



**INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
D'ANTSIRABE –VAKINANKARATRA**

Domaine : Sciences de l'ingénieur

Mention : AGRICULTURE

Parcours : Sciences et Techniques Agricoles

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Licence

**EVALUATION D'UTILISATION D'EXTRAIT D'AIL
(*Allium sativum*) EN CULTURE MARAICHERE FACE A
L'ATTAQUE DES BIOAGRESSEURS**

Présenté par : TOKINOMENA Nantenaina Aldon

Soutenu publiquement le 20 novembre 2023

Devant le jury composé de :

Président : Docteur ANDRIAMAMPIANINA Herizo Lalaina, Docteur en biochimie

Encadrant pédagogique : Docteur RAVELOSON Harinjaka, Chercheur en Phytopathologie

Examineur : M. RAFALY Andriaharimalala Tsilavina, Ingénieur agronome

Année universitaire : 2022-2023

Promotion : Mamo



**INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
D'ANTSIRABE –VAKINANKARATRA**

Domaine : Sciences de l'ingénieur

Mention : AGRICULTURE

Parcours : Sciences et Techniques Agricoles

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Licence

**EVALUATION D'UTILISATION D'EXTRAIT D'AIL
(*Allium sativum*) EN CULTURE MARAICHERE FACE A
L'ATTAQUE DES BIOAGRESSEURS**

Présenté par : **TOKINOMENA Nantenaina Aldon**

Soutenu publiquement le 20 novembre 2023

Devant le jury composé de :

Président : Docteur **ANDRIAMAMPIANINA Herizo Lalaina**, Docteur en biochimie

Encadrant pédagogique : Docteur **RAVELOSON Harinjaka**, Chercheur en Phytopathologie

Examineur : **M. RAFALY Andriaharimalala Tsilavina**, Ingénieur agronome

Année universitaire : 2022-2023

Promotion : Mamo

REMERCIEMENT

En tout premier lieu, mes remerciements s'adressent à Dieu tout puissant. Sans lui nos efforts seront vains. « Nous savons, du reste, que toutes choses concourent au bien de ceux qui aiment Dieu ». Rom 8,28a

Ce travail a été possible grâce à des collaborations appréciables de plusieurs personnes et d'organismes. Je tiens vivement à adresser mes remerciements à :

- ❖ **Docteur ANTSONANTENAINAHARIVONY Ononamandimby**, Directeur de l'IES-AV
- ❖ **Docteur ANDRIAMAMPIANINA Herizo Lalaina**, Docteur en biochimie. Chef de mention Agriculture et qui malgré ses hautes et nobles fonctions, a accepté de présider cette soutenance
- ❖ **Docteur RAKOTOSON Luciano Tatiana**, Docteur en agro-biotechnologie. Chef de parcours Agriculture.
- ❖ **M. RAFALY Andriaharimalala Tsilavina**, qui a bien voulu être l'examineur de ce mémoire, siégé parmi les membres du Jury de cette soutenance.
- ❖ L'encadrant pédagogique : **Docteur Harinjaka RAVELOSON**, Chercheur en phytopathologie, pour ses collaborations, ses précieux conseils, ses innombrables directives et ses remarques judicieuses.
- ❖ Tous les enseignants et les techniciens d'**AGRIELE**, pour les aides, les conseils, la formation qu'ils m'ont dispensée durant ces trois années d'étude.
- ❖ Les parents, la famille, les collègues qui ne cessent de prier pour moi pour l'aboutissement de ce travail.
- ❖ Mon ami **RAHERINIRINA Tojoso Jean Marc** pour sa précieuse aide et son encouragement.

RESUME

La culture maraîchère, en tant que source cruciale de légumes vitaminés, joue un rôle essentiel dans l'équilibre nutritionnel et représente une importante activité économique pour les agriculteurs. Toutefois, elle est confrontée à des défis majeurs liés aux bioagresseurs, notamment les insectes ravageurs et les agents pathogènes, qui impactent négativement les rendements. L'application des moyens de lutte pour réduire l'attaque de ces bioagresseurs, est nécessaire. L'objectif global est d'analyser les différents modes de préparation de l'ail, leur influence sur quelques bioagresseurs comme pucerons, nématodes et *Phytophthora infestans* et leur impact sur les cultures maraîchères. La méthodologie adoptée repose sur une approche de synthèse bibliographique montrant la relation de l'extrait de l'ail et des bioagresseurs. Cette synthèse bibliographique montre qu'au moins 09 modes de préparation de l'ail ont été trouvés par différents auteurs. En général, les traitements avec l'ail comme biopesticides est efficace pour gérer les trois bioagresseurs mentionnés en haut. Par exemple, d'après l'étude Biao *et al.* 2018 sur la densité de population de pucerons, la plus forte densité a été enregistrée dans les parcelles témoins (700 ± 50), contrastant avec celle des parcelles traitées aux extraits d'ail ($18,33 \pm 2,89$). Dans certains cas, la combinaison de l'ail avec graines de neem, huile d'arachides permettant aussi de réduire les populations de pucerons et de nématodes. Ces observations suggèrent que l'utilisation d'extrait d'ail est considérée comme l'un des biopesticides pouvant être exploité dans la culture maraîchère.

Mots clés : *Culture maraîchère, bioagresseurs, extrait d'ail, plantes biopesticides, légumes, huiles essentielles*

ABSTRACT

Vegetable farming, as a crucial source of vitamin-rich produce, plays a vital role in nutritional balance and represents a significant economic activity for farmers. However, it faces major challenges related to bioaggressors, including pest insects and pathogens, negatively impacting yields. Employing means of combat to reduce the attack of these bioaggressors is necessary. The overall objective is to analyze different garlic preparation methods, their influence on various bioaggressors like aphids, nematodes, and *Phytophthora infestans*, and their impact on vegetable crops. The adopted methodology relies on a bibliographic synthesis approach, illustrating the relationship between garlic extract and bioaggressors. This literature review reveals that at least 09 garlic preparation methods have been identified by various authors. In general, garlic-based treatments as biopesticides are effective in managing the mentioned three bioaggressors. For instance, according to the study by Biao *et al.*, 2018, on aphid population density, the highest density was recorded in control plots (700 ± 50), contrasting with plots treated with garlic extracts (18.33 ± 2.89). In some cases, combining garlic with neem seeds and peanut oil also reduces aphid and nematode populations. These observations suggest that the use of garlic extract is considered one of the biopesticides that can be exploited in vegetable farming.

Keywords: *Vegetable farming, bioaggressors, garlic extract, biopesticide plants, vegetables, essential oils*

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENT	i
RESUME	ii
ABSTRACT.....	ii
TABLE DES MATIERES	iii
LISTE DES TABLEAUX.....	v
LISTE DES FIGURES.....	vi
LISTE DES ABREVIATIONS	vii
LISTE DES ANNEXES.....	viii
GLOSSAIRE	ix
INTRODUCTION.....	1
Partie I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUES.....	3
I- CULTURES MARAÏCHÈRES	3
I-1- Généralités sur la culture maraîchère.....	3
I-2- Différents types de culture maraîchère	3
I-3- Situation à Madagascar	4
I-4- Importance de culture maraîchère à Madagascar	4
II- BIOAGRESSEURS	5
II-1- Insectes ravageurs	5
II-2- Maladies	5
II-3- Nématodes	6
II-4- Escargots et limaces.....	6
III- LUTTE CONTRE L'ATTAQUE DE DIVERS BIOAGRESSEURS.....	8
III-1- Luttés chimiques.....	8
III-2- Luttés biologiques	9
III-3- Lutte intégrée	9
A- Importance de pesticide biologique.....	11
B- Ail (<i>Allium sativum</i>)	11
Partie II : MATÉRIELS ET MÉTHODOLOGIES	14
MATÉRIELS ET MÉTHODOLOGIES	14
Partie III : RESULTATS ET DISCUSSION	15
I- Résultats et interprétations	15
I-1- Différents modes de préparation de l'ail.....	15
I-2- Efficacité de l'extrait d'ail sur la population des organismes ravageurs	17
I-2-1- Contrôle des pucerons	18
I-2-2- Impact sur les œufs de nématodes (<i>M. incognita</i>)	18

I-2-3-	Mortalité des juvéniles de nématodes (<i>M. incognita</i>)	18
I-2-4-	Contrôle du mildiou	18
I-2-5-	Propriétés antimicrobiennes	19
I-3-	Effet d'extrait d'ail sur la plante maraichère	19
	Rendements	20
II-	Discussion	22
II-1-	Différents modes de préparation de l'ail	22
II-2-	Efficacité de l'extrait de l'ail sur la population des organismes ravageurs	22
II-3-	Effet d'extrait d'ail sur la plante maraichère	23
III-	Perspectives	23
III-1-	Optimisation des méthodes de préparation	23
III-2-	Études sur la durabilité et l'écotoxicité	23
III-3-	Recherche sur les combinaisons de méthodes	24
III-4-	Intégration des pratiques traditionnelles	24
III-5-	Éducation et sensibilisation des agriculteurs	24
III-	Recommandation	24
IV-1-	Caractérisation approfondie des bioagresseurs	25
IV-2-	Évaluation des différents modes de préparation	25
IV-3-	Impact sur les cultures maraichères	25
IV-4-	Études sur la durabilité et la sélectivité	25
IV-5-	Optimisation des conditions d'application	25
IV-6-	Intégration dans des programmes de gestion intégrée	25
IV-7-	Sensibilisation et formation des agriculteurs	26
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	28
	REFERENCES DE WEBIOGRAPHIQUES	30
	ANNEXES	I
	Annexe 1 : Cadre logique	I
	Annexe 2 : bioagresseurs de cultures maraichères	II
	Annexe 3 : Opérations culturales d'ails	IV

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Insectes ravageurs, mécanismes d'attaque et leurs dégâts	6
Tableau 2 : Maladies, agents pathogènes et leurs symptômes.....	7
Tableau 3 : Systématique de l'ail	13
Tableau 4 : récapitulatif de différentes modes de fabrication des bioinsecticides à base d'ail	16
Tableau 5 : rendement moyen de pomme de terre en tonne/ha	20
Tableau 6 : rendement du piment en fonction des différents traitements	21

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Coup de soleil	II
Figure 2 : Tomato mosaic virus ToMV	II
Figure 3 : <i>Pseudomonas</i> et <i>Xanthomonas</i>	II
Figure 4 : Cercosporiose	II
Figure 5 : Mildiou.....	II
Figure 6 : Nécrose apicale.....	II
Figure 7 : Cochenilles	II
Figure 8 : Champignon <i>Fusarium oxysporum</i>	II
Figure 9 : Anthracnose	II
Figure 10 : Thrips	III
Figure 11 : Mouches des fruits	III
Figure 12 : Pucerons.....	III
Figure 13 : Insectes souterrains	III
Figure 14 : Teigne des crucifères	III
Figure 15 : Chenilles de papillons	III
Figure 16 : Cantharide.....	III
Figure 17 : Courtilière <i>Gryllotalpa africana</i>	III

LISTE DES ABREVIATIONS

%	: pourcent
AMPP	: Association Marocaine de Protection des Plantes
CIVAM AGROBIO	: Centre d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu en Agriculture Biologique
EBDM	: Economic Development Board of Madagascar
FAO	: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
FERT	: Formation pour l'Epanouissement et le Renouveau de la Terre
ha	: hectare
Kg	: kilogramme
m²	: mètre carré
SIEL	: service d'information économique des légumes
t	: tonne
ToMV	: Tomato mosaic virus

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Cadre logique.....	I
Annexe 2 : bioagresseurs de cultures maraichères	II
Annexe 3 : Opérations culturales d'ails	IV

GLOSSAIRE

Agents pathogènes : les micro-organismes, tels que les bactéries, les virus, les champignons, et les parasites, qui peuvent causer des maladies chez les plantes, les animaux ou les humains.

Allicine : est un composé organosulfuré naturellement présent dans l'ail. Il est responsable de l'odeur caractéristique de l'ail et possède des propriétés antibactériennes et antifongiques.

Biofongicides : les agents de lutte antifongique d'origine biologique, tels que des micro-organismes ou des extraits de plantes, utilisés pour contrôler les maladies fongiques en agriculture de manière durable.

Biopesticides : sont des substances dérivées de sources naturelles telles que les plantes, les micro-organismes, les minéraux, qui sont utilisées pour contrôler les ravageurs, les maladies et les mauvaises herbes en agriculture de manière écologique.

Crucifères : une famille de plantes à fleurs qui comprend de nombreux légumes tels que le chou, le brocoli, le chou-fleur et le radis.

Cultures de rente : se réfèrent aux cultures agricoles cultivées principalement pour la vente et le profit économique plutôt que pour la consommation personnelle. Ces cultures jouent un rôle essentiel dans la génération de revenus pour les agriculteurs.

Oomycète : les micro-organismes eucaryotes qui comprennent des agents pathogènes de plantes tels que le mildiou et le pythium, qui sont différents des champignons bien que souvent assimilés à eux.

Plantule : est la jeune pousse d'une plante qui émerge de la graine après la germination. Elle se développe généralement jusqu'à ce qu'elle atteigne le stade où elle devient une plante mature.

Sécurité alimentaire : se réfère à la disponibilité, à l'accessibilité et à l'utilisation régulière d'une nourriture suffisante, saine et nutritive pour répondre aux besoins alimentaires et préférences alimentaires de chaque individu.

Ecotoxicité : se réfère à la capacité d'une substance à causer des effets néfastes sur les organismes vivants et les écosystèmes.

INTRODUCTION

A Madagascar, le riz occupe une place prédominante dans l'alimentation de base et contribue considérablement à la sécurité alimentaire des Malagasy (Rahanitrarivony, 2013). Pour accompagner le riz des aliments d'origine animale tels que viandes, œufs, poissons, lait, ainsi que de produits végétaux tels que légumes et brèdes ont été utilisés. Ces derniers jouent un rôle crucial dans le régime alimentaire et constituent une source majeure de revenus pour les populations malagasy et africaines (Maina et Maina, 2008).

Par ailleurs, les légumes occupent une position centrale dans l'alimentation et l'économie de Madagascar, contribuant de manière significative aux initiatives nutritionnelles et à la lutte contre la pauvreté. Ces cultures représentent une part importante des revenus des ménages malgaches (FERT, 2005). La région de Vakinankaratra se distingue notamment comme l'un des principaux centres de production de légumes du pays. Les cultures maraîchères offrent des avantages considérables aux producteurs, avec un cycle de production court. La mobilisation de la main-d'œuvre familiale grâce à l'agriculture contractuelle, et des coûts d'investissement relativement bas. De plus, les légumes et les fruits contribuent de manière significative à l'apport en vitamines, en protéines essentielles et à l'équilibre nutritionnel des populations (EBDM, 2011).

L'activité maraîchère requiert une attention particulière tout au long de son cycle de production, étant fortement exposée aux attaques de divers organismes ravageurs. La pression exercée par ces ravageurs entraîne fréquemment des pertes de production de la culture. Dans ce contexte, les producteurs adoptent souvent différentes stratégies de lutte pour contrôler les attaques, comme l'utilisation de méthodes biologiques ou de pesticides conventionnels (BIOTECHNOL. AGRON. SOC. ENVIRON, 2017).

En outre, l'ail, localement connu sous les noms vernaculaires de « tongolo lay » ou « tongolo gasy », occupe une place importante dans la filière agricole malgache. Avec un essor significatif ces dernières années, la culture de l'ail bénéficie de la prévision d'une production minimale de 200 tonnes pour la campagne 2007, notamment dans les régions d'Analamanga, Vakinankaratra et Mandrara (Rafanomezantsoa, 2007). Outre son rôle essentiel en cuisine, le bulbe d'ail est reconnu pour ses propriétés pesticides, attribuées à l'alkaloïde appelé « allicine ». Cette substance confère à l'ail des propriétés fongicides, bactéricides, insecticides et nématicides, en lui faisant un outil polyvalent dans la lutte biologique.

Dans ce contexte, l'objectif général de cette étude est d'évaluer l'efficacité de l'utilisation de l'ail comme biopesticide en culture maraîchère, en examinant ses différents modes de préparation, leur impact sur les organismes ravageurs, ainsi que l'influence des traitements à l'ail sur les cultures maraîchères.

Pour ce faire, trois objectifs spécifiques ont été identifiés : évaluer les différents modes de préparation de biopesticides à base d'ail, examiner l'impact de différents biopesticides à base d'ail sur les organismes ravageurs des cultures maraîchères, et analyser l'impact des traitements à l'ail sur les cultures maraîchères.

Les questionnements de cette recherche visent à approfondir la compréhension des applications de l'ail en tant que biopesticide en culture maraîchère. Nous chercherons à répondre aux interrogations suivantes :

- Quelles sont les différentes modes de préparation de biopesticides à base d'ail ?
- Quel est l'impact de ces différentes préparations de biopesticides à base d'ail sur les organismes ravageurs des cultures maraîchères ?
- Quel est l'effet des traitements à l'ail sur les cultures maraîchères ?

Cette étude se base sur trois hypothèses spécifiques :

- La préparation de biopesticides à base d'ail se fait par des différentes méthodes.
- Certain biopesticides à base d'ail ont un impact plus significatif sur la réduction des populations d'organismes ravageurs que d'autres.
- Les traitements améliorent les cultures maraîchères.

Pour approfondir ce thème, le travail sera divisé en trois grandes parties : la synthèse bibliographiques, suivie des matériels et méthodes, puis les résultats et discussions.

Partie I : SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUES

I- CULTURES MARAICHÈRES

I-1- Généralités sur la culture maraîchère

La majorité de la population malgache tire sa principale source de revenu des activités agricoles. Malgré cette importance, la pauvreté reste une réalité préoccupante, touchant jusqu'à 76,5 % de la population en 2010 (BIOTECHNOL. AGRON. SOC. ENVIRON, 2017). La performance du secteur agricole est relativement modeste, avec des rendements rizicoles stagnants en dessous de 3 t/ha depuis plusieurs décennies. La population Malagasy cultive nombreux types de cultures tels que les céréales, les légumes, les fruits, les cultures d'exportation, etc. (Garruchet *et al.* 2023). Les Hautes terres centrales assurent la majeure partie de la production maraîchère, c'est également dans ces régions que se situent les principales entreprises agroalimentaires qui exploitent la filière maraîchère. La région d'Analamanga, d'Itasy et de Vakinankaratra alimente en légumes les marchés de l'Est et du Nord de l'île (Garruchet, 2023).

Dans la majorité des cas, le maraîchage est pratiqué par des exploitations agricoles familiales et demeure faiblement mécanisé. Globalement, le maraîchage est pratiqué selon trois systèmes de culture : en contre-saison sur rizière, en contre-saison sur tanety et baiboho, et permanent sur sol exondé (un sol qui a été dégagé de l'eau après une période d'inondation ou de submersion). Pour la filière fruit et légume, cette filière représente 9 % de la production agricole (FAO *et al.*, 2021). La haute terre centrale assure la majorité de cette production, notamment Analamanga, Itasy et Vakinankaratra. Dans la région de Vakinankaratra, la culture des légumes prend une valeur importante pour les agriculteurs car 98 % d'entre eux en cultivent (FERT, 2012), notamment des oignons, des tomates, des brèdes, des laitues, des choux, des carottes, etc. Madagascar a produit 575 000 tonnes de légumes en 2020 (Garruchet *et al.* 2023), et ces produits se divisent en deux : l'un est destiné à la commercialisation au marché local ou national ou international (pour les produits à exporter) et devient une source de revenu pour les agriculteurs ; l'autre est destiné à l'autoconsommation de chaque ménage (Rakotoarisoa *et al.*, 1991).

I-2- Différents types de culture maraîchère

La culture maraîchère, en tant que pratique agricole polyvalente, englobe un large éventail de productions destinées à fournir des légumes frais et nutritifs. Parmi ces cultures maraîchères, on compte notamment l'oignon, dont les bulbes sont utilisés dans divers plats culinaires pour leur saveur distinctive. La tomate, riche en nutriments et polyvalente, est largement cultivée pour sa consommation directe, ainsi que pour la transformation alimentaire. Le chou, sous ses différentes variétés, offre une source cruciale de fibres et de vitamines. Les haricots et les pois, en tant que légumineuses, contribuent à l'enrichissement du sol en azote. Les carottes, riches en bêta-carotène,

sont appréciées pour leur apport en vitamines. Le chou-fleur et les courgettes, parmi les légumes crucifères, offrent une diversité culinaire. Enfin, les brèdes et les légumes feuilles, tels que les épinards et les laitues, sont largement cultivés pour leur contribution aux régimes alimentaires sains. L'ensemble de ces productions témoigne de la variété et de l'importance nutritionnelle des cultures maraîchères dans l'alimentation quotidienne.

I-3- Situation à Madagascar

A Madagascar, la majorité de la production de légumes est commercialisée en frais sur les marchés, à travers deux types de circuits de vente. Les circuits courts se caractérisent par de faibles volumes vendus, souvent transportés à dos d'homme jusqu'au lieu de vente, entraînant des pertes post-récoltes importantes en raison du pourrissement des invendus. Les circuits longs impliquent des volumes plus importants, vendus en deux ou trois fois, avec des pertes post-récolte considérablement réduites, à condition que les producteurs n'aient pas d'installations de stockage excessif (FERT, 2012).

La filière maraîchère implique divers acteurs tels que les producteurs, les collecteurs, les grossistes et les détaillants, ainsi que des organisations paysannes et des coopératives de producteurs. Les coopératives, bien que peu nombreuses, offrent des services de formation, de conseil et de dotation en semences ou en intrants, tandis que des systèmes d'information tels que le service d'information économique des légumes (SIEL) facilitent le suivi des prix sur les marchés. En outre, des enseignes de grande distribution et des acteurs agro-industriels comme Lecofruit participent à l'exportation de produits vers diverses destinations. Donc, le maraîchage présente des avantages significatifs en termes de contribution à la trésorerie des exploitations, de source alimentaire pour l'autoconsommation et d'intérêts agronomiques par exemple la conservation du sol, l'augmentation de rendement, la durabilité environnementale, etc (FERT, 2012).

I-4- Importance de culture maraîchère à Madagascar

L'agriculture à Madagascar a vu les cultures maraîchères prendre une place de plus en plus prépondérante. Cette tendance s'explique par des conditions naturelles favorables, mais également par la volonté des producteurs de diversifier leurs activités, dans un contexte foncier souvent complexe. Cette intégration progressive des cultures maraîchères dans les systèmes de production agricole témoigne d'une adaptation aux réalités du terrain et des besoins changeants du secteur. Les légumes occupent une position cruciale dans le paysage agricole en mutation. En tant que source riche en vitamines, ils contribuent de manière significative à l'équilibre nutritionnel de la population. Cette dimension nutritionnelle revêt une importance particulière dans un contexte où

l'accès à une alimentation variée est essentiel pour la santé publique. Les cultures maraîchères jouent ainsi un rôle clé dans la sécurité alimentaire et la lutte contre la malnutrition. Par ailleurs, il convient de souligner le rôle économique des cultures maraîchères, même sur des surfaces relativement modestes. En tant que cultures de rente, elles offrent aux producteurs une source de revenus stable. Cette dimension économique est d'autant plus cruciale dans un pays où les défis socio-économiques sont nombreux. Les cultures maraîchères émergent ainsi comme une réponse aux enjeux complexes liés à la sécurité alimentaire, à la nutrition et au bien-être économique des communautés locales (Rabemanambola *et al*, 2009).

II- BIOAGRESSEURS

Les bioagresseurs (maladies, insectes ravageurs et adventices) qui attaquent les cultures maraîchères, sont nombreux et entraînant des pertes considérables sur la production de ces cultures. Quelques principaux bioagresseurs des cultures maraichères sont décrits en dessous en s'intéressant en particulier sur des insectes ravageurs et des maladies.

II-1- Insectes ravageurs

- **Pucerons** : Ces petits insectes suceurs se nourrissent de la sève des plantes, affaiblissant ainsi la croissance des cultures. Ils peuvent également transmettre des virus aux plantes.
- **Thrips** : Les thrips se nourrissent des tissus végétaux en perforant les cellules et en se nourrissant de leur contenu. Cela peut entraîner des déformations des feuilles et la transmission de virus.
- **Aleurodes (mouches blanches)** : Ces petits insectes suceurs de sève sont connus pour causer des dégâts directs en se nourrissant des plantes et indirects en transmettant des virus.
- **Acariens** : Les acariens, tels que les tétranyques, peuvent causer des dommages en suçant la sève des feuilles, provoquant un jaunissement et un dessèchement des feuilles.
- **Chenilles** : Les chenilles sont les larves de papillons de nuit et de papillons. Elles se nourrissent des feuilles, entraînant des défoliations et des dommages importants aux cultures.

II-2- Maladies

- ❖ **Mildiou** : Le mildiou est une maladie fongique qui affecte souvent les feuilles, provoquant des taches, des pourritures et un flétrissement. Il peut se propager rapidement dans des conditions humides.
- ❖ **Oïdium** : L'oïdium est une maladie fongique qui se manifeste par un revêtement poudreux sur les feuilles. Il affaiblit la plante en bloquant la photosynthèse.

- ❖ **Pourriture des racines** : cette maladie, souvent causée par des champignons du sol, peut entraîner la pourriture des racines, compromettant l'absorption des nutriments par la plante.
- ❖ **Rouille** : la rouille est une maladie caractérisée par des taches de couleur rouille sur les feuilles. Elle est causée par des champignons et peut affecter la croissance de la plante.
- ❖ **Virus des plantes** : les virus peuvent être transmis par des insectes vecteurs tels que les pucerons. Ils peuvent provoquer divers symptômes, notamment la décoloration, la déformation et le mécanisme des plantes.

II-3- Nématodes

- ✓ **Nématodes à galles** : ces petits vers peuvent former des galles sur les racines, entraînant des retards de croissance et des perturbations de l'absorption des nutriments.
- ✓ **Nématodes des racines** : certains nématodes se nourrissent des racines des plantes, provoquant des lésions et affaiblissant la santé globale de la plante.

II-4- Escargots et limaces

- **Escargots terrestres** : ces mollusques se nourrissent de jeunes plantules, de feuilles et de fruits, causant des dommages considérables, surtout la nuit.
- **Limaces** : comme les escargots, les limaces se nourrissent de différentes parties des plantes, laissant des traces de bave caractéristiques.

Les bioagresseurs, tels que les insectes nuisibles et autres organismes pathogènes, ainsi que les maladies, peuvent exercer une influence significative sur la santé et le rendement des cultures, présentant des défis importants pour les agriculteurs et nécessitant une gestion de lutte appropriée (Bachraz and Lalouette, 2002 ; Yarou *et al*, 2017).

Tableau 1 : Insectes ravageurs, mécanismes d'attaque et leurs dégâts

Insectes	Mécanisme d'Attaque	Dégâts
Chenilles de papillons	Dévoient différentes parties de la plante	Destruction de diverses parties de la plante, y compris feuilles, tiges et parfois fruits.
Cochenilles, pucerons, thrips	Enfoncent leur rostre dans les tissus tendres de la plante, sucent la sève et peuvent transmettre des virus	Affaiblissement de la plante, déformation des feuilles, jaunissement et flétrissement.
Mouche des fruits	Dépôt d'œufs dans les tissus végétaux, larves	Dégradation de la pulpe des fruits et détérioration de la qualité des fruits, parfois

	dévorent l'intérieur des fruits	introduction de pathogènes.
Insectes souterrains	Attaquent le système racinaire ou les tubercules	Dommages aux racines, tubercules ou système racinaire, affectant la croissance et la santé de la plante.
Puceron vert du pêcher	Suce la sève des plantes	Affaiblissement des plantes et déformation des feuilles.
Cantharide	Creuse des trous irréguliers dans le limbe foliaire ou sectionne les plantules	Dommages aux jeunes plantes de tomate, création de trous irréguliers dans le limbe foliaire, sectionnement des plantules.
Courtilière <i>Gryllotalpa africana</i> (Orthoptère)	Creuse des trous dans les tubercules	Endommageant parfois plus de la moitié de la récolte. Peut provoquer des dégâts dans les semis de premières de divers légumes en creusant des galeries dans le sol à la recherche de nourriture.
Teigne des crucifères <i>Plutella xylostella</i> (Lépidoptère)	Chenilles dévorent le feuillage, rongent ou trouent la pelure des melons	Peut causer des dégâts importants sur les crucifères, en particulier entre février et juin.

Tableau 2 : Maladies, agents pathogènes et leurs symptômes

Maladies	Agent Pathogène	Symptômes
Anthracnose	Champignon <i>Colletotrichum phomoides</i>	Taches rondes, déprimées sur les fruits, développement de pourriture humide. Favorisée par un temps chaud et humide.
Cercosporiose	Champignon <i>Cercospora beticola</i>	Taches chlorotiques, arrondies sur les feuilles, avec un velouté brun à la face inférieure. Favorisée par un temps chaud et humide. Traitement au manèbe ou au bénomyl recommandé.
Flétrissement	Champignon <i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici</i>	Jaunissement des feuilles du bas, flétrissement et mort progressive de la plante.
Mildiou	Champignon	Pour la pomme de terre, la maladie commence par

	oomycète <i>Phytophthora</i> <i>infestans.</i>	des taches sur les feuilles puis s'étend à la plante entière
Tomato mosaic virus, ToMV	Virus	En général, les virus provoquent une diminution de la vigueur des plantes et une déformation de certains organes.
Bactérioses du genre <i>Pseudomonas</i> et <i>Xanthomonas</i>	<i>Pseudomonas</i> <i>syringae</i> et <i>Xanthomonas</i> <i>campestris</i>	Les dégâts engendrés comprennent des altérations sur les feuilles, des zones de nécrose impliquant la mort des tissus, ainsi que des taches foliaires.

La gestion de ces bioagresseurs implique souvent des stratégies diversifiées, allant de méthodes biologiques, telles que l'utilisation d'ennemis naturels, à des approches chimiques modérées et à des pratiques culturales adaptées.

III- LUTTE CONTRE L'ATTAQUE DE DIVERS BIOAGRESSEURS

Les agriculteurs mettent en œuvre diverses stratégies pour lutter contre les attaques de différents organismes nuisibles dans la culture maraîchère. Ces méthodes comprennent notamment les suivantes :

III-1- Luttes chimiques

L'utilisation des pesticides dans la protection des cultures maraîchères joue un rôle crucial tout en soulevant des préoccupations majeures en termes d'impact environnemental et de sécurité alimentaire (Ryckewaert, 2004). Aborder ensuite l'importance, l'activité, le rôle et les défis liés à l'utilisation des pesticides.

➤ Importance des Pesticides dans les cultures maraîchères

Les pesticides, comprenant les insecticides, fongicides et herbicides, sont des outils fondamentaux pour contrôler les bioagresseurs et assurer la productivité des cultures maraîchères. Ils sont utilisés pour prévenir les pertes de récolte, protéger la qualité des produits et garantir une production stable face aux attaques de ravageurs, maladies et mauvaises herbes.

➤ **Activité des pesticides**

Les pesticides agissent en ciblant spécifiquement les bioagresseurs. Les insecticides éliminent les insectes nuisibles, les fongicides luttent contre les infections fongiques, et les herbicides contrôlent la croissance des mauvaises herbes. Ces substances chimiques interfèrent avec les processus biologiques des organismes ciblés, perturbant leur reproduction, leur croissance ou leur métabolisme.

➤ **Rôle des pesticides**

Les pesticides jouent un rôle préventif et curatif. Les applications préventives visent à anticiper et à éviter les attaques, tandis que les traitements curatifs interviennent après l'apparition des bioagresseurs. Ces produits offrent une protection immédiate des cultures, limitent les pertes et contribuent à maintenir la qualité des récoltes destinées à la consommation humaine.

➤ **Défis et préoccupations**

Cependant, l'utilisation intensive des pesticides suscite des inquiétudes en raison de leurs effets néfastes sur l'environnement, la santé humaine et la biodiversité. Les résidus de pesticides peuvent contaminer le sol, l'eau et les produits alimentaires. De plus, l'apparition de résistances chez certains bioagresseurs pose un défi majeur, nécessitant souvent une augmentation des doses ou le recours à des alternatives.

III-2- Lutttes biologiques

La lutte biologique contre les ravageurs, un concept ancré depuis plus d'un siècle, repose sur diverses approches, dont l'utilisation de plantes insecticides. Bien que sa définition puisse varier, la lutte biologique englobe généralement l'exploitation des mécanismes naturels des plantes pour prévenir ou réduire les dommages causés aux cultures par les ravageurs. Dans le domaine de la protection des cultures, l'utilisation de plantes insecticides s'intègre parfaitement dans cette approche globale de lutte biologique, déployant les ressources naturelles du règne végétal pour contrôler les organismes nuisibles (Ryckewaert, 2004).

III-3- Lutte intégrée

La lutte intégrée contre les ravageurs repose sur une combinaison de méthodes complémentaires (Fabre et Ryckewaert, 2001). Pour limiter les populations de ravageurs de manière efficace (Antoine, 2020), il est essentiel de mettre en œuvre les stratégies suivantes.

❖ **Respect de la prophylaxie au niveau de l'exploitation**

Cela implique la mise en place de pratiques préventives telles que la protection de la pépinière, le choix judicieux des parcelles par rapport au vent, l'élimination des anciennes cultures, la mise en place de périodes de vide sanitaire, la sélection de variétés adaptées, et une gestion appropriée des plantes, incluant des pratiques d'irrigation, de fertilisation et de désherbage (Lalouette, 2002).

❖ **Lutte chimique raisonnée**

La lutte chimique doit être appliquée de manière raisonnée en tenant compte du moment d'application, réservé aux situations où les populations de ravageurs atteignent des seuils préoccupants. Le choix des pesticides doit privilégier ceux qui ont le moins d'impact sur les auxiliaires. Il est crucial de respecter les doses recommandées, les conditions de mouillage, les délais avant la récolte, et d'alterner les familles chimiques de pesticides pour éviter le développement de résistances (Lalouette, 2002).

❖ **Lutte biologique**

La lutte biologique exploite des organismes vivants tels que des insectes, des bactéries, des nématodes, etc., ou leurs dérivés pour contrôler les populations nuisibles et prévenir ou réduire les pertes de récolte. L'introduction délibérée d'insectes auxiliaires joue un rôle essentiel dans la réduction des attaques de bioagresseurs, car ces prédateurs chassent et consomment activement leurs proies. Dans le cadre de cette étude, une attention particulière est accordée à l'évaluation de l'extrait d'ail comme moyen biologique appliqué à la culture maraîchère, offrant ainsi une alternative respectueuse de l'écosystème pour contrôler les ravageurs (Lalouette, 2002).

❖ **Lutte préventive**

Elle repose sur diverses pratiques culturales et l'entretien des cultures, telles que l'enfouissement hivernal des plantes infectées par des œufs de bioagresseurs hivernaux, ainsi que l'élimination des plantes sauvages propices aux parasites des cultures par des hersages ou des sarclages au début du printemps. Bien que cette lutte préventive ne garantisse pas une protection totale de la culture tout au long de son cycle de croissance, elle permet néanmoins de réduire la population initiale. Par conséquent, d'autres stratégies de lutte doivent être mises en place.

❖ Moyens biotechniques

Les approches biotechniques exploitent le comportement des insectes en utilisant des attractifs visuels tels que les couleurs ou olfactifs tels que les phéromones et les appâts alimentaires. Ces éléments peuvent être employés pour le piégeage de masse, le piégeage d'avertissement, ou des traitements ciblés par taches, offrant ainsi des alternatives innovantes et respectueuses de l'environnement.

En combinant judicieusement ces méthodes, la lutte intégrée offre une approche holistique et durable pour la gestion des ravageurs, favorisant la santé des cultures tout en minimisant l'impact sur l'environnement.

A- Importance de pesticide biologique

La lutte biologique revêt une importance significative dans le domaine de la protection des cultures. En optant pour des approches biologiques, on favorise la préservation de l'équilibre écologique en exploitant les mécanismes naturels de régulation. Cette approche respectueuse de l'environnement permet de préserver la biodiversité, de limiter les impacts sur les écosystèmes, tout en assurant une protection efficace des cultures contre les bioagresseurs. En favorisant la durabilité. La lutte biologique s'inscrit dans une vision à long terme de la gestion des cultures, offrant des solutions viables pour répondre aux défis agricoles tout en préservant la santé des écosystèmes. Dans le cadre de cette recherche, l'ail a été sélectionné comme sujet d'évaluation en vue d'analyser son efficacité et les modalités de son application sur la culture maraîchère sous l'attaque des organismes ravageurs.

B- Ail (*Allium sativum*)

L'ail (*Allium sativum*) provient d'Asie centrale qu'a des feuilles plates, longues et étroites, la tête d'ail est un bulbe constitué par des caïeux, fixés sur un plateau d'où partent les racines. L'ensemble des caïeux est enveloppé dans une fine pellicule blanche ou rose. Le nombre de caïeux par bulbe varie de 5 à 16. Sa morphologie est composée des racines, bulles, tiges, feuilles et fleurs.

Les besoins en eau sont importants durant la période végétative de la plante et au moment de la formation des bulbes, car un stress hydrique entraîne une perte de rendement. L'apport recommandé est de 25 mm par semaine et les sols sableux doivent être irrigués plus souvent vu leur faible capacité à retenir l'humidité.

Des arrosages excessifs ou des sols constamment gorgés d'eau peuvent entraîner le développement de maladies fongiques. Les moments appropriés pour l'irrigation sont le matin ou en mi-journée afin de permettre au feuillage de sécher avant la nuit. Il est recommandé de cesser l'irrigation 2 à 3 semaines avant la récolte.

Divers ordres d'insectes sont sensibles aux effets insecticides des Alliées. Ainsi les extraits d'ail se révèlent toxiques pour le puceron, le criquet, la teigne de crucifère et de piéride du chou. Les œufs, nymphes et adultes sont sensibles à la présence de divers extraits d'ail (Biao, 2018).

L'ail joue un rôle de nématicides et acaricides. En plus des travaux sur les insectes, toutes les études sur les activités nématicide des alliées ont eu pour cible le nématode. Il a été montré que des extraits d'ail et des préparations à partir de ces extraits ont des effets répulsifs contre l'acarien et nématode (Antoine, 2020).

L'ail joue un rôle essentiel en stimulant la physiologie de la plante, favorisant ainsi la protéosynthèse, un processus vital pour sa croissance et son développement. En agissant comme un agent stimulant, l'ail contribue à renforcer les mécanismes internes de la plante, améliorant ainsi sa capacité à assimiler les nutriments, à résister aux stress environnementaux et à maximiser son rendement (Petiot, 2004).

Les matières actives sur l'extrait d'ail et leur rôle dans les bioagresseurs sont :

- **Di- et trisulfure d'allyle** : ces composés soufrés contribuent aux propriétés antibactériennes et antifongiques de l'ail. Ils agissent en inhibant plusieurs enzymes essentielles aux bactéries et aux champignons, offrant ainsi une protection contre les pathogènes.
- **Trisulfure de méthyle** : il fait partie des composés sulfurés dérivés de l'allicine. Les propriétés exactes de cette substance ne sont pas toujours spécifiées.
- **Allicine** : joue le rôle d'antibactérien, d'antifongique et de répulsif les insectes.

L'ail, largement produit dans le monde, représente une ressource abondante et abordable pour la fabrication de fongicides biologiques (Richard, 2007).

L'ail est une plante herbacée, bulbeuse et monocotylédone.

Tableau 3 : Systématique de l'ail

Règne	Végétale
Classe	Angiosperme
Ordre	Monocotylédone
Famille	Liliacées
Genre	<i>Allium</i>
Espèce	<i>Sativum</i>

Partie II : MATERIELS ET METHODOLOGIES

MATERIELS ET METHODOLOGIES

Ce rapport repose sur une méthodologie rigoureuse basée sur une synthèse bibliographique approfondie. Les recherches bibliographiques ont été menées en explorant diverses sources de recherche documentaire, notamment le site de Google Scholar, la thèse malgache en ligne et le site web.

Les recherches en ligne ont été réalisées en utilisant le moteur de recherche Google, ce qui a permis d'obtenir une variété de sources pour mieux appréhender le sujet. Les modalités de recherche ont été définies en utilisant des mots clés tels que "évaluation", "utilisation", "extrait d'ail", "culture maraîchère" et "bioagresseurs".

Les documents consultés comprennent principalement des ouvrages, des articles de journaux et des articles périodiques, garantissant ainsi une diversité de perspectives et d'informations. Ces résultats de recherche bibliographique ont ensuite été soigneusement analysés et utilisés pour enrichir les discussions présentes dans le rapport.

Pour la préparation de l'ail comme biopesticide, selon différentes études la préparation des biopesticides est considérée comme un facteur important sur son efficacité contre les bioagresseurs. Vu cette importance, différents ouvrages parlant de la préparation d'ail comme biopesticides ont été consultés.

L'étude se concentre sur l'utilisation des extraits d'ail en tant que biopesticides, évaluant leur efficacité contre les organismes ravageurs des cultures maraîchères par le biais d'expériences contrôlées. Différents modes de préparation, tels que la macération et la décoction, sont appliqués sur des parcelles expérimentales avec des groupes témoins. Les données recueillies sont ensuite analysées pour déterminer l'efficacité de chaque méthode.

La revue de la littérature explore les effets des traitements à l'ail sur diverses cultures maraîchères, avec une sélection spécifique de cultures, de traitements à l'ail, et d'expériences contrôlées.

Dans cette étude, trente un ouvrage a été lu. Parmi eux, onze livre parle les différentes méthodes de préparation de biopesticides à base d'ail.

Patrie III : RESULTATS ET DISCUSSION

I- Résultats et interprétations

I-1- Différents modes de préparation de l'ail

Il existe plusieurs méthodes de préparation de biopesticides à base d'ail. Voici quelques-unes des méthodes couramment utilisées :

- **Méthode d'Infusion** : Les gousses d'ail sont écrasées et infusées dans de l'eau chaude pendant une période plus courte (quelques minutes). L'infusion résultante est ensuite filtrée et utilisée comme biopesticide.
- **Méthode de Macération** : Les gousses d'ail sont écrasées et macérées dans de l'eau pendant une période prolongée. La solution est ensuite filtrée pour obtenir l'extrait de biopesticide.
- **Méthode de Décoction** : Les gousses d'ail sont bouillies dans de l'eau, puis la solution est filtrée. La décoction obtenue est utilisée comme biopesticide.
- **Méthode de Fermentation** : Les gousses d'ail sont mélangées avec de l'eau et parfois du sucre, puis laissées à fermenter pendant un certain temps. Le liquide fermenté est filtré pour obtenir le biopesticide.
- **Méthode d'Extraction à l'Alcool** : Les composés actifs de l'ail sont extraits en utilisant de l'alcool. La solution est ensuite diluée dans de l'eau pour créer le biopesticide.
- **Méthode de Lyophilisation** : Les gousses d'ail ont été pelées puis désinfectées dans de l'alcool 70% pendant une minute. Elles ont ensuite été rincées à l'eau bidistillée. La solution obtenue est appliquée comme biopesticide.
- **Méthode de micronisation** : la poudre d'ail a été scellée sous vide et conservée à l'obscurité à une température de 4°C ou à température ambiante. La micronisation est adoptée comme biopesticide.
- **Méthode de broyage** : les gousses d'ail ont été broyées avec un broyeur pendant 1 minute et 30 secondes avec un raclage des bords à 30 secondes afin d'obtenir une finesse de broyage.

Il est important de noter que la préparation exacte peut varier en fonction de la méthode spécifique choisie et de la formulation désirée du biopesticide à base d'ail. Les agriculteurs et les chercheurs peuvent adapter ces méthodes en fonction de leurs besoins spécifiques.

Les extraits d'ail, évalués comme biopesticides dans la lutte contre les organismes ravageurs des cultures maraîchères, ont été appliqués via diverses méthodes de préparation, notamment la macération et la décoction. Des expériences contrôlées sur des parcelles expérimentales, avec des groupes témoins, ont été menées pour évaluer l'efficacité de ces

biopesticides. Les résultats ont montré une variabilité d'efficacité selon les modes de préparation, soulignant l'importance de choisir soigneusement la méthode appropriée. L'utilisation du savon dans ces préparations peut jouer des rôles d'agent émulsifiant, d'adhésif, d'action surfactant, et posséder également des propriétés insecticides, contribuant ainsi à l'efficacité globale des biopesticides à base d'ail (Abéché, 2023).

Tableau 4 : récapitulatif de différentes modes de fabrication des bioinsecticides à base d'ail

Source	Type de méthode
AMPP, 2018	Non spécifié
Richard, 2018	Lyophilisation, broyage, micronisation, préparation de l'ail frais, préparation du chitosane
CIVAM AGROBIO 47	Macération huileuse
Maille, 2022	Macération
Berthelot, <i>et al</i> , 2022	Non spécifié (traitement d'ail)
Berthelot, <i>et al</i> , 2022	Extrait alcoolique d'ail
Kulimushi, 2014	Décoction avec du savon
Mpunga, 2011	Chauffage, ajout de savon, extraction, filtrage
Abéché, 2023	Macération avec de l'eau et du savon
Biao, 2018	Macération et filtration
Randrianarisoa, 2008	Macération, chauffage, ajout de savon, filtration

L'étude a mis en œuvre une diversité de méthodes dans des contextes variés, exploitant un ensemble de techniques sophistiquées pour explorer les multiples facettes de l'utilisation de l'ail dans la protection des cultures maraîchères. Parmi ces techniques, la lyophilisation, le broyage et la micronisation ont été employés, démontrant un engagement profond dans la recherche de solutions novatrices (Richard, 2018).

La préparation de l'ail frais et la création de chitosane ont également été des aspects cruciaux de l'étude. Bien que les détails spécifiques des moyens de lutte n'aient pas été explicitement précisés, ils ont été largement associés à la macération huileuse, soulignant ainsi son importance dans le contexte de la protection des cultures maraîchères. Les processus de criblage in

in vitro liés au traitement de l'ail nécessitent davantage de clarification, tandis que le criblage in campo des capacités a été réalisé avec un extrait alcoolique d'ail, apportant une dimension pratique à la recherche (AMPP, 2018).

L'incorporation de décoctions à base de savon a apporté une nouvelle dimension à l'arsenal des méthodes étudiées (Kulimushi, 2014). Les procédures de décoction impliquent des étapes complexes telles que le chauffage, l'ajout de savon, l'extraction et le filtrage, suggérant une approche holistique dans le développement de solutions de protection des cultures maraîchères (Mpunga, 2011).

L'étude explore la méthode de macération et filtration d'extrait de plante biopesticide, impliquant le trempage de la plante dans un liquide suivi de la séparation des particules solides par filtration. Cette approche vise à extraire les composés actifs de la plante tout en éliminant les éléments indésirables, produisant ainsi un biopesticide liquide concentré prêt à être utilisé dans la lutte contre les bioagresseurs. La méthode est choisie pour sa simplicité et son efficacité dans la préparation d'un extrait concentré de plante (Biao, 2018). Dans une perspective similaire, l'étude a exploré la macération avec de l'eau et du savon, offrant une alternative intéressante aux méthodes précédemment examinées (Abéché, 2023). En remontant dans le temps, l'étude a adopté une approche intégrée, combinant les étapes de macération, chauffage, ajout de savon et filtration dans son processus, soulignant ainsi l'évolution des techniques au fil des années (Randrianarisoa, 2008).

L'ensemble de ces approches diversifiées suggère une pluralité d'angles d'attaque, allant de la préparation de produits à base d'ail à des stratégies avancées de protection des cultures maraîchères. La diversité des approches basées sur l'ail offre une variété d'options, allant de la préparation de produits simples à des stratégies de protection avancées pour les cultures maraîchères. Ces méthodes polyvalentes permettent une adaptation aux besoins spécifiques, offrant ainsi une solution complète pour lutter contre les bioagresseurs et promouvoir la santé des cultures maraîchères.

I-2- Efficacité de l'extrait d'ail sur la population des organismes ravageurs

Les extraits d'ail semblent avoir des effets significatifs sur plusieurs bioagresseurs et agents pathogènes, comme indiqué dans les différentes portions des extraits. Voici une interprétation générale des résultats en fonction des informations disponibles :

I-2-1- Contrôle des pucerons

L'utilisation exclusive d'extrait d'ail s'est révélée efficace contre les pucerons nuisant à la culture de piment sous la référence de témoin. À la troisième date, toutes les interventions ont démontré des densités de population de pucerons par plante significativement inférieures à celles observées sur le groupe témoin. La plus forte densité a été enregistrée dans les parcelles témoins (700 ± 50), contrastant avec celle des parcelles traitées aux extraits d'ail ($18,33 \pm 2,89$). Tout comme son association synergique avec le neem et l'hyptis, démontrant ainsi une stratégie intégrée prometteuse pour le contrôle des ravageurs en agriculture maraîchère (Biao *et al*, 2018).

I-2-2- Impact sur les œufs de nématodes (*M. incognita*)

L'extrait d'ail semble avoir un impact significatif sur l'éclosion des œufs de nématodes (*Meloidogyne incognita*). Le pourcentage d'inhibition de l'éclosion des œufs de *M. incognita* est 67,3%. À des concentrations plus élevées, l'extrait d'ail a démontré un taux d'inhibition particulièrement élevé de l'éclosion des œufs, ce qui suggère un potentiel intérêt dans le contrôle de ces parasites, ouvrant ainsi la voie à des perspectives prometteuses pour une gestion durable des populations de nématodes nuisibles (Mokrini *et al*, 2018).

I-2-3- Mortalité des juvéniles de nématodes (*M. incognita*)

L'extrait d'ail a induit une mortalité significative des juvéniles de nématodes, dévoilant ainsi une activité nématocide prometteuse. Notamment, les concentrations plus élevées ont été associées à une mortalité plus substantielle, mettant en évidence un effet dose-dépendant. Ce taux de mortalité de juvénile atteint 84,6%. Ces observations renforcent l'idée que l'extrait d'ail pourrait constituer une stratégie efficace pour réduire les populations de nématodes, offrant ainsi une alternative potentiellement durable pour la protection des cultures maraîchères contre ces parasites (Mokrini *et al*, 2018).

I-2-4- Contrôle du mildiou

Dans le cadre d'une expérience en serre, il a été observé que l'extrait d'ail présentait une efficacité relativement modérée dans le contrôle du mildiou par rapport aux biofongicides. Malgré cette performance mitigée, il est important de souligner que les extraits d'ail, ainsi que ceux provenant d'hyptis et d'autres substances naturelles, ont dévoilé des résultats prometteurs dans d'autres expériences. Ces constatations suggèrent que, bien que l'extrait d'ail puisse ne pas être le choix le plus optimal pour contrôler le mildiou dans certaines conditions, il conserve un potentiel

d'utilisation bénéfique dans la lutte contre d'autres maladies cryptogamiques, ouvrant ainsi la voie à des approches diversifiées pour la protection des cultures maraîchères (Richard, 2007).

I-2-5- Propriétés antimicrobiennes

Les extraits d'ail ont démontré des propriétés antimicrobiennes, inhibant la croissance de différentes souches bactériennes et de levures. Cela suggère que l'ail pourrait être utilisé comme agent antimicrobien dans divers contextes. Globalement, les extraits d'ail semblent présenter un potentiel intéressant dans le contrôle des bioagresseurs et agents pathogènes, bien que l'efficacité puisse varier en fonction des concentrations, des mélanges, et des conditions spécifiques de l'environnement (Philippe *et al*, 2017).

Les résultats suggèrent que certains biopesticides à base d'ail présentent un impact significatif sur la réduction des populations d'organismes ravageurs. Par exemple, l'application d'extraits aqueux d'ail a montré des densités de population de pucerons significativement inférieures par rapport au témoin dans les cultures de piment. De plus, l'extrait d'ail a démontré des effets sur l'éclosion des œufs et la mortalité des juvéniles de nématodes, suggérant un potentiel intérêt dans le contrôle de ces parasites. Cependant, dans le cas du mildiou, l'efficacité de l'extrait d'ail était relativement faible en comparaison avec d'autres biofongicides, bien que des résultats prometteurs aient été observés dans certaines expériences. Certaines études associent les extraits de l'ail avec d'autres plantes biopesticides comme la gestion de puceron. Cette association permet de réduire la population de puceron. En général, les extraits d'ail présentent un potentiel intéressant dans la lutte contre les bioagresseurs et agents pathogènes, mais leur efficacité peut varier en fonction des concentrations, des mélanges et des conditions environnementales spécifiques.

L'ail joue un rôle préventif en repoussant efficacement les organismes ravageurs, contribuant ainsi à la préservation des cultures maraîchères. En outre, ses effets positifs sur la croissance de différentes plantes maraîchères soulignent son potentiel en tant que biopesticide bénéfique.

I-3- Effet d'extrait d'ail sur la plante maraichère

Les mélanges à base d'ail, élaborés et appliqués en tant que pesticides naturels, ont démontré des résultats encourageants. Les analyses ont révélé que ces préparations pouvaient exercer un impact positif sur la croissance de la culture, se distinguant nettement du traitement témoin sans application. Cette observation souligne le potentiel des mélanges à base d'ail comme une stratégie efficace pour améliorer la productivité des cultures maraîchères, offrant ainsi une

alternative viable et bénéfique dans le contexte de pratiques agricoles durables (Utilisation comme pesticide naturel).

Rendements

Le rendement d'haricot sec brut obtenu avec la conduite "Ady gasy" (notamment la conduite "Ady gasy" est l'utilisation d'extrait d'ail, de piment et de neem), se positionne de manière significative entre les extrêmes des autres conduites comparées. En comparaison avec la conduite chimique, qui a généré le rendement le plus élevé de 36,78 kg/are, la conduite "Ady gasy" se situe à un niveau intermédiaire. Cela suggère que la conduite "Ady gasy" peut offrir des rendements compétitifs tout en présentant une alternative potentiellement plus durable que la conduite chimique, qui peut être associée à des impacts environnementaux et sanitaires. D'autre part, bien que le rendement de la conduite "Ady gasy" soit inférieur à celui de la conduite chimique, il demeure supérieur à celui du témoin, avec un rendement de 24,54 kg/are. Cela indique que la conduite "Ady gasy" réussit à maintenir des rendements respectables tout en évitant les intrants chimiques intensifs, soulignant ainsi son potentiel dans la promotion de pratiques agricoles plus durables et écologiques (Randrianarisoa, 2008).

Le rendement obtenu dans la culture pomme de terre révèle des différences significatives entre les traitements, mettant en évidence les performances des extraits de bulbes d'ail et du traitement avec Dithane par rapport au témoin sous la présence de champignon oomycète *Phytophthora infestans*. Le traitement avec les extraits de bulbes d'ail a affiché un rendement moyen de 18,46 tonnes/ha, dépassant celui du traitement avec Dithane qui était de 15,1 tonnes/ha. Ces résultats suggèrent que l'utilisation d'extraits de bulbes d'ail peut avoir un impact positif sur le rendement de la pomme de terre, dépassant même l'efficacité d'un traitement chimique standard tel que Dithane. Cette constatation peut indiquer le potentiel des extraits d'ail comme alternative prometteuse et durable dans la protection des cultures, avec des implications positives pour la productivité agricole et la réduction de la dépendance aux produits chimiques synthétiques. Cependant, d'autres investigations approfondies seraient nécessaires pour comprendre pleinement les mécanismes sous-jacents à ces observations et évaluer la viabilité à long terme de cette approche (Mpunga, 2011).

Tableau 5 : rendement moyen de pomme de terre en tonne/ha

Traitements	Rendement moyen en tonne/ha	Ecart-type \pm
Traitement témoin ou parcelle sans traitement.	13,91	4,25

Traitement qui a reçu le dithane M45 à une dose de 5kg/ha/ 200l d'eau.	15,1	3,50
Traitement avec les extraits de bulbes d'ail à une dose de 0,208l/m ² .	18,46	0,37

Source : Mpunga, 2011

L'extraction de rendements différents dans la culture du piment, allant de 3,97 tonnes/ha avec le traitement à base d'extrait aqueux d'ail à 1,44 tonne/ha avec le traitement à base d'huile d'arachide, souligne l'impact significatif des différentes méthodes de traitement contre la panachure de piment sur la productivité agricole. Cette disparité met en lumière l'efficacité supérieure de l'extrait aqueux d'ail, suggérant son potentiel à stimuler la croissance et le rendement des plants de piment. En revanche, le traitement à base d'huile d'arachide a montré des performances inférieures, soulignant l'importance de choisir soigneusement les méthodes de traitement pour optimiser la production. Ces résultats peuvent avoir des implications pratiques pour les agriculteurs, les encourageant à considérer l'utilisation d'extraits d'ail comme une stratégie privilégiée dans la culture du piment, ce qui pourrait non seulement améliorer le rendement mais aussi réduire l'impact environnemental associé à d'autres méthodes moins efficaces (Biao *et al*, 2018).

Tableau 6 : rendement du piment en fonction des différents traitements

Traitements	Rendements en (t/ha)
Traitement à base d'extrait aqueux d'ail	3,97±3,01a
Traitement à base d'insecticide PACHA en alternance avec l'extrait aqueux de neem	3,55±1,90a
Traitement à base d'insecticide de synthèse PACHA	3,12±1,26a
Traitement à base d'extrait aqueux d'Hyptis	2,97±1,57a
Témoin absolu sans apport d'extrait aqueux	2,90±1,27a
Traitement à base d'extrait aqueux des graines de neem	1,69±0,99 a
Traitement à base d'huile d'arachide 10%.	1,44±0,77 a

Source : Biao *et al*, 2018

II- Discussion

II-1- Différents modes de préparation de l'ail

Les méthodes de préparation des biopesticides à base d'ail sont diverses, chacune offrant des avantages spécifiques. Richard (2018) a utilisé une approche complète, combinant lyophilisation, broyage, micronisation, et travaillant sur la préparation de l'ail frais ainsi que sur la création de chitosane. D'autre part, AMPP (2018) et Neayi (non spécifié) ont opté pour des méthodes de macération, cette dernière ajoutant une composante huileuse. L'utilisation de l'extrait à l'aide d'alcool d'ail a également été explorée par Berthelot *et al.* (2022), démontrant la variabilité des approches.

La diversité des méthodes souligne l'adaptabilité de la préparation en fonction des besoins spécifiques des agriculteurs et des chercheurs. Cependant, des questions persistent quant à la standardisation des processus et à l'impact économique de certaines méthodes, comme la macération onéreuse sur le terrain (Berthelot, 2022).

II-2- Efficacité de l'extrait de l'ail sur la population des organismes ravageurs

Les extraits d'ail démontrent une efficacité significative contre divers bioagresseurs et agents pathogènes, comme observé dans différentes parties des extraits. En ce qui concerne le contrôle des pucerons, l'extrait d'ail a montré une réduction significative des densités de population par plante par rapport au groupe témoin, indiquant son efficacité, notamment en association avec le neem et l'hyptis. Plus précisément, les densités de population de pucerons dans les parcelles témoins étaient de 700 ± 50 , tandis que celles des parcelles traitées aux extraits d'ail étaient de $18,33 \pm 2,89$, démontrant une diminution substantielle de 97,4%. De même, l'extrait d'ail a une incidence significative sur l'éclosion des œufs et la mortalité des juvéniles de nématodes, avec un taux d'inhibition de l'éclosion des œufs de *M. incognita* atteignant 67,3% et un taux de mortalité de juvénile de 84,6%. Ces résultats suggèrent un potentiel prometteur dans la lutte contre ces parasites. Cependant, dans le cas du mildiou, l'extrait d'ail présente une efficacité modérée par rapport aux biofongicides, bien que des résultats encourageants aient été observés dans d'autres expériences. Les propriétés antimicrobiennes des extraits d'ail, inhibant la croissance de bactéries et de levures, suggèrent son utilité dans divers contextes. En résumé, bien que l'efficacité des extraits d'ail puisse varier en fonction des concentrations, des mélanges et des conditions environnementales, ils représentent une option intéressante pour la lutte contre les bioagresseurs et agents pathogènes, contribuant ainsi à la préservation des cultures maraîchères. L'ail, en tant que biopesticide, joue un rôle préventif crucial en repoussant efficacement les

organismes ravageurs et en favorisant la croissance des cultures maraîchères (Biao *et al*, 2018 ; Mokrini *et al*, 2018 et Richard, 2007).

II-3- Effet d'extrait d'ail sur la plante maraîchère

Les mélanges à base d'ail ont montré un impact positif sur le rendement des cultures maraîchères. L'étude révèle que l'extrait aqueux d'ail a généré le rendement le plus élevé dans la culture de piment, soulignant son efficacité marquée par rapport à d'autres traitements (Biao *et al*, 2018).

Cependant, des nuances existent, notamment avec l'étude de Randrianarisoa qui compare différentes conduites et suggère que la conduite "Ady gasy" pourrait représenter une alternative viable, offrant un compromis entre l'utilisation de produits chimiques et des pratiques agricoles plus naturelles.

En conclusion, la discussion des résultats met en évidence la complexité des interactions entre les extraits d'ail, les organismes ravageurs, et les cultures maraîchères. La diversité des méthodes de préparation et des résultats souligne l'importance de l'adaptabilité, mais appelle également à une standardisation pour une utilisation plus large et efficace de ces biopesticides à base d'ail. Les implications économiques et les compromis entre efficacité et coût nécessitent également une attention particulière dans les futures recherches et applications sur le terrain.

III- Perspectives

Les résultats de cette étude ouvrent la voie à plusieurs perspectives prometteuses dans le domaine de l'utilisation de l'ail comme moyen de lutte biologique en agriculture maraîchère.

III-1- Optimisation des méthodes de préparation

Les manières variées de préparer les biopesticides à base d'ail indiquent une diversité d'approches. Il est essentiel d'optimiser ces méthodes pour obtenir le meilleur résultat des extraits d'ail en respectant la règle de préparation. Des études approfondies sur les conditions optimales de chaque méthode, ainsi que sur leur impact économique, pourraient être utiles. Une standardisation des procédures pourrait simplifier l'adoption par les agriculteurs.

III-2- Études sur la durabilité et l'écotoxicité

Alors que les extraits d'ail ont montré leur efficacité contre plusieurs bioagresseurs, il est essentiel de mener des études approfondies sur leur durabilité à long terme. Des investigations sur

l'impact écologique, notamment sur les organismes non ciblés et sur les sols, aideraient à évaluer la viabilité environnementale de ces méthodes.

III-3- Recherche sur les combinaisons de méthodes

Considérant la variabilité des résultats en fonction des organismes nuisibles, une approche combinatoire pourrait être explorée. Des études sur l'efficacité de l'ail en combinaison avec d'autres méthodes biologiques pourraient offrir des solutions plus holistiques et adaptées à divers contextes agricoles.

III-4- Intégration des pratiques traditionnelles

Les pratiques agricoles traditionnelles, telles que la conduite "Ady gasy", pourraient être davantage étudiées et intégrées dans des approches agroécologiques. Cette intégration permettrait de capitaliser sur les connaissances locales tout en offrant des alternatives durables aux pratiques conventionnelles.

III-5- Éducation et sensibilisation des agriculteurs

Le succès de ces méthodes alternatives dépend également de l'acceptation et de l'adoption par les agriculteurs. Des programmes d'éducation et de sensibilisation peuvent être mis en place pour informer les agriculteurs sur les avantages, les méthodes de préparation, et les bonnes pratiques d'utilisation des biopesticides à base d'ail.

En conclusion, ces perspectives offrent des pistes intéressantes pour le développement futur de solutions durables et efficaces dans le contrôle des bioagresseurs en agriculture maraîchère. Elles soulignent l'importance de combiner les connaissances scientifiques, les pratiques traditionnelles et l'innovation pour promouvoir une agriculture respectueuse de l'environnement et économiquement viable.

III- Recommandation

L'utilisation de l'extrait d'ail en tant que biopesticide offre des perspectives prometteuses dans la lutte contre les bioagresseurs affectant les cultures maraîchères. Cependant, pour maximiser son efficacité et assurer une utilisation durable, des études approfondies sont nécessaires. Voici quelques recommandations pour guider de futures recherches dans ce domaine.

IV-1- Caractérisation approfondie des bioagresseurs

Il est crucial d'effectuer une caractérisation approfondie des bioagresseurs spécifiques aux différentes cultures maraîchères. Chaque bioagresseur peut réagir différemment à l'extrait d'ail en raison de sa biologie particulière. Des études approfondies sur les cycles de vie, les comportements alimentaires et les mécanismes de résistance potentiels sont essentielles.

IV-2- Évaluation des différents modes de préparation

Une analyse comparative approfondie des différents modes de préparation de l'extrait d'ail doit être réalisée. La macération, la décoction, la lyophilisation, et d'autres méthodes doivent être évaluées en termes d'efficacité contre des bioagresseurs spécifiques. Il est important de déterminer si certains modes de préparation sont plus adaptés à certaines cultures ou bioagresseurs.

IV-3- Impact sur les cultures maraîchères

Les effets de l'extrait d'ail sur la croissance, le rendement et la qualité des cultures maraîchères doivent être étudiés en détail. Les concentrations optimales doivent être déterminées pour minimiser les impacts négatifs sur les plantes tout en maximisant l'efficacité contre les bioagresseurs.

IV-4- Études sur la durabilité et la sélectivité

La durabilité de l'utilisation de l'extrait d'ail en tant que biopesticide doit être évaluée, en tenant compte de son impact sur l'écosystème, la biodiversité et la santé du sol. Des études sur la sélectivité, c'est-à-dire l'impact sur les organismes non ciblés, sont également nécessaires pour minimiser les effets indésirables.

IV-5- Optimisation des conditions d'application

Les conditions d'application optimales, y compris la fréquence, la période et les méthodes d'application, doivent être déterminées pour chaque bioagresseur et chaque culture maraîchère. Cela garantira une utilisation efficace tout en minimisant les quantités nécessaires.

IV-6- Intégration dans des programmes de gestion intégrée

L'extrait d'ail doit être intégré dans des programmes de gestion intégrée des bioagresseurs. Cela inclut des approches combinées avec d'autres méthodes de lutte biologique, chimique et culturale pour maximiser les avantages et minimiser les risques.

IV-7- Sensibilisation et formation des agriculteurs

Il est impératif de sensibiliser et de former les agriculteurs sur l'utilisation correcte de l'extrait d'ail, y compris les bonnes pratiques agricoles, les doses recommandées et les meilleures périodes d'application. Une adoption réussie dépend de la compréhension et de l'acceptation par les agriculteurs.

En conclusion, l'utilisation de l'extrait d'ail comme biopesticide représente une avenue passionnante pour la protection des cultures maraîchères. Cependant, pour garantir son succès, des recherches approfondies, des tests sur le terrain et une collaboration entre scientifiques, agriculteurs et décideurs sont essentiels.

CONCLUSION

En conclusion, cette étude explore le rôle croissant des cultures maraîchères dans le contexte de l'agriculture émergente à Madagascar. Ces cultures, en contribuant à l'équilibre nutritionnel et offrant des opportunités économiques cruciales, agissent comme des cultures de rente pour les agriculteurs dans un environnement socio-économique complexe. Cependant, elles font face à des défis majeurs, notamment les bioagresseurs tels que les insectes nuisibles et les agents pathogènes. Pour aborder ces défis de manière durable, l'étude évalue l'efficacité des extraits d'ail en tant que biopesticides en culture maraîchère. Les hypothèses portent sur les variations d'efficacité des différents modes de préparation de biopesticides à base d'ail, l'impact différencié de certains biopesticides à base d'ail sur la réduction des populations d'organismes ravageurs, et l'amélioration potentielle des cultures maraîchères par ces traitements à l'ail. Les résultats soulignent des variations d'efficacité selon les modes de préparation d'ail, mettant en lumière le potentiel significatif des biopesticides à base d'ail dans la réduction des populations d'organismes ravageurs. L'efficacité variable en fonction des conditions spécifiques et des coûts associés est également notée. En ce qui concerne l'effet des extraits d'ail sur les plantes maraîchères, les résultats indiquent un impact positif, avec des rendements comparativement supérieurs au traitement témoin sans traitement de biopesticide. L'utilisation de l'ail comme pesticide naturel présente des performances agronomiques prometteuses, offrant une alternative intermédiaire entre les pratiques chimiques et les témoins non traités. De plus, l'extrait aqueux d'ail est spécifiquement identifié comme particulièrement efficace pour stimuler la production agricole du piment. Ces résultats suggèrent que l'utilisation d'extraits peut être une stratégie prometteuse et durable pour la protection des cultures maraîchères, avec des implications positives pour la sécurité alimentaire, la nutrition et le bien-être économique des communautés locales.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Abéché (2023), Rapport de formation sur la fabrication des biopesticides et biofertilisants au profit des membres de sous cluster sécurité alimentaire et moyens d'existence du Ouaddaï
2. Antoine k., (2020), Produits de protection des plantes contre les ravageurs des cultures et les agents phytopathogènes.
3. Association Marocaine de Protection des Plantes (AMPP) (2018), Symposium International Protection Intégrée Biocontrôle En cultures Horticoles et Arboricoles. 352p.
4. Berthelot C, Romane J, Vanessa D, (2022), Criblage et optimisation d'extraits végétaux en contexte de maraîchage Ligérien.
5. Biao F., Afouda L. et Koné D., (2018), Effet des extraits aqueux à base d'ail (*Allium sativum*), de neem (*Azadirachta indica*), d'hyptis (*Hyptis spp.*) et d'huile d'arachide sur les pucerons, vecteurs du virus de la panachure du piment vert (*Capsicum chinese*) au Nord-Bénin. 13p.
6. BIOTECHNOL. AGRON. SOC. ENVIRON. (2017), Plantes pesticides et protection des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest (synthèse bibliographique). 214- 289p.
7. CIVAM AGROBIO 47 (2011), Guide technique des préparations à base de plantes
8. EBDM. (2011), Investir dans la région du Vakinankaratra. 12p.
9. Éric P (2004). Journées Techniques. A Saint-Pierre-des-Corps.
10. Fabre F. & Ryckewaert P., (2001), Lutte Intégrée Contre les Ravageurs des cultures maraichères à la Réunion CIRAD-3P, Saint Pierre, la Réunion AMAS. Food And Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius. 1p.
11. FAO, CIRAD, & UE., (2021), Profil des systèmes alimentaires – Madagascar. Activer la transformation durable et inclusive de nos systèmes alimentaires. FAO.
12. FERT, (2005), Projet d'appuis au développement de la filière fruits et légumes sur les hautes terres de Madagascar, rapport synthétique d'activité. 5p.
13. FERT, (2012), Etude de la filière légumes sur les Hautes Terres de Madagascar.
14. FERT, (2011), Cultures maraichères à Madagascar - Guide pédagogique de bonnes pratiques agricoles. 54p.
15. Garruchet V., (2023), l'agriculture à Madagascar : Evolution, chiffres clés et défis, 89p
16. Lalouette J.A. and Bachraz D.Y., (2002), Fifth annual meeting of agricultural scientists Réduit, Mauritius, 289p.
17. Kulimushi E., (2014), Evaluation des effets d'insecticides botaniques sur les pucerons noirs du haricot (*aphis fabae*) à Goma en République démographique du Congo. 17p.
18. Maille E., (2022), Substances naturelles en production végétale Journées Techniques 22 & 23 Novembre 2022. 30p.

19. Maina S. & Maina M., (2008), Vegetables in East Africa. Elwa publications, farming resources series. Nairobi. Kenya.
20. Mokrini F., Hormatallah A., Chatry Y., Janati S., Houari A., Sbaghi M., (2018), Etude *in vitro* de l'efficacité de quelques huiles essentielles et d'extrait de plantes sur les nématodes à galles (*Meloidogyne incognita*). 352p.
21. Mpunga H., (2011), Essai d'utilisation d'un pesticide organique naturel de synthèse dans la lutte contre le mildiou (*phytophthora infestans*) chez la pomme de terre (*solanum tuberosum*) cas des extraits de bulbes d'ail et du dithane M45. 58p.
22. Philippe G., Souchet S., Bourgoïn M.A., Guajardo R.I.G., (2017), Etude des propriétés antimicrobiennes de l'extrait d'ail (*Allium sativum* L.). 7p.
23. Rabemanambola M., Rakotoarisoa J. and Rieutort L., (2009), Entre ville et campagne : les adaptations du maraîchage paysan sur les Hautes Terres centrales malgaches, 285-310 p.
24. Rafanomezantsoa R.J., (2007), Diagnostic stratégique de la filière ail à Madagascar et perspectives d'améliorations en vue de son développement dans le haut bassin du Mandrare (Région Anosy), dans les région d'Analamanga et de Vakinankaratra, 136p
25. Rahanitrarivony V., (2013), Identification et évaluation des critères de qualité du riz de Madagascar; recherche des déterminants de la texture de riz cuit, 197p.
26. Rakotoarisoa A., Moustier P. and Leplaideur A., (1991), *Diagnostic maraîchage Madagascar*. FOFIFA, Cirad. Diagnostic_maraichage_Madagascar-Rapport_provisoire.pdf
27. Randrianarisoa A.M., (2008), Comparaison entre conduite « ADY GASY » et conduite chimique en système de culture paysannat du haricot sec « *Phaseolus vulgaris* » cas des hautes terres de Madagascar. 88p.
28. Richard G., (2007), Développement d'un biofongicides à base d'ail et de Chitosane pour lutter contre le blanc de la tomate de serre. Département de phytologie facultés des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université de Laval, Québec
29. Ryckewaert P., (1998), Principes généraux de la lutte intégrée sur cultures maraîchères en Polynésie française). 19p.
30. Service des Statistiques Agricoles, (2007), Recensement de l'agriculture : Campagne agricole 2004-2005 (Vol. 1-8)
31. Yarou B.B., Silvie P., Françoise A.K., Mensah A., Alabi T., François V., Frédéric F., (2017), Plantes pesticides et protection des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest (synthèse bibliographique), 17p.

REFERENCES DE WEBIOGRAPHIQUES

1. <https://agritrop.cirad.fr/599987/>
2. <http://open.library.cirad.fr/files/4/749>
3. <https://www.fert.fr/v2/wp-content/uploads/2014/06/MDG-Resume-etude-filiere-legumes.pdf>

ANNEXES

Annexe 1 : Cadre logique

Objectifs spécifiques (OS)	Résultats attendus	Hypothèses
Evaluer l'efficacité de l'utilisation de l'ail comme biopesticide en culture maraîchère, en examinant ses différents modes de préparation	Confirmation de variations d'efficacité entre les différents modes de préparation de biopesticides à base d'ail dans le contrôle des organismes ravageurs	Les différents modes de préparation de biopesticides à base d'ail présentent des variations d'efficacité dans le contrôle des organismes ravageurs
Impact d'extrait d'ail sur les organismes ravageurs	Identification de certains biopesticides à base d'ail ayant un impact plus significatif sur la réduction des populations d'organismes ravageurs que d'autres	Certains biopesticides à base d'ail ont un impact plus significatif sur la réduction des populations d'organismes ravageurs que d'autres
Influence des traitements à l'ail sur les cultures maraîchères	Observation d'une amélioration des cultures maraîchères suite aux traitements avec les biopesticides à base d'ail	Les traitements améliorent les cultures maraîchères

Annexe 2 : bioagresseurs de cultures maraichères



Figure 3 : *Pseudomonas* et *Xanthomonas*

Source : FERT, 2011

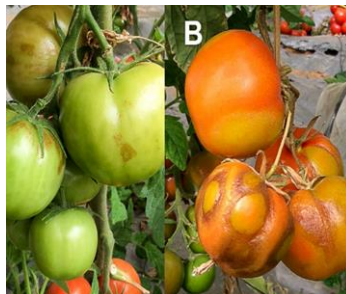


Figure 2 : Tomato mosaic virus ToMV

Source : FERT, 2011



Figure 1 : Coup de soleil

Source : FERT, 2011



Figure 6 : Nécrose apicale

Source : FERT, 2011



Figure 5 : Mildiou

Source : FERT, 2011



Figure 4 : Cercosporiose

Source : FERT, 2011



Figure 8 : Champignon *Fusarium oxysporum*

Source : FERT, 2011

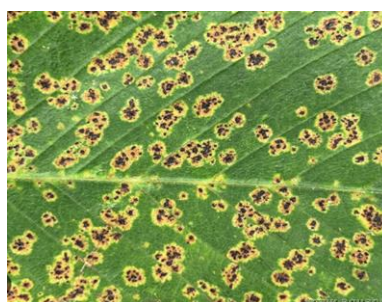


Figure 9 : Anthracnose

Source : FERT, 2011



Figure 7 : Cochenilles

Source : FERT, 2011



Figure 12 : Pucerons
Source : FERT, 2011



Figure 11 : Mouches des fruits
Source : FERT, 2011



Figure 10 : Thrips
Source : FERT, 2011



Figure 14 : Teigne des crucifères
Source : FERT, 2011



Figure 15 : Chenilles de papillons
Source : FERT, 2011



Figure 13 : Insectes souterrains
Source : FERT, 2011



Figure 16 : Cantharide
Source : FERT, 2011



Figure 17 : Courtilière
Gryllotalpa africana
Source : FERT, 2011

Annexe 3 : Opérations culturales d'ails

- Les techniques agricoles liées à la culture de l'ail dans la région mettent en lumière divers aspects tels que la préparation du sol, la phase de plantation, les méthodes d'entretien, et les étapes de la récolte (Rafanomezantsoa, 2007).
- Bien que le labour traditionnel à l'Angady soit courant, un tiers des agriculteurs optent pour la mécanisation, utilisant des charrues ou des motoculteurs.
- La matière organique bien décomposée est incorporée dans le sol lors de l'émottage, et le repiquage se fait en lignes, avec une préparation préalable des caïeux, incluant l'élimination des défauts.
- Les pratiques d'entretien comprennent une irrigation quotidienne initiale, espacée ensuite de 2 à 3 jours en fin de culture, et le binage est fréquent, réalisé 2 à 3 fois par mois.
- Les agriculteurs hésitent quant à l'utilisation d'engrais par crainte de la fragilité de l'ail et de sa sensibilité à la pourriture pendant la conservation.
- La récolte intervient lorsque les deux tiers du feuillage sont desséchés, de préférence par temps sec, et le tri est effectué chez moins de 50% des agriculteurs.
- Le rendement moyen en ail dans le Haut Mandrare est estimé à environ 7 kg par plate-bande de 5m².