection des UV peuvent renforcer la bioefficacité des produits (Gahukar, 2014). En effet, des substances actives sont photo et/ou thermo-dégradées telle que l'azadirachtine (Kather, 2012 ; Chaudary et al, 2017), les produits sont donc à conserver à l'ombre. Les conditions d'applications (moment, type d'application et le taux de recouvrement de la culture) influencent également la réussite du traitement (Gahukar, 2016).

4. Contexte et objectif du stage

Le Projet Régional Océanien des Territoires pour la Gestion durable des Ecosystèmes (PROTEGE) est une initiative qui a pour objectif de construire un développement économique durable et résilient des Pays et Territoires d'Outre-Mer européens du Pacifique (PTOM). Ce projet (2018-2022), financé par l'Union européenne au travers du 11ème Fonds Européen de Développement, se base sur la mise en place d'une gestion intégrée et durable des ressources naturelles, de même que sur la résilience et la protection des écosystèmes. Il s'articule autour de 4 thèmes (agriculture et foresterie, pêche côtière et aquaculture, eau et espèces envahissantes) eux-mêmes déclinés en 31 actions (Figure 12). Au sein du thème de l'agriculture, les résultats attendus sont de développer les fondements technico-économiques de l'agroécologie, de lever les freins et structurer durablement la filière « agriculture biologique ». C'est dans ces buts que mes missions se positionnent avec les objectifs d'évaluer des solutions innovantes et des techniques de lutte durables, compatibles avec l'agriculture biologique, comme alternatives aux pesticides contre certains bio-agresseurs des cultures maraichères. La finalité est d'acquérir, de consolider et de transférer des méthodes de gestion des bio-agresseurs aux maraîchers wallisiens.

Ainsi l'étude présentée ici porte sur l'utilisation de solutions alternatives pour gérer les populations de chrysomèles des cucurbitacées, *Aulacophora fauveli*. La problématique suivie est donc la suivante : **Quelles méthodes de lutte durables permettent une gestion efficace d'*Aulacophora fauveli* sur culture de cucurbitacées plein champ à Wallis ?**

Il s'agira alors de déterminer si des traitements issus de préparations naturelles et l'utilisation d'ombrière permet de réduire l'incidence et les dégâts d'*Aulacophora fauveli* sur les cucurbitacées. Dans une moindre mesure elle permettra, étant donné le manque de données concernant la biologie de la chrysomèle, de connaitre les stades attaqués par la chrysomèle, ses hôtes favoris, et les conséquences du filet d'ombrage sur le microclimat.

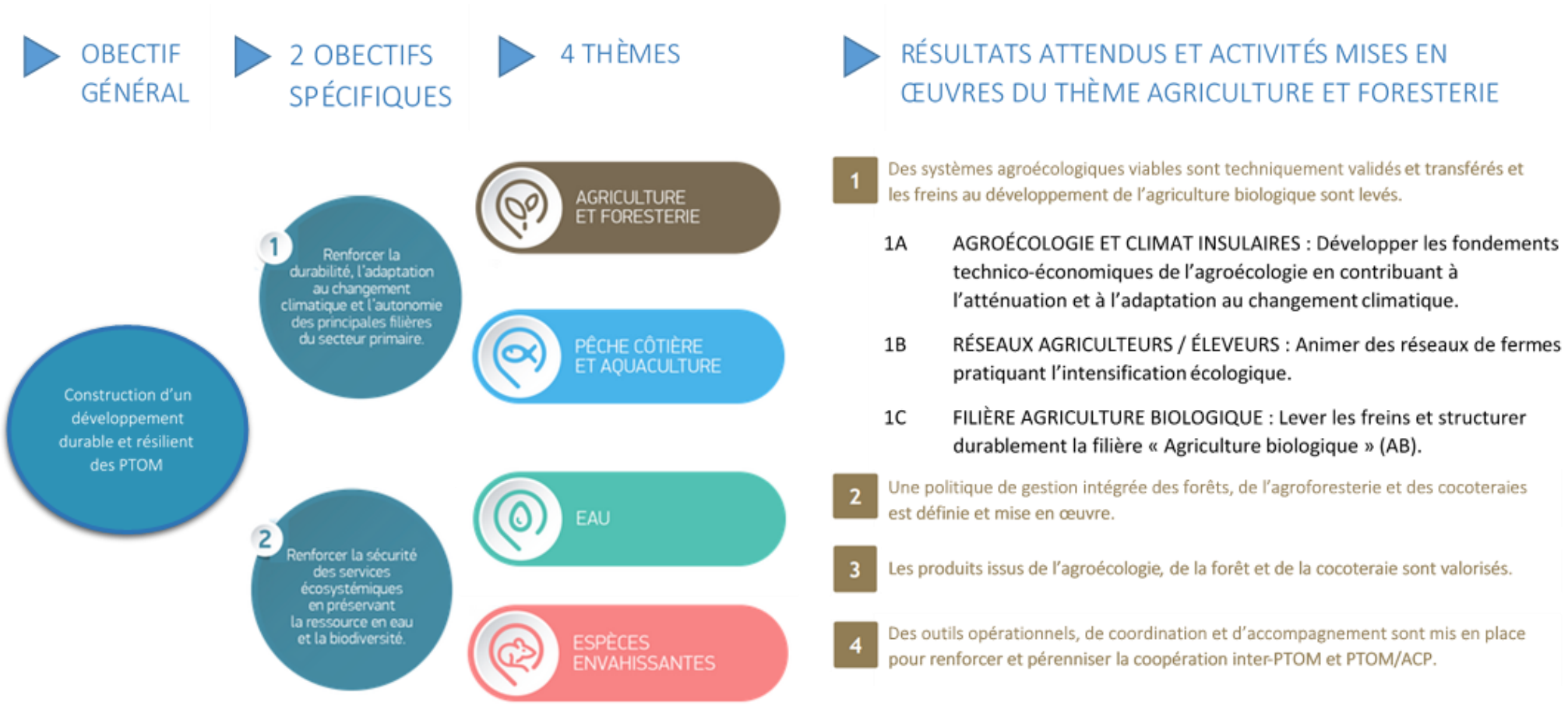


Figure 12 - Architecture du projet PROTEGE avec présentation des actions menées et résultats attendus du thème Agriculture et foresterie. Source : spc.int

Matériels et méthodes

1. Parcelle expérimentale et dispositif expérimental

L'essai a été mené de Mai à Août sur l'exploitation du lycée professionnel agricole Vaimoana, à Lavegahau, Mua (Sud de l'île). La parcelle expérimentale créée se situe sur des sols ferralitiques, oxydiques profonds communément appelés « Toafa »[1] (Annexe II). Ce type de sol possède de bonnes caractéristiques physiques, en revanche de fortes contraintes liées aux caractéristiques chimiques sont présentes (valeurs de pH comprises entre 5 et 5,5, faible fertilité chimique potentielle (phosphore assimilable pratiquement inexistant, teneur en bases (CaO et K_2O) très faible, forte teneur en métaux lourds, notamment en fer et aluminium)) (Fromaget et Beaudou, 1986 ; Gunkel-Grillon et al., 2015). Une jachère et un parc à cochon ont été maintenus pendant plus d'un an sur la parcelle avant la mise en culture. Un décompactage et un apport de compost ont été effectués avant la formation des billons. Ces derniers ont été formés avec l'aide d'un godet pour obtenir une hauteur d'environ 40 cm.

Le dispositif expérimental est un dispositif en blocs complets aléatoires à 4 répétitions (Figure 13 et Figure 14). Chaque planche de traitement consiste en un billon de 1 m de largeur et long de 4,25 m composé de deux rangées, espacées de 0,80 m. Les planches sont toutes identiques et sont des associations de pastèque-concombre-courge-potiron. Les 10 plants sur la planche sont disposés en quinconce et séparés de 0,90m. Les planches comme les blocs sont séparées les uns des autres par 2,50 m. Chaque bloc est composé de 4 planches soit 40 plants par bloc. Le dispositif comprend donc au total 160 plants pour une surface cultivée de 68m². Les zones tampons entre les blocs et les planches permettent d'atténuer le risque de dérive et de contamination des traitements entre les planches.

Les lits furent recouverts de copeaux de bois après plantation pour la gestion des adventices. Chaque godet de plantation fut rempli de deux poignées de terreau Terre&Nature composé de tourbe, d'argile, de fibres de bois, de biofumur et d'un engrais NPK 6-5-5. Les cucurbitacées furent semées manuellement en plaçant 2 graines par godet. Parmi les 10 plants de chaque planche, les espèces furent répartie de manière à avoir : 4 pastèques (*Citrullus lanatus* var. *Koloss* (Technisem)), 2 potirons (*Cucurbita maxima* var. *Rouge Vif d'Etampes* (Vilmorin)), 2 courges (*Cucurbita moshata* var. *Longue de Nice* (Vilmorin)) et 2 concombres (*Cucumis sativus* var. *Tokyo* (Technisem)). Cette association culturale a été choisie avec la directrice d'exploitation pour une facilité d'écoulement des produits. Ces espèces furent choisies car se sont celles utilisées par les maraîchers wallisiens. La variété Koloss est sélectionnée pour les zones tropicales et elle peu sensible aux dégâts des coléoptères phytophages dont *Aulacophora* sp. mais sensible aux pucerons (Okrikata et al., 2020 ; Gani, 2020). La variété Tokyo est tolérante au mildiou (*Pseudoperonospora cubensis*), l'oïdium (*Sphaerotheca fuliginea*) et le CMV (Cucumber Mosaic Virus) mais sensible à la chrysomèle en plein champs (Quillet, 2012). Les variétés Rouge Vif d'Etampes et Longue de Nice sont des variétés anciennes, réputées et coureuses.

Après émergence, les semis furent éclaircis pour ne garder que le plus vigoureux. Deux fertilisations furent appliquées à 21 et 35 jours après plantation (JAP) (biofertilisant liquide à base de fiente de poule). Le désherbage sur les planches fut effectué manuellement

[1] Le « Toafa », terme qui peut se traduire par « désert », est une lande à fougères qui s'est développée sur des sols ferralitiques.

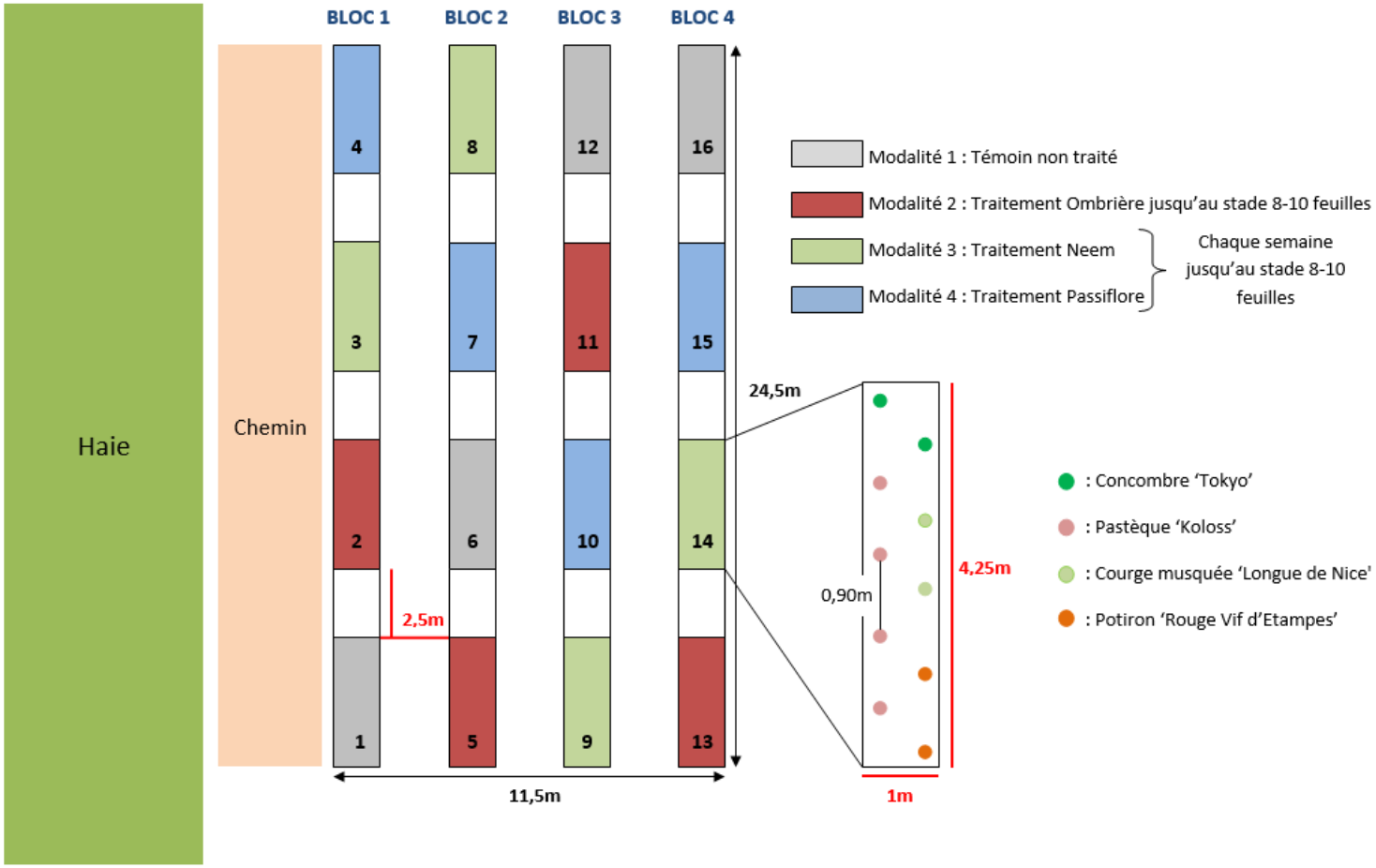


Figure 13 - Schéma du dispositif expérimental mise en place au Lycée Professionnel Agricole, 2021



Figure 14 - Photo du dispositif expérimental. Source : Breuil

et aucun traitement de protection phytosanitaire n'a été utilisé, sauf pour les traitements expérimentaux. En phase de grossissement des fruits, ces derniers ont été recouverts d'une cage métallique pour les protéger contre les oiseaux et les rats (Figure 15). Un suivi agronomique et sanitaire a été effectué régulièrement (Annexe III).

2. Traitements expérimentaux

Trois traitements contre la chrysomèle des cucurbitacées (purin de neem, de passiflore et ombrière) ont été comparés à un témoin non traité. Pour les applications des purins, un pulvérisateur à main (ou gâchette) a été utilisé jusqu'au stade 4 feuilles vraies puis un pulvérisateur à dos de 16 litres du fabricant Tectake a été utilisé (Figure 16).

a. Préparation des purins végétaux

L'extrait de feuille de neem a été préparé en pesant 1kg de feuilles fraiches, en les hachant finement puis en les faisant tremper une nuit (12h) dans 10 litres d'eau de pluie. L'extrait de passiflore a été fait de la même manière (Figure 17) mais en laissant tremper les feuilles hachées une semaine, en mélangeant régulièrement (1-2 fois par jour). Les purins après macération ont été filtré à l'aide d'un filtre à café pour obtenir les extraits aqueux. L'extrait de passiflore est dilué à 1L pour 10L d'eau avant traitement. Les préparations ont été adaptées d'Asare-Bediako et al. (2014) et Swaminathan et al. (2010) pour le neem et de Bio Savane (2015) pour la passiflore. 5 ml de savon noir par litre d'extrait ont été ajoutés, afin d'agir comme mouillant pour permettre une meilleure pulvérisation et la fixation sur la surface des feuilles. Les applications des traitements ont été effectuées, à partir du stade cotylédon, à intervalles hebdomadaires (tous les 7 jours) jusqu'à ce que les plantes atteignent le stade 8-10 feuilles vraies. Ils ont été répétés dès une pluviométrie supérieure à 20mm. Les pulvérisations ont été faite en fin d'après-midi, lorsque le soleil était bas. Ceci a été fait pour éviter la photodégradation des substances actives. Au total, 5 pulvérisations ont été faite le 28 mai, le 2, 9, 16 et 23 juin.

b. Contrôle physique

Le contrôle physique a consisté à l'utilisation d'une ombrière comme barrière physique. Une structure avec un filet d'ombrage vert 30% a été montée au-dessus des planches allouées à ce traitement. L'ombrière fut retirée lorsque les plants avaient atteint le stade 8-10 feuilles vraies, soit le 23 juin.

3. Collecte des données

a. Suivi de la population et mesure des dégâts

La surveillance des insectes a été effectuée trois fois par semaine du 28 mai au 24 juin. Les dix plantes de chaque planche ont été soigneusement inspectées à la recherche des chrysomèles adultes à chaque date d'échantillonnage. Les comptages ont été effectués le matin entre 8 et 10 heures et comprenaient les coléoptères sur la plante, sur la surface du sol ou sur le paillis près de la tige et sous la plante échantillonnée. Puis, cinq plantes choisies au hasard sur la planche ont été évaluées pour les dommages foliaires. Les dommages foliaires ont été noté suivant une échelle de notation des dégâts. L'échelle utilisée était une échelle de 0 à 5 (0 = aucun dommage, 1= 1-10 %, 2=11-25 %, 3= 26-50 %, 4= 51-75 %, 5= 76-100 % de la surface foliaire défoliée par la chrysomèle) (adaptée de Cavanagh et al., 2011 et Legault, 2007).



Figure 15 - Potiron et pastèque protégés d'une cage pour éviter les dégâts faits par les oiseaux et les rats. Source : Breuil



Figure 16 - Photo du pulvérisateur à dos 16L du fabricant Kanto. Source : Breuil

Plusieurs hypothèses ont été analysées, à savoir : i) si le traitement (préparation naturelle ou barrière physique) influe ou non sur le nombre de chrysomèle par plant, ii) sur les dégâts faits par les chrysomèles, iii) et sur la production finale. Ces hypothèses ont été étudiées pour répondre à 3 objectifs : i) évaluer l'influence du traitement sur la population d'*Aulacophora fauveli*, ii) évaluer l'influence du traitement sur les dégâts causés par *A. fauveli*, iii) évaluer l'influence du traitement sur le nombre et la masse de fruits récoltés. Ce dernier objectif permet notamment de considérer un possible effet du traitement sur d'autres ravageurs des cucurbitacées. Compte tenu du dispositif utilisé (en bloc aléatoire), les effets du facteur bloc ont été inclus dans les hypothèses à tester.

Les fruits ont été récoltés à maturités. Les récoltes ont été effectuées, 2 à 3 fois par semaine, du 6 juillet au 19 août pour les concombres, du 28 juillet au 19 août pour les pastèques, du 28 juillet au 19 août pour les courges musquées. Pour chaque planche, les fruits ont été dénombrés puis pesés à l'aide d'une balance.

b. Conditions microclimatiques

Afin d'évaluer l'effet du filet d'ombrage et des copeaux de bois sur les conditions climatiques, des mesures de différents paramètres ont été effectuées avec un enregistreur de température Tinytag Plus 2 TGP-4520 (Gemini Data Loggers Ltd, UK), et un humidimètre de sol portable Fieldscout TDR100 (Spectrum Technologies, USA). La température du sol dans les planches a été suivie à une profondeur de 10 cm. La température de l'air a été mesurée à 15 cm au-dessus du sol. Les mesures d'humidité du sol ont été effectué à 12 et 20 cm de profondeur et sur plusieurs jours pour avoir une plus grande représentativité.

4. Analyse statistique

Le logiciel R version 4.1.0 (The R Project for Statistical Computing, https://www.r-project.org/) a été utilisé pour toutes les analyses statistiques avec un niveau de probabilité de 5% et pour les représentations graphiques. Suite aux résultats obtenus, une analyse de variance à un facteur ou un modèle linéaire généralisé (pour les variables ne suivant pas une loi normale) ont été réalisé. Pour ce dernier, le modèle linéaire est suivi d'une analyse de variance à un facteur (si un effet significatif est mis en évidence) avec un test de χ^2 puis d'un test de comparaisons multiples (Test Tukey) afin d'identifier les groupes qui se distinguent les uns des autres. Le script des analyses statistiques est disponible en annexe IV. Les rendements indiqués correspondent à la masse de fruits récoltés par planche divisée par la surface occupée par cette espèce dans cette planche. Les rendements ont également été comparés avec la même démarche. Un test exact de Fisher a été effectué pour savoir si la proportion de germination différait entre les traitements et entre les blocs.



Figure 17 – Préparation du purin de passiflore fétide. Source : Breuil

Résultats

Au total, 144 plants sur les 160 semés ont germé. Seulement 17 des 32 courges semées ont germé. Le faible taux de germination peut être occasionné par un problème de semences. Toutefois, aucunes différences significatives des taux de germination n'ont été observé entre les traitements, ni entre les blocs.

1. Conditions microclimatiques

Les enregistrements de température ont été effectués pendant plusieurs jours et les mesures d'humidité du sol ont été répartis sur plusieurs jours présentant des conditions climatiques différentes afin d'avoir une représentativité globale de l'influence des traitements. Plusieurs tendances sont ressorties significatives des résultats obtenus (Tableau 5 et Tableau 6). En effet, l'utilisation du paillage en copeaux de bois induit une humidité dans le sol plus importante à 12cm et 20cm comparé à un sol nu (p-value égale à 0,0026 et 0,0024 respectivement) avec une hausse de 17,5% et 18,6% respectivement. L'utilisation en supplément du filet d'ombrage implique également une humidité plus importante comparé au sol non paillé (hausse de 21,6% à 12cm et 45,3% à 20cm). Cette hausse est aussi significative par rapport au sol paillé à 20cm de profondeur (p-value=0,005).

Aucune différence significative n'a été obtenu pour la température moyenne extérieure avec ou sans filet d'ombrage (p-value>0,05). L'ombrière n'implique pas d'augmentation de température à 15cm au-dessus du sol (Figure 18). En revanche l'utilisation du filet d'ombrage augmente significativement la température du sol par rapport à sol paillé et un sol non paillé (p-value=0,002). De même, le paillage de copeaux de bois maintient une température plus élevée par rapport au sol nu (p-value=0,002) grâce à une atténuation des fluctuations journalières. En effet, le paillage permet d'obtenir une température du sol plus homogène au cours de la journée avec une température plus élevée en début de matinée et plus basse en fin d'après-midi (Figure 19).

2. Population de chrysomèle et dommages

Les chrysomèles étaient déjà présentes dans le champ de pastèques voisin avant l'émergence des plants de cucurbitacées sur la parcelle d'expérimentation. Elles ont colonisé la parcelle expérimentale le 4 juin, lorsque les plants étaient au stade une à deux feuilles vraies. Donc aucun dommage ou mortalité n'a été observé au stade cotylédon et première feuille. La pression globale des chrysomèles était très faible. En effet, malgré une présence et une densité importante aux alentours, le nombre moyen de chrysomèle pour 10 plants n'a pas dépassé 1,5 (ou 0,150 chrysomèle/plant) (Tableau 7). Le nombre de chrysomèle fut fluctuant entre les différentes dates d'échantillonnage. Le filet d'ombrage a permis d'exclure en totalité les chrysomèles jusqu'à son retrait. Mais aucune différence significative n'a été observé sur le nombre moyen de chrysomèle par plant entre les différents traitements.

Avec une pression en chrysomèle très faible, les dégâts foliaires l'ont été également. En effet, la note de défoliation moyenne n'a pas dépassé 0,4 (Tableau 8). Le filet a permis de protéger les plants de façon total car aucun dégât n'a été observé sous les filets d'ombrages jusqu'à leurs retraits. Les traitements issus de préparations naturelles de neem et de passiflore ont obtenu des notes de défoliation similaires par rapport au témoin. Cependant, il a été impossible de détecter des différences significatives dans la gravité des dommages entre les traitements à cause de l'échelle utilisée, car toutes les plantes avaient des niveaux de défoliation inférieurs ou égal à 25 % de leur surface foliaire totale. Ainsi, la note de défoliation maximale attribuée a été un 2.

Tableau 5 – Humidité moyenne du sol obtenue à deux profondeurs selon le traitement
Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P< 0,05 selon le test de Tukey.

	Humidité moyenne du sol (Humidité volumique en %)	
Traitement	**12 cm**	**20 cm**
Copeaux	14.1 a	17.8 b
Ombrière et copeaux	14.7 a	21.8 a
Nu	12.0 b	15.0 c

Tableau 6 – Température moyenne à deux emplacement différents obtenue pendant l'essai
Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P< 0,05 selon le test de Tukey.
ns : non significatif

Traitement	**Température moyenne Sol**	**Température moyenne Extérieure**
Ombrière et copeaux	28.8 a	28.0 °C ns
Copeaux	28.5 b	27.9 °C ns
Nu	28.2 c	

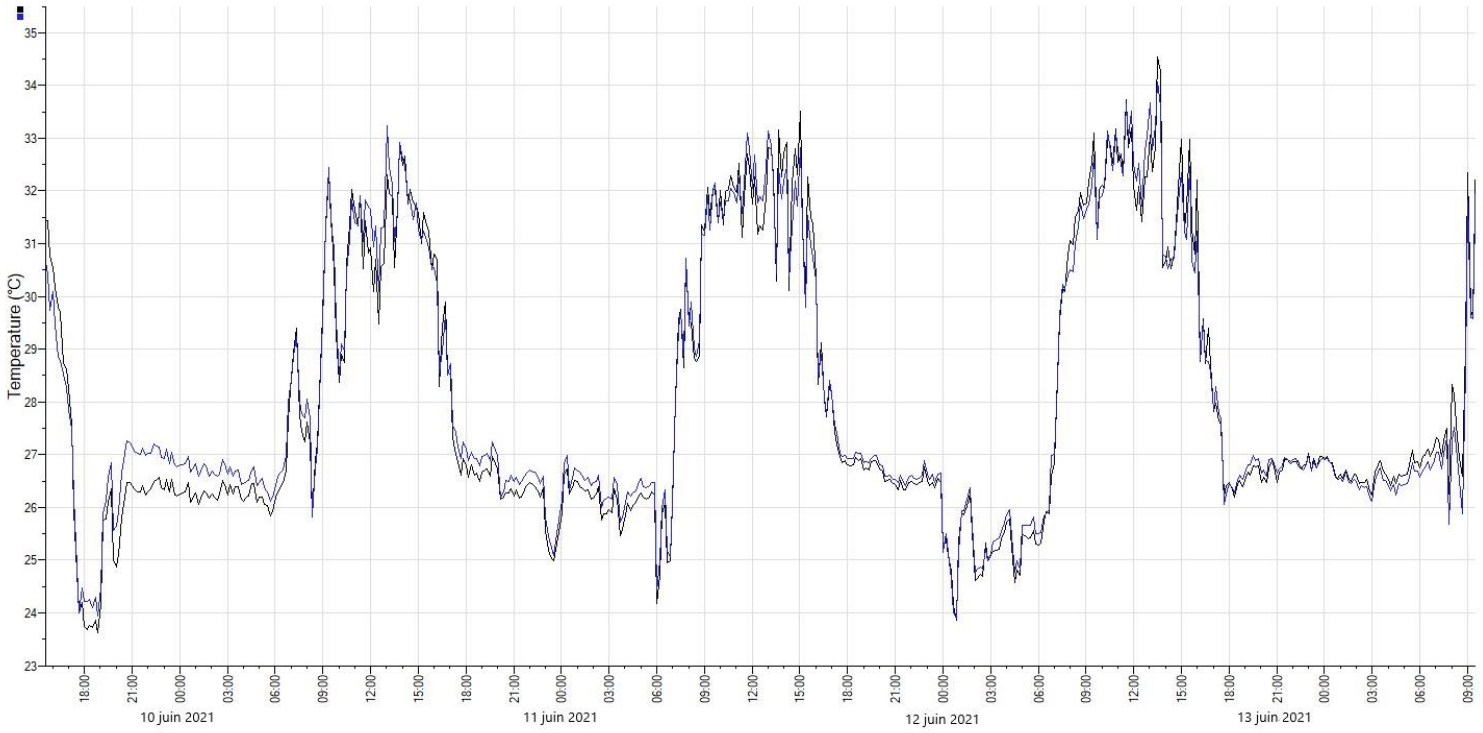


Figure 18 - Graphique de la température de l'air extérieure à 15 cm au-dessus du sol sous le filet d'ombrage (en bleu) et sans le filet (en noir)

3. Production et rendement

Tout au long du cycle de récolte, 16,280 ; 7,160 ; 14,850 et 8,940 kg de concombre, 24,440 ; 35,000 ; 25,400 et 11,740 kg de pastèque, 10,720 ; 13,400 ; 13,840 et 18,840 kg de courge ont été récoltés respectivement sur l'ensemble des planches neem (N), passiflore (P), ombrière (O) et témoin (T), soit un total de 47,230 kg de concombre, 96,580 kg de pastèque, et 56,800 kg de courge (Annexe V). Le nombre total de fruit est de 101 concombres récoltés (soit 34, 16, 30 et 21 fruits respectivement pour les modalités N, P, O et T), de 25 pastèques (soit 8, 7, 7 et 3 fruits respectivement pour les modalités N, P, O et T), de 26 courges (soit 6, 5, 8 et 7 fruits respectivement pour les modalités N, P, O et T). Les potirons ne sont comptabilisés dans cette étude car très peu sont arrivés à maturité avant la fin de l'essai.

Pas de différences significatives ont été mis en évidence pour la production de concombre, et la production de courge entre les différents traitements. En revanche, une différence significative a été obtenu pour la production de pastèque. La modalité Passiflore produisant significativement plus que la modalité Témoin (p-value=0,0012) (Figure 20). Ainsi avec des rendements respectifs pour les modalités N, P, O et T de 4,79 ; 2,11 ; 4,37 et 2,63 kg/m² de concombre, et de 3,15 ; 3,94 ; 4,07 ; 5,54 kg/m² de courge, aucun effet du traitement n'est apparu lors de l'analyse statistique. La différence significative a été obtenu pour le rendement de pastèque avec un rendement de 5,15 kg/m² pour la modalité P contre 1,73 kg/m² pour la modalité T. Les modalités N et O ne sont pas significativement différentes des autres avec des rendements respectifs de 3,59 et 3,74 kg/m² (Figure 20). Le nombre moyen de fruits récolté est de 8,5 ; 7,5 ; 5,25 et 4,0 concombres ; de 2,0 ; 1,75 ; 1,75 ; 0,75 pastèques ; de 2,0 ; 1,75 ; 1,50 ; 1,25 courges respectivement pour les modalités N, P, O et T. Malgré des différences, aucun effet du traitement n'a été mis en évidence sur le nombre de fruits récoltés. Au niveau des calibres récoltés aucunes différences significatives n'ont été obtenues entre les traitements pour les concombres et les pastèques. Mais pour les courges, les modalités P et T ont eu des fruits nettement plus lourds que les modalités N et O (Tableau 9). Pour la production totale en cucurbitacées, la production de la modalité T a été significativement plus faible que les autres modalités. En effet, la production de la modalité T est de 9,880 kg contre 13,350 ; 13,520 et 14,850 kg pour les modalités N, O et P respectivement (Figure 21).

Des effets blocs et des effets planches ont également été mis en évidence en plus des effets traitement. Effectivement, une différence significative a été obtenue sur la production de pastèque avec une production du bloc 3 nettement plus faible comparés aux trois autres blocs. Seulement 10,2 kg de pastèque a été récolté sur le bloc 3 contre 33,5 (bloc 1), 28,3 (bloc 2) et 24,5 kg pour le bloc 4 (Tableau 10). De nombreux effets planches ont été observés sur la production en concombre, en courge et en pastèque (Tableau 11, 12 et 13). Par conséquent, une différence significative a été obtenue pour la production totale en cucurbitacées entre les planches (Tableau 14). En effet, la production totale des planches a été très hétérogène allant de 21,360 kg pour la planche 4 (Traitement P) à seulement 3,640 kg pour la planche 11 (Traitement O).

Tableau 7 - Effet des différents traitements sur le nombre de chrysomèle des cucurbitacées (*Aulacophora fauveli*) par plante (moyenne + SE)
Stade de développement des plants : C (Cotylédon), 1F (1 feuille vraie), 2F (2 feuilles vraies), 4F (4 feuilles vraies), 6F (6 feuilles vraies), 8F (8 feuilles vraies), 10 F (10 feuilles vraies).
ns : non significatif

Nombre moyen de chrysomèles/plant							
Traitement	28-Mai C	31-Mai C-1F	4-Juin 2F	7-Juin 2F-4F	11-Juin 4F	14-Juin 4F-6F	18-Juin 5F-8F
Neem	0 ns	0 ns	0.050±0.03 ns	0.025±0.02 ns	0.025±0.02 ns	0.05±0.05 ns	0.100±0.06 ns
Passiflore	0 ns	0 ns	0.025±0.02 ns	0.075±0.05 ns	0.100±0.06 ns	0.05±0.03 ns	0.125±0.07 ns
Ombrière	0 ns	0 ns	0 ns	0 ns	0 ns	0 ns	0 ns
Contrôle	0 ns	0 ns	0 ns	0.075±0.05 ns	0 ns	0.150±0.1 ns	0.05±0.05 ns

Nombre moyen de chrysomèles/plant		
Traitement	21-Juin 6F-10F	24-Juin 10F-Floraison
Neem	0.025±0.02 ns	0.050±0.03 ns
Passiflore	0.075±0.04 ns	0.150±0.08 ns
Ombrière	0 ns	0.125±0.07 ns
Contrôle	0.125±0.07 ns	0.125±0.07 ns

Discussion

1. Influence des traitements sur le nombre et les dégâts d'*Aulacophora fauveli* sur cucurbitacées

Aulacophora fauveli est un ravageur des cultures uniquement présent sur certaines îles du Pacifique. De plus, sa classification taxonomique n'est pas encore bien définie et il pourrait s'agir d'une autre espèce (Reid et al., 2021). Donc quasiment aucune d'étude ne s'est intéressée à des méthodes de lutte pour contrôler ce ravageur avec des expérimentations en plein champs sur des îles du Pacifique. Les études ont été menées majoritairement sur *A. foveicollis* en région Indo-pakistanaise. Dans le cas de cette étude, des méthodes de contrôle directement accessibles sur le territoire de Wallis-et-Futuna ont été testées. En effet, les préparations naturelles issus de plante ont été sélectionnées pour leurs accessibilités et leurs reproductibilités chez tous les maraîchers du territoire : matière végétale abondante et méthode de préparation facile avec une macération dans de l'eau de pluie. Cependant le nombre de chrysomèle présent sur la parcelle expérimentale a été très faible avec un nombre moyen de chrysomèle par plant ne dépassant pas 0,15. Une pression bien inférieure à celle observée lors des visites de terrains (Annexe I). Aucunes différences significatives n'ont donc été observées entre les différents traitements ne permettant pas de conclure sur leurs efficacités respectives. Malgré une exclusion totale des chrysomèles impliquant des dégâts nuls jusqu'au retrait, le filet d'ombrage n'a pas pu être différencié du témoin ou des autres traitements. Une efficacité pourtant trouvée par Khan (2014) où l'utilisation d'une moustiquaire comme barrière physique obtient des résultats similaires à des pesticides de synthèse. Khorsheduzzaman et al. (2010) confirme cette efficacité de la barrière physique avec une réduction du nombre et des dégâts offrant même le meilleur rapport bénéfice-coût. Un résultat encourageant sachant que le coût d'achat des filets est l'un des freins majoritaires à son adoption.

L'utilisation de préparations naturelles issues de matériel végétal a été testé et a été démontré efficace pour contrôler *Aulacophora* (Ansari et al., 2013 ; Upadhyay et al., 2019). Ici, même sans différences significatives, les traitements de neem et passiflore avaient des niveaux de pression et de dégâts similaires au témoin. Pourtant, de nombreuses études démontrent que de multiples formulations dérivées du neem ont montré une activité insecticide sur une large gamme d'insectes différents, également à faible dose (Ntelli et Menkissoglu-Spiroudi, 2011 ; Debashri et Tamal, 2012 ; Benelli et al., 2016 ; Lengai et al., 2018). En effet, des macérations aqueuses de feuilles de neem ont montré des activités anti-appétentes sur *Henosepilachna vigintioctopunctata* (Swaminathan et al., 2010), répulsives sur *Maruca testulalis* et *Megalurothrips sjostedti* (Bottenberg et Singh, 1996), voire d'empoisonnement sur des larves d'*Anopheles gambiae* (Luong et al., 2012). Ces activités insecticides d'extraits de feuilles de neem ont également été montrées sur *Aulacophora* avec une préparation similaire à celle faite dans cette étude (Patel et al., 2021) ou une préparation différente : avec de la poudre de feuilles séchées (Rajak and Singh, 2002 ; Mahmood et al., 2010), après une décoction (Abolosuro, [sans date]), ou avec une distillation à l'éthanol ou au benzène (Khan et Wasim, 2001). Les substances actives sont peu solubles dans l'eau donc le type de préparation impacte leurs concentrations dans les produits finaux (Chaudary et al., 2017). En effet, des extraits alcooliques sont 50 fois plus concentrés que des extraits aqueux (National Research Council, 1992). De plus, d'après Kather (2012), les extraits à base de feuilles de neem seraient moins efficaces par rapport à des extraits issus d'amande de neem car ils seraient moins concentrés en matières actives.

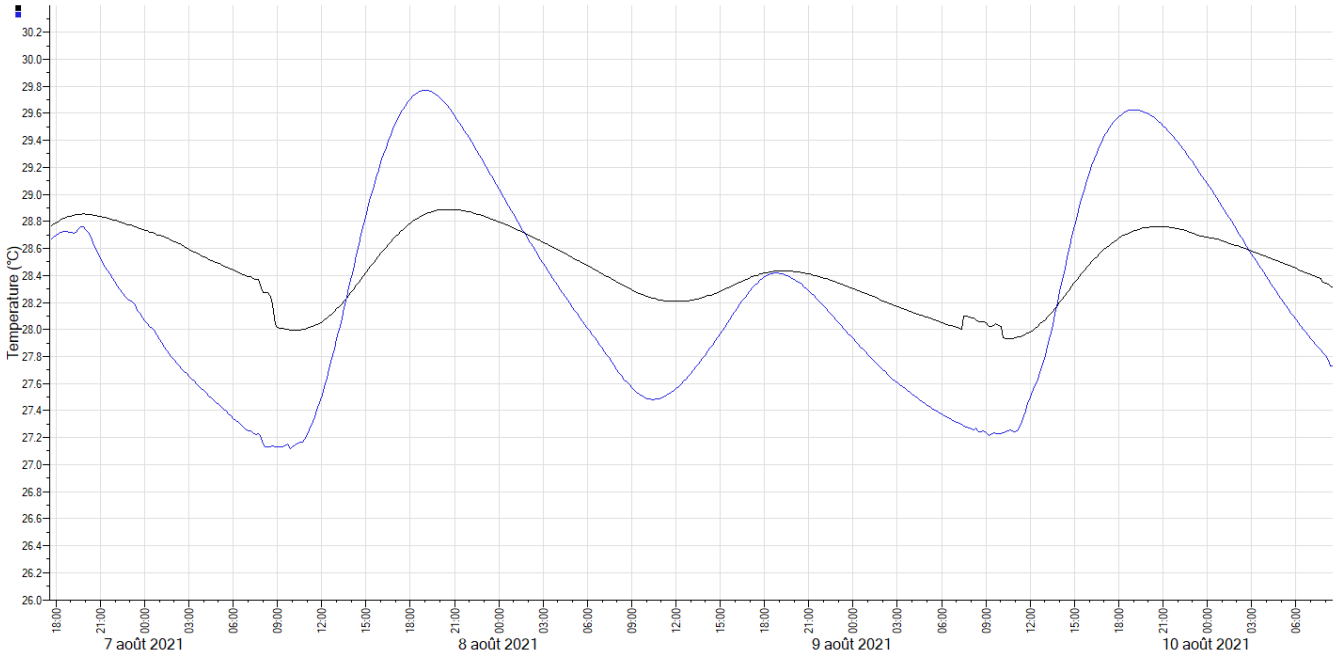


Figure 19 - Graphique de la température du sol avec un couvert en copeaux de bois (en noir) et sans paillage (en bleu)

Tableau 8 – Note moyenne des dégâts foliaires attribuée après attaque de chrysomèle.
ns : non significatif

Note moyenne de défoliation suite aux dégâts des chrysomèles									
Traitement	28-Mai C	31-Mai C-1F	4-Juin 2F	7-Juin 2F-4F	11-Juin 4F	14-Juin 4F-6F	18-Juin 5F-8F	21-Juin 6-10F	24-Juin 10F-Floraison
Neem	0 ns	0 ns	0,20 ns	0,20 ns	0,30 ns	0,25 ns	0,35 ns	0,35 ns	0,25 ns
Passiflore	0 ns	0 ns	0 ns	0,25 ns	0,30 ns	0,35 ns	0,30 ns	0,40 ns	0,35 ns
Ombrière	0 ns	0 ns	0 ns	0 ns	0 ns	0 ns	0 ns	0 ns	0 ns
Contôle	0 ns	0 ns	0,05 ns	0,15 ns	0,15 ns	0,25 ns	0,40 ns	0,35 ns	0,40 ns

Tableau 9 - Poids moyen des courges récoltées selon le traitement.
Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P< 0,05 selon le test de Tukey.

	Calibre des courges récoltées en kg	**Différence significative**
Modalité Neem	1,79	b
Modalité Passiflore	2,68	a
Modalité Ombrière	1,73	b
Modalité Témoin	2,69	a

Tableau 10 - Poids de pastèques récoltées sur les différents blocs.
Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P< 0,05 selon le test de Tukey.

	Production de pastèque en kg	**Différence significative**
Bloc 1	33,500	a
Bloc 2	10,200	b
Bloc 3	28,300	a
Bloc 4	24,500	a

Sundaram (1996) a en effet mis en évidence des teneurs d'azadirachtine de 0,0125% pour les amandes contre 0,0006% dans les feuilles. Cependant, Mahmood et al. (2010) obtiennent une mortalité des plants suite à une attaque de chrysomèle plus faible avec traitement de feuilles de neem comparé à un traitement d'amande de neem. Le rendement final est donc plus élevé dans le premier cas. Ali et al. (2011) n'obtiennent pas de différence significative des taux de dégâts faits par *A. foveicollis* entre la préparation d'amandes et le témoin non traité. Il a été démontré que les Coléoptères sont peu sensibles à l'azadirachtine comparés au Lépidoptères chez qui la substance active a des effets dès une concentration inférieure à 0,001 ppm (Mordue et Nisbet, 2000). De plus, l'activité anti-appétente de l'azadirachtine varie beaucoup d'une espèce à l'autre et certaines sont capables de rapidement s'en désensibiliser (Bomford et Isman, 1996). Sami (2014) a démontré qu'un extrait de feuille de neem et de l'azadirachtine purifiée n'inhibait pas l'activité d'une amylase chez *A. foveicollis*. Certains insectes, d'abord dissuadé par l'activité anti-appétente, deviennent ensuite de plus en plus tolérants en raison d'une exposition répétée ou continue (Tangtrakulwanich et Reddy, 2014). En effet, Feng et Isman (1995) observent une résistance chez *Myzus persicae* après l'utilisation répétée d'azadirachtine purifiée mais pas après l'utilisation répétée d'extrait d'amande de neem. Ainsi, le mélange de constituants actifs dans une préparation naturelle issue de plante, tel que le neem, pourrait diffuser le processus de sélection, réduisant par conséquent le développement de la résistance par rapport à ce qui est attendu avec un seul ingrédient actif (Tangtrakulwanich et Reddy, 2014). Les effets observés à partir de tels extraits pourraient être dus à la somme ou à la synergie de l'azadirachtine et des autres terpénoïdes présents dans l'extrait. L'azadirachtine est l'un des principaux principes actifs mais d'autres composés isolés d'*A. indica* semblent être impliqués dans la toxicité et l'activité anti-appétente des extraits à base de neem (Gopalakrishnan et al., 2014). Donc, en raison des multiples composés actifs offrant une diversité des modes d'action, les insectes devraient faire face à des adaptations importantes pour développer une résistance aux pesticides d'origine végétale (Tangtrakulwanich et Reddy, 2014). Lorsque toute la complexité des substances est conservée, comme dans le cas de l'utilisation d'extraits bruts de neem, aucun développement de résistance n'a été observé (Siegwart et al., 2015). Les biopesticides à base de neem et de passiflore sont donc intéressants en termes de durabilité.

Les conditions d'applications peuvent aussi remettre en cause l'efficacité des traitements. Au cours de cette étude, les traitements, appliqués à l'aide d'un pulvérisateur à dos, ont été répétés tous les 7 jours sauf en cas d'une pluviométrie supérieure à 20 mm. Ces conditions ont montré des résultats significatifs avec l'utilisation d'extraits aqueux de feuille de neem sur *Bemisia tabaci* (Asare-Bediako et al., 2014) et sur *Aulacophora foveicollis* (Patel et al., 2021). Cependant avec le climat présent sur Wallis, les applications seraient sans doute à répéter plus régulièrement. Les températures élevées et l'importante intensité lumineuse accentuent la dégradation des composés actifs et donc diminuent la durée d'efficacité des extraits végétaux. L'index UV sur Wallis est très régulièrement au-dessus de 10, soit dans les plages qualifiées de « Très Elevé » et « Extrême » [1]. L'azadirachtine comme les substances actives des pesticides à base de plante sont rapidement dégradées par la lumière (Ujváry, 2010 ; Chaudary et al, 2017). Effectivement, Cabani et al. (2006) ont montré des durées de demi-vie, dans des essais en plein champs, de 17h, 23h et <1h pour l'azadirachtine A, B et la salanine respectivement. De même, la décomposition des substances actives est accentuée à des températures plus élevées (Ujváry, 2010). Les bio-pesticides à base de plante sont donc à conserver à l'ombre, dans des contenants opaques et à appliquer en fin d'après-midi pour garder toute leurs bioactivités.

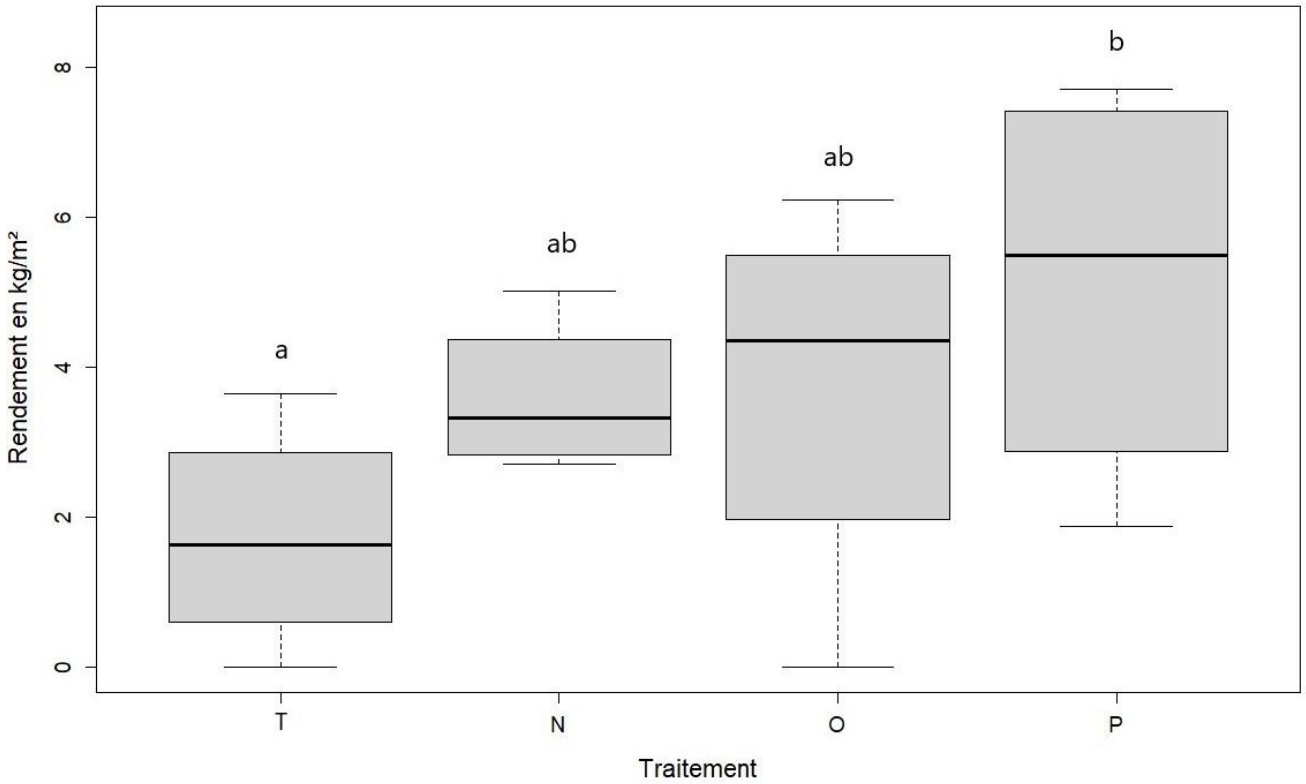


Figure 20 - Rendement de pastèque en kg/m² en fonction des différents traitements.
Des lettres différentes signifient une différence significative à P< 0,05 selon le test de Tukey.
T : Témoin ; N : Neem ; O : Ombrière ; P : Passiflore

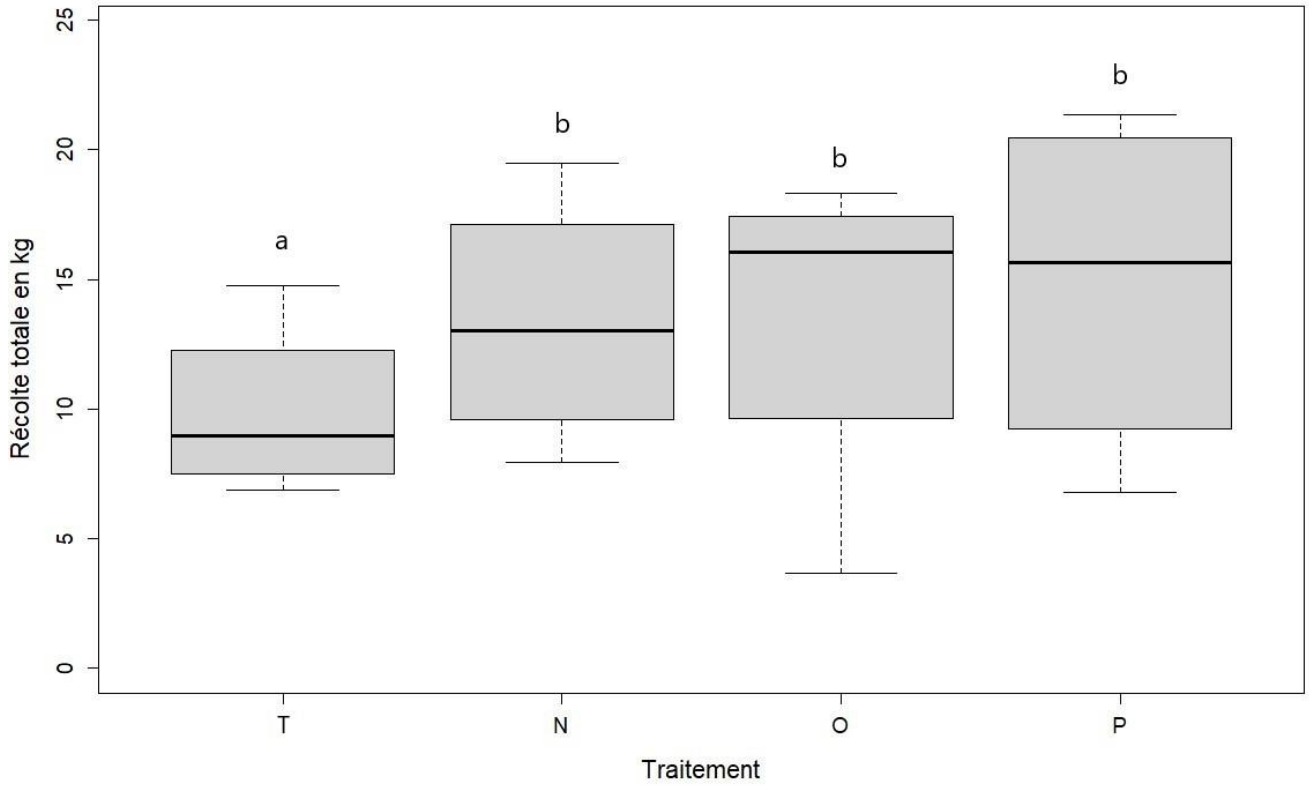


Figure 21 - Poids récoltés totaux en cucurbitacées selon les modalités de traitement.
Des lettres différentes signifient une différence significative à P< 0,05 selon le test de Tukey.
T : Témoin ; N : Neem ; O : Ombrière ; P : Passiflore

2. Influence des traitements sur les conditions microclimatiques

Dans cette étude l'utilisation d'un filet d'ombrage 30% n'a pas augmenté la température moyenne de l'air comme cela a pu être obtenu (Martin et al., 2014 ; Yemadje, 2016). Ainsi l'évapotranspiration n'est pas accentuée et les plantes ne s'en trouvent pas affectées. En revanche, le filet augmente la température du sol. Ratiarson (2016) et Lamothe et Provost (2016) obtiennent des résultats similaires et concluent que cela a un effet bénéfique sur le système racinaire en accélérant la pousse. Ce résultat a aussi été observé avec le paillage en copeaux de bois qui diminue les fluctuations journalières de température. Un résultat en adéquation avec celui trouvé par Awodoyin et al. (2007). De plus, le paillage et le filet d'ombrage augmente l'humidité du sol à 12 cm et 20 cm de profondeur par rapport à un sol nu. En effet, il a déjà été démontré que l'utilisation d'un filet (Martin et al., 2014) ou d'un paillis de copeaux de bois (Pavlů et al., 2021) augmente l'humidité du sol. Dans le cas du paillage, cette augmentation s'effectuerait au cours du temps avec légère baisse lors de la mise en place puis l'augmentation s'opèrerait (Pavlů et al., 2021). Le matériau en bois fraichement coupé capterait au début plus de précipitations et par conséquent moins d'eau atteindrait la surface du sol (Pavlů et al., 2021). Awodoyin et al. (2007) démontrent aussi qu'en saison sèche, un paillage en copeaux de bois permet limiter l'appauvrissement en humidité du sol avec une perte de 9% contre 14% pour un sol nu. Ainsi l'utilisation d'un paillage permet de gérer efficacement l'enherbement mais crée également des conditions favorables au bon développement des plantes. Des teneurs en minéraux dans les feuilles et des rendements plus importants en sorgho et tomate ont été obtenu avec la mise en place d'un paillage en copeaux de bois (Chiroma et al., 2006 ; Awodoyin et al., 2007). L'augmentation de la croissance et du rendement des plants sous les paillis peut s'expliquer par la conservation de l'humidité et la réduction de la température dans les premiers centimètres du sol grâce à une linéarisation des fluctuations, ainsi que par la suppression de la croissance des mauvaises herbes. De plus, en formant une barrière physique sur le sol, on peut supposer que le paillage peut empêcher les chrysomèles de pondre. Le cycle ainsi coupé, la pression en ravageurs sera plus faible en n'ayant plus les générations futures qui se chevauchent au cours de la saison. Les plants non attaqués par les larves au niveau des racines seront également plus vigoureux et plus tolérants.

3. Influence des traitements sur la production obtenue pendant l'essai

Au cours de cette étude, l'application d'un traitement, barrière physique ou préparation naturelle, a permis d'obtenir une production plus importante de cucurbitacées par rapport au témoin non traité. Or, cette augmentation de production ne peut pas être expliquée par une diminution de l'incidence et des dégâts causés par les chrysomèles des cucurbitacées car aucunes différences significatives n'ont été trouvées pour ces deux variables entre les différentes modalités testées. En revanche, deux autres ravageurs (la pyrale du concombre, *Diaphania indica*, et le puceron du melon et du cotonnier, *Aphis gossypii*) ont été observés sur la parcelle d'expérimentation (Figure 22) (Annexe III). Ces deux ravageurs ont été présents en faible quantité mais les dégâts les plus importants semblaient se trouver sur des planches Témoin. Echeverri et al. (1991) ont montré qu'un extrait de passiflore peut répulser une chenille de lépidoptère et des extraits de neem ont montré des effets anti-appétents et répulsifs voire mortels sur ces deux ravageurs (Lenin et al., 2015 ; Singh et al., 2012). Le filet d'ombrage a quant à lui permis d'exclure jusqu'à son retrait les pyrales mais pas les pucerons. Une meilleure productivité pourrait être aussi le résultat de meilleures conditions de développement. On a en effet montré que le filet d'ombrage augmente l'humidité et

Tableau 11 – Classement des planches les plus productives de concombres.
Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P< 0,05 selon le test de Tukey.

Planche	Modalité	Poids récolté de concombre en kg	Différence significative
14	Neem	7,03	a
13	Ombrière	7,03	ab
9	Neem	6,26	ab
15	Passiflore	5,08	ab
8	Neem	4,21	ab
5	Ombrière	4,08	ab
7	Passiflore	3,50	ab
16	Témoin	3,30	ab
2	Ombrière	2,84	ab
4	Passiflore	2,04	ab
1	Témoin	1,96	ab
12	Témoin	1,92	ab
6	Témoin	1,76	ab
11	Ombrière	0,90	ab
3	Neem	0,73	b
10	Passiflore	0,40	b

Tableau 12 – Classement des planches les plus productives de courges.
Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P< 0,05 selon le test de Tukey.

Planche	Modalité	Poids récolté de courge en kg	Différence significative
12	Témoin	10,84	a
6	Témoin	8,00	ab
4	Passiflore	7,22	ab
14	Neem	6,14	ab
5	Ombrière	4,80	ab
13	Ombrière	3,20	ab
10	Passiflore	3,18	ab
2	Ombrière	3,10	ab
7	Passiflore	3,00	ab
11	Ombrière	2,74	ab
3	Neem	2,58	ab
8	Neem	2,00	ab
1	Témoin	0	b
16	Témoin	0	b
9	Neem	0	b
15	Passiflore	0	b

Tableau 13 – Classement des planches les plus productives de pastèques.
Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P< 0,05 selon le test de Tukey.

Planche	Modalité	Poids récolté de pastèque en kg	Différence significative
7	Passiflore	13,10	a
4	Passiflore	12,10	a
2	Ombrière	10,60	ab
8	Neem	8,54	abc
13	Ombrière	8,10	abc
5	Ombrière	6,70	abc
15	Passiflore	6,60	abc
14	Neem	6,30	abc
1	Témoin	6,20	abc
9	Neem	5,00	abc
3	Neem	4,60	abc
16	Témoin	3,54	abc
10	Passiflore	3,20	abc
12	Témoin	2,00	bc
6	Témoin	0	c
11	Ombrière	0	c

Tableau 14 – Classement des planches selon leurs productivités totales de cucurbitacées.
Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P< 0,05 selon le test de Tukey.

Planche	Modalité	Poids total récolté en kg	Différence significative
4	Passiflore	21,36	a
7	Passiflore	19,60	ab
14	Neem	19,47	ab
13	Ombrière	18,33	abc
2	Ombrière	16,54	abcd
5	Ombrière	15,58	abcde
12	Témoin	14,76	abcde
8	Neem	14,75	abcde
15	Passiflore	11,68	abcdef
9	Neem	11,26	bcdef
6	Témoin	9,76	cdef
1	Témoin	8,16	def
3	Neem	7,91	def
16	Témoin	6,84	ef
10	Passiflore	6,78	ef
11	Ombrière	3,64	f

la température du sol, sans augmenter la température de l'air extérieure sous ce dernier. Cela a ainsi créé des conditions plus favorables au développement des plants. En effet, malgré la planche 11 qui a très peu produit, les trois autres planches avec la modalité Ombrière figurent parmi celles les plus productives avec des poids de récolte supérieurs à 15,5 kg (Tableau 14). Les préparations naturelles à base de plantes peuvent agir comme des biostimulants naturels grâce aux nombreux composés qu'elles contiennent (Godlewska et al., 2021). Certains métabolites secondaires ont des effets bénéfiques et agissent comme des promoteurs de croissance (Naboulsi et al. 2018). Les propriétés stimulantes des extraits végétaux sont attribuées aux composés organiques qu'ils contiennent tels que des polyphénols, des acides aminés, des vitamines et des micro- et macroéléments (Godlewska et al., 2021). Ainsi l'utilisation de biopesticide issu de plantes peut favoriser la croissance des plants en ayant un rôle fertilisant qui améliore *in fine* la production des plantes. De plus, les préparations naturelles à base de plante peuvent aussi agir dans l'induction des défenses chez la plante. Des études ont montré que des métabolites secondaires agissent comme des éliciteurs de défense et que des extraits de plantes ont des activités élicitrices contre plusieurs agents pathogènes (Regnault-Roger et Philogène, 2008 ; Jamiolkowska, 2020). L'application d'extraits aqueux de feuilles de neem a modifié le métabolisme de la plante avec la mise en place de la défense naturelle chez cette dernière (augmentation d'enzymes antioxydantes défensives, …) limitant l'infestation d'*Alternaria sesami* sur sésame (Guleria et Kumar, 2006) ou de *Fusarium oxysporum* sur tomate (Farag Hanaa et al., 2011). Trdá et al. (2019) ont montré qu'un traitement à base d'une saponine (l'aescine) a conduit à une protection très efficace des plants de *Brassica napus* contre *Leptosphaeria maculans* suite à l'induction de la voie de l'acide salicylique et d'un burst oxydatif. Ainsi l'utilisation d'extraits végétaux comme biopesticide dans le cadre d'une protection des cultures contre un ravageur ou un agent pathogène en particulier peut finalement s'avérer bien plus intéressante et à large spectre avec des propriétés biostimulantes et d'induction des défenses. Les plantes traitées sont donc vigoureuses avec des niveaux de résistance basale élevée permettant de limiter les dégâts des bio-agresseurs.

Lors de cette étude une très grande hétérogénéité du sol a été observée entre les différentes planches. Cette hétérogénéité peut s'expliquer par l'antécédent cultural de la parcelle d'expérimentation nouvellement créée. Un parc à cochon a été maintenu pendant plus d'un an avant la mise en culture. Or les cochons dans le parc se déplacent de façon très hétérogène avec des lieux de vie fréquemment usités et des endroits délaissés (Cocquet com. pers.). Donc malgré un apport de compost et de terreau lors de la mise en place, il est possible que cela n'est pas permis d'homogénéiser les lisiers qui ont été fait de façon ciblés. De plus, plus d'une dizaine de pastèques n'ont pas pu être récoltées à cause de nécroses apicales qui ont fini par pourrir (Figure 23 et Annexe III). Le type de sol sur lequel se trouve la parcelle a des valeurs très faible de CaO et est carencé en calcium échangeable (Fromaget et Beaudou, 1986 ; Gunkel-Grillon et al., 2015). De plus, le mois de juillet a été plus sec qu'à l'accoutumé avec un déficit de 45% sur le total mensuel des précipitations [1]. Ces deux facteurs, limitant l'absorption et le transport du calcium, sont sans doute la cause de ces nombreuses nécroses apicales observées. Un amendement riche en calcium (chaux, …) comme fumure de fond est donc à envisager lors des prochaines mises en culture.



Figure 22 - Chenille de pyrale du concombre (Diaphania indica) sur pastèque. Source : Breuil



Figure 23 - Pastèque ayant eu une nécrose apicale puis qui pourrit. Source : Breuil

Conclusion

Sur Wallis, les insectes constituent les principaux ravageurs pour les cultures maraîchères. Parmi ces ravageurs, la chrysomèle des cucurbitacées, *Aulacophora fauveli*, est le plus nuisible car elle engendre des gros dégâts sur les feuilles et les fleurs. Dans cette étude, plusieurs méthodes de lutte ont été testées pour contrôler la chrysomèle. Cependant, dû à une pression en chrysomèles très faible, aucunes conclusions n'ont pu être émises sur l'efficacité des différentes méthodes de lutte. Les filets permettent de contrôler efficacement la chrysomèle (Khorsheduzzaman et al. (2010) ; Khan, 2014 ; Ratiarson, 2016). Pourtant l'utilisation d'un filet reste peu pratiquée par les maraîchers wallisiens principalement dû aux différentes contraintes (accessibilité, coût, temps, …). Même si cela est coûteux, les filets sont réutilisables plusieurs fois pendant plusieurs années et peuvent permettent de bien protéger les jeunes plants à passer la phase critique pour *in fine* augmenter la production. Cependant après retrait du filet, il a été trouvé que des plants de courgette et melon peuvent être fortement attaqués induisant un important impact limitant le bon développement de la plante (com. pers.). Donc pour la culture de ces espèces sensibles, il serait intéressant de combiner avec des préparations naturelles avant et après avoir enlevé le filet. En effet, les préparations naturelles ont un potentiel intéressant comme technique de lutte. Mais elles aussi présentent quelques inconvénients qui pourrait limiter leurs adoptions auprès des producteurs. L'aspect chronophage semble être le plus contraignant. En effet, les possibles déplacements pour aller chercher la matière première puis la préparation des purins est aspect qui pourrait en rebuter certains. La majorité des producteurs ne sont pas à proprement dit professionnels et ont d'autres activités et obligations en dehors de leurs productions limitant leurs temps liés à la cultivation. De plus, un manque de matériel est présent chez les producteurs pour fabriquer et bien appliquer les préparations naturelles (contenants pour les purins, récupérateurs d'eau de pluie, pulvérisateurs). Il est également important de les accompagner lors des premières préparations pour bien leur expliquer les bonnes pratiques et éviter des problèmes sanitaires qui pourrait en découler. Car même si le neem et la passiflore ne sont pas toxiques, les macérations pourraient entrainer des problèmes de santé. Il serait intéressant pour la suite de tester à nouveaux les purins de neem et passiflore en modifiant les paramètres de dilution et d'application faits dans cette étude afin de déterminer les conditions optimales d'efficacité de ces préparations. Voire d'essayer d'autres préparations naturelles qui ont montré certains résultats comme l'extrait de feuille de papaye (Utard com. pers.).

Parmi les autres techniques de lutte, il est important de citer : la prophylaxie et les bonnes pratiques culturales. La prophylaxie, encore trop peu utilisée par les maraîchers wallisiens, permet de baisser la pression en ravageurs en détruisant les sources d'infestation. Les bonnes pratiques culturales (rotation, associations judicieuses, fertilisation raisonnée, …) quant à elles peuvent limiter l'infestation et mènent à des plants vigoureux et en bonne santé qui sont plus à même de résister aux attaques des chrysomèles et de tolérer leurs dégâts. La mise en place de paillis est aussi à encourager car ils créent une barrière physique bloquant la ponte des chrysomèles dans le sol.

Bibliographie

ABE, Makoto et MATSUDA, Kazuhiro, 2005. Chemical factors influencing the feeding preference of three *Aulacophora* leaf beetle species (Coleoptera: Chrysomelidae). In : *Applied Entomology and Zoology*. 2005. Vol. 40, n° 1, pp. 161-168. DOI 10.1303/aez.2005.161.

ABOLUSORO, Stephen Adekunle, [sans date]. Efficacy of some plant materials for the control of field pest of Water Melon Citrullus lanatus (Thunberg) Matsum & Nakai. In : *JAT*. Vol. 10, n° 1, pp. 43-50.

ADHIKARI, Kripa, BHANDARI, Sudip, NIRAULA, Dikshya et SHRESTHA, Jiban, 2020. Use of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) as a biopesticide in agriculture: A review. In : *Journal of Agriculture and Applied Biology*. 2020. Vol. 1, n° 2, pp. 100-117. DOI 10.11594/jaab.01.02.08.

AHMAD, Nadeem, ANSARI, Shafiq et HASAN, Fazil, 2012. Effects of neem based insecticides on *Plutella xylostella* (Linn.). In : *Crop Protection*. 2012. Vol. 34, pp. 18-24. DOI https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.12.010.

AL-ALI, Aziz S., AL-NEAMY, I. K. et ALWAN, Mustafa S., 1982. On the biology and host preference of *Aulacophora foveicollis* Lucas (Coleoptera, Galerucidae). In : *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*. 1982. Vol. 94, n° 1-5, pp. 82-86. DOI https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1982.tb02548.x.

ALI, Hussain, AHMAD, Sajjad, HASSAN, Gul, AMIN, Anees et NAEEM, Muhammad, 2011. Efficacy of Different Botanicals Against Red Pumpkin Beetle (*Aulacophora foveicollis*) in Bitter Gourd (*Momordica charantia* L.). In : *Pakistan Journal of Weed Science Research*. 2011. Vol. 17, n° 1, pp. 65-71.

ANSARI, Anisur, ARYAL, Sunil et DANGI, Naresh, 2013. Extent and potential use of bio-pesticides for crop protection in Nepal. In : *Extent and potential use of bio-pesticides for crop protection in SAARC countries*. Bangladesh : SAARC Agriculture Centre (SAC). pp. 95-118. ISBN 978-984-33-6354-1.

ARIF, Muhammad, GOGI, Muhammad, SUFYAN, Muhammad, NAWAZ, Ahmad et SARFRAZ, Muhammad, 2017. Principles of Insect Pests Management. In : *Sustainable Insect Pest Management*. S.l. : University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan. pp. 18-47. ISBN 978-969-8237-91-2.

ASARE-BEDIAKO, Elvis, ADDO-QUAYE, Albert et BI-KUSI, Appiah, 2014. Comparative Efficacy of Plant Extracts in Managing Whitefly (*Bemisia tabaci* Gen) and Leaf curl Disease in Okra (Abelmoschus esculentus L). In : *American Journal of Agricultural Science and Technology*. 2014. Vol. 2, n° 1, pp. 31-41. DOI 10.7726/ajast.2014.1004.

AWODOYIN, Rasheed, OGBEIDE, Franck et OLUWOLE, Oluwafemi, 2010. Effects of Three Mulch Types on the Growth and Yield of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and Weed Suppression in Ibadan, Rainforest-savanna Transition Zone of Nigeria. In : *Tropical Agricultural Research and Extension*. 2010. Vol. 10, pp. 53-60. DOI 10.4038/tare.v10i0.1871.

BABENDREIER, Dirk, KOKU AGBOYI, Lakpo, BESEH, Patrick, OSAE, Michael, NBOYINE, Jerry, OFORI, Selorm, FRIMPONG, Justice, ATTUQUAYE CLOTTEY, Victor et KENIS, Marc, 2020. The Efficacy of Alternative, Environmentally Friendly Plant Protection Measures for Control of Fall Armyworm, *Spodoptera Frugiperda*, in Maize. In : *Insects*. 2020. Vol. 11, n° 4, pp. 240. DOI 10.3390/insects11040240.

BEENEN, Ron, 2008. Contribution to the knowledge of Galerucinae of New Caledonia (Coleoptera: Chrysomelidae). In : *Genus*. 2008. Vol. 19, n° 1, pp. 65-87.

BENELLI, Giovanni, CANALE, Angelo, TONIOLO, Chiara, HIGUCHI, Akon, MURUGAN, Kadarkarai, PAVELA, Roman et NICOLETTI, Marcello, 2017. Neem (*Azadirachta indica*): towards the ideal insecticide? In : *Natural Product Research*. 2017. Vol. 31, n° 4, pp. 369-386. DOI 10.1080/14786419.2016.1214834.

BERNARD, Jean-Louis, MY, Jacques et VESCHAMBRE, Daniel, 2012. *Regard du conseil scientifique - Protection des plantes, tradition et macération d'ortie*. S.l. Société National d'Horticulture de France (SNHF).

BHATTARAI, Shiva Sankar, BISHWOKARMA, Koirala, GURUNG, Sapana, DHAMI, Prasanna et BISHWOKARMA, Y., 2016. Efficacy of entomopathogens for control of blue pumpkin beetle (*Aulacophora nigripennis* motschulsky, 1857) in sponge gourd (Luffa cylindrica) under laboratory condition at Paklihawa, Nepal. In : *Global Journal of Biology, Agriculture and Health Science*. 2016. Vol. 5, n° 2, pp. 102-105.

BIO SAVANE, 2015. *Cultivons Autrement : Exemples Locaux de Techniques Agro-Ecologiques* [en ligne]. S.l. RITA. Disponible à l'adresse : https://coatis.rita-dom.fr/osiris/files/CultivonsAutrementExemplesLocauxDeTechni_fichier_ressource_livret_biosavane56p_web.pdf.

BISWAS, Gokul Chandra, 2013. Comparative Effectiveness Of Neem Extracts And Synthetic Organic Insecticide Against Mustard Aphid. In : *Bangladesh Journal of Agricultural Research*. 2013. Vol. 38, n° 2, pp. 181-187. DOI 10.3329/bjar.v38i2.15881.

BIU, Abdullahi Abubakar, YUSUFU, Sule et RABO, J. S., 2009. Phytochemical screening of *Azadirachta indica* (Neem) (Meliaceae) in Maiduguri, Nigeria. In : *Bioscience Research Communications*. 2009. Vol. 21, n° 6, pp. 281-283.

BOISCLAIR, Josée, LEGAULT, Geneviève et STEWART, Katrine, 2006. *Efficacité du kaolin pour lutter contre la chrysomèle rayée du concombre dans les cucurbitacées*. Québec. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement.

BOMFORD, Michael K. et ISMAN, Murray B., 1996. Desensitization of fifth instar *Spodoptera litura* to azadirachtin and neem. In : *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 1996. Vol. 81, n° 3, pp. 307-313. DOI 10.1046/j.1570-7458.1996.00101.x.

BONNEFOY, Nicole, 2012. 42 tome I : *Rapport d´Information Fait au nom de la mission commune d'information sur les pesticides et leur impact sur la santé et l'environnement* [en ligne]. S.l. Senat. Disponible à l'adresse : https://www.senat.fr/rap/r12-042-1/r12-042-11.pdf.

BOTTENBERG, Harry et SINGH, Betsy B., 1996. Effect of neem leaf extract applied using the 'broom' method, on cowpea pests and yield. In : *International Journal of Pest Management*. 1996. Vol. 42, n° 3, pp. 207-209. DOI 10.1080/09670879609371995.

CABONI, Pierluigi, SARAIS, Giorgia, ANGIONI, Alberto, GARCIA, Ana Juan, LAI, Francesco, DEDOLA, Fabrizio et CABRAS, Paolo, 2006. Residues and Persistence of Neem Formulations on Strawberry after Field Treatment. In : *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006. Vol. 54, n° 26, pp. 10026-10032. DOI 10.1021/jf062461v.

CAVANAGH, Andrew, HAZZARD, Ruth et BROWN, Amanda, 2011. Efficacy of Three OMRI Listed Materials, Alone and in Combination, for Control of Striped Cucumber Beetle in Cucumber, 2009. In : *Arthropod Management Tests* [en ligne]. 2011. Vol. 36, n° 1. DOI 10.4182/amt.2011.E28. Disponible à l'adresse : https://academic.oup.com/amt/article-lookup/doi/10.4182/amt.2011.E28.

CHAIEB, Ikbal, 2010. Saponins as insecticides: a review. In : *Tunisian Journal of Plant Protection*. 2010. Vol. 5, pp. 39-50.

CHAUDHARY, Rekha N., 1995. Management of red pumpkin beetle, *Aulacophora foveicollis* (Lucas) using polyethylene cages on cucumber. In : *Pest Management in Horticultural Ecosystems*. 1995. Vol. 1, n° 1, pp. 55-57.

CHAUDHARY, Suman, KANWAR, Rupinder, SEHGAL, Alka, CAHILL, David, BARROW, Colin, SEHGAL, Rakesh et KANWAR, Jagat, 2017. Progress on *Azadirachta indica* Based Biopesticides in Replacing Synthetic Toxic Pesticides. In : *Frontiers in Plant Science* [en ligne]. 2017. Vol. 8, n° 610. DOI 10.3389/fpls.2017.00610. Disponible à l'adresse : http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2017.00610/full.

CHAUDRY, Zahid A. et KHAN, Muhammad A., 1990. Effects of temperature and relative humidity on the development and the fecundity of the red pumpkin beetle *Aulacophora foveicollis* Lucos (Chrysomelidae Coleoptera). In : *Indian Journal of Entomology*. 1990. Vol. 52, n° 2, pp. 274-278.

CHHETRY, G. K. Niroula et MANGANG, H.C., 2012. Evaluation of ecofriendly management practices of french bean rust (*Uromyces appendiculatus*) in organic farming system. In : *International Journal of Advancements in Research & Technology*. 2012. Vol. 1, n° 4, pp. 1-7.

CHIROMA, A.M., ALHASSAN, A.B. et YAKUBU, H., 2006. Growth, Nutrient Composition and Straw Yield of Sorghum as Affected by Land Configuration and Wood-chips Mulch on a Sandy Loam Soil in Northeast Nigeria. In : *International Journal of Agriculture & Biology*. 2006. Vol. 8, n° 6, pp. 770-773.

COHIC, François, 1950. Les insectes nuisibles aux plantes cultivées dans les Wallis et Futuna. In : *Agronomie Tropicale*. 1950. Vol. V, n° 11-12, pp. 563-581.

CROSSKEY, Roger Ward, 1973. A conspectus of the Tachinidae (Diptera) of Australia, including keys to the supraspecific taxa and taxonomic and host catalogues. In : *Bulletin of the British Museum (Natural History). Entomology. Supplement.* 1973. Vol. 21, pp. 1-221. DOI 10.5962/p.193226.

DAFF, 2012. *Draft pest risk analysis report for island cabbage from the Pacific (Cook Islands, Fiji, Samoa, Tonga and Vanuatu)*. Canberra. Australian Governement - Department of Agriculture, Fisheries and Forestry (DAFF).

DASH, Sushree, DIXIT, Sangita et SAHOO, Soubhagyalaxmi, 2017. Phytochemical and Biochemical Characterizations from Leaf Extracts from *Azadirachta Indica*: An Important Medicinal Plant. In : *Biochemistry & Analytical Biochemistry*. 2017. Vol. 6, n° 2, pp. 1-3. DOI 10.4172/2161-1009.1000323.

DEBASHRI, Mondal et TAMAL, Mondal, 2012. A Review on efficacy of *Azadirachta indica* A. Juss based biopesticides: An Indian perspective. In : *Research Journal of Recent Sciences*. 2012. Vol. 1, n° 3, pp. 94-99.

DHILLON, Narinder P. S., 1993. The Lack of a Relationship between Bitterness and Resistance of Cucurbits to Red Pumpkin Beetle (*Aulacophora foveicollis*). In : *Plant Breeding*. 1993. Vol. 110, n° 1, pp. 73-76. DOI https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.1993.tb00570.x.

DIMETRY, Nadia Z., 2014. Different Plant Families as Bioresource for Pesticides. In : SINGH, Dwijendra (éd.), *Advances in Plant Biopesticides* [en ligne]. New Delhi : Springer India. pp. 1-20. ISBN 978-81-322-2005-3. Disponible à l'adresse : http://link.springer.com/10.1007/978-81-322-2006-0_1.

DOHAREY, Kumar L., 1983. Bionomics of red pumpkin beetle, *Aulacophora foveicollis* (Lucas) on some fruits. In : *Indian Journal of Entomology*. 1983. Vol. 45, pp. 406-413.

DOUGOUD, Julien, TOEPFER, Stefan, BATEMAN, Melanie et JENNER, Wade H., 2019. Efficacy of homemade botanical insecticides based on traditional knowledge. A review. In : *Agronomy for Sustainable Development*. 2019. Vol. 39, n° 4, pp. 37. DOI 10.1007/s13593-019-0583-1.

DSA, 2017. *Plan Pluriannuel de Développement Durable du Secteur Primaire (PPDDSP) de Wallis et Futuna* [en ligne]. S.l. Disponible à l'adresse : https://www.wallis-et-futuna.gouv.fr/content/download/6379/42700/file/PPDDSP-version-avril2018%20-%20VF2_ML.pdf.

DUBEY, Nawal K., SHUKLA, Ravindra, KUMAR, Ashok, SINGH, Priyanka et PRAKASH, Bhanu, 2010. Prospects of botanical pesticides in sustainable agriculture. In : *Current Science*. 2010. Vol. 98, n° 4, pp. 479-480.

ECHEVERRI, Fernando, CARDONA, Gloria, TORRES, Fernando, PELAEZ, Carlos, QUINONES, Winston et RENTERIA, Enrique, 1991. Ermanin: An insect deterrent flavonoid from *Passiflora foetida* resin. In : *Phytochemistry*. 1991. Vol. 30, n° 1, pp. 153-155. DOI https://doi.org/10.1016/0031-9422(91)84116-A.

FARAG HANAA, R. M., ABDOU, Zeinab A., SALAMA, Dawlat A., IBRAHIM, Mervat A. R. et SROR, H. A. M., 2011. Effect of neem and willow aqueous extracts on fusarium wilt disease in tomato seedlings: Induction of antioxidant defensive enzymes. In : *Annals of Agricultural Sciences*. 2011. Vol. 56, n° 1, pp. 1-7. DOI 10.1016/j.aoas.2011.05.007.

FERGUSON, John E. et METCALF, Robert L., 1985. Plant-derived defense compounds for diabroticites (Coleoptera: Chrysomelidae). In : *Journal of Chemical Ecology*. 1985. Vol. 11, pp. 311-317.

FROMAGET, Michel et BEAUDOU, Alain Gérard, 1986. Étude morpho-pédologique des Iles Wallis, Futuna et Alofi : cartes à l'échelle de 1:40000. In : *ORSTOM - Centre Nouméa*. 1986. pp. 44.

GAHUKAR, Raparuo, 2016. Plant-derived products in crop protection: effects of various application methods on pests and diseases. In : *Phytoparasitica*. 2016. Vol. 44, n° 3, pp. 379-391. DOI 10.1007/s12600-016-0524-3.

GAHUKAR, Ruparao, 2014. Potential and Utilization of Plant Products in Pest Control. In : *Integrated Pest Management Current Concepts and Ecological Perspective*. S.l. : Academic Press. pp. 125-139.

GAHUKAR, Ruparao, 2018. Management of pests and diseases of important tropical/subtropical medicinal and aromatic plants: A review. In : *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*. 2018. Vol. 9, pp. 1-18. DOI 10.1016/j.jarmap.2018.03.002.

GANI, Fatima Hamado, 2020. *Les variétés améliorées de pastèque disponibles au Niger avec des conseils pour la culture*. S.l. Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger (RECA).

GDS-V, 2020. *Bilan sanitaire annuel 2019 : Filière maraîchage & pomme de terre* [en ligne]. Chambre d'Agriculture Nouvelle Calédonie. Groupement de Défense Sanitaire du Végétal. Disponible à l'adresse : https://nouvelle-caledonie.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Outre-Mer/134_Inst-Nouvelle-Caledonie/GDS-V/Bilan_ES_2019_Maraichage.pdf.

GLENN, D. Michael et PUTERKA, Gary J., 2004. Particle Film Technology : an Overview of History, Concepts and Impact in Horticulture. In : *Acta Horticulturae*. 2004. Vol. 636, pp. 509-511. DOI 10.17660/ActaHortic.2004.636.63.

GLENN, D. Michael et PUTERKA, Gary J., 2005. Particle Films: A New Technology for Agriculture. In : *Horticultural Reviews* [en ligne]. Oxford, UK : John Wiley & Sons, Inc. pp. 1-44. ISBN 978-0-470-65088-2. Disponible à l'adresse : http://doi.wiley.com/10.1002/9780470650882.ch1.

GLENN, D. Michael, PUTERKA, Gary J., VANDERZWET, T., BYERS, R. E. et FELDHAKE, C., 1999. Hydrophobic Particle Films: A New Paradigm for Suppression of Arthropod Pests and Plant Diseases. In : *Journal of Economic Entomology*. 1999. Vol. 92, n° 4, pp. 759-771. DOI 10.1093/jee/92.4.759.

GODLEWSKA, Katarzyna, RONGA, Domenico et MICHALAK, Izabela, 2021. Plant extracts - importance in sustainable agriculture. In : *Italian Journal of Agronomy*. 2021. Vol. 16, n° 2, pp. 18-51. DOI 10.4081/ija.2021.1851.

GOPALAKRISHNAN, Subrama, KUMARI, B. Ratna, VIJAYABHARATHI, Rajendran, SATHYA, Arumu, SRINIVAS, Vadlamudi et RAO, G. V. Ranga, 2014. Efficacy of Major Plant Extracts/Molecules on Field Insect Pests. In : SINGH, Dwijendra (éd.), *Advances in Plant Biopesticides* [en ligne]. New Delhi : Springer India. pp. 63-88. ISBN 978-81-322-2005-3. Disponible à l'adresse : http://link.springer.com/10.1007/978-81-322-2006-0_5.

GUJAR, Govind T. et MEHROTRA, Krishna N., 1988. Biological activity of neem against the red pumpkin beetle, *Aulacophora Foveicollis*. In : *Phytoparasitica*. 1988. Vol. 16, n° 4, pp. 293-302. DOI 10.1007/BF02979505.

GULERIA, Sanjay et KUMAR, Ashok, 2006. Azadirachta indica leaf extract induces resistance in sesame against Alternaria leaf spot disease. In : *Journal of Cell and Molecular Biology*. 2006. Vol. 5, n° 2, pp. 81-88.

GUNKEL-GRILLON, Peggy, ROTH, Estelle, LAPORTE-MAGONI, Christine et LE MESTRE, Monika, 2015. Effects of long-term raw pig slurry inputs on nutrient and metal contamination of tropical volcanogenic soils, Uvéa Island (South Pacific). In : *Science of the Total Environment*. 2015. Vol. 533, pp. 339-346. DOI 10.1016/j.scitotenv.2015.06.110.

HAMEED, Imad Hadi, COTOS, Maria Rosario et HADI, Mohammed Yahya, 2017. Antimicrobial, Antioxidant, Hemolytic, Anti-anxiety, and Antihypertensive activity of Passiflora species. In : *Research Journal of Pharmacy and Technology*. 2017. Vol. 10, n° 11, pp. 4079-4084. DOI 10.5958/0974-360X.2017.00739.9.

HAZZARD, Ruth V., WICK, Roger, HOWELL, J. et ANDENMATTEN, T., 2002. Evaluation of management strategies for striped cucumber beetle and bacterial wilt in pumpkin, 2001 and 2002. In : *University Massachusetts Extension Vegetable Program*. 2002. pp. 11.

HELY, Carl P., GELLATLEY, John G. et PASFIELD, Gordon, 1982. *Insect pests of fruit and vegetables in NSW*. Clayton, Vic : Inkata Press. Australian land series. ISBN 978-0-909605-27-8. 635/.0497

HOWE, Wayne L., SANBORN, James R. et RHODES, A. M., 1976. Western Corn Rootworm Adult and Spotted Cucumber Beetle Associations with Cucurbita and Cucurbitacins. In : *Environmental Entomology*. 1976. Vol. 5, n° 6, pp. 1043-1048. DOI 10.1093/ee/5.6.1043.

HUGOT, Nicolas, 2014. *Diagnostic phytosanitaire et propositions « Tests de validation en milieu paysan » - Programme « Réseau de ferme bio »* [en ligne]. S.l. Integre. Disponible à l'adresse : https://integre.spc.int/images/pdf/wf/rapports/CANC_INTEGRE_2014._Rapport_Maladies_Ravageurs_WF.pdf.

IEOM, 2014. 141 : *Le secteur primaire à Wallis-et-Futuna* [en ligne]. Note expresse. S.l. Disponible à l'adresse : https://www.ieom.fr/IMG/pdf/ne141_eclairage_le_secteur_primaire_a_wallis-et-futuna.pdf.

IEOM, 2020. *Rapport annuel 2019 - Wallis-et-Futuna* [en ligne]. S.l. Disponible à l'adresse : https://www.ieom.fr/IMG/rapport_annuel_ieom_wallis-et-futuna_2019/#page=1.

JAMIOŁKOWSKA, Agnieszka, 2020. Natural Compounds as Elicitors of Plant Resistance Against Diseases and New Biocontrol Strategies. In : *Agronomy*. 2020. Vol. 10, n° 2, pp. 173. DOI 10.3390/agronomy10020173.

KAMAL, Mostofa, UDDIN, Mohammad, RAHMAN, Mahbubur, ALAM, Mohammad, SHEIKH, Islam, SHAJAHAN, M., RAFII, M. et LATIF, M., 2014. Incidence and Host Preference of Red Pumpkin Beetle, *Aulacophora foveicollis* (Lucas) on Cucurbitaceous Vegetables. In : *Life Science Journal*. 2014. Vol. 11, n° 7, pp. 459-466.

KARMAKAR, Amarnath, MITRA, Saubhik et BARIK, Anandamay, 2018. Systemically released volatiles from *Solena amplexicaulis* plant leaves with color cues influencing attraction of a generalist insect herbivore. In : *International Journal of Pest Management*. 2018. Vol. 64, n° 3, pp. 210-220. DOI 10.1080/09670874.2017.1383531.

KATHER, Hanem, 2012. Prospects of Botanical Biopesticide in Insect Pest Management. In : *Pharmacologia*. 2012. Vol. 3, n° 12, pp. 641-656. DOI 10.5567/pharmacologia.2012.641.656.

KETKAR, C. M., 2000. Use of neem (*Azadirachta Indica* A Juss) and its by products in organic farming. In : *Practice oriented results on use and production of neem-ingredients and pheromones, Proceedings of the 9th Workshop*. S.l. : s.n. pp. 31-38.

KHAN, Mohasin Hussain, 2014. Effect of different management tactics on the incidence and movement of red pumpkin beetle, *Aulacophora foveicollis* on the leaves of sweet gourd, *Cucurbita moschata*. In : *Jahangirnagar University Journal of Biological Sciences*. 2014. Vol. 3, n° 2, pp. 73-80. DOI 10.3329/jujbs.v3i2.28288.

KHAN, Mohasin Hussain, 2018. OCCURRENCE, DISTRIBUTION, HOST PREFERENCE AND DAMAGE SEVERITY OF RED PUMPKIN BEETLE- A Review. In : *Malaysian Journal of Halal Research Journal*. 2018. Vol. 1, n° 1, pp. 03-09. DOI 10.26480/mjhr.01.2018.03.09.

KHAN, Mohasin Hussain, ALAM, Mz, RAHMAN, Mahbubar, MIAH, Idris et HOSSAIN, Mm, 2012. Influence of Weather Factors on the Incidence and Distribution of Pumpkin Beetle Infesting Cucurbits. In : *Bangladesh Journal of Agricultural Research*. 2012. Vol. 37, n° 2, pp. 361-367. DOI 10.3329/bjar.v37i2.11241.

KHAN, Said Mir et WASIM, Muhammad, 2001. Assessment of Different Plant Extracts for Their Repellency Against Red Pumpkin Beetle (*Aulacophora foveicollis* (Lucas)) Attacking Muskmelon (*Cucumis melo* L.) Crop. In : *Journal of Biological Sciences*. 2001. Vol. 1, n° 4, pp. 198-200. DOI 10.3923/jbs.2001.198.200.

KHORSHEDUZZAMAN, A. K. Malik, NESSA, Z et RAHMAN, M.A., 2010. Evaluation of Mosquito Net Barrier on Cucurbit Seedlin with other Chemical, Mechanical and Botanical Approaches for Suppression of Red Pumpkin Beetle Damage in Cucurbit. In : *Bangladesh Journal of Agricultural Research*. 2010. Vol. 35, n° 3, pp. 395-401.

KOUL, Opender et WAHAB, Seema (éd.), 2004. *Neem: Today and in the New Millennium* [en ligne]. Dordrecht : Springer Netherlands. ISBN 978-1-4020-1229-7. Disponible à l'adresse : http://link.springer.com/10.1007/1-4020-2596-3.

KUNJWAL, Neha et SRIVASTAVA, Ravi Mohan, 2018. Insect Pests of Vegetables. In: OMKAR (éd.), *Pests and Their Management* [en ligne]. Singapore: Springer. pp. 163-221. ISBN 978-981-10-8687-8. Disponible à l'adresse: https://doi.org/10.1007/978-981-10-8687-8_7.

LAUFFENBURGER, Manon, 2019. *Les intrants agricoles et produits phytosanitaires à Wallis-et-Futuna - Résultats d'enquêtes*. S.l. DSA.

LEGAULT, Geneviève, 2007. *Effect of kaolin on the striped cucumber beetle (Acalymma vittatum) and cucumber growth and development* [en ligne]. Montréal, Québec : McGill University. Disponible à l'adresse : https://escholarship.mcgill.ca/concern/theses/kh04ds42h.

LENGAI, Geraldin M. W. et MUTHOMI, James W., 2018. Biopesticides and Their Role in Sustainable Agricultural Production. In : *Journal of Biosciences and Medicines*. 2018. Vol. 6, n° 6, pp. 7-41. DOI 10.4236/jbm.2018.66002.

LENIN, Neena, BAI, Hebsy et BASHKAR, Haseena, 2015. Relative Efficacy of Six Botanicals on *Diaphania indica* Saunders In Bitter Gourd. In : *25 th SWADESHI SCIENCE CONGRESS*. 2015. pp. 55.

LEWIS, Phillip A. et METCALF, Robert L., 1996. Behavior and ecology of Old World Luperini beetles of the genus *Aulacophora* (Coleoptera: Chrysomelidae). In : *CHEMOECOLOGY*. 1996. Vol. 7, n° 3, pp. 150-155. DOI 10.1007/BF01245968.

LIM, Tong Kwee, 2012. *Passiflora foetida*. In : LIM, Tong Kwee (éd.), *Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants: Volume 4, Fruits* [en ligne]. Dordrecht : Springer Netherlands. pp. 166-173. ISBN 978-94-007-4053-2. Disponible à l'adresse : https://doi.org/10.1007/978-94-007-4053-2_22.

LONGUEFOSSE, Jean-Louis, 2004. *Plantes insecticides et fongicides de la Caraïbe*. S.l. : s.n.

LUONG, Kyphuong, DUNKEL, Florence V., COULIBALY, Keriba et BECKAGE, Nancy E., 2012. Potential Use of Neem Leaf Slurry as a Sustainable Dry Season Management Strategy to Control the Malaria Vector *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae) in West African Villages. In : *Journal of Medical Entomology*. 2012. Vol. 49, n° 6, pp. 1361-1369. DOI 10.1603/ME12075.

MAHMOOD, Tariq, TARIQ, Sudheer, KHOKAR, Khalid et HUSSAIN, Syed, 2010. Comparative Effect of Different Plant Extracts and Insecticide Application as Dust to Control The Attack of Red Pumpkin Beetle on Cucumber. In : *Pakistan Journal of Agricultural Research*. 2010. Vol. 23, n° 3-4, pp. 196-199.

MARCHAND, Patrice A., ISAMBERT, Côme A., JONIS, Monique, PARVEAUD, Claude-Eric, CHOVELON, Marc, GOMEZ, C., LAMBION, J., ONDET, S., AVELINE, Nicolas, MOLOT, B., BERTHIER, Céline, FURET, Arnaud, CLERC, F., REY, A., NAVARRO, J.F., BIDAULT, Florent, MAILLE, Eric, BERTRAND, Cedric, ANDREU, V., TREUVEY, N., COULON, A., CHAPUT, C., ARUFAT, A., BRUNET, Jean-Luc, BELZUNCES, Luc, BONAFOS, Romain, GUILLET, Bertrand, CONSEIL, M., TOURNANT, L., OSTE, S. et LARRIEU, J.F., 2014. Evaluation des caractéristiques et de l'intérêt agronomique de préparations simples de plantes, pour des productions fruitières, légumières et viticoles économes en intrants. In : *Innovations Agronomiques*. 2014. Vol. 34, pp. 83-96.

MARTIN, Thibaud, SAIDI, Mwanarusi, KOMLAN, Françoise A., SIMON, Serge, KASINA, M., VIDOGBÉNA, Faustin, PARROT, Laurent, ADEGBIDI, Anselme, WASILWA, Luike A., SUBRAMANIAN, Sevgan, BAIRD, Vance et NGOUAJIO, Mathieu, 2014. Des filets anti insectes pour protéger les cultures maraîchères en Afrique Subsaharienne : une technologie rentable et adaptée aux conditions climatiques. In : *10e Conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier, France, 22 et 23 octobre 2014*. 2014. pp. 9.

METCALF, Robert L., 1979. Plants, Chemicals, and Insects: Some Aspects of Coevolution. In : *Bulletin of the Entomological Society of America*. 1979. Vol. 25, n° 1, pp. 30-35. DOI 10.1093/besa/25.1.30.

METCALF, Robert L., METCALF, Robert A. et RHODES, A. M., 1980. Cucurbitacins as kairomones for diabroticite beetles. In : *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1980. Vol. 77, n° 7, pp. 3769-3772. DOI 10.1073/pnas.77.7.3769.

METCALF, Robert L. et RHODES, A. M., 1990. Coevolution Of the Cucurbitaceae And Luperini (Coleoptera: Chrysomelidae): Basic And Applied Aspects. In : *Biology and Utilization of the Cucurbitaceae* [en ligne]. S.l. : Cornell University Press. pp. 167-182. ISBN 978-1-5017-4544-7. Disponible à l'adresse : https://www.degruyter.com/document/doi/10.7591/9781501745447-016/html.

METHA, Kumar P. et SANDHU, Gurpreet S., 1992. Cucurbitacins and some other biochemicals in relation to cucurbits susceptibility ro red pumpkin beetle. In : *Proceedings of the Indian National Science Academy*. 1992. Vol. 58, n° 6, pp. 371-376.

MEYER, Jean-Yves, MUZINGER, Jérome et PILLON, Yohan, 2010. *Inventaire de la flore secondaire (plantes introduites, cultivées, naturalisées ou envahissantes) de l'archipel de Wallis et Futuna*. Nouméa. Délégation à la Recherche, Papeete & IRD.

MILLE, Christian, JOURDAN, Hervé, TOUSSIROT, Marine, CAZÈRES, Sylvie et GRANDISON, Gordon, 2020. Guide de reconnaissance des ravageurs et auxiliaires des cultures de Wallis et Futuna. In : *Institut Agronomique néo-Calédonien (IAC)*. 2020.

MONDAL, Bholanath, MONDAL, Chandan Kumar et MONDAL, Palash, 2020. *Stresses of cucurbits: current status and management* [en ligne]. Singapore : Springer. ISBN 9789811578915. Disponible à l'adresse : https://doi.org/10.1007/978-981-15-7891-5.

MOORTHI, Vinayaga et BALASUBRAMANIAN, 2016. *Aulacophora foveicollis*, a natural diet to entomopathogenic fungus, Beauveria bassiana. In : *The Journal of Basic & Applied Zoology*. 2016. Vol. 73, pp. 28-31. DOI 10.1016/j.jobaz.2015.09.007.

MORDUE, Jennifer A. et NISBET, Alasdair J., 2000. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. In : *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. 2000. Vol. 29, n° 4, pp. 615-632. DOI 10.1590/S0301-80592000000400001.

MUKHERJEE, Abhishek, SARKAR, Nupur et BARIK, Anandamay, 2014. Long-chain free fatty acids from *Momordica cochinchinensis* leaves as attractants to its insect pest, *Aulacophora foveicollis* Lucas (Coleoptera: Chrysomelidae). In : *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 2014. Vol. 17, n° 3, pp. 229-234. DOI 10.1016/j.aspen.2014.01.010.

MUKHERJEE, Abhishek, SARKAR, Nupur et BARIK, Anandamay, 2015. *Momordica cochinchinensis* (Cucurbitaceae) leaf volatiles: semiochemicals for host location by the insect pest, *Aulacophora foveicollis* (Coleoptera: Chrysomelidae). In : *Chemoecology*. 2015. Vol. 25, n° 2, pp. 93-104. DOI 10.1007/s00049-014-0179-9.

MUNIAPPAN, Rangaswamy, SHEPARD, Merle, CARNER, Gerald et AUN-CHUAN OOI, Peter, 2012. *Arthropod pests of horticultural crops in tropical Asia*. Wallingford, Oxfordshire, UK ; Cambridge, MA : CABI. ISBN 978-1-84593-951-9. SB608.H83 A78 2012

NABOULSI, Imane, ABOULMOUHAJIR, Aziz, KOUISNI, Lamfeddal, BEKKAOUI, Faouzi et YASRI, Abdelaziz, 2018. Plants extracts and secondary metabolites, their extraction methods and use in agriculture for controlling crop stresses and improving productivity: A review. In : *Academia Journal of Medicinal Plants*. 2018. Vol. 6, n° 8, pp. 223-240. DOI 10.15413/ajmp.2018.0139.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1992. *Neem: A Tree for Solving Global Problems* [en ligne]. Washington, D.C. : National Academies Press. ISBN 978-0-309-04686-2. Disponible à l'adresse : http://www.nap.edu/catalog/1924.

NISHIDA, Ritsuo, YOKOYAMA, Masaru et FUKAMI, Hiroshi, 1992. Sequestration of cucurbitacin analogs by New and Old World chrysomelid leaf beetles in the tribe Luperini. In : *CHEMOECOLOGY*. 1992. Vol. 3, n° 1, pp. 19-24. DOI 10.1007/BF01261452.

NTALLI, Nikoletta et MENKISSOGLU-SPIROUDI, Urania, 2011. Pesticides of Botanical Origin: a Promising Tool in Plant Protection. In : STOYTCHEVA, Margarita (éd.), *Pesticides - Formulations, Effects, Fate* [en ligne]. S.l. : InTech. ISBN 978-953-307-532-7. Disponible à l'adresse : http://www.intechopen.com/books/pesticides-formulations-effects-fate/pesticides-of-botanical-origin-a-promising-tool-in-plant-protection.

OGUNSOLA, Justina-Folasayo, 2019. *Incidence of Leaf Blight Disease of Egusi Melon and its Management With Biopesticide in Southwestern Nigeria*. Thèse de Doctorat. S.l. : s.n.

OKRIKATA, Emmanuel, OGUNWOLU, Oludele et ODIAKA, Ifeoma, 2020. Effect of Cyper-diforce® Application and Variety on Major Insect Pests of Watermelon in the Southern Guinea Savanna of Nigeria. In : *Jordan Journal of Biological Sciences*. 2020. Vol. 13, n° 1, pp. 107-115.

OSMAN, M. Z. et PORT, Gordon R., 1990. Systemic action of neem seed substances against *Pieris brassicae*. In : *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 1990. Vol. 54, n° 3, pp. 297-300. DOI 10.1111/j.1570-7458.1990.tb01341.x.

PATEL, D. R., PATEL, R. M., PATEL, P. H. et DABHI, M.V., 2021. Evaluation of Different Botanicals against Red Pumpkin Beetle, *Aulacophora foveicollis* Lucas Infesting Cucumber. In : *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2021. Vol. 10, n° 2, pp. 3133-3140. DOI 10.20546/ijcmas.2021.1002.343.

PATIL, Anita, PAIKRAO, Hariprasad et PATIL, Sumeet, 2013. *Passiflora foetida* Linn: A complete morphological and phytopharmacological review. In : *International Journal of Pharma and Bio Sciences*. 2013. Vol. 4, n° 1, pp. 285-296.

PAVELA, Roman, 2007. Possibilities of botanical insecticide exploitation in plant protection. In : *Pest Technology*. 2007. Vol. 1, n° 1, pp. 47-52.

PAVLŮ, Lenka, KODEŠOVÁ, Radka, FÉR, Miroslav, NIKODEM, Antonín, NĚMEC, František et PROKEŠ, Radek, 2021. The impact of various mulch types on soil properties controlling water regime of the Haplic Fluvisol. In : *Soil and Tillage Research*. 2021. Vol. 205, pp. 104748. DOI 10.1016/j.still.2020.104748.

PETIT, Jean-Luc, 2010. Contre le Puceron Vert du Pêcher - Enfn une Argile Française Homologuée. In : *Biofil*. 2010. Vol. 70, pp. 45-47.

PUTERKA, Gary J., GLENN, D. Michael et PLUTA, Richard C., 2005. Action of Particle Films on the Biology and Behavior of Pear Psylla (Homoptera: Psyllidae). In : *Journal of Economic Entomology*. 2005. Vol. 98, n° 6, pp. 2079-2088. DOI 10.1093/jee/98.6.2079.

QASIM, Muhammad, ISLAM, Waqar, ASHRAF, Hafiza Javaria, ALI, Imran et WANG, Liande, 2020. Saponins in Insect Pest Control. In : MÉRILLON, Jean-Michel et RAMAWAT, Kishan Gopal (éd.), *Co-Evolution of Secondary Metabolites* [en ligne]. Cham : Springer International Publishing. Reference Series in Phytochemistry. pp. 897-924.
ISBN 978-3-319-96397-6. Disponible à l'adresse : https://doi.org/10.1007/978-3-319-96397-6_39.

QUILLET, Morgane, 2012. *Recensement des Maraichers du Territoire de Wallis 2012*. S.l. Service d'Etat de l'agriculture, de la forêt et la pêche.

RAHAMAN, Mohammad et PRODAN, Mohammad, 2007. Effects of net barrier and synthetic pesticides on red pumpkin beetle and yield of cucumber. In : *International Journal of Sustainable Crop Production*. 2007. Vol. 2, n° 3, pp. 30-34.

RAJAK, Daleshwar et SINGH, Harjeet, 2002. Comparative Efficacy of Pesticides Against Red Pumpkin Beetle, *Aulacophora foveicollis* on muskmelon. In : *Annals of Plant Protection Sciences*. 2002. Vol. 10, n° 1, pp. 147-148.

RAJAPAKSE, Rohan et RATNASEKERA, Disna, 2007. The management of the major insect pests *Bactocera Cucurbitae* (Diptera: Tephritidae) and *Aulacaphora* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) in cucurbits in Southern Sri Lanka under three intensive systems: Integrated, chemical and organic agriculture. In : *Acta Horticulturae*. 2007. Vol. 731, pp. 303-309. DOI 10.17660/ActaHortic.2007.731.41.

RASHID, Muhammad, KHAN, Muhammad, ARIF, Muhammad, GOGI, Muhammad et BASHIR, Muhammad, 2015. Investigating the Performance of Different Mechanical Traps for the Management of Red Pumpkin Beetle (*Aulacophora Foveicollis* LUCAS) in Indian Snap Melon. In : *Pakistan Entomologist*. 2015. Vol. 37, n° 2, pp. 133-136.

RASHID, Muhammad, KHAN, Muhammad, ARIF, Muhammad et JAVED, Nazir, 2014. Red Pumpkin Beetle, *Aulacophora foveicollis* Lucas; A Review of Host Susceptibility and Management Practices. In : *Academic Journal of Entomology*. 2014. Vol. 7, n° 1, pp. 38-54. DOI 10.5829/idosi.aje.2014.7.1.1112.

RASHID, Muhammad, KHAN, Muhammad, ARIF, Muhammad et NAZIR, Javed, 2015. Intensive management of red pumpkin beetle (*Aulacophora foveicollis* Lucas) in different ecological regions. In : *Pakistan Journal of Zoology*. 2015. Vol. 47, n° 6, pp. 1611-1616.

RASHID, Muhammad, NAEEM, Muhammad, TARIQ, Muhammad, KHAN, Muhammad et SHAHEEN, Farid, 2016. Population and infestation assessment of red pumpkin beetle (*Aulacophora foveicollis* Lucas) and management using botanicals. In : *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2016. Vol. 4, n° 4, pp. 1072-1075.

RATHODI, S. T., BORAD, P. K. et BHAT, Nimish A., 2009. Bio-Efficacy of Neem Based and Synthetic Insecticides Against Red Pumpkin Beetle, *Aulacophora Foveicollis* (Lucas) on Bottle Gourd. In : *Pest Management in Horticultural Ecosystems*. 2009. Vol. 15, n° 2, pp. 150-154.

RATIARSON, Olivier, 2016. *Essai Courgette 2016 - Utilisation d'un Voile de Croissance Contre les Chrysomèles* [en ligne]. Nouvelle Calédonie. Centre Technique et d'Expérimentations en Maraîchage. Disponible à l'adresse : https://www.technopole.nc/sites/default/files/courgettes_2016_-p17_x_chrysomeles.pdf.

REED, Dana Kim, WARTHEN, J. David, UEBEL, Edward et REED, Gary, 1982. Effects of Two Triterpenoids from Neem on Feeding by Cucumber Beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). In : *Journal of Economic Entomology*. 1982. Vol. 75, n° 6, pp. 1109-1113. DOI 10.1093/jee/75.6.1109.

REED, David K. et REED, Gary L., 1984. Control of Vegetable Insects with Neem Seed Exracts. In : *Proceedings of the Indiana Academy of Science*. 1984. Vol. 94, pp. 335-340.

REGNAULT-ROGER, Catherine et PHILOGÈNE, Bernard, 2008. Past and Current Prospects for the Use of Botanicals and Plant Allelochemicals in Integrated Pest Management. In : *Pharmaceutical Biology*. 2008. Vol. 46, n° 1-2, pp. 41-52. DOI 10.1080/13880200701729794.

REID, Chris, HALLING, Luke et BEATSON, Max, 2021. Revision of the Australopapuan and West Pacific species of plain pumpkin beetles, the *Aulacophora* indica species-complex (Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae). In : *Zootaxa*. 2021. Vol. 4932, n° 1, pp. 1-73. DOI https://doi.org/10.11646/zootaxa.4932.1.1.

ROY, Donald et PANDE, Yan, 1991. Biological studies on the red pumpkin beetle, *Raphidopalpa foveicollis* (Lucas) (Coleoptera: Chrysomelidae) in Tripura. In : *Journal of Advanced Zoology*. 1991. Vol. 12, n° 1, pp. 1-6.

SAMI, Amtul Jamil, 2014. *Azadirachta indica* derived compounds as inhibitors of digestive alpha-amylase in insect pests: Potential bio-pesticides in insect pest management. In : *European Journal of Experimental Biology*. 2014. Vol. 4, n° 1, pp. 259-264.

SAMUEL, Onil, CARRIER, Gaetan et LEFEBVRE, Lyse, 2007. *Document d'appui à la définition nosologique : atteinte de systèmes consécutive à une exposition aux insecticides organophosphorés ou carbamates*. Institut national de santé publique du Québec : s.n. ISBN 978-2-550-49988-6.

SCHMUTTERER, Heinrich et FRERES, Tom, 1990. Influence of neem-seed oil on metamorphosis, colour and behaviour of the desert locust *Schistocerca gregaria* (Forsk.) and the African migratory locust *Locusta migratoria migratorioides* (R. & F.). In : *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. 1990. Vol. 97, n° 4, pp. 431-438.

SCHREINER, Isle et NAFUS, Donald, 1994. Soil insecticides, plastic mulch and adult control as methods of reducing populations of larval *Aulacophora similis* (Coleoptera; chrysomelidae) in cantaloupe fields. In : *International Journal of Pest Management*. 1994. Vol. 40, n° 1, pp. 50-55. DOI 10.1080/09670879409371853.

SHARMA, Akhilesh, RANA, Chanchal et SHIWANI, Kumari, 2016. Important Insect Pests of Cucurbits and Their Management. In : *Handbook of Cucurbits: Growth, Cultural Practices and Physiology*. First. Chapter 19 : CRC Press 2016. pp. 327-360.

SIEGWART, Myriam, GRAILLOT, Benoit, BLACHERE LOPEZ, Christine, BESSE, Samantha, BARDIN, Marc, NICOT, Philippe C. et LOPEZ-FERBER, Miguel, 2015. Resistance to bio-insecticides or how to enhance their sustainability: a review. In : *Frontiers in Plant Science*. 2015. Vol. 6, pp. 381. DOI 10.3389/fpls.2015.00381.

SINGH, Anita, KATARIA, Ruchika et KUMAR, Dolly, 2012. Repellence property of traditional plant leaf extracts against *Aphis gossypii* Glover and *Phenacoccus solenopsis* Tinsley. In : *African Journal of Agricultural Research*. 2012. Vol. 7, n° 11, pp. 1623-1628. DOI 10.5897/AJAR11.558.

SINGH, Shivendra et SINGH, R. Paul, 1998. Neem (*Azadirachta indica*) seed kernel extracts and azadirachtin as oviposition deterrents against the melon fly (*Bactrocera cucurbitae*) and the oriental fruit fly (Bactrocera dorsalis). In : *Phytoparasitica*. 1998. Vol. 26, n° 3, pp. 191-197. DOI 10.1007/BF02981434.

SIROHI, Anita et TANDON, Pankaj, 2014. Insecticidal Effects of Various Parts of *Azadirachta indica* on Adults of *Aulacophora foveicollis* (Lucas) (Coleoptera: Chrysomelidae). In : *Trends in Biosciences*. 2014. Vol. 7, n° 23, pp. 3947-3949.

SMRUTHI, Ramesh, DIVYA, Mahendran, ARCHANA, Kalimuthu et MADDALY, Ravi, 2020. The active compounds of *Passiflora* spp and their potential medicinal uses from both in vitro and in vivo evidences. In : *Journal of advanced Biomedical and Pharmaceutical Sciences*. 2020. Vol. 4, n° 1, pp. 45-55. DOI 10.21608/jabps.2020.44321.1105.

STSEE, 2015. *L'enquête agricole 2014-2015 des îles Wallis et Futuna* [en ligne]. S.l. Service Territorial de la Statistique et des Études Économiques (STSEE). Disponible à l'adresse : https://www.wallis-et-futuna.gouv.fr/content/download/1396/8392/file/Premiers_resultats_EA_2015_FINAL.pdf.

SUNDARAM, Kanth M.S., 1996. Azadirachtin biopesticide: a review of studies conducted on its analytical chemistry, environmental behaviour and biological effects. In : *Journal of Environmental Science & Health Part B*. 1996. Vol. 31, n° 4, pp. 913-948.

SWAMINATHAN, Ram, MANJOO, Suman et HUSAIN, Tasdooq, 2010. Anti-feedant activity of some biopesticides on *Henosepilachna vigintioctopunctata* (F.) (Coleoptera: Coccinellidae). In : *Journal of Biopesticides*. 2010. Vol. 3, n° 1, pp. 77-80.

SZAFRANSKI, F., BLOSZYK, E. et DROZDZ, B., 1991. Activité Biologique des Extraits de Quelques Plantes des Environs de Kisangani (ZAÏRE). In : *Belgian Journal of Botany*. 1991. Vol. 124, n° 1, pp. 60-70.

TALLAMY, Douglas W. et GORSKI, Piotr M., 1997. Long- and Short-Term Effect of Cucurbitacin Consumption on *Acalymma vittatum* (Coleoptera: Chrysomelidae) Fitness. In : *Environmental Entomology*. 1997. Vol. 26, n° 3, pp. 672-677. DOI 10.1093/ee/26.3.672.

TANDON, Pankaj et SIROHI, Anita, 2009. Laboratory assessment of the repellent properties of ethanolic extracts of four plants against *Raphidopalpa foveicollis* Lucas (Coleoptera: Chrysomelidae). In : *International Journal for Sustainable Crop Production*. 2009. Vol. 4, n° 2, pp. 1-5.

TANDORO, Yohanes, WIDYAWATI, Paini Sri, BUDIANTA, Tarsisius Dwi et SUMARGO, Grace, 2020. Phytochemical Identification and Antioxydant Activity of *Passiflora Foetida* Fruits and Leaves Extracts: A Comparative Study. In : *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2020. Vol. 12, n° 6, pp. 55-58. DOI 10.22159/ijpps.2020v12i6.31505.

TANGTRAKULWANICH, Khanobporn et REDDY, Gadi V. P., 2014. Development of Insect Resistance to Plant Biopesticides: An Overview. In : SINGH, Dwijendra (éd.), *Advances in Plant Biopesticides* [en ligne]. New Delhi : Springer India. pp. 47-62. ISBN 978-81-322-2005-3. Disponible à l'adresse : http://link.springer.com/10.1007/978-81-322-2006-0_4.

TESTUD, François et GRILLET, Jean-Pierre, 2007. Insecticides organophosphorés, carbamates, pyréthrinoïdes de synthèse et divers. In : *EMC - Pathologie professionnelle et de l 'environnement*. 2007. Vol. 2, n° 2, pp. 1-24. DOI 10.1016/S1155-1925(07)71836-0.

THABET, H., BRAHMI, N., KOURAÏCHI, N., ELGHORD, H. et AMAMOU, M., 2009. Intoxications par les pesticides organophosphorés : nouveaux concepts. In : *Réanimation*. 2009. Vol. 18, n° 7, pp. 633-639. DOI 10.1016/j.reaurg.2009.05.006.

THOEMING, George, BORGEMEISTER, Christian, SÉTAMOU, Mamoudou et POEHLING, Hans-Michael, 2003. Systemic Effects of Neem on Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). In : *Journal of Economic Entomology*. 2003. Vol. 96, n° 3, pp. 817-825. DOI 10.1093/jee/96.3.817.

TRDÁ, Lucie, JANDA, Martin, MACKOVÁ, Denisa, POSPÍCHALOVÁ, Romana, DOBREV, Petre I., BURKETOVÁ, Lenka et MATUŠINSKY, Pavel, 2019. Dual Mode of the Saponin Aescin in Plant Protection: Antifungal Agent and Plant Defense Elicitor. In : *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10, pp. 1448. DOI 10.3389/fpls.2019.01448.

TRIPATHI, Subina, SHAH, Kabita Kumari, TIWARI, Injila et SHRESTHA, Jiban, 2020. Farmers' Perception about Major Insect Pests of Cucurbits and Their Management. In : *Indonesian Journal of Agricultural Research*. 2020. Vol. 3, n° 3, pp. 153-170. DOI 10.32734/injar.v3i3.4414.

UJVÁRY, István, 2010. Pest Control Agents from Natural Products. In : *Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology* [en ligne]. S.l. : Elsevier. pp. 119-229. ISBN 978-0-12-374367-1. Disponible à l'adresse : https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123743671000033.

UPADHYAY, Hina, SHOME, Sambit et CHOUDHARY, Sneha, 2019. Effect of Certain Medicinal Plant Extract on, Insect Pest Management of Watermelon Cultivation. In : *Plant Archives*. 2019. Vol. 19, n° 2, pp. 1159-1162.

VISHWAKARMA, Ramanuj, CHAND, Pool et GHATAK, Sibani, 2011. Potential plant extracts and entomopathogenic Fungi against Red pumpkin beetle, *Raphidopalpa foveicollis* (Lucas). In : *Annals of Plant Protection Sciences*. 2011. Vol. 19, n° 1, pp. 84-87.

WATERHOUSE, Douglas F., 1997. *The major invertebrate pests and weeds of agriculture and plantation forestry in the southern and western Pacific*. ACIAR Monograph. S.l. : Australian Centre for International Agricultural Research. ISBN 1-86320-199-8.

WATERHOUSE, Douglas F. et NORRIS, Kenneth R., 1987. *Biological control: Pacific prospects*. Melbourne : Inkata Press. ISBN 978-0-909605-50-6. MLCM 91/03374 (Q)

YAMAGUCHI, Masatoshi, 1983. Cucurbits. In : *World Vegetables*. S.l. : Springer. ISBN 978-94-011-7909-6.

YAROU, Boni, SILVIE, Pierre, ASSOGBA KOMLAN, Françoise, MENSAH, Armel, ALABI, Taofic, VERHEGGEN, François et FRANCIS, Frédéric, 2017. Plantes pesticides et protection des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest (synthèse bibliographique). In : *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*. 2017. Vol. 21, n° 4, pp. 288-304. DOI 10.25518/1780-4507.16175.

YEMADJE, Pierrot Lionel, 2020. *Pratiques remarquables du réseau DEPHY FERME*. Mayotte. Réseau DEPHY.

ZABEL, A., MANOJLOVIC, B., RAJKOVIC, S., STANKOVIC, S. et KOSTIC, And M., 2002. Effect of Neem extract on *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae) and *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae). In : *Anzeiger für Schädlingskunde*. 2002. Vol. 75, n° 1, pp. 19-25. DOI 10.1046/j.1439-0280.2002.02006.x.

Sitographie

[1] Météo Wallis-et-Futuna - Climat. In : Météo France Nouvelle Calédonie [en ligne]. [Consulté le 18 mars 2021]. Disponible à l'adresse : http://www.meteo.nc/wallis-et-futuna/climat/releves.

[2] Ministère des Outre-Mer. In : Ministère des Outre-Mer - Wallis-et-Futuna [en ligne] [Consulté le 20 mars 2021]. 2016. Disponible à l'adresse : https://outre-mer.gouv.fr/wallis-et-futuna.

[3] HUGOT, Nicolas et ROCHETTE, C, 2021. Chrysomèles des cucurbitacées de Nouvelle-Calédonie. In : Ephytia [en ligne]. 2021. [Consulté le 17 mars 2021]. Disponible à l'adresse : http://ephytia.inra.fr/fr/C/24704/Tropileg-Chrysomeles-de-Nouvelle-Caledonie.

[4] TSATSIA, Helen et JACKSON, Grahame, 2010. Pumpkin beetle. In : Pacific Pests, Pathogens & Weeds - Fact Sheets [en ligne] [Consulté le 04 avril 2021]. 2010. Disponible à l'adresse : https://apps.lucidcentral.org/ppp_v9/text/web_full/entities/pumpkin_beetle_040.htm.

[5] CABI, 2020. Aulacophora foveicollis. In : Crop Protection Compendium [en ligne] [Consulté le 20 mai 2021]. 2020. Disponible à l'adresse : https://www.cabi.org/cpc/datasheet/7922.

[6] SNYDER, William, 2019. Managing Cucumber Beetles in Organic Farming Systems. In : [en ligne] [Consulté le 08 avril 2021]. 2019. Disponible à l'adresse : https://eorganic.org/node/5307.

[7] CABI, 2017. Red pumpkin beetle on cucurbits. In : Plantwise Knowledge Bank [en ligne]. 2017. [Consulté le 20 mai 2021]. Disponible à l'adresse : https://www.plantwise.org/KnowledgeBank/pmdg/20177801271.

[8] APECA, 2019. Production et Utilisation de Préparations Naturelles en Agriculture. In : [en ligne] [Consulté le 10 avril 2021]. 2019. Disponible à l'adresse : http://www.confederationpaysanne.fr/sites/1/mots_cles/documents/DOM-TOM.pdf?PHPSESSID=g4cb5cmtltp6e6150khleb3id2.

AGROCAMPUS OUEST

☑ **CFR Angers** ☐ **CFR Rennes**

Année universitaire : 2020-2021 Spécialité : Horticulture Spécialisation (et option éventuelle) : Protection des Plantes et de l'Environnement en Horticulture (PPE-H)	**Mémoire de Fin d'Études** ■ d'ingénieur d'AGROCAMPUS OUEST (École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage), école interne de L'institut Agro (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement) ☐ de master d'AGROCAMPUS OUEST (École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage), école interne de L'institut Agro (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement) ☐ de Montpellier SupAgro (étudiant arrivé en M2) ☐ d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Evaluation agronomique de méthodes de lutte contre la chrysomèle des cucurbitacées, *Aulacophora fauveli*, sur Wallis

Par : Raphaël BREUIL

ANNEXES

Soutenu à Wallis le 1er septembre 2021

Devant le jury composé de :
Président : Nicolas CHEN
Maître de stage : Marine ESNOUF
Enseignant référent : Bruno JALOUX

Autres membres du jury (Nom, Qualité) :
Brigitte PELLETIER

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'Agrocampus Ouest

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation «Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France» disponible en ligne http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr

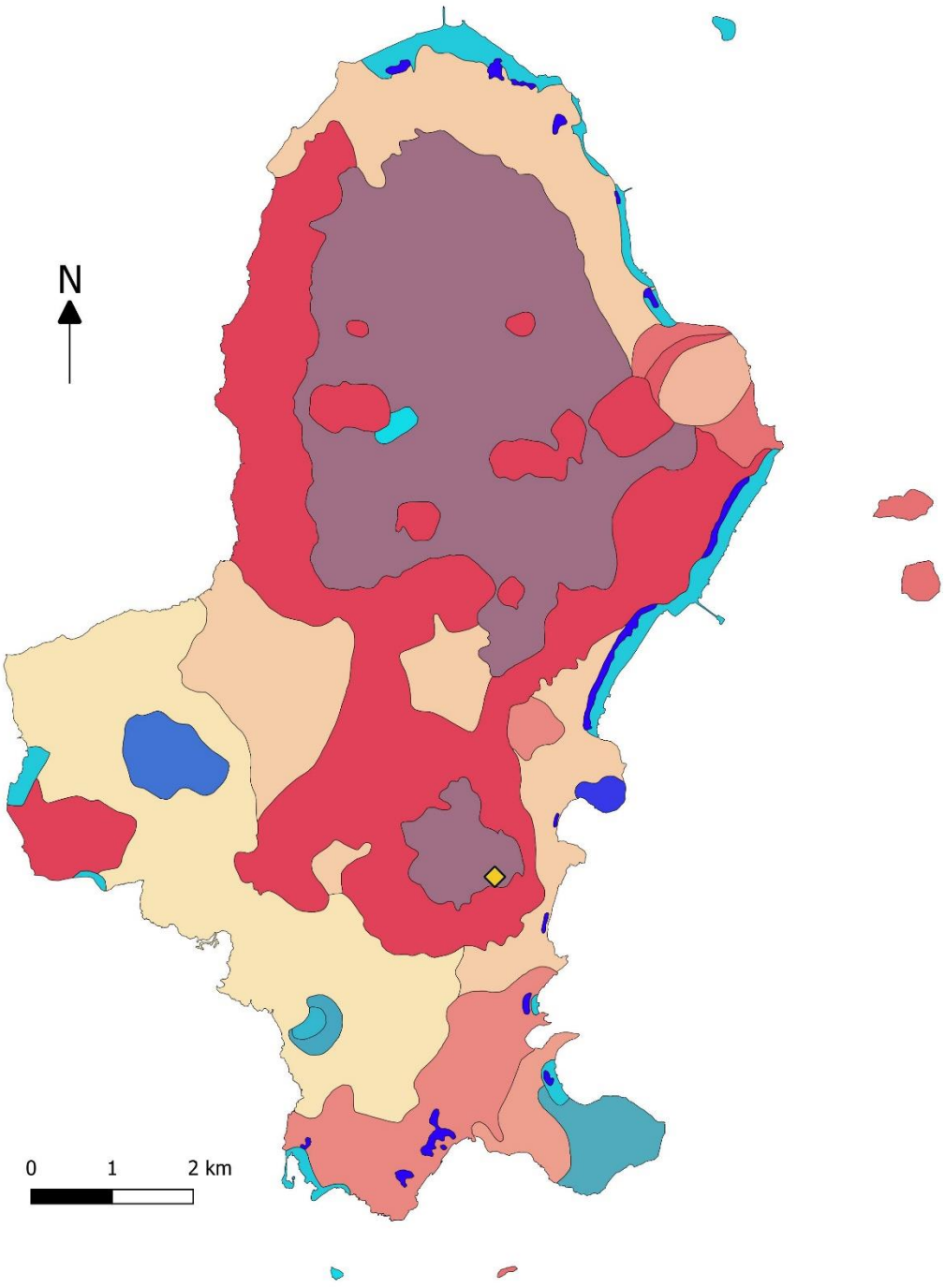
ANNEXE I : RETOURS DES VISITES CHEZ LES MARAICHERS WALLISIENS

Maraîcher	Surface	Date de visite	Cultures plantées	Nb de chrysomèle/plant	Note*	Impact	Note*	Autres problèmes observés
Mikaele Neti (Tui Toafa)	~850m²	16/04/21	Tomates, Poivrons, Piment, Concombre, Haricot	Courgettes en plante piège (stade récolte), infestées (>10/plant) Concombre (stade récolte) 5-10/plant	3	Faible	1	Mouche des fruits, Fertilité du sol
		18/05/21	Tomates, Poivrons, Piment, Concombre, Haricot	Concombre (stade 4-6 feuilles) 5/plant	3	Moyen à impactant	2-3	Oiseaux, Mouche des fruits, Fertilité du sol
Lycée Agricole (LPA)	~2000m²	20/04/21	Serre : Tomate, Salade, Persil, Carotte, Courgette Plein air : Pastèque, Ananas, Papaye, Aubergine	Courgettes (stade récolte), 10/plant Pastèque faiblement touchée 0-1/plant	3 1	Faible Faible	1 1	Coccinelles phytophages, Oiseaux, Rats
Valelia	~500m²	23/04/21	Tomate, Concombre, Aubergine, Haricot, Choux, Choux-Chine, Salade, Piment, Poivron, Pastèque	Parcelle haute : Concombre et Pastèque (stade élongation) 5/plant Parcelle basse : Concombre et Melon (stade élongation) 0/plant	2 0	Limitant Nul	3 0	Coccinelles phytophages, Chenilles sur choux (*Plutella xylostella*)
Stéphanie Khalili	~100m²	22/04/21	Tomate, Concombre, Aubergine, Poivron	Concombre (stade récolte) 5/plant	2	Faible	1	Nématodes, Pucerons, Cochenilles
Bernard Château	~700m²	26/04/21	Tomate	-	-	-	-	Chenille (*Helicoverpa armigera*) ; Chrysomèle le plus problématique quand il avait des cucurbitacées
Sapeta Tuitoga	~100m²	27/04/21	Tomate, Haricot, Courge	Courge (stade de levée) >5/plant	3	Limitant	3	Fertilité du sol
Melesete Tuitavake	~800m²	27/04/21	Tomate, Concombre, Aubergine, Haricot, Salade, Piment, Poivron	Concombre (stade élongation) Pression forte	3	Limitant	3	-
Mamalu Lagikula	~400m²	05/05/21	Concombre, Haricot	Concombre (stade moins de 5 feuilles) 5/plant	3	Moyen	2	-
		01/06/21	Concombre, Haricot	Concombre (stade floraison) 5-10/plant	3	Faible	1	-
		20/07/21	Concombre, Melon, Courgette, Tomate, Poivron	Concombre (stade floraison) 2-3/plant Courgette et Melon (stade floraison) >10/plant	2 3	Faible Limitant	1 3	-

								-
Association Halalo	~200m²	06/05/21	Tomate, Aubergine, Carotte, Poivron, Salade	-	-	-	-	Coccinelles phytophages
		01/06/21	Tomate, Aubergine, Carotte, Poivron, Salade	Courgette (4-6 feuilles) ravagée (90-100% défoliation) mais 0-1/plant (chrysomèles parties)	1	Limitant	3	Coccinelles phytophages

*D'après Hugot, 2014.

ANNEXE II : CARTE PEDOLOGIQUE DE WALLIS



Source : Pléiades © CNES 2019, Distribution AIRBUS DS, tous droits réservés.Usage commercial interdit

PositionLPA

Unités morpho-pédologiques de Wallis

- Sols ferrallitiques, faiblement désaturés SOIT Rajeunis SOIT Penévolués SOIT Humifères
- Sols ferrallitiques, faiblement désaturés SOIT Rajeunis SOIT typiques et humiques
- Sols ferrallitiques, faiblement désaturés, rajeunis avec érosion et remaniement
- Sols ferrallitiques, faiblement désaturés, typiques, d'apport colluvial
- Sols ferrallitiques, faiblement désaturés, typiques, humifères parfois faiblement rajeunis
- Sols ferrallitiques, fortement désaturés, oxydiques, SOIT modaux SOIT rajeunis par érosion
- Sols ferrallitiques, moyennement désaturés, humifères, rajeunis par érosion
- Sols ferrallitiques, oxydiques, modaux, fortement désaturés
- Sols ferrallitiques, oxydiques, profonds, faiblement désaturés
- Sols peu évolués d'apport colluvial OU sols ferrallitiques rajeunis
- Sols peu évolués d'érosion ou d'apport OU sols bruns eutrophes peu évolués
- Sols peu évolués, non climatiques, d'apport marin calcaire et colluvio-alluvial, arénique et rudique
- Sols peu évolués, non climatiques, d'apports volcaniques friables, lithiques
- Sols peu évolués, non climatiques, d'apports volcaniques friables, régosolitiques
- Sols peu évolués, non climatiques, d'apports volcaniques, friables, humifères
- Sols peu évolués, non climatiques, d'érosion, régosoliques

Figure - Carte pédologique de Wallis avec l'emplacement de la parcelle d'expérimentale (d'après Fromaget et Beaudou, 1986)

ANNEXE III : SUIVI AGRONOMIQUE ET SANITAIRE

Date	Actions/Observations
14/05	Préparation du sol (décompactage, apport de compost)
17/05	Formation des billons
18/05	Semis direct pleine terre,
25/05	Semis de concombre Tokyo sur les planches n'ayant pas levées + Mise en place des ombrières
28/05	1er traitement. Aucunes chrysomèles – aucun dégât (sauf un cotylédon complétement coupé (80%) autre ravageur ?)
31/05	Aucunes chrysomèles – aucun dégât Tout a levé sauf les courges (15 pas levées sur les 32 plantées (problème de semences ?)) 1 pastèque n'a pas levée
02/06	2ème traitement. Observations de mouches mineuses et symptômes sur pastèques
04/06	Premières chrysomèles et premiers dégâts Contraste et hétérogénéité du développement des plants entre les planches voire même au sein même d'une planche
07/06	Chrysomèles sur les mêmes planches, plus 3 nouvelles dont 2 contrôles
08/06	Fertilisation (biofertilisant liquide fiente de poule)
09/06	3ème traitement
11/06	Observation juste après la pluie Dégâts sont faits sur les 3-4ème feuilles vraies des potirons et des pastèque (en avance par rapport en autres). Aucun dégât sur cotylédons à part 1 sur concombre (dégâts de mouche mineuses sur cotylédons). Présence de pucerons sur pastèque dans 2 parcelles contrôles
14/06	Peu de chrysomèles sont observées Fourmis et pucerons présents, symptômes importants sur pastèque
16/06	4ème traitement
18/06	Population de chrysomèle toujours faible, symptômes et dégâts de mildiou après dégâts de chrysomèles
21/06	Début de floraison
22/06	Fertilisation (biofertilisant liquide fiente de poule). Mesure humidimètre
23/06	5ème et dernier traitement - Retirer les ombrières – Observation d'une chenille (probablement *Diaphania indica*). Mesure humidimètre
24/06	Première fructification
28/06	Des plants sont toujours chétifs
02/07	Dégâts de chenille, *Diaphania indica* ; Observations des hôtes et parties préférentiellement attaquées
06/07	Mesure humidimètre et Observations des hôtes et parties préférentiellement attaquées Première récolte concombre
09/07	Récolte concombre
13/07	Récolte concombre
15/07	Récolte concombre
16/07	Récolte concombre, pastèques déformées puis pourrissement apical (problème physiologique Ca)
21/07	Nouvelle observation de pastèque déformées et pourrissants (problème physiologique Ca), Mesure Humidimètre
26/07	Nouvelle observation de pastèque déformées et pourrissants (problème physiologique Ca)
27/07	Récolte concombre
28/07	Récolte concombre-pastèque-courge
29/07	Mesure Humidimètre
04/08	Récolte concombre-courge
06/08	Récolte concombre-pastèque-courge, 3 pastèques pourris
09/08	Récolte pastèque
10/08	Récolte potiron
11/08	Récolte concombre-pastèque-courge et potiron, 1 pastèque et 1 courge pourrissantes
13/08	Récolte concombre-pastèque-courge et potiron, 3 pastèques pourris
17/08	Récolte potiron, 4 pastèques nécrosées
19/08	Dernière récolte de concombres-courges et pastèques

ANNEXE IV : SCRIPT DE L'ANALYSE STATISTIQUE SUR R

```
#Chargement des packages#
library(readxl)
library(multcomp)
library(multcompView)

data<-read_excel(path="Observation.xlsx",
    +sheet=1, col_names=TRUE)

###Distribution de la variable###
hist(data$Variable)
qqnorm(data$Variable)
qqline(data$Variable)

###Interaction entre les facteurs
#et entre la variable et les facteurs###
table(data$Facteur1,data$Facteur2)
boxplot(data$Variable~data$Facteur1*data$Facteur2)

### Modélisation###
mod<-glm(data$Variable ~ data$Facteur,family=poisson(link=log))
drop1(mod,test='Chi')
summary(mod)

###Index de surdispersion
E1 <- resid(mod1, type = "pearson") # (Y - mu) / sqrt(mu)
N  <- nrow(data)
p  <- length(coef(mod1))
sum(E1^2) / (N - p)

###Validation de l'analyse avec étude des résidus du modèle###
plot(mod,
     pch=16,
     col="red")

###Test Post-Hoc###
PostHoc_tukey<-glht(mod, linfct=mcp(Trait="Tukey"))
PostHoc_tukey
cld(PostHoc_tukey)

###Graphique
ANOVA<-aov(mod)
TUKEY <- TukeyHSD(x=ANOVA, 'Facteur', conf.level=0.95)

generate_label_df <- function(TUKEY, variable){

  Tukey.levels <- TUKEY[[variable]][,4]
  Tukey.labels <- data.frame(multcompLetters(Tukey.levels)['Letters'])
  Tukey.labels$Trait=rownames(Tukey.labels)
  Tukey.labels=Tukey.labels[order(Tukey.labels$Trait) , ]
  return(Tukey.labels)
}
LABELS <- generate_label_df(TUKEY , "Facteur")
a <- boxplot(Poid ~ Trait , ylim=c(0 , 1.15*max(Poid)),
 + ylab="Récolte totale en kg" ,xlab = "Traitement",
 + cex.axis=1.2,cex.lab=1.4, main="")

over <- 0.1*max( a$stats[nrow(a$stats),] )
text( c(1:nlevels(Trait)) , a$stats[nrow(a$stats),]+over , LABELS[,1])
```

```
### Germination entre les traitements###
Ger<-c(36,35,38,35); Nger<-c(4,5,2,5)
K<-cbind(Ger,Nger) ; row.names(K)<-c("P","N","O","C")

fisher.test(K)

### Germination entre les blocs###
Ger1<-c(37,36,36,35); Nger1<-c(3,4,4,5)
M<-cbind(Ger1,Nger1); row.names(M)<-c("B1","B2","B3","B4")

fisher.test(M)

#Chargement des packages#
library(readxl)
library(multcomp)

data<-read_excel(path="Observation.xlsx", sheet=1, col_names=TRUE)

###Distribution de la variable###
hist(data$Variable)
qqnorm(data$Variable)
qqline(data$Variable)

###Interaction entre les facteurs et entre la variable et les facteurs###
table(data$Facteur1,data$Facteur2)
boxplot(data$Variable~data$Facteur1*data$Facteur2)

### Modélisation###
mod<-lm(data$Variable ~ data$Facteur)
drop1(mod,test='F')

###Validation de l'analyse avec étude des résidus du modèle###
plot(mod,
     pch=16,
     col="red")

###Test Post-Hoc###
PostHoc_tukey<-glht(mod, linfct=mcp(Trait="Tukey"))
PostHoc_tukey
cld(PostHoc_tukey)
```

ANNEXE V – DETAILS DE LA PRODUCTION DE CUCURBITACEES

Planche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total en kg
Concombre	1,96	2,84	0,73	2,04	4,08	1,76	3,50	4,21	6,26	0,40	0,90	1,92	7,03	5,08	1,22	3,30	**47,230**
Pastèque	6,20	10,60	4,60	12,10	6,70	0	13,10	8,54	5,00	3,20	0	2,00	8,10	6,30	6,60	3,54	**96,580**
Courge	0	3,10	2,58	7,22	4,80	8,00	3,00	2,00	0	3,18	2,74	10,84	3,20	6,14	0	0	**56,800**
Total en kg	8,16	16,54	7,91	21,36	15,58	9,76	19,60	14,75	11,26	6,78	3,64	14,76	18,33	17,52	7,82	6,84	**200,610**

			Total en kg
Neem	Concombre	16,28	**51,440**
	Pastèque	24,44	
	Courge	10,72	
Passiflore	Concombre	7,16	**55,560**
	Pastèque	35,00	
	Courge	13,40	
Ombrière	Concombre	14,85	**54,090**
	Pastèque	25,40	
	Courge	13,84	
Témoin	Concombre	8,94	**39,520**
	Pastèque	11,74	
	Courge	18,84	

l'institut Agro agriculture • alimentation • environnement	Diplôme : Diplôme d'Ingénieur Spécialité : Horticulture Spécialisation / option : Protection des Plantes et Environnement en Horticulture (PPE-H) Enseignant référent : Bruno Jaloux

Auteur(s) : Raphaël Breuil Date de naissance : 25/02/1998	Organisme d'accueil : Direction des Services de l'Agriculture, et de la forêt et de la pêche de Wallis et Futuna (DSA) Adresse : Aka Aka, BP 19 Mata Utu, Uvea, 98600 Wallis et Futuna Maître de stage : Marine Esnouf
Nb pages : 20 Annexe(s) : 5	
Année de soutenance : 2021	

Titre français : Evaluation agronomique de méthodes de lutte contre la chrysomèle des cucurbitacées, *Aulacophora fauveli*, sur Wallis

Titre anglais : Efficacy of sustainable methods in managing pumpkin beetle, *Aulacophora fauveli*, in cucurbits on Wallis

Résumé (1600 caractères maximum) :

La chrysomèle des cucurbitacées, *Aulacophora fauveli*, est le principal insecte ravageur des cultures maraîchères sur le territoire de Wallis-et-Futuna. Attaquant préférentiellement les cultures de cucurbitacées, ce ravageur est la problématique majoritaire ; il occasionne le plus de dégâts. L'efficacité de plusieurs méthodes de lutte alternatives pour contrôler la chrysomèle ont été testée dans une association culturale de cucurbitacées. Un essai en plein champ a comparé une lutte physique (filet d'ombrage) à deux préparations naturelles issus de plantes ((purin de neem (*Azadirachta indica*) et de passiflore (*Passiflora foetida*)) et un témoin non traité. Avec une pression en ravageur très faible, aucune différence n'a été mis en évidence entre les différents traitements sur le nombre et les dégâts faits par les chrysomèles. Toutefois, l'utilisation des traitements a permis d'obtenir une production supérieure à celle du témoin non traité. De plus, l'utilisation d'un paillage de copeaux de bois et l'utilisation du filet d'ombrage induisent des conditions favorables au bon développement des plants. De nouvelles expériences serait à menées sur Wallis pour déterminer de façon significative des moyens de lutte efficace contre la chrysomèle des cucurbitacées.

Abstract (1600 caractères maximum) :

The cucurbit beetle, *Aulacophora fauveli*, is the main insect pest of vegetable crops on Wallis and Futuna territory. Preferentially attacking cucurbit crops, this pest is the most problematic and the one causing the most damage. The efficacy of sustainable methods to control Aulacophora was tested in a cucurbit crop association. A field trial compared a physical control (shade net) with two plant extracts (neem leaf (*Azadirachta indica*) slurry and bush passion fruit leaf (*Passiflora foetida*) slurry) and an untreated control. With a very low pest pressure, no difference has been found between treatments on the number and damage of pumpkin beetle. However, the use of the treatments resulted in higher production than the untreated control. In addition, the use of a wood chip mulch and the use of the shade net provided favourable conditions for good plant development. Further experiments should be carried out on Wallis to determine in a conclusive way the means of effective control of the cucurbit beetle.

Mots-clés : *Aulacophora fauveli*, préparations naturelles, cucurbitacées, lutte physique, Wallis

Key Words: Aulacophora fauveli, plant extracts, cucurbits, physical barrier, Wallis