

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Université Abdelhamid Ibn  
Badis-Mostaganem  
Faculté des Sciences de la  
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUE  
MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté par :

**LOUAFI Samah et KIHAL Fatima Zohra**

Pour l'obtention du diplôme de  
MASTER EN AGRONOMIE

**Spécialité : Protection des végétaux**

Thème

Evaluation de l'activité antifongique de l'extrait méthanoïque  
de plante *Atriplex halimus* vis-à-vis de *colletotrichum sp*,  
agent de l'anthracnose des agrumes

Président	Mme BERGHEUL Saida	MCB	Université de Mostaganem
Examineur	Mme BADAoui Mahdjouba Ikram	MCB	Université de Mostaganem
Encadreur	Mme HAMZA Lahouaria	MCB	Université de Mostaganem
Co-Encadreur	Mme SAIAH Farida	MCB	Université de Mostaganem

Thème réalisé au laboratoire du Protection des végétaux

**Année universitaire : 2024-2025**

## Sommaire

### Remerciements

### *Dédicace*

### Liste des figures

### Liste des abreviations

### Introduction ..... 1

### Partie Bibliographie

### Chapitre I: Les agrumes

### Chapitre I: Les agrumes

I. 1. Généralités sur les agrumes.....	5
I. 2. Historique et répartition des agrumes dans le monde et en Algérie.....	5
I. 3. Les agrumes dans le monde.....	6
I. 4. Les agrumes en Algérie.....	6
I. 5. Production des agrumes.....	7
I. 5.1. Dans le monde.....	7
I. 5.2. En Algérie.....	8
I. 5.3. En Mostaganem.....	8
I. 6. Systématique des agrumes.....	9
I. 7. Les genres des agrumes.....	9
I. 8. Caractères botaniques.....	10
I. 8.1 Aspect général.....	10
I. 8.2. système racinaire.....	11
I. 8.3 système aérienne.....	11
I. 8.3.1 feuilles:.....	11
I. 8.3.2 Fleurs.....	11
I. 8.3.3 fruits.....	12
I. 8.3.5 rameaux.....	13
I. 9. Le cycle de développement des agrumes.....	13
I. 10. Quelques variétés d'agrumes cultivées en Algérie.....	15
I. 10.1. Orangers ( <i>Citrus Sinensis (L.) Osbeck</i> ).....	15
I. 10.2. Mandarinier.....	15
I. 10.3. Citronnier ( <i>Citrus Limon L.</i> ).....	15
I. 10.4. Pomélo ( <i>Citrus paradisi</i> ).....	15

I.	10.5. Bigaradier ( <i>Citrus aurantium</i> ).....	15
I.	10.6. Variété cultivé Cédratier ( <i>Citrus medica L.</i> ).....	15
I.	10.6. Kimquat ( <i>Fortunella sp.</i> ).....	16
I.	10.7. lime.....	16
I.	11. Maladies fongiques .....	16
I.12.	Les insectes ravageurs des agrumes .....	17
<b>Chapitre 02: l'antracnose des agrumes</b>		
II.	1. Présentation de l'antracnose des agrumes.....	19
II.	1.1. Importance et répartition .....	19
II.	1.2. Principales caractéristiques de <i>Colletotrichum sp.</i> des agrumes .....	19
II.	1.3. Définition et nomenclature .....	20
II.	2. Principales caractéristiques de <i>colletotrichum gloeosporioides</i> .....	20
II.	3. Description taxonomique.....	21
II.	4. Symptômes .....	21
II.4.1.	Feuilles.....	21
II.4.2.	Fruits.....	22
II.	5. Conditions d'environnement pour la croissance du pathogène La température..	23
II.	5.1. La température .....	23
II.	5.2. PH .....	23
II.	5.3. L'humidité.....	23
II.	6. Cycle de vie .....	23
II.	6.1. Mode d'infection.....	24
II.	6.2. Epidémiologie .....	24
II.	7. Lutte contre l'antracnose .....	24
<b>Chapitre III: <i>Atriplex halimus L</i></b>		
III.	1. Présentation du genre <i>Atriplex</i> .....	26
III.	2. Présentation de l'espèce <i>Atriplex halimus L.</i> .....	26
III.	2.1. Classification.....	26
III.	2.3. Nomenclature.....	26
III.	2.4. Description morphologique .....	27
III.	3. Répartition <i>L'Atriplex halimus</i> .....	28
III.	3.1. Répartition en Algérie.....	28

III.	3.2. Répartition dans le monde.....	28
III.	<b>4. La composition chimique d'<i>Atriplex halimus</i>: .....</b>	<b>29</b>
III.	4.1. La composition organique .....	29
III.	4.2. La composition minérale .....	29
III.	<b>5. Intérêts de l'<i>Atriplex halimus</i> .....</b>	<b>29</b>
III.	5.1. En alimentation humaine.....	29
III.	5.2. En économie .....	29
III.	5.3. En phytothérapie .....	29
III.	<b>6. Activité antifongique .....</b>	<b>30</b>
III.	<b>7. Mécanismes d'action antifongiques des métabolites secondaire.....</b>	<b>30</b>

### Partie expérimentale

#### Chapitre I: Matériels et méthodes

I.1	<b>Objectif.....</b>	<b>34</b>
I.	<b>2. Protocole expérimentale.....</b>	<b>34</b>
I.	<b>3. Présentation de lieu de travail.....</b>	<b>35</b>
I.	<b>4. Matériel biologique .....</b>	<b>35</b>
I.	4.1. Matériel végétal .....	35
I.	4.2. Matériel fongique .....	35
I.	<b>1. Isolement du champignon à partir d'échantillons infectés.....</b>	<b>36</b>
I.	1.1. Prélèvement des échantillons.....	36
I.	1.2. Désinfection des échantillons .....	36
I.	<b>2. Purification de la souche.....</b>	<b>37</b>
I.	<b>3. Identification.....</b>	<b>37</b>
I.	<b>4. Conservation des isolas sur tube à essai:.....</b>	<b>38</b>
I.	<b>5. Protocole d'extraction .....</b>	<b>38</b>
I.	<b>6. Extraction par macération .....</b>	<b>38</b>
I.	6.1. Solvants d'extraction.....	38
I.	6.2. Mode de opération.....	39
I.	6.3. Méthode d'extraction .....	39
I.	6.4. Principe de rotavapeur .....	41
I.	6.5. Estimation du rendement d'extraction.....	41
I.	<b>7. Préparation des doses.....</b>	<b>41</b>

I.	7.1. Conduite de l'essai de l'évaluation de l'activité antifongique «in vitro» des extraits Méthanoïques d' <i>Atriplex halimus</i> L vis-à-vis de <i>Colletotrichum sp</i> .....	42
I.	8. Évaluation de la croissance mycélienne.....	42
I.	9. Evaluation de la vitesse de croissance.....	43
I.	5.10. Évaluation du taux d'inhibition .....	43
I.	11. Évaluation de la sporulation .....	43
I.	12. Analyse statistique .....	44
<b>Chapitre II: Résultats et interprétation</b>		
II.	1. Rendements de l'extrait.....	46
II.	2. Caractères morphologiques de l'isolat de <i>Colletotrichum sp</i> .....	46
II.	2.1. Etude de l'aspect macroscopique .....	46
II.	2.2. Etude de l'aspect microscopique.....	46
II.	3. Evaluation de l'activité antifongique de l'extrait méthanoïque (par macération) de la plante l' <i>Atriplex halimus</i> sur <i>Colletotrichum sp</i> .....	48
	<b>Discussion.....</b>	<b>55</b>
	<b>Conclusion.....</b>	<b>60</b>
<b>Références bibliographiques</b>		
<b>Annexe</b>		

## Remerciements

*Avant tout, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Dieu Tout-Puissant de m'avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce travail.*

*Je souhaite remercier sincèrement **Mme HAMZA Lhouaria**, mon encadrante, et mon co-encadrante **Mme SAIAH Farida** pour sa disponibilité, ses conseils précieux, son encadrement rigoureux ainsi que sa bienveillance tout au long de ce mémoire. Son expertise et ses remarques constructives ont été d'une grande aide à chaque étape de ce travail.*

*Mes remerciements vont également à les membres dr jury:*

- ✓ President de jury: Mme BERGHEUL Saida
- ✓ Examineur de jury: Mme BADAOUI Mahdjouba Ikram

*Pour avoir accepté d'évaluer ce mémoire, ainsi que pour leurs observations et suggestions enrichissantes.*

*Je remercie chaleureusement l'ensemble du personnel de Ms Saleh, Mme Soumia et Ms Adel, pour leur accueil, leur assistance et les moyens mis à ma disposition durant la période de stage ou de recherche.*

*Je tiens également à exprimer ma reconnaissance à mes enseignants, pour la qualité de l'enseignement reçu tout au long de ma formation, et pour leur accompagnement tout au long de mon parcours académique.*

*Enfin, je remercie ma famille et mes amies principalement **ZINE Imane** pour leur soutien moral, leurs encouragements constants et leur présence réconfortante, sans qui ce travail n'aurait pas été possible.*

# *Dédicace*

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

À celle que j'ai été, à celle que je suis devenue, fière aujourd'hui de chaque pas franchi et de chaque épreuve transformée en force.

À *ma chère mère*, pour son amour infini, ses sacrifices muets et sa force qui éclaire chacun de mes pas ; sans elle, je n'aurais jamais pu aller si loin. Elle est le pilier de mon existence.

À *mon père*, pour ses conseils précieux, sa patience et son appui constant.

À *ma sœur* Mariem et à *mon frère* Mohamed, pour leur amour, leur patience et leur présence.

À *ma moitié*, **KASSOUS Nadia** qui a été à mes côtés dans tous les bons comme les mauvais moments.

À ma tante et à son fils AINOU Habib , pour leur soutien et leur présence à mes côtés.

À *mon ami* **BELMOKHTAR Redouane**, pour son soutien, ses encouragements et sa précieuse aide.

À *mon cher grand-père et à ma chère grand-mère*, en leur souhaitant une longue vie et une bonne santé.

À *ma binôme* **LOUAFI samah**, dont la présence a rendu ce travail unique.

À Tous les membres de ma famille et toute personne qui porte le nom KIHAL.

À tous mes collègues et amis (**Imane , sara ,karima, amel ,manar ,Siham , Youcef ,abdelghani,...** )

*Fatima*

## *Dédicace*

À mon idole, à mon amour éternel, à celui qui a marqué mes premiers pas et qui m'a portée sur son dos et me porte toujours dans son cœur... À mon seul héros que j'adore.

*mon père.*

À mon ange, mon paradis, à celle qui m'a donné la vie et éclairé mes jours qui m'a amené là où je suis... À ma vie.

*ma chère ma mère ,*

À ma chère sœur **Nawel & Nour el houda** pour ses encouragements permanents, et son soutien moral.

À mes chers frères **Zakaria** et **Amine** pour leur appui.

Mon fiancée, **GHALEM Mohamed** pour son amour et son soutien moral et encouragements.

Ma binôme **KIHAL Fatima zahra**, Qui a partagé avec moi ce travail, avec ses détails, ses hauts et ses bas.

À ma copine, **KASSI CHAOUACHE Ikram** ; qui est partagé avec moi les moments heureux et difficiles de ce travail. Ces mots ne suffiront pas pour exprimer tout ce que j'ai sur le cœur et toute la gratitude que je porte

Et ma chère amie , **ZINE Imane** pour ses Aide précieuse, ses soutien constant et ses encouragements tout au long de ce travail.

Et à tous promo de **protection des végétaux**

*Samah*

**Résumé**

L'anthracnose des agrumes causée par *Colletotrichum* sp., est une maladie fongique qui peut causer des dommages considérables aux agrumes. Si elle n'est pas prise en charge rapidement et efficacement, elle peut réduire le rendement de la culture. Cependant il ya des inconvénients généraux associer aux traitements chimiques, notamment le risque de toxicité pour l'environnement et pour l'homme.

Evaluer l'efficacité antifongique de l'extrait méthanolique de la plante *d'Atriplex halimus* L contre le champignon *Colletotrichum* sp., responsable de l'anthracnose des agrumes a travers des essais in vitro, elle vise à mesurer le pouvoir Inhibiteur de cet extrait sur la croissance mycélienne et la sporulation du pathogène, en vue de proposer une alternative naturelle aux traitements chimiques conventionnels.

Etude de l'aspect microscopique nous a permis de distingués la présence de conidies hyalines, unicellulaires, de forme fusiforme à légèrement falciforme .Pour l'évaluation de l'activité antifongique de l'extrait méthanoïque (par macération) de la plante *Atriplex halimus* sur *Colletotrichum* sp ,les résultats nous indique un diminution du diamètre des colonies traitées ,une di mution de la vitesse de croissance progressive en fonction de l'augmentation des concentrations de l'extrait et une inhibition total de la croissance mycélienne ainsi que la sporulation a une concentrations de 50 et100 mg/ml et

Les doses élevé de l'extrait méthanolique de la plante d'*Atriplex halimus* L provoque une inhibition complète du développement fongique.

**Mots de passe:** *Colletotrichum* sp., *Atriplex halimus*, extrait méthanoïque, antifongique.

**Summary**

Citrus anthracnose, caused by *Colletotrichum* sp., is a fungal disease that can cause considerable damage to citrus trees. If not treated promptly and effectively, it can reduce crop yields. However, there are general disadvantages associated with chemical treatments, including the risk of toxicity to the environment and humans.

To evaluate the antifungal efficacy of the methanolic extract of the *Atriplex halimus* L. plant against the fungus *Colletotrichum* sp., responsible for citrus anthracnose, through in vitro assays, the aim was to measure the inhibitory power of this extract on mycelial growth and sporulation of the pathogen, with a view to proposing a natural alternative to conventional chemical treatments.

A microscopic study allowed us to distinguish the presence of hyaline, unicellular conidia, spindle-shaped to slightly falcate. For the evaluation of the antifungal activity of the methanoic extract (by maceration) of the *Atriplex halimus* plant on *Colletotrichum* sp, the results indicate a decrease in the diameter of the treated colonies, a progressive decrease in growth rate as the extract concentrations increase, and a total inhibition of mycelial growth as well as sporulation at concentrations of 50 and 100 mg/ml.

High doses of the methanolic extract of the *Atriplex halimus* L plant cause a complete inhibition of fungal development.

**Passwords:** *Colletotrichum* sp., *Atriplex halimus*, methanoic extract, antifungal.

أنثراكنوز الحمضيات، الذي تسببه فطريات كوليتوتريكوم، هو مرض فطري يمكن أن يلحق أضرارًا جسيمة بأشجار الحمضيات. إذا لم يُعالج بسرعة وفعالية، فقد يُقلل من إنتاجية المحصول. ومع ذلك، هناك عيوب عامة مرتبطة بالمعالجات الكيميائية، بما في ذلك خطر السمية على البيئة والبشر.

لتقييم الفعالية المضادة للفطريات للمستخلص الميثانولي لنبات *Atriplex halimus* L. ضد فطر كوليتوتريكوم، المسؤول عن أنثراكنوز الحمضيات، من خلال فحوصات مخبرية، كان الهدف هو قياس القدرة المثبطة لهذا المستخلص على نمو الفطريات وتكوين أبواغ الممرض، بهدف اقتراح بديل طبيعي للمعالجات الكيميائية التقليدية.

سمحت لنا الدراسة المجهرية بتمييز وجود أبواغ زجاجية وحيدة الخلية، مغزلية الشكل إلى منجلية الشكل قليلاً. لتقييم النشاط المضاد للفطريات للمستخلص الميثانويك (بالنقع) لنبات *Atriplex halimus* على فطر *Colletotrichum* sp، تشير النتائج إلى انخفاض في قطر المستعمرات المعالجة، وانخفاض تدريجي في معدل النمو مع زيادة تركيزات المستخلص، وتثبيط كلي لنمو الفطريات، وكذلك التبوغ، عند تركيزات 50 و100 ملغ/مل.

تُسبب الجرعات العالية من المستخلص الميثانولي لنبات *Atriplex halimus* L تثبيطاً كاملاً لنمو الفطريات.

**كلمات المفتاحية** *Atriplex halimus* ، *Colletotrichum* sp، مستخلص ميثانوي، مضاد للفطريات

## Liste des figures

<b>Figure 01:</b> principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde.....	6
<b>Figure 02:</b> Répartition géographique des superficies d'agrumes en Algérie.....	7
<b>Figure03:</b> arbre d'agrumes .....	10
<b>Figure04:</b> Représentation schématique de quelques types de feuilles.....	11
<b>Figure05:</b> Fleurs des agrumes oranger.....	12
<b>Figure 06:</b> Fruit d'agrumes.....	13
<b>Figure 07:</b> Cycle phénologique du clémentinier.....	14
<b>Figure 08:</b> <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> .....	21
<b>Figure 09:</b> Symptômes de <i>colletotricum gloeosporioides</i> sur les agrumes.....	22
<b>Figure 10:</b> Cycle de vie de l'agent responsable ( <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ) .....	23
<b>Figure 11:</b> Distribution de l' <i>Atriplex halimus L.</i> En Algérie .....	28
<b>figure 12:</b> protocole expérimentale de travail .....	34
<b>Figure13:</b> Carte du site Metarba (Google earth).....	35
<b>Figure14:</b> isolment de <i>Colletotrichum sp</i> .....	36
<b>Figure 15:</b> Repiquage de <i>Colletotrichum sp</i> .....	37
<b>Figure 16:</b> Mode opératoire de macération.....	39
<b>Figure 17:</b> masse de matière végétale broyée.....	40
<b>Figure 18:</b> Agitation de l'extrait méthanoïque .....	40
<b>Figure19:</b> Filtration de l'extrait Méthanoïque d' <i>Atriplex halimus. L</i> .....	40
<b>Figure 20:</b> Rotavapor de l'extrait Méthanoïque d' <i>Atriplex halimus. L</i> .....	40
<b>Figure 21:</b> Essai de l'évaluation de l'activité antifongique de l'extrait méthanoïque de l' <i>Atriplex halimus</i> vis-à-vis le <i>Colletotrichum sp.</i> .....	42
<b>Figure 22:</b> Aspect macroscopique de l'isolat de <i>Colletotrichum sp</i> .....	46
<b>Figure 23:</b> Aspect microscopique de l'isolat de <i>Colletotrichum sp</i> .....	47
<b>Figure 24:</b> l'effet « in vitro » des différentes concentrations de l'extrait méthanoïque D' <i>Atriplex halimus</i> sur l'isolat de <i>Colletotrichum sp</i> .....	48
<b>Figure 25:</b> L'effet de l'extrait méthanoïque par macération sur la croissance mycélienne de <i>Colletotrichum sp.</i> .....	49

**Figure 26:** Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Colletotrichum sp.*, sous l'effet Des différentes concentrations de l'extrait méthanoïque (macération) des feuilles et tiges D'*Atriplex halimus* .....50

**Figure 27:** Vitesse de croissance mycélienne de *Colletotrichum sp.* En présence de différentes concentrations de l'extrait méthanolique (par macération) de la plante d'*Atriplex halimus* .....51

**Figure 28:** Effet des différentes concentrations de l'extrait méthanolique (par macération) d'*Atriplex halimus L.* Sur la sporulation de *Colletotrichum sp*.....52

**Figure 29:** Taux d'inhibition de la sporulation de l'isolat de *Colletotrichum sp.* Sous l'effet des Différentes concentrations de l'extrait de méthanol (par macération) de la partie aérienne de L'*Atriplex halimus*.....53

## Liste de tableaux

<b>Tableau 01:</b> les maladies fongiques des agrumes .....	16
<b>Tableau 02:</b> les principaux ravageurs d'agrumes .....	17
<b>Tableau 03:</b> Description morphologique d' <i>Atriplex halimus</i> L.....	27
<b>Tableau 04:</b> Composition minérale d'un <i>Atriplex halimus</i> .....	29
<b>Tableau 05:</b> préparation des doses.....	41
<b>Tableau 06:</b> Rendements des différents types d'extraction des feuilles et des tiges de <i>l'Atriplex halimus</i> .....	46

## Liste des abreviations

**cm:** centiméter

**mm :**milliméter

**m:** mètre

**PDA:** Potato dextrose agar

**%:** poucentage

**mL:** mililitre

**j:** jour

**N°:** némuro

# **Introduction**

# Introduction

## Introduction

L'agriculture représente un pilier fondamental de l'économie et du développement durable dans de nombreux pays, en particulier dans la région du bassin méditerranéen. En Algérie, les cultures fruitières occupent une place de choix, et les agrumes figurent parmi les plus importantes. Riches en vitamines, minéraux et antioxydants, ces fruits sont largement appréciés pour leurs qualités nutritionnelles. Ils constituent également une source de revenus vitale pour de nombreux agriculteurs, tout en jouant un rôle clé dans la sécurité alimentaire du pays.

Cependant, malgré la richesse variétale des agrumes, la productivité nationale demeure faible et connaît des fluctuations d'une année à l'autre. Cette instabilité s'explique par plusieurs contraintes, notamment celles liées aux facteurs de production ainsi qu'aux stress abiotiques et biotiques. Ces derniers sont provoqués par des organismes vivants tels que les champignons, les bactéries, les virus et les insectes.

Les agrumes, largement cultivés pour leurs fruits nutritifs, sont fréquemment exposés à diverses maladies d'origine phytopathogène. Parmi celles-ci, l'anthracnose, causée par des champignons du genre *Colletotrichum*, représente une menace sérieuse. Cette maladie peut entraîner des pertes importantes en affectant les feuilles, les fruits et les branches, compromettant ainsi la qualité et le rendement des productions agrumicoles. Contre ce genre de fléaux, la prévention ainsi que l'utilisation des Produits chimiques représentent à l'heure actuelle la solution la plus efficace. Cependant, les Inconvénients liés à l'utilisation répétée des produits de synthèse entraînent souvent la Pollution de l'environnement, l'apparition de résistances et augmente la quantité des Résidus sur les fruits (ITAFV, 2012; Ozbay et Newman, 2004).

Face à la dangerosité de certaines solutions chimiques, les chercheurs se tournent vers des alternatives plus sûres. L'une des voies explorées est la lutte biologique, notamment par l'utilisation de substances naturelles à effet antifongique, jugées moins nocives pour l'homme et l'environnement. Parmi ces solutions figurent les extraits polyphénoliques issus de plantes aromatiques.

Grâce à sa situation géographique, l'Algérie abrite une grande diversité de plantes aromatiques poussant à l'état spontané. L'intérêt pour ces espèces n'a cessé de croître ces dernières années, notamment en raison de leurs usages médicaux. C'est dans ce contexte que notre attention s'est portée sur une espèce de la famille des Amaranthacées : *Atriplex halimus*, un arbuste indigène largement utilisé en phytothérapie.

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'activité antifongique de l'extrait méthanolique de la plante *Atriplex halimus* L. Contre le champignon *Colletotrichum* sp., dans des conditions de laboratoire. Cette démarche s'inscrit dans une perspective de protection des cultures, en valorisant des alternatives biologiques pour promouvoir une agriculture plus durable.

# Introduction

Ce travail est structuré en deux parties :

- La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique portant sur les agrumes, l'antracnose causée par *Colletotrichum sp.*, ainsi que sur *Atriplex halimus*
- La seconde partie présente l'étude expérimentale, incluant le matériel utilisé, les méthodes appliquées, les résultats obtenus, leur interprétation, et se conclut par une conclusion générale résumant les principaux apports de cette recherche.

## **Partie Bibliographie**

# **Chapitre I: Les agrumes**

## **I. 1. Généralités sur les agrumes**

Le mot « agrume » dérive de latin agrus qui, autrefois, désignait les plantes dont les fruits ont une saveur aigre, par exemple l'ail ou les oignons. Avec le temps, sa signification évolua et il fut utilisé pour décrire un groupe de plantes de la famille des Rutacées, en particulier celles appartenant au genre de Citrus (Colombo, 2004).

Parmi les six genres botaniques de la famille des Rutacées représentant les agrumes, les plus connus sont originaires du Sud-Est asiatique: Citrus, Fortunella et Poncirus. Les agrumes des genres Poncirus et Fortunella sont originaires de zones septentrionales de l'Est de la Chine, tandis que ceux du genre Citrus ont une origine méridionale entre l'Inde et l'Indonésie(2) . Cultivés, consommés et appréciés partout dans le monde, les agrumes sont pratiquement indispensables de par leur teneur élevée en acide ascorbique. La vitamine C. Les agrumes ont une grande importance économique, non seulement au niveau de la production du fruit (80 Millions de tonnes par ans) mais également pour d'autres secteurs, par exemple l'industrie des parfums. N'oublions pas non plus leurs caractéristiques ornementales : leur port noble, leurs feuilles persistantes d'un beau vert brillant, le parfum délicat de leurs fleurs(Colombo , 2004).

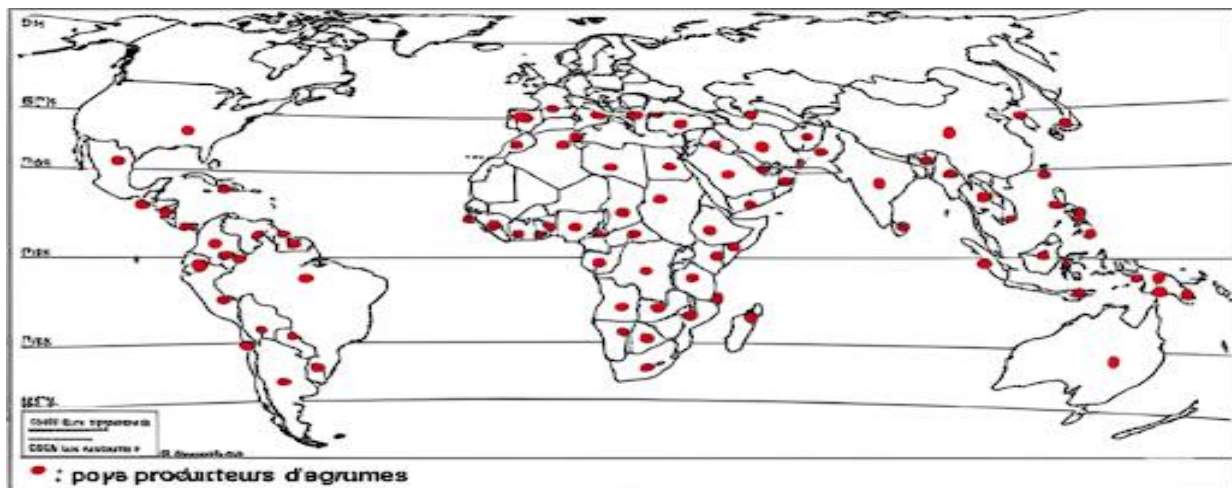
## **I. 2. Historique et répartition des agrumes dans le monde et en Algérie**

Les agrumes sont originaires des pays du Sud-Est Asiatique. Leurs cultures se confondent avec l'histoire des civilisations chinoise. En effet c'est avec le rayonnement de la civilisation Chinoise et Indoue que la culture des agrumes, s'est propagée à l'ensemble des pays du Sud-Est Asiatique, le Sud de Japon et l'archipel de Malaisie (Loussert, 1989)

En Algérie, les invasions arabes avaient bien introduit le bigaradier dans l'empire des Almohades (MOREL, 1969).toutefois, il embellisse déjà, pendant la période Ottmane (du 16e au 18esiècle), les jardins des Beys (ANONYME, 2007). L'oranger y fut sans doute apporté quelques siècles après par les maures d'Andalousie (MOREL, 1969).Au début de la colonisation en 1850, le mandarinier fut introduit en Algérie par M. Harby. Au 19 siècle, le père Clément de l'orphelinat agricole de Misserghin, effectuant un croisement de mandarinier (Commun) avec le bigaradier (Granito) découvrit (Clémentine) (Anonyme, 2007).

### I. 3. Les agrumes dans le monde

Actuellement le nombre des pays producteurs d'agrumes dans le monde augmente progressivement, et l'agrumiculture s'observe 5 egions dans toutes les zones du globe, essentiellement dans les 5egions méditerranéennes et tropicales où cette production est possible (Benaissat , 2015).



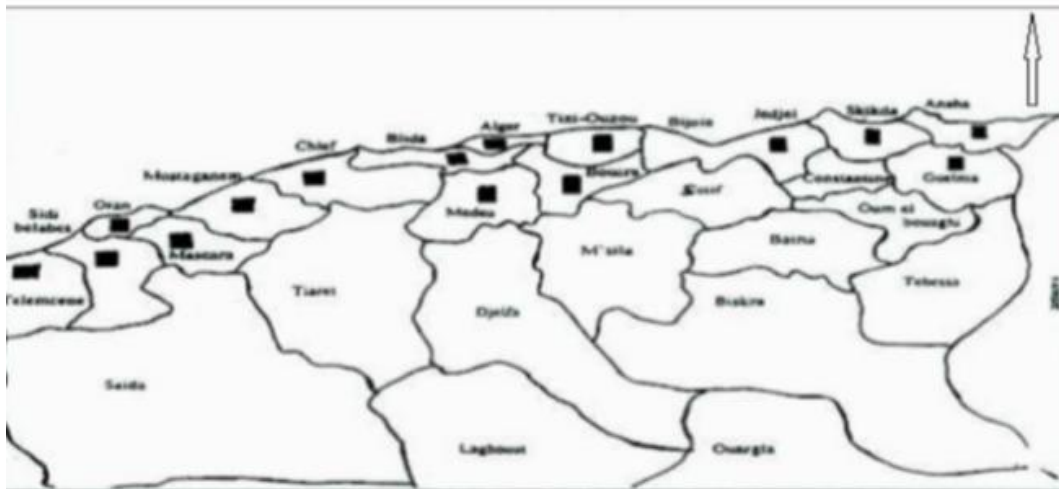
**Figure 01:** principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde (Cassin, 1984)

### I. 4. Les agrumes en Algérie

Selon (Aouane et Ghezli., 2001). À l'instar de l'arboriculture fruitière .l'agrumiculture occupe une place primordiale et constitue l'une des préoccupations majeurs des décideurs au niveau ministre de l'agriculture algérien.

Le verger agrumicole algérien occupe une superficie de 64154 ha dont 50873 ha se répartissent en majorité dans Wilaya de Blida (26%). Chlef (9%), Alger (8%).

Les principales espèces cultivées dans ces régions sont les oranges, les clémentines, les citrons et pomelos .En terme de production, L'Algérie a atteint le niveau de 8 552 654 quintaux soit un rendement moyen de 16.8T/ha, les différentes composantes de cette production sont 72% pour les oranges, 16% pour la clémentine, 7% pour les citrons, 3%pour la mandarine et 0.1 % pour les pomelos (MADR, 2009).

**Figure 02:** Répartition géographique des superficies d'agrumes en Algérie (Ammour et

Aouchich, 2000)

## 1.5. Production des agrumes

### 1.5.1. Dans le monde

Les agrumes présentent un intérêt économique pour de nombreux pays à travers le Monde.

La production mondiale des agrumes est environ de 115 millions de tonnes en 2011. Les Oranges représentent la majeure partie de la production d'agrumes avec 71%.

L'augmentation de production est principalement due à la croissance des terres cultivées Consacrés aux agrumes, mais aussi à un changement de comportement de la part des Consommateurs, don't le revenu progresse et don't les préférences s'orientent de plus en Plus vers des produits sains et pratiques. La principale destination de la production Agrumicole mondiale est l'autoconsommation. Ce segment a peu progressé en pourcentage de la production globale, avec une stabilité Autour de 60% sur ces quarante dernières années. En revanche, l'autoconsommation S'est forcément accrue en quantité, passant d'environ 25 millions de tonnes au début des Années 1970 à plus de 70 millions de tonnes au début des années 2010. Cette progression est principalement à mettre à l'actif des pays émergents, don't le Marché local tend à prendre de l'importance. La croissance est marquée en Chine depuis Le début des années 2000. Les volumes consommés localement ayant progressé de plus de 20 millions de tonnes Entre 1970 et 2010. De même, la dynamique est très forte dans d'autres pays d'ExtrêmeOrient comme l'Inde, l'Indonésie ou le Vietnam.

Enfin, la consommation interne s'est fortement développée dans certains pays Méditerranéens comme Turquie, l'Egypte et le Maroc (Agagna, 2016).

### **I.5.2. En Algérie**

En 1964, le verger agrumicole Algérien représentait une production de près de 450000 Tonnes pour une superficie de 45000ha pour toutes variétés confondues. En 1970, beaucoup d'efforts ont été fournis pour augmenter le niveau de production qui a atteint 530000 tonnes. De la fin des années 80 jusqu'à 1999, l'agrumiculture a connu une Régression caractérisée par de faibles productions dont les effets sont : une érosion du Savoir-faire due à un délaissement des vergers, un arrêt de développement.

En effet à partir de cette date aucune exportation n'a été enregistrée jusqu'à 1995 ou une Légère tentative d'exportation a été constatée avec 12000 tonnes.

Ces dernières années, été enregistré un regain d'intérêts vers l'agrumiculture. Les Agrumiculteurs sont fortement encouragés par le programme national du développement Agricole. Aussi, la superficie agrumicole totale a connu une progression, elle est passée De 46010 ha en 2000 à 64766 ha en 2013 soit une augmentation de 30% selon les Derniers recensements fournis par le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Ces accroissements en superficie sont accompagnés avec des augmentations Sensibles dans la production agrumicole ou la production totale en agrumes de l'année 2013 a atteint 1.204.801 tonnes de toutes variétés confondues (Agagna, 2016).

### **I.5.3. En Mostaganem**

Campagne de récolte d'agrumes pour la saison agricole 2024-2025 a été lancée dans la wilaya de Mostaganem, a-t-on appris mercredi auprès de la direction locale des services agricoles (DSA).

La campagne de récolte a démarré à la fin du mois de novembre dernier pour le citron et la clémentine, et à la mi-décembre pour les autres types d'agrumes, en attendant le lancement de la récolte de la variété « Sanguine » au mois de janvier prochain, a-t-on fait savoir de même source. À ce jour, « plus de 147.000 quintaux ont été produits sur 727 hectares des 5.096 hectares réservés à cette culture, soit 14 pc de la superficie totale », a indiqué la DSA. Cette production comprend 93.000 quintaux de clémentines, 27.000 quintaux de citrons et 27.000 quintaux d'oranges, notamment les variétés Washington Navel et Thompson Navel, a-t-on précisé. Les mêmes services prévoient à la fin de la campagne, une récolte de 1.373 million de quintaux d'agrumes, notamment des Washington Navel et Thompson Navel, de la « Double fine » (ses deux variétés) et de la « Sanguine ». A cela s'ajoutera la production d'agrumes de

petite taille (clémentines et mandarines) et de citrons, dont les productions devront dépasser respectivement 223.000 quintaux et 77.000 quintaux, a expliqué la même source. Il est attendu que l'abondance de production, dans les semaines à venir, entraîne une baisse des prix, comme lors des saisons précédentes, où le prix du kilogramme de certaines variétés d'oranges ont oscillé entre 100 et 150 dinars.

A noter que la culture des agrumes dans la wilaya de Mostaganem a connu une stabilité dans la production, ces dernières années, due à la maîtrise des techniques agricoles, au soutien de l'Etat aux producteurs, ainsi qu'à l'encadrement agricole et au suivi régulier assuré par la Station régionale de protection des végétaux (SRPV), a fait savoir la même source. Pour rappel, la wilaya de Mostaganem a atteint, au cours de la saison agricole précédente (2023-2024), une production de plus de 1.6 million de quintaux d'agrumes de différentes variétés, avec une croissance de 8 pc, ce qui lui a permis de maintenir sa position de leader national dans ce secteur d'activité agricole<sup>(1)</sup>

#### **I.6. Systématique des agrumes :**

La classification des agrumes dans le règne végétal est présenté comme suit selon (Loussert, 1989). :

**Règne:** Végétal

**Embranchement:** Spermaphytes

**Classe:** Dicotylédones

**Ordre:** Geraniales

**Famille:** Rutacées

**Genres :***Fortunella; Poncirus; Citrus*

#### **I.7. Les genres des agrumes**

##### **➤ Le genre *Poncirus***

Ne renferme qu'une seule espèce : *Poncirus trifoliata*. Cette espèce est essentiellement utilisée comme porte-greffe ; ses fruits ne sont pas comestibles (Loussert, 1989).

➤ **Le genre *Fortunella***

Comprend six espèces dont deux seulement font l'objet de quelques cultures ; il s'agit de *Fortunella margarita*. Les fruits produits par les espèces de *Fortunella* sont connus par le nom commercial : kumquats (Loussert, 1989).

➤ **Le genre *Citrus***

Avec ses 145 espèces dénombrées, le genre le plus important. C'est au sein de ce genre que se rencontrent les principales espèces cultivées qui sont : les orangers (*Citrus sinensis*), les mandariniers (*C. reticulata*), les clémentiniers (*C. clementina*), les citronniers (*C. limon*), les pomelos (*C. paradisi*), les cédratiers (*C. medica*), le bigardier (*C. aurantium*) (Loussert, 1989).

## I. 8. Caractères botaniques

### I.8.1. Aspect général

Les agrumes sont de petits arbres ou arbustes, atteignant 5 à 10 mètres de haut, Généralement avec des épines, des feuilles persistantes denses, et peuvent produire des Fruits de différentes formes et tailles.

Les agrumes sont composés de deux parties : la partie souterraine qui forme le portegreffe et la partie aérienne (greffon) qui porte les fruits de la variété de l'espèce cultivée. (Boulbair et al., 2021)



**Figure03:** Arbre d'agrumes (original 2024)

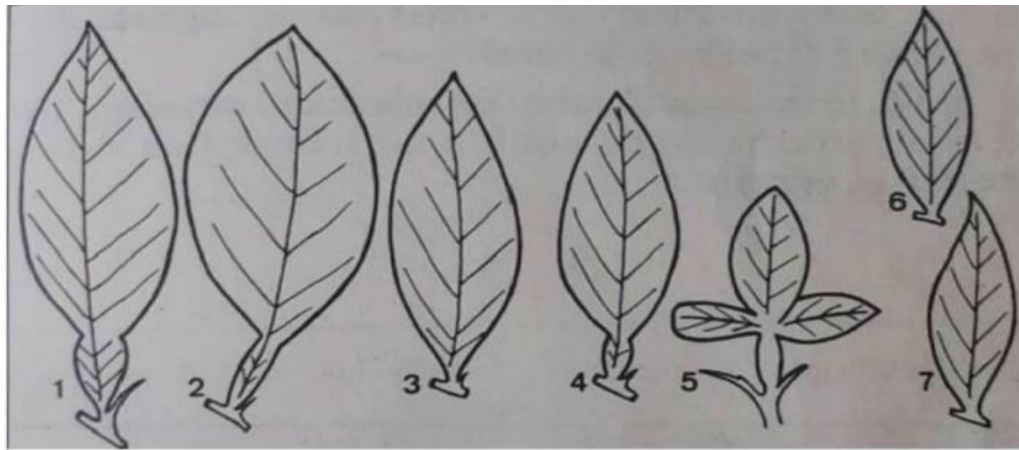
### I. 8.2. Système racinaire:

Chez les agrumes, le système racinaire occupe plus de 70% de la taille de l'arbre, les racines ont un pivot qui peut dépasser 2m au dessous de la surface, ces racines fibreuses se prolongent généralement bien au-delà de la Canopée (Walter et Sam, 2002)

### I. 8.3 Système aérienne:

#### I. 8.3.1 feuilles:

Les feuilles sont simples, de 4 à 8 cm de longueur, unifoliées, denses, avec des pétioles ailés et articulés (MACKEE, 1985). Les Poncirus ont une feuille trifoliée et caduque. Les Citrus et Fortunella ont une feuille entière et persistante (Benedicte et Baches, 2011).

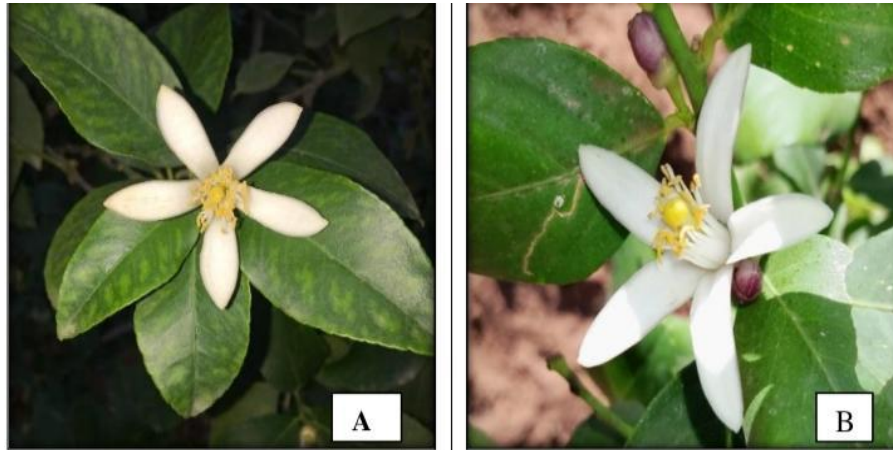


**Figure04:** Représentation schématique de quelques types de feuilles(Loussert, 1985).

- 1) Bigaradier, 2) Oranger, 3) Citronnier, 4) Pomelo, 5) Citronnier épineux, 6) Mandarinier, 7) Clémentinier.

#### I. 8.3.2 Fleurs

Les fleurs sont généralement de couleur blanche, de 4 à 5 pétales imbriqués, souvent recourbés vers l'arrière, Souvent très odorantes (Benedict et Baches, 2011). Les fleurs ont entre 2 à 4 cm de diamètre, axillaires, Parfumées, simples souvent parfaites (ayant les étamines et les pistils fonctionnels) et parfois staminées (comportant des étamines tout en étant dépourvues de pistils) (Somon, 1987).



**Figure05:** Fleurs des agrumes oranger (Slamnia et Kirouane, 2024).

**A :** fleur d'oranger

**B :** fleur de citronnier

#### I. 8.3.4 fruits

Les fruits des agrumes présentent une diversité pomologique importante, variant en forme de l'aplatie à l'oblong, et en couleur du jaune au rouge foncé. Leur poids peut varier de quelques grammes (comme le kumquat) à plusieurs kilogrammes (comme le pamplemousse)(Milind, 2008)

Tous les fruits des Citrus cultivés ont presque la même structure, composée essentiellement de deux parties morphologiques: le péricarpe et l'endocarpe (pulpe)(Terol et al., 2010)

Le péricarpe, également appelé écorce, se compose de deux parties: l'épicarpe la partie la plus externe de cette enveloppe, de couleur orangée ou jaune, contenant de nombreuses poches sécrétrices riches en huile essentielle et le mésocarpe, la partie la plus intérieure du péricarpe de couleur blanche, de texture souvent cotonneuse ou spongieuse, de nature cellulosique, d'épaisseur variable ( Faucon, 2015).

La pulpe formée par l'endocarpe est la partie comestible du fruit. Elle est constituée par un ensemble de poils ou vésicules renfermant le jus (Barboni, 2006).



**Figure 06:** Fruit d'agrumes(Slamnia et Kirouane 2024).

A : Fruit d'oranger B : Fruit de Citronnier

### I. 8.3.5 rameaux

Les rameaux, parfois épineux, connaissent plusieurs vagues de croissance, la plus importante étant celle du printemps (Virbei-Alonso, 2011).

#### I.9. Le cycle de développement des agrumes

Le cycle de développement se caractérise par la succession de deux phénomènes La croissance végétale et la fructification (Rebour, 1950).

##### I.9.1 La croissance végétale:

Elle se manifeste en trois périodes sur les jeunes ramifications:

- **La première poussée de sève (PS1) au printemps:** C'est la prédominante (fin février début mai) elle est la pousse la plus importante, non seulement par le nombre et la longueur de rameaux émis, mais par le fait qu'elle est la pousse florifère.
- **La pousse d'été (PS2):** (juillet-aout) généralement elle est moins importante que celle de printemps.
- **La pousse d'automne (PS3):** De Septembre à Novembre: Cette dernière pousse assure le renouvellement du Feuillage (Loussert, 1989 in Berrighi, 2007).



**Figure 07 :** Cycle phénologique du clémentinier (Curk, 2013).

A: Développement du bu bourgeon : stade début du gonflement du bourgeon

B: Développement du bouton floral: stade bouton vert

C: Développement du bouton floral: stade bouton blanc

D : Développement du bouton floral: stade ballon

E : Floraison: stade fleur épanouie

F : Floraison: stade chute des pétales

G : Développement du fruit: stade nouaison

H : Maturation du fruit: stade maturité interne et externe

#### I. 9.2 . La fructification: elle est caractérisé par :

- ❖ **La floraison:** elle a lieu en printemps (fin mars-début mai). Le nombre de fleur porté par un arbre est très important. Il est estimé pour un arbre adulte d'orange à 60000(Loussert, 1987), mais seulement 1% de ces fleurs donnera des fruits.
- ❖ **La pollinisation et la fécondation:** Elle a lieu durant le mois mai et juin.
- ❖ **La nouaison et la fructification:** Le grossissement de fruit est très rapide après sa nouaison, il a lieu en mai-juin, il dépend de l'âge de l'arbre, des conditions climatiques et l'alimentation hydrique
- ❖ **La maturation des fruits:** Le fruit atteint son calibre final en octobre après une continuité de grossissement pendant juillet-aout et septembre. La maturité est marquée par un changement de couleur et par la qualité de la teneur en jus de pulpe (Bokhobza, 2016).

## I. 10. Quelques variétés d'agrumes cultivées en Algérie

### I.10.1. Orangers (*Citrus Sinensis (L.) Osbeck*)

Les variétés d'Oranges cultivées en Algérie sont assez nombreuses, mais aucune ne jouit d'une estime aussi grande que la Portugaise demi-sanguin, fruit de qualité, dont la saison de vente s'échelonne du début de février à la fin d'avril. Les variétés précoces, Thomson et Washington Navel, qui nous viennent de Californie, alimentent les Marchés pour les fêtes de Noël et du nouvel An. L'orange d'été Valencia late, commence à peine à être connue, mais son extension n'est pas douteuse, car elle arrive à une période où les fruits de ce genre sont rares.

### I. 10.2. Mandarinier

Loussert (1989) signale que les Mandariniers constituent un ensemble d'espèces que l'on peut différencier comme par exemple les Mandariniers Satsuma (*Citrus unshiu*), les Mandariniers communs (*Citrus deliciosa*), Les Clémentiniers (*Citrus clementina*) et les autres Mandariniers (*Citrus reticulata*).

### I. 10.3. Citronnier (*Citrus Limon L.*)

Comme pour les autres arbres fruitiers, il existe de nombreuses variétés de citronnier dont les fruits dissemblables ont des époques de maturité différentes comme Eureka, Meyer et Citronnier panaché (BENEDICTE et BACHES, 2011).

### I. 10.4. Pomélo (*Citrus paradisi*)

On distingue les pomelos « jaune » (ou « blanc », ou « communs ») des pomelos « roses » (Benedicte et Baches, 2011).

### I. 10.5. Bigaradier (*Citrus aurantium*)

Selon Esclapon (1975), le Bigaradier avec ses divers clones est cultivé surtout pour les fleurs, les fruits, les feuilles et les brouts de taille, qui assurent la production « après distillation » de l'eau de fleur d'orange, de confiture (avec les fruits mûrs) et de vins apéritifs avec les fruits verts.

### I. 10.6. Variété cultivée Cédraier (*Citrus medica L.*)

Ce fruit intéresse les producteurs de fruits confits et accessoirement ceux de la liqueur « Cédraïne »

I. 10.6. **Kimquat (*Fortunellasp.*)**

Selon (Virbel-Alonso 2011) le kumquat (*Fortunellasp.*) produit des petits fruits que l'on mange tout entiers, Avec l'écorce qui ne contient pas d'huiles essentielles brûlantes. Ils peuvent également être utilisés en confiserie Ou en sirop. Une autre caractéristique de cet arbre est de bien résister au froid. Les principales variétés sont Kumquat marumi (*Fortunellajaponica*), et Kumquat nagami (*Fortunella margarita*).




I. 10.7. **lime**

Selon Esclapon (1975), ils ont la taille d'un petit citron, se récolte principalement entre la fin septembre et la fin décembre lorsque sa peau est encore verte.

I. 11. **Maladies fongiques**

Les agrumes sont exposés à plusieurs pathologies fongiques (voir tableau 1 ), dont certaines présentent une importance économique majeure. Ces maladies peuvent altérer profondément la physiologie de l'arbre, réduire sa longévité et entraîner des pertes quantitatives et qualitatives de la production.




**Tableau 01:** les maladies fongiques des agrumes (Acta, 2008).

Maladie	Pathogène	Symptômes
<b>Gommose (pourriture des racines)</b>	<i>Phytophthora</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dépérissement de l'arbre</li> <li>▪ Jaunissement des feuilles</li> <li>▪ Chancre gommeux à la base du tronc .</li> </ul>
<b>Anthracnose</b>	<i>Colletotrichum</i> 	taches noires circulaires plus ou moins étendues, zone centrale en dépression sur feuilles.
<b>L'alternariose</b>	<i>Alternaria citri et Alternaria pierca</i> 	Ses dégâts sont localisés dans la zone de l'ombilic, atteignant également une partie de la pulpe qui se transforme en amas poudreux de couleur noir mate.

## I. 12. Les insectes ravageurs des agrumes

En Algérie, les principaux ravageurs des agrumes sont les cochenilles, la mouche des fruits, les Aleurodes et les pucerons il cause divers dégâts (tableau 02)

**Tableau 02:** les principaux ravageurs d'agrumes (Acta, 2008)

Nom scientifique	commun	Description et dégâts	La lutte
<i>Toxoptera aurantii</i> <i>Apfís spiraecola</i>	Pucerons 	Avortement des fleurs et déformation des très jeunes feuilles	Lutte chimique
<i>Phyllocnistis citrella</i>	Mineuse des feuilles 	Feuilles minées entre les deux épidermes par une chenille de micro-lépidoptère	Un parasitisme naturel contrôle cet insecte
<i>Scirtothrips aurantii</i>	Thrips 	Déformation des feuilles dues aux piqures d'insectes	Lutte chimique

## **Chapitre 02: l'anthracnose des agrumes**

## II. 1. Présentation de l'antracnose des agrumes

### II. 1.1. Importance et répartition

*Colletotrichum sp.* étaient récemment inclus dans la liste des 10 plus importants champignons pathogènes dans le monde, sur la base de connaissances scientifiques et importance économique (Dean et al., 2012). Ils peuvent infecter plus de 30 genres de plantes (Perfect et al., 1999, Damm et al., 2012a, b, Farr et Rossman, 2017), provoquant la maladie de l'antracnose et la dégradation post-récolte sur une large éventail de fruits tropicaux, subtropicaux et tempérés, les herbes, les cultures maraîchères et les plantes ornementales (De Silva et al., 2017).

La maladie d'antracnose a été signalée pour la première fois par Butler (1918) sur la caféine. L'agent causal de l'antracnose des agrumes est la forme asexuée de *Colletotrichum gloeosporioides* et le *Colletotrichum acutatum* (Garnaccial et al., 2017).

*C. gloeosporioides* a été signalé pour la première fois à Deodoro au Brésil en 1937 et a été proposé pour la première fois sous le nom de *Vermicularia gloeosporioides* par (Penzig, 1882). Récemment, diverses infections sur agrumes causées par *Colletotrichum sp.* fortement compromise dans différents pays méditerranéens (Aiello et al., 2015, Perrone et al., 2016).

En Europe (l'Espagne, Portugal, Malta, Grèce, Australie, la Nouvelle- Zélande, Italie) les agrumes sont touché par le *C.gloeosporioides* et le *C.acutatum* (Guarnaccial et al., 2017). Des symptômes ont été observés sur des orangers cultivés en Tunisie (Rhaiem et Taylor, 2016).

En Algérie des études non pas encor faites sur la maladies d'antracnose *Colletotrichum gléosporioides* sur agrumess (Gnaoui., 2011) .

### II. 1.2. Principales caractéristiques de *Colletotrichum sp.* des agrumes

Les champignons de genre *Colletotrichum* produisent des conidies à l'intérieur de fructifications fongiques noires appelées acervules (Ponte, 1996). Leur mode de vie saprophyte ou pathogène lorsque les plantes hôtes sont soumis à des conditions de stress, ou placées en stockage post-récolte (Crous et al., 2016). La germination pathogène a lieu sur des plantes ou sur une surface hydrophobe et se caractérise par une mitose rapide suivie du

développement d'un seul tube germinatif. Ce processus est initié immédiatement et conduit à la formation d'appressoria. La germination saprophyte se produit en milieu riche. Cela prend beaucoup plus de temps et se caractérise par le développement de deux tubes germinatifs qui émergent des côtés opposés de spore. Ces tubes germinatifs ne forment pas d'appressoria, et ces spores germées n'infectent pas les plantes (Barhoom et Sharon, 2004).

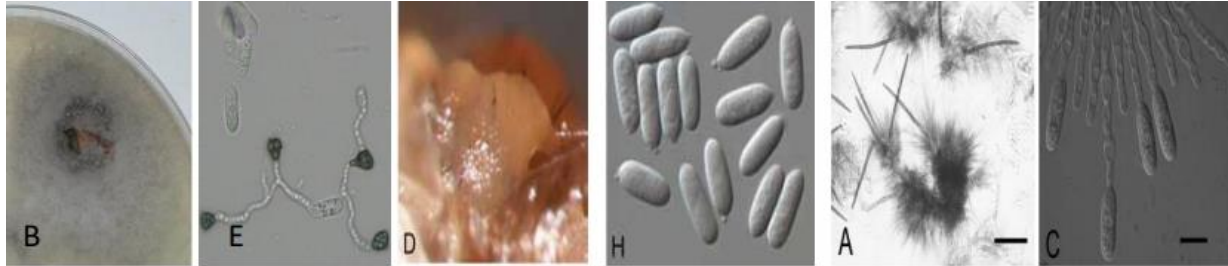
### II. 1.3. Définition et nomenclature

Le terme anthracnose est couramment appliqué à toute lésion sur fruit qui contient des acervules de *Colletotrichum*. *C. gloeosporioides* est un envahisseur commun sans symptômes de la peau d'agrumes et n'engendre généralement pas de nécrose. L'antracnose n'apparaît habituellement que sur les fruits endommagés par d'autres agents tels que les pulvérisations de produits chimiques sur les parasites et sur les fruits qui sont trop mûrs ou conservés trop longtemps (Timmer L. et al 1988).

### II. 2. Principales caractéristiques de *colletotrichum gloeosporioides*

*C. gloeosporioides* a montré de nombreuses variations physiologiques rapportées par (Von Arx, 1957). (Palo, 1932) décrit le champignon comme ayant des conidies irrégulières. Les acervules étaient très variables en taille, en forme et exsudent un liquide visqueux dans lequel baignent des conidies (Sattar et Malik, 1939). Les conidies sont droites, cylindriques, ovales et portées par des conidiophores (Sattar et Malik, 1939). La taille des conidies est de 11-16 x 4-6 µm et 13,8 x 4,8 µm (Bose et al., 1973). Les cellules conidiogènes sont entéroblastiques, phialidiques, hyalines, les conidies sont hyalines, unicellulaires, droites, cylindriques et obtuses. La variation de la dimension des cellules conidiogènes est également observée dans différentes études. Généralement, le champignon produit des colonies circulaires, laineuses ou cotonneuses sur les milieux de culture. Elles ont une couleur caractéristique, c'est-à-dire brun pâle ou blanc grisâtre (Hiremath et al, 1993) ; (Vidyalakshni, et al. 2013) (**Figure 08**). Le mycélium est hyalin. En culture, le champignon produit des sclérotés brun foncé, occasionnellement soyeux. Les soies sont longues, brunes et septées. Les acervules cireux produits dans les tissus infectés sont subépidermiques, typiquement avec des soies, et des conidiophores simples, courts et dressés. Il a également été démontré que les composants nutritionnels de la culture médias ainsi que d'autres paramètres de croissance comme la température, l'humidité et le pH pourraient affecter la croissance et la sporulation de *C. Gloeosporioides* (Rani et al. 2004). Il a été observé que *C. gloeosporioides* montre une croissance maximale dans la gamme de pH de 6-7 à température de 25-30°C, tandis que

l'exposition du champignon à l'alternance des cycles de 12 heures de lumière et 12 heures d'obscurité favorise une croissance mycélienne maximale par rapport à 24 h d'exposition à la lumière continue et à 24 heures d'exposition à l'obscurité (Hubballia, et al. 2011;Ajay,2014).



**Figure 08** : *Colletotrichum gloeosporioides*, A.acervule, B.colonie sur milieu de culture C.conidiophore, D.conidiomata ,E. apréssoria H.conidie. ( Damm et *al.*, 2010, Penz et Sacc , 2011 , Jiang et al ., 2012 ).

### II. 3. Description taxonomique

( Ajay, 2014) propose la classification suivante :

**Règne:** Champignons

**Division:** Ascomycota

**Classe:** Sordariomycètes

**Ordre:** Phyllachorales

**Famille:** Phyllachoraceae

**Genre:** *Colletotrichum*

**Espèce :** *gloeosporioides*

### II. 4. Symptômes

L'origine étymologique du terme antracnose vient du grec « anthrax », c'est une altération nécrotique des parties aériennes de la plante (Corbaz, 1991). Symptômes de *Colletotrichum gloeosporioides*.

**II.4.1. Feuilles** Les 2 coloniza communs 2 coloniza zone plus ou moins circulaire, plate, de couleur beige clair avec une marge pourpre proéminente, qui, à une phase ultérieure de l'infection, montrera les fructifications du champignon (minuscules taches noires

Colonizat). Les tissus endommagés par divers facteurs environnementaux sont plus colonisés à la colonisation par l'antracnose.

**II.4.2. Fruits** L'antracnose ne se produit habituellement que sur les fruits qui ont été endommagés par d'autres agents, tels que les coups de soleil, les brûlures chimiques, les dommages causés par les ravageurs, Les lésions sont des taches brunes à noires de 1,5 mm ou plus de diamètre. La pourriture est habituellement ferme et sèche, mais si elle est assez profonde, elle peut ramollir le fruit. Si elles sont conservées dans des conditions humides, les masses de spores sont roses pour le saumon, mais si elles sont gardées au sec, les spores apparaissent de brun à noire. r. Sur les fruits éthérés de l'éthylène, les lésions sont plates et de couleur argent avec une texture coriace. Sur les fruits déverdis, une grande partie de la croûte est affectée. Les lésions deviendront éventuellement brunes à gris noir et entraîneront une pourriture molle. (Anonyme ,2013).



**Figure 09:** Symptômes de *colletotricum gloeosporioides* sur les agrumes(Kidist, 2015).

## II. 5. Conditions d'environnement pour la croissance du pathogène La température

### II. 5.1. La température

Optimale pour la croissance de *Colletotrichum sp.* est de 25 à 28 °C et Les températures allant de 20 à 30 ° C favorisent l'infection (Davis et al., 1987).

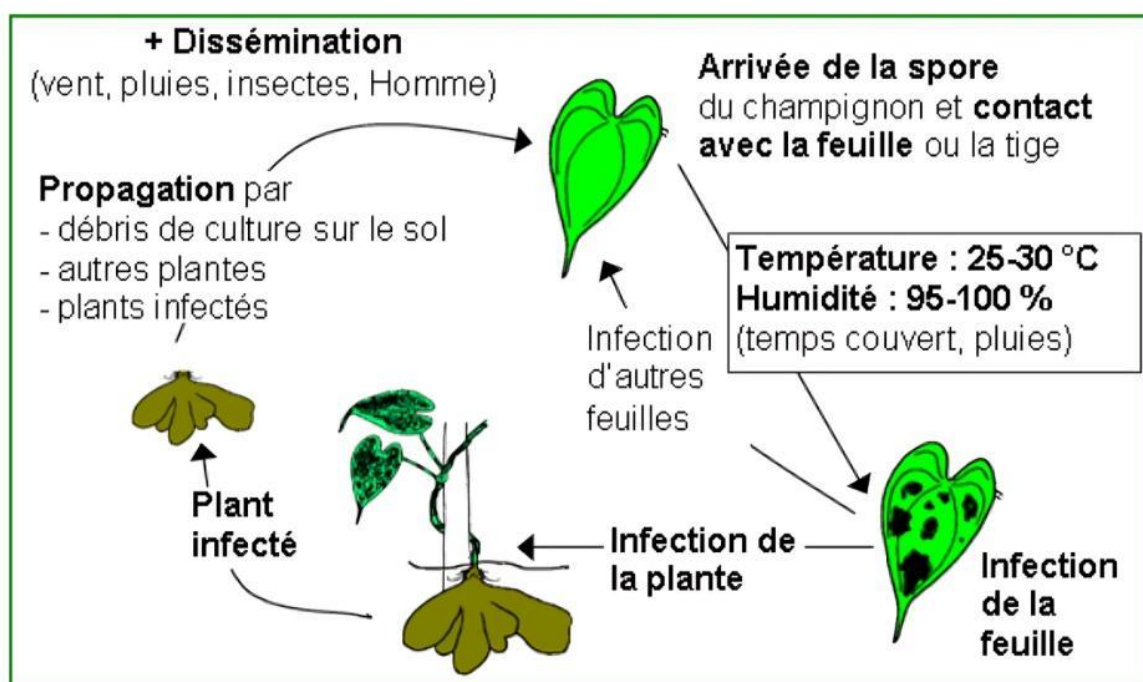
### II. 5.2. PH

Pour la croissance et la sporulation de *Collétotrichum sp.* un pH 6 est meilleur et la germination est meilleure sur un milieu plus acide (Sharma et Kulshrestha, 2015).

### II. 5.3. L'humidité

*C.gloeosporioides* exigeait une humidité relative supérieure à 95% pour la germination des conidies et la formation d'appressorium (Sharma et Kulshrestha ,2015) et une faible humidité inactivent rapidement les spores (Ponte 1996). Généralement le champignon inactif aussi en saison sèche et passe à des stades actifs lorsque les conditions environnementales sont favorables (Sharma et Kulshrestha , 2015).

## II. 6. Cycle de vie



**Figure 10:** Cycle de vie de l'agent responsable (*Colletotrichum gloeosporioides*) (Khat et Guerfi, 2018)

## II. 6.1. Mode d'infection

Le cycle de vie de ce pathogène commence par la germination des spores à la surface de la plante pour former des structures d'infection mélanisées appelées appressoria suivie par la pénétration du tissu hôte. A ce stade, des hyphes d'infection épaisses sont produites dans les cellules infectées primaires, ce stade est appelé stade biotrophique de l'infection. Après cela, le champignon se transforme soudainement en phase nécrotrophe d'infection qui se caractérise par la formation d'hyphes secondaires minces provenant des hyphes primaires et ce sont ces hyphes secondaires qui commencent à coloniser les cellules voisines et qui finissent par entraîner le développement de lésions visibles à la surface de site d'infection. Enfin, les spores sont formées à la surface des tissus infectés, puis elles sont dispersées par les insectes, le courant d'air et les éclaboussures d'eau pour commencer un autre cycle d'infection. (Munch *et al.*, 2008).

## II. 6.2. Epidémiologie

La transmission la plus naturelle est probablement par des conidies, bien que des appressoria, des fragments d'hyphes et des cellules à paroi épaisse de type appressorium puissent également jouer un rôle (Nair *et al.*, 1983 ). La dispersion locale semble être au moins principalement due aux éclaboussures d'eau (Yang *et al.*, 1990 ), avec des propagules qui hivernent parfois dans le sol pour affecter les cultures plantées les années suivantes ( Eastburn et Gubler, 1990 ).

## II. 7. Lutte contre l'antracnose

De bonnes pratiques culturales favorisent le contrôle de l'antracnose en réduisant la quantité de bois mort disponible pour la production d'inoculum. Les fruits doivent être manipulés avec précaution pour éviter les blessures et ne doivent pas être conservés trop longtemps. Le fait de laisser le fruit après la récolte élimine au moins une partie des appressoria quiescents présents sur la surface de la croûte, ce qui réduit les risques de pénétration ultérieure de la croûte. Cependant, il est déconseillé de procéder à un lavage avant le déverdissement car cela interfère avec le processus de dégrillage et augmente la durée d'exposition à l'éthylène nécessaire pour colorer le fruit. La sélection à la volée de fruits qui montrent déjà une certaine couleur, ou retarder la récolte jusqu'à ce que la plupart des fruits se colorent naturellement, réduit le temps d'exposition à l'éthylène et aide ainsi à prévenir l'antracnose. (Timmer L. *et al.* 1988).

Les applications en pré-récolte des traitements au benomyl ou post-récolte avec du thiabendazole (ou les deux) et le stockage du fruit à des températures inférieures à 10°C aident aussi à contrôler l'antracnose. (Timmer L. *et al.* 1988).

## **Chapitre III: *Atriplex halimus L***

### III. 1. Présentation du genre *Atriplex*

La famille des Amaranthacées comprend le plus grand nombre d'halophytes avec 174 genres et 2122 espèces. Les *Atriplex* sont des arbustes vivaces appartenant à cette famille et renfermant 305 espèces (Kadereit et al., 2010; The plant List, 2013). Les plantes de ce genre sont rencontrées dans de nombreuses régions arides et semi-arides du monde entier, en particulier dans les habitats avec une combinaison de sécheresse et de salinité du sol (Kachout et al., 2016).

Les *Atriplex* sont des espèces propices au bouturage, ce qui a permis de sélectionner des phénotypes pour leurs qualités. *Atriplex halimus* et *Atriplex canescens* sont les plus résistantes à la fois au froid et à la sécheresse (Gavinet, 2007).

### III. 2. Présentation de l'espèce *Atriplex halimus L.*

#### III. 2.1. Classification

La classification botanique d'*Atriplex halimus L.* (Quezel Et Santa, 1962 in Benmansour, 2014)

**Règne :**Plante.

**Sous-règne :**Tracheobionta.

**Division:** Magnoliophyta.

**Classe:** Magnoliopsida.

**Sous-classe:** Caryophylliadae.

**Ordre:** Caryophyllales.

**Famille :** Amaranthacée.

**Genre:** *Atriplex*.

**Espèce:** *Atriplex halimus L.*







III. 2.3. **Nomenclature :** *L'Atriplex halimus* est une espèce ayant différents

- **noms vernaculaires :** Pourpier de mer, arroche marine et épinard de mer en français (Chehema et Djebar, 2008 ; Rachid et al., 2012 in Casasni, 2022).
- **En arabe:** Guetaf ou El gtaf (Fried, 2015 in Casasni, 2022).
- **En anglais :**Sear orach ou Mediteranean saltbush (Qrtiz-Parda et al., 2004 in Casasni, 2022).

## III. 2.4. Description morphologique

*Atriplex halimus* est l'espèce la plus importante du genre *Atriplex*, c'est une plante arbustive Pérenne très polymorphe (Talamali et al., 2007). La description des différentes parties de la Plante est présentée dans le Tableau 03.

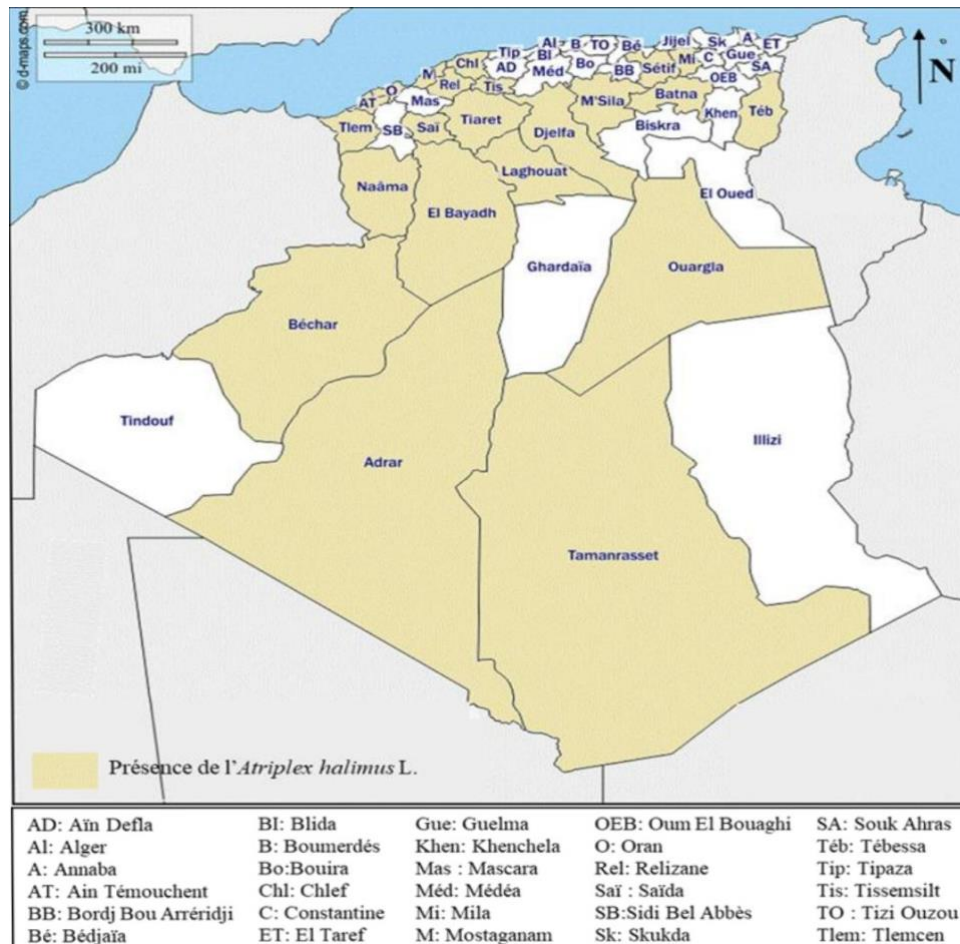
**Tableau 03:** Description morphologique d'*Atriplex halimus L.* (Berri, 2008 ; Ilyas, 2013)

Partie de plante	Description	Illustration
<b>Racines</b>	Les racines d' <i>Atriplex halimus</i> sont pivotantes atteignant jusqu'à 5 mètres de profondeur, elles sont très développées et permettent d'atteindre des réserves profondes d'eau	
<b>Tiges</b>	es tiges sont ligneuses, vaguement anguleuses dans leur longueur, très ramifiées et entièrement feuillées. Elles sont de couleur blanche grisâtre	
<b>Feuilles</b>	Les feuilles sont ovales triangulaires et de grande dimension, atteignant jusqu'à 6 cm de longueur. Elles sont plus ou moins atténuées, cunéiformes à la base et obtus. Les feuilles situées au niveau de la partie supérieure sont plus étroites et aigues	
<b>Fleurs</b>	Les plantes sont monoïques et portent des inflorescences en panicules d'épis terminales avec des fleurs mâles au sommet et des fleurs femelles à la base	
<b>Fruits</b>	Les fruits sont composés par les deux bractées, arrondies. Ils sont entiers, lisses ou tomenteux, droites ou récurvés. (Berri, 2008).	
<b>Graines</b>	Les grains sont verticales lenticulaires de couleur brun foncé, de 2mm de diamètre environ. Elles sont ternes et entourées de péricarpe membraneux .	

### III. 3. Répartition *L'Atriplex halimus*

#### III. 3.1. Répartition en Algérie

*L'Atriplex halimus* est une plante commune dans toute l'Algérie, notamment dans le littoral, Les zones steppiques et le Sahara. Les arbustes sont répandus dans les étages bioclimatiques Arides et semi-arides où la sécheresse et la salinité sont les caractéristiques prédominantes (Casasni, 2022).



**Figure 11:** Distribution de *l'Atriplex halimus L.* En Algérie (Casasni, 2022)

#### III. 3.2. Répartition dans le monde

Les Atriplexesse localisent dans les zones tempérées, méditerranéennes et subtropicales, entre 20 et 50° d'altitude Nord et Sud (Le Houérou, 1992). *Atriplex halimus* pousse naturellement à travers le bassin méditerranéen jusqu'à l'Asie occidentale: y compris le sud du Portugal, la France, le sud et l'est de l'Espagne (et les îles Canaries), l'Italie, la Grèce, Malte, la Turquie, Chypre, Palestine occupée, la Syrie, le Liban, Jordanie, Tunisie, Maroc, Algérie, Libye, Égypte et Arabie saoudite (Walker et al., 2014).

### III. 4. La composition chimique d'*Atriplex halimus*:

III. 4.1. **La composition organique:** La composition organique d'*Atriplex halimus* dépend de plusieurs paramètres, tels que le climat, l'âge de plante et la saison. Cette matière végétale est très riche en protéines, fibres, en vitamine A, C et D et saponines, alcaloïdes et flavonoïdes (Ouldkadour, 2019)

- Pourcentage en matière sèche (MS) est de 34.2%
- Pourcentage en matière azoté totale (MAT) est de 15.1% par rapport au (MS)
- Pourcentage en cellulose brute (CB) est de 15.4% par rapport au (MS)

III. 4.2. **La composition minérale:** La compositions minérale de d'*Atriplex halimus* est représenté sur le tableau 04.

**Tableau 04:** Composition minérale d'un *Atriplex halimus* .

Espèce minérale	Teneur en g/kg
<b>Calcium (Ca)</b>	21.5
<b>Phosphore (P)</b>	1.92
<b>Magnésium (Mg)</b>	20,3
<b>Sélénium (Se)</b>	22
<b>Zinc (Zn)</b>	103
<b>Manganèse (Mn)</b>	395

### III. 5. Intérêts de l'*Atriplex halimus*

#### III. 5.1. En alimentation humaine

*Atriplex halimus* est un arbuste réputé pour la valeur nutritive et énergétique de ses feuilles tendres, non seulement pour le bétail, mais aussi comme aliment pour les nomades et la population locale steppique. En effet, au printemps, dans plusieurs régions en Algérie (Djelfa) et Tunisie (Gabès), les jeunes pousses de guettaf sont consommées par l'homme, en le préparant comme des épinards. Par son contenu riche en fibres, il facilite la digestion, augmente la réplétion gastrique et hydrate le contenu du bol fécal (Nedjimi et al., 2013).

#### III. 5.2. En économie

La plantation d'*Atriplex* apparaît comme l'un des meilleurs moyens de réhabiliter les zones désertiques et de les restaurer à la production. Cette plante représente une source potentielle d'utilisation économique ; il peut fournir des sources de fourrage avec une bonne valeur nutritive pendant les saisons sèches, et les périodes de pénurie de ressources de pâturage. De plus, il peut contribuer à la valorisation des sols marginaux et dégradés et à l'amélioration des productions végétales et animales dans plusieurs zones dépouillées. (Houreau, 1992).

#### III. 5.3. En phytothérapie

En médecine traditionnelle, l'*Atriplex halimus* est utilisé par la population steppique pour des fins thérapeutiques, principalement pour soigner l'hyperglycémie chez les patients

diabétiques (Nedjimi et al., 2013). Il est utilisé aussi pour soigner les inflammations des voies urinaires (cystites) et les lithiases urinaires (Emam, 2011). L'étude de la chromatographie des alcaloïdes a montré la présence de berbérine et de pipérine chez *A. halimus*. La berbérine est un composé connu par son activité antimicrobienne et anti-inflammatoire, également recommandé pour traiter la malaria. Grâce à leurs propriétés antioxydantes, certains flavonoïdes ont un effet protecteur des tissus du foie contre le cancer (Emam, 2011).

### III. 6. **Activité antifongique**

Les plantes sont riches en composés bioactifs tels que les tanins, les terpénoïdes, les saponines, les alcaloïdes, les flavonoïdes et d'autres composés qui auraient des propriétés antifongiques in vitro (Arif et al., 2009). Les plantes étudiées contenaient de grandes quantités de composés bioactifs tels que des composés phénoliques totaux et simples, des tanins, des flavonoïdes, des alcaloïdes, de la saponine et des glycosides cyanogéniques (Hassan et Maswada, 2012).

De nombreuses études ont montré qu'à l'instar des autres plantes *Atriplex halimus*, présente des propriétés antifongiques. Par exemple, une étude a montré que les extraits de *Atriplex halimus* ont une activité antifongique significative contre les champignons responsables de diverses maladies des plantes comme *Alternariasolani*, *Fusarium oxysporum* et *Phytophthora* infestant. Une autre étude publiée a montré que les extraits de *Atriplex halimus* ont une activité antifongique contre *Candida albicans*, un champignon responsable de diverses infections chez l'homme.

L'étude chromatographique de l'extrait des feuilles d'*Atriplex halimus* a montré, la présence de flavonoïdes. Ces composés ont des fonctions biologiques importantes chez la plante; ils participent à la coloration des fleurs attirant ainsi les insectes pollinisateurs, possèdent des propriétés fongicides et protègent la plante contre l'attaque des parasites (Benhammou et al., 2009).

### III. 7. **Mécanismes d'action antifongiques des métabolites secondaire**

Les métabolites secondaires contenus dans les extraits de plantes semblent être l'une des méthodes alternatives les plus efficaces de lutte contre les maladies des plantes, moins nocives pour l'homme et l'environnement. (Hanafey et Sabry, 2013). Ces derniers agissent selon plusieurs mécanismes:

- Inhibition de la formation de paroi cellulaire (Walker et White, 2011; Mc Clanahan, 2009).
- Rupture de la membrane cellulaire: (Walker et White, 2011 ; Mc Clanahan, 2009).
- Dysfonctionnement de la mitochondrie fongique
- L'inhibition du transport d'électrons mitochondrial entraînera une réduction du potentiel membranaire mitochondrial.( Mc Clanahan, 2009)
- Inhibition de la division cellulaire (Walker et White, 2011 ; Mc Clanahan, 2009).
- Inhibition de la synthèse ARN / ADN ou synthèse protéique.
- Inhibition des pompes d'efflux:(Kang et al., 2010). Ce transport inclut souvent le transport du médicament accumulé hors de la cellule fongique. La surexpression des pompes d'efflux peut conduire à une pharmacorésistance (Kang et al., 2010).

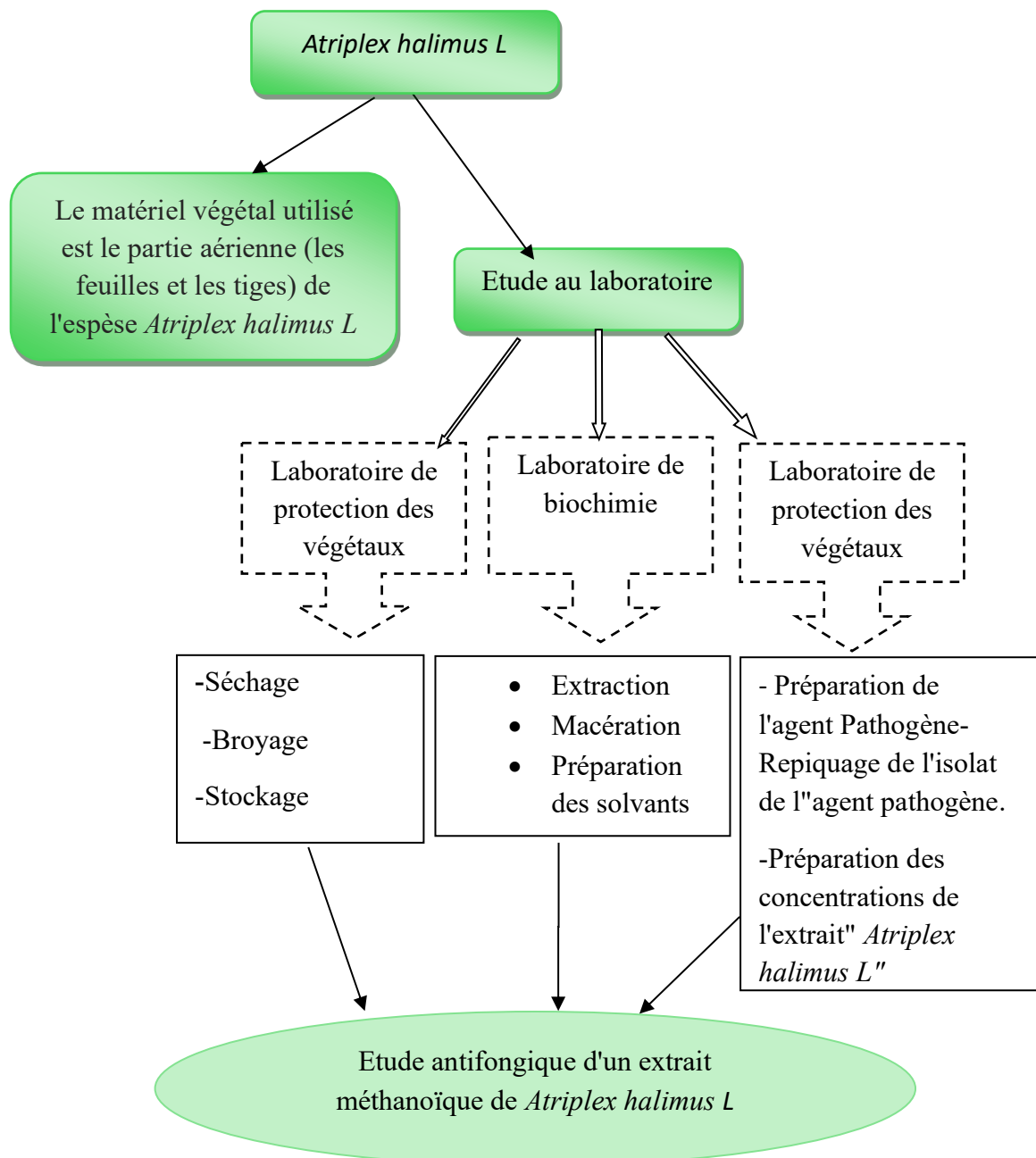
# **Partie expérimentale**

# **Chapitre I: Matériel et méthodes**

### I.1 Objectif

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'efficacité antifongique de l'extrait méthanolique de la plante *Atriplex halimus L* contre le champignon *Colletotrichum sp.*, responsable de l'antracnose des agrumes. À travers des essais *in vitro*, elle vise à mesurer le pouvoir inhibiteur de cet extrait sur la croissance mycélienne et la sporulation du pathogène, en vue de proposer une alternative naturelle aux traitements chimiques conventionnels .

### I.2. Protocole expérimentale



**Figure12:** Protocole expérimentale de travail

### I. 3. Présentation de lieu de travail

Ce travail a été réalisé dans les laboratoires phytopathologie de protection des végétaux et de biochimie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (SNV) de l'Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.

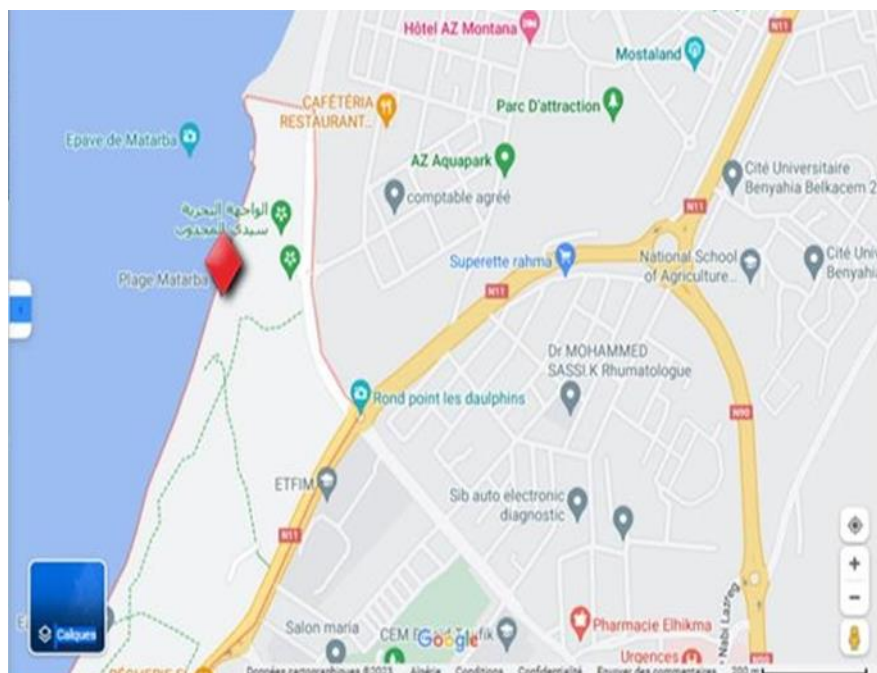
### I. 4. Matériel biologique

#### I.4.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est la partie aérienne (les feuilles et les tiges) de l'espèce *Atriplex halimus L.*

Durant mois Avril 2025, nous avons faire une sortie sur le terrain, les plantes ont été récolté du site Matarba de Mostaganem.

Le site d'étude est localisé sur le littoral de la région de Mostaganem, une zone présentant une riche diversité floristique. La végétation y est dominée par des peuplements denses d'*Atriplex halimus*, associés à diverses espèces halophytes . Les coordonnées géographiques précises du site sont présentées dans la figure correspondante.



**Figure13:** Carte du site Metarba (Google earth.2025).

#### I. 4.2. Matériel fongique

L'isolat de *Colletotrichum sp.* utilisé dans le cadre de cette étude a été obtenu à partir de feuilles d'agrumes (*Citrus spp*), présentant des symptômes typiques d'antracnose. Après isolement, purification et identification morphologique, l'isolat a été maintenu sur un milieu PDA (Potato Dextrose Agar) incliné, au laboratoire de phytopathologie. Avant son emploi dans les essais expérimentaux, la souche a été réactivée par un repiquage sur milieu PDA frais, afin de garantir une croissance active et homogène.

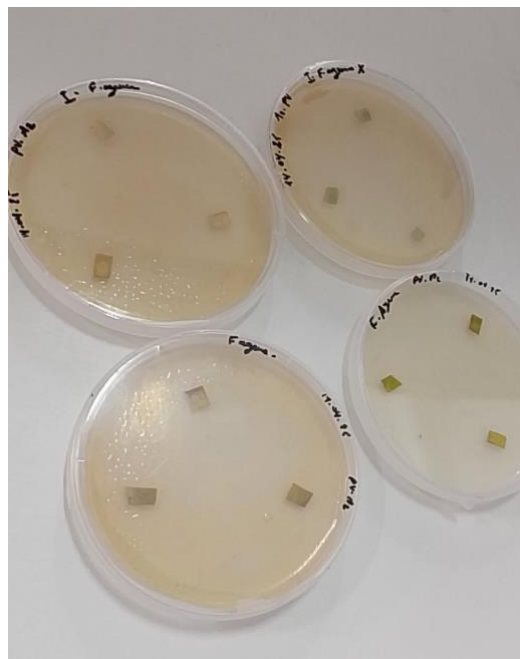
## I.1. Isolement du champignon à partir d'échantillons infectés

### I. 1.1. Prélèvement des échantillons

Des échantillons de feuilles ou de fruits d'agrumes présentant des symptômes typiques d'antracnose (taches sombres, lésions concentriques, dépressions nécrotiques) ont été récoltés sur le terrain.

### I. 1.2. Désinfection des échantillons

- Les tissus infectés ont été découpés en petits fragments (environ 5 × 5 mm), prélevés à la frontière entre la zone saine et la zone malade, puis désinfectés selon le protocole suivant:
- Trempage dans l'eau de javel diluée pendant 30 secondes à 1 minute
- Rinçage trois fois à l'eau distillée stérile
- Séchage sur papier filtre stérile dans une boîte de Pétri à l'air stérile.
- Ensemencement sur milieu PDA
- Les fragments désinfectés ont ensuite été placés au centre de boîtes de Pétri contenant du milieu PDA stérile, préalablement préparé et solidifié.
- Les boîtes ont été scellées avec du parafilm.
- Elles ont été incubées à  $25 \pm 2$  °C pendant 5 à 7 jours dans une étuve ou une chambre de culture.

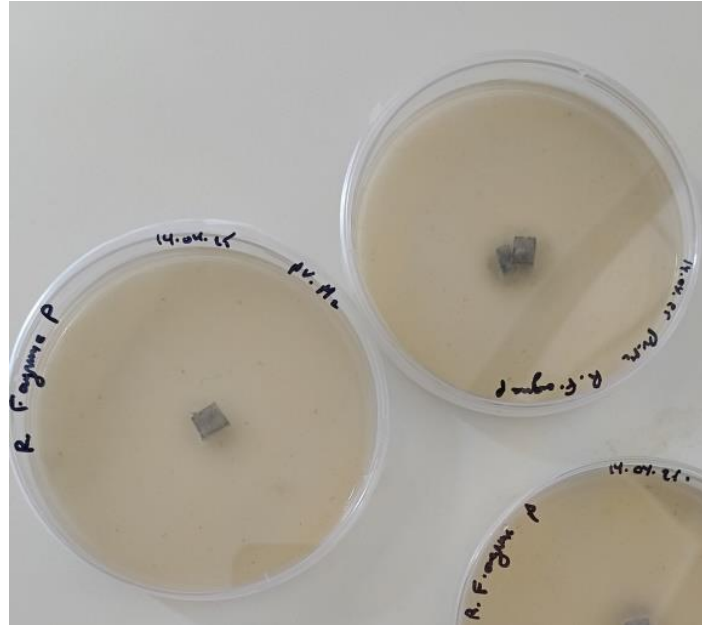


**Figure14:** isolment de *Colletotrichum sp.* (Originale, 2025).

### I.2. Purification de la souche

Lorsque les premiers signes de croissance fongique ont été observés autour des fragments, les colonies présentant une morphologie typique de *Colletotrichum sp.* (croissance cotonneuse Blanche à grisâtre, présence d'acervules, pigmentation) ont été repiquées sur de nouvelles boîtes de PDA pour purification.

→Des repiquages successifs ont été réalisés jusqu'à l'obtention d'une culture pure.



**Figure 15:** Repiquage de *Colletotrichum sp.* (Originale, 2025).

### I.3. Identification

L'identification repose sur une observation globale intégrant à la fois la morphologie Des colonies et l'observation microscopique des spores; elle s'effectue après 8j de culture. Selon Botton et al., (1985), elle fait essentiellement appel aux:

#### ❖ Caractères cultureux

vitesse de croissance apicale; texture, marge, épaisseur et Couleur de la colonie; pigmentation de l'agar, production d'exsudat et odeur des Colonies.

#### ❖ Caractères morphologiques

-Du mycélium: absence ou présence de cloisons, couleur, dimensions, ornementation Des parois, mode de ramification.

-Des organes différenciés et de leur contenu : forme, couleur, dimensions, texture des Parois et ornementation.

#### I.4. Conservation des isolas sur tube à essai :

##### 1. Préparer le milieu PDA, puis stériliser à l'autoclave.

##### 2. Remplir les tubes à essai

→ Verser le milieu chaud dans les tubes (jusqu'à la moitié ou les 2/3 du tube), puis les fermer avec un stérile.

##### 3. Laisser les tubes refroidir en position inclinée

→ Disposer les tubes à essai inclinés (environ 30 à 45°) pendant le refroidissement pour obtenir un milieu de culture PDA en pente.

→ Cela augmente la surface de culture disponible pour le mycélium.

##### 4. Inoculer le champignon

→ En conditions stériles, prélever un petit fragment de mycélium sain.

→ Le déposer sur la surface de la PDA inclinée.

##### 5. Incuber les tubes

→ Placer les tubes à 25–28 °C pendant 5 à 10 jours, jusqu'à ce que le champignon se développe correctement.

#### I.5. Protocole d'extraction

Préparation de la plante aromatique pour l'extraction:

##### a. séchage:

Le matériel végétal utilisé dans cette étude correspond à des feuilles et des tiges de l'espèce *Atriplex halimus.L*, Les échantillons ont été restés sur l'air libre à la température ambiante pendant la période du 20 avril à 10 mai pour séchage complet.

##### b. Broyage:

Une fois sèches, les feuilles ont été réduites en poudre à l'aide d'un broyeur mécanique afin d'augmenter la surface de contact entre la matière végétale et le solvant lors de l'extraction.

##### c. Stockage:

La poudre obtenue a été conservée dans des contenants hermétiques, à l'abri de la lumière et de l'humidité, jusqu'à son utilisation.

#### I. 6. Extraction par macération

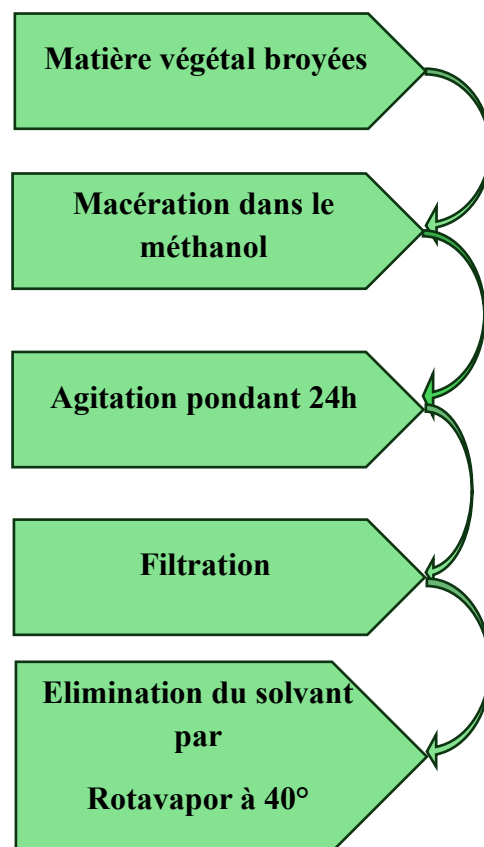
##### I. 6.1. Solvants d'extraction

L'extraction à l'aide de solvants est considérée comme l'une des méthodes les plus pratiques pour l'obtention de composés bioactifs. Parmi les solvants les plus fréquemment utilisés figurent le méthanol, l'hexane, le cyclohexane, l'éthanol et l'acétone. Ces solvants présentent un pouvoir extractif supérieur à celui de l'eau, ce qui permet d'extraire une grande diversité de composés, notamment des substances non volatiles telles que les cires, les pigments, et les

acides gras, ainsi que des composés volatils et d'autres substances biochimiquement actives (El Haib, 2011).

Dans le cadre de notre étude, le solvant employé est le méthanol.

### I.6.2. Mode de opération



**Figure16:** Mode opératoire de macération.

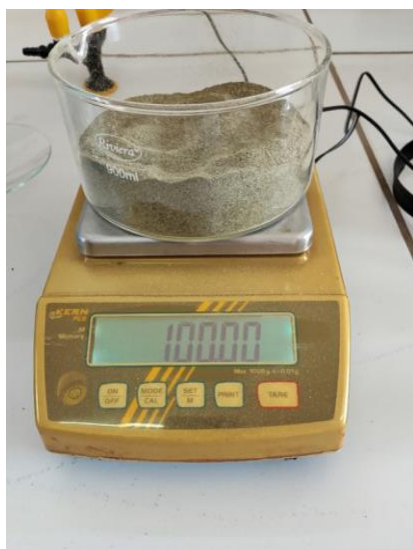
### I. 6.3. Méthode d'extraction

La macération est une méthode d'extraction à froid qui consiste à immerger la matière végétale dans un solvant approprié afin de libérer les composés solubles tels que les principes actifs ou les arômes. Cette technique est particulièrement indiquée pour l'extraction de molécules thermosensibles, dans la mesure où elle s'effectue sans élévation de température. Toutefois, elle peut présenter un rendement inférieur comparativement aux méthodes assistées par chauffage.

Dans cette étude, l'extraction a été réalisée selon le protocole suivant :

- Une masse de 100 g de matière végétale préalablement broyée a été mise en contact avec 300 mL d'un mélange hydro-organique composé de 70 % d'un Méthanol (soit 700 mL) et de 30 % d'eau distillée (soit 300 mL).

- Le mélange a été soumis à une agitation mécanique continue pendant 24 heures, à température ambiante (environ 25 °C).
- À l'issue de la macération, l'extrait a été filtré avec une pompe sous- vide à l'aide de papier filtre.
- Cette opération a été répétée trois fois, en renouvelant le solvant à chaque cycle, dans le but d'optimiser l'extraction des composés bioactifs.
- À la fin du processus d'extraction, l'extrait organique( l'extrait méthanolique) a été concentré sous vide à l'aide d'un évaporateur rotatif (Rotavapor BUCHI) à des températures de 30 °C et 40 °C, respectivement.
- L'extraits concentré a ensuite été conservé à une température de -4 °C, à l'abri de la lumière, jusqu'à leur utilisation



**Figure17:** masse de matière végétale  
Broyée (originale, 2025)



**Figure18:** Agitation de l'extrait  
méthanoïque (originale, 2025)



**Figure19:** Filtration de l'extrait  
Méthanoïque d'*A.halimus L*  
(Originale, 2025)



**Figure20:** Rotavapor de l'extrait  
Méthanoïque d'*Atriplex halimus. L*  
(Originale, 2025)

#### I.6.4. Principe de rotavapeur

C'est un appareil qui destiné à l'évaporation des solvants à basse température et sous pression réduite. Il opère en chauffant modérément un mélange placé dans un ballon en rotation, ce qui permet la formation d'un film mince de liquide favorisant l'évaporation rapide. La diminution de la pression entraîne une baisse du point d'ébullition du solvant, facilitant ainsi son passage à l'état gazeux sans recourir à une forte température. Les vapeurs produites sont ensuite condensées à l'aide d'un réfrigérant, puis collectées dans un ballon. Cette méthode est particulièrement adaptée à la concentration d'extraits ou à la récupération de solvants, tout en préservant les substances sensibles à la chaleur.

#### I. 6.5. Estimation du rendement d'extraction

Le rendement d'extraction (R) a été calculé selon la formule décrite par Falleh et *al.* (2008), comme suit:

$$R(\%) = 100 M_{ext} / M_{éch}$$

Où : R est le rendement en %

$M_{ext}$  est la masse de l'extrait après rotavapeur en g

$M_{éch}$  est la masse de la matière végétale sec.

#### I.7. Préparation des doses

La préparation se fait par dilution successive de la solution mère (100 %), obtenue en mélangeant en parts égales l'extrait brut et le milieu PDA liquide. Chaque flacon contient 100 mL au total (50 mL d'extrait/dilution + 50 mL de PDA) avec deux gouttes de tween en vue d'obtenir un mélange homogène.

**Tableau 05:** préparation des doses

N°	Concentration	Composition	Volume total
1	100 %	50 mL d'extrait concentré + 50 mL de PDA.	100 mL
2	50 %	50 mL de solution mère (100 %) + 50 mL de PDA.	100 mL
3	25 %	50 mL de solution à 50 % + 50 mL de PDA.	100 mL
4	12,5 %	50 mL de solution à 25 % + 50 mL de PDA	100 mL
5	6,25 %	50 mL de solution à 12,5 % + 50 mL de PDA.	100 mL
6	3,12 %	50 mL de solution à 6,25 % + 50 mL de PDA.	100 mL
7	1,56 %	50 mL de solution à 3,12 % + 50 mL de PDA.	100 mL

- **Témoin expérimental**

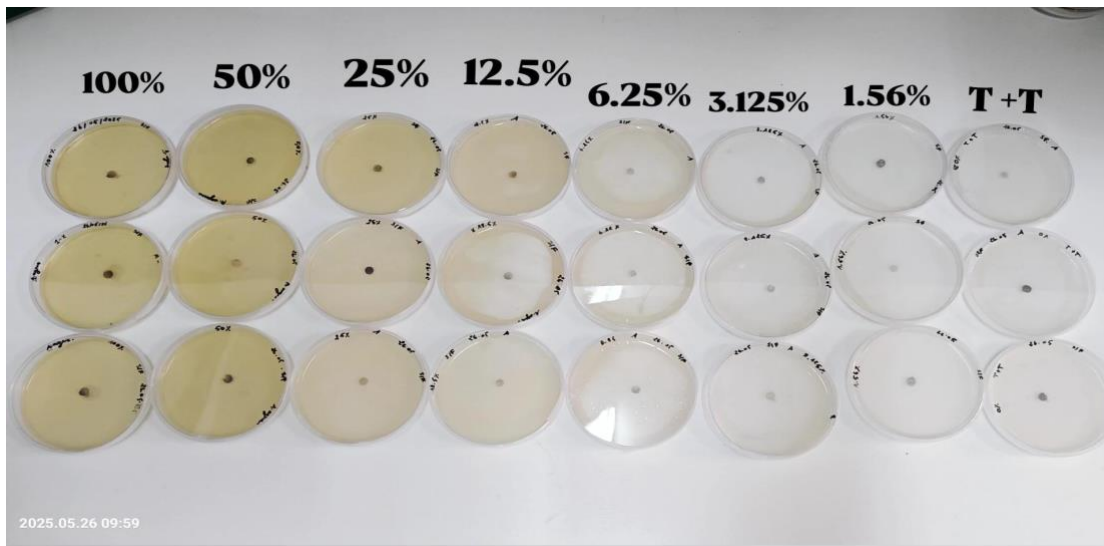
En parallèle, nous avons inclus un témoin positif contenant du Tween (T+T) pour servir de référence et comparer les résultats obtenus.

### I. 7.1. Conduite de l'essai de l'évaluation de l'activité antifongique «in vitro» des extraits Méthanoïques d'*Atriplex halimus* L vis-à-vis de *Colletotrichum* sp

Nous versons environ 15 à 20 mL de solution dans une boîte de Pétri stérile pendant que le PDA est encore liquide (~45 °C).

Après solidification, chaque boîte est inoculée à l'aide d'un Disque mycélien de 0,6 mm de diamètre provenant du front de croissance des cultures âgé De 07 jours.

- Trois (3) répétition pour chaque concentration .



**Figure21:** Essai de l'évaluation de l'activité antifongique de l'extrait méthanoïque de l'*Atriplex halimus* vis-à-vis le *Colletotrichum* sp. (Originale, 2025).

### I.8. Évaluation de la croissance mycélienne

La croissance du mycélium est évaluée en calculant la moyenne de deux diamètres mesurés selon deux axes perpendiculaires, à l'aide de la formule suivante :

$$L = (D-d)/2$$

**L** = croissance mycélienne / **D** = diamètre de la colonie / **d** = diamètre de l'explant

### I.9. Evaluation de la vitesse de croissance

vitesse de la croissance mycélienne est obtenue dans la formule suivant:

$$V = \frac{(L2-L1)+(L3-L2)+(L4-L3)+\dots+(Ln-1-Ln)}{n-1} \text{ où}$$

**V** = Vitesse de croissance (mm/j) .

**L** = Croissance mycélienne (mm) .

**L1**= Croissance mycélienne au 1er jour.

**Ln**= Croissance mycélienne du dernier Jour .

**N** = Nombre de jours durant le test

### I.5.10. Évaluation du taux d'inhibition

Le taux d'inhibition de la croissance mycélienne est déterminé à l'aide de la formule proposée par Doumbouya et al. (2012):

$$Ti (\%) = [(DT - D) / DT] \times 100$$

où:

**Ti (%)** représente le taux d'inhibition de la croissance mycélienne,

**DT** correspond au diamètre moyen de croissance de l'isolat témoin (en cm),

**D** désigne le diamètre moyen de croissance de l'isolat soumis aux différents traitements.

### I. 11. Évaluation de la sporulation

La sporulation est évaluée selon la méthode décrite par Kaiser (1972), citée dans Saiah (1994). Elle consiste à broyer une culture fongique récoltée le dernier jour du test d'évaluation de la croissance mycélienne, puis à la macérer dans 10 ml d'eau distillée stérile. Après agitation, la suspension obtenue est filtrée à l'aide d'une mousseline fine stérile afin d'éliminer les fragments mycéliens. Le comptage des spores est ensuite réalisé à l'aide d'une cellule de Malassez.

Le pourcentage d'inhibition de la sporulation (Pis%) par rapport au témoin, est calculé comme suite :

$$PIs\% = [(N0 - NC) / N0] * 100$$

**PIs**: pourcentage d'inhibition de la sporulation (%) **N0** : nombre de spores estimées chez le témoin

**NC** : nombre de spores estimées en présence de l'extrait.

**I.12. Analyse statistique**

Le traitement des données a été effectué à l'aide du logiciel Microsoft Office Excel, utilisé pour le classement des données brutes ainsi que pour la réalisation des représentations graphiques. L'analyse statistique a été conduite à l'aide du logiciel Statbox, version 6.4, incluant une analyse de la variance (ANOVA) suivie d'un test de comparaison des moyennes selon la méthode de Newman-Keuls.

## **Chapitre II: Résultats et interprétation**

## II. 1. Rendements de l'extrait

Le tableau II illustre les résultats des rendements d'extraction des feuilles et des tiges de *Atriplex halimus*. L'extrait Méthanoïque a donné le rendement de 50 %.

**Tableau 06:** Rendements des différents types d'extraction des feuilles et des tiges de *Atriplex halimus*

	Masse de poudre (g)	Type d'extraits	Rendement d'extraction (%)
Matière sèche de <i>Atriplex halimus</i>	100 g	Extrait Méthanoïque	50 %

## II. 2. Caractères morphologiques de l'isolat de *Colletotrichum sp.*

### II. 2.1. Etude de l'aspect macroscopique

L'étude de l'aspect macroscopique de l'isolat purifié cultivé sur milieu PDA est illustrée à la figure 22; Les colonies présentent un mycélium aérien initialement blanc, devenant progressivement grisâtre au fil du temps. La surface de la colonie révèle la présence de conidiomata de type acervulaire, visibles sous forme de taches sombres à noires. Le revers du milieu montre une pigmentation brune, généralement associée aux zones de sporulation.

### II. 2.2. Etude de l'aspect microscopique

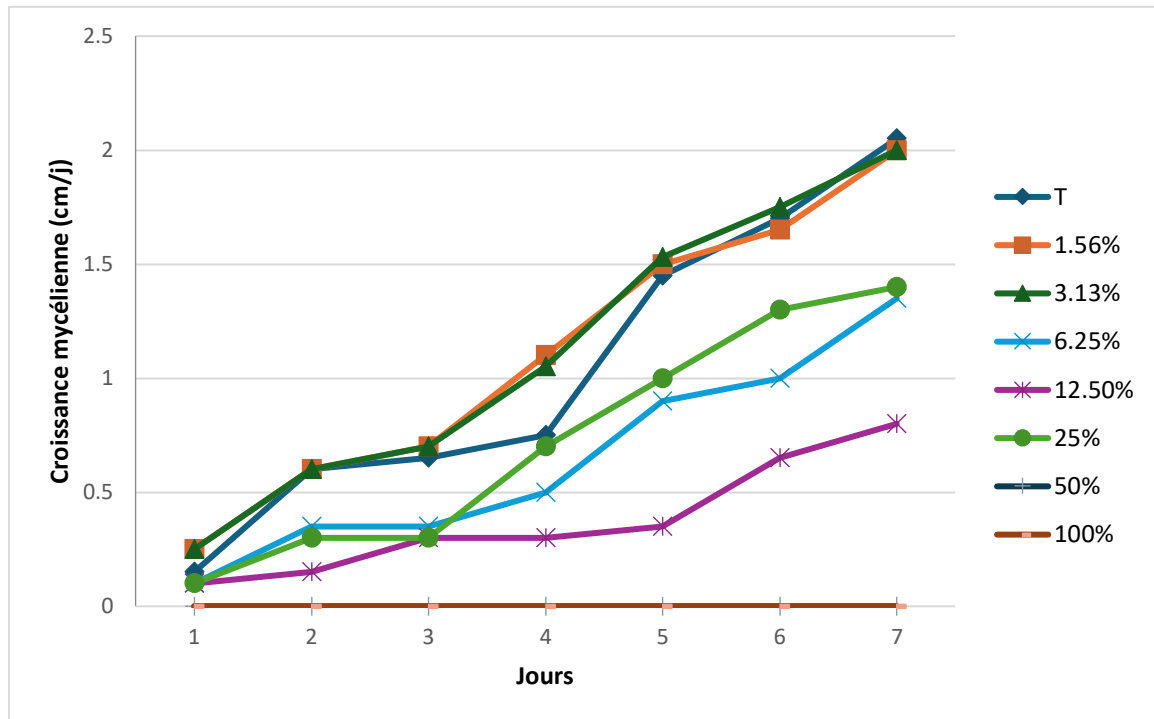
Observation au microscope optique montrant les structures caractéristiques du champignon :

- La présence de conidies hyalines, unicellulaires, de forme fusiforme à légèrement falciforme, avec des extrémités arrondies à légèrement effilées, typiques du genre. Certaines conidies présentent deux gouttelettes lipidiques internes visibles.
- Des amas de conidies disposées autour de structures sombres évoquant des acervules, structures fructifères caractéristiques où sont produites les conidies.

- Des conidiophores courts, non septés ou faiblement septés, portant les conidies en grappes, souvent regroupées radialement en “étoile”.

### **II. 3. Evaluation de l'activité antifongique de l'extrait méthanoïque (par macération) de la plante l'Atriplex halimus sur *Colletotrichum sp***

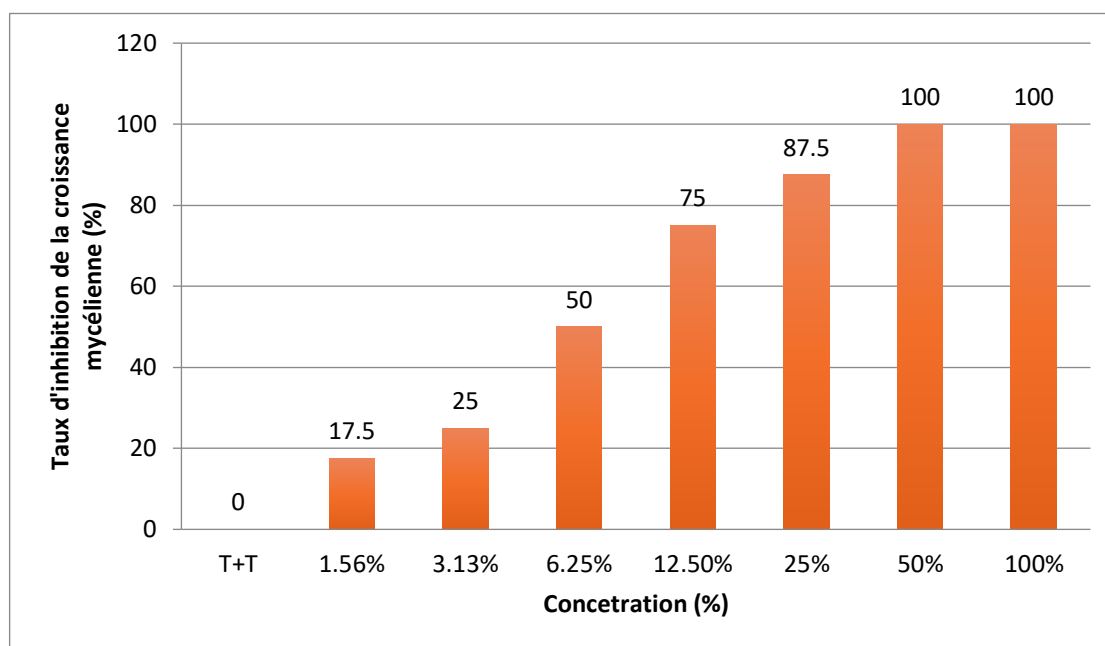
La figure 24 , illustre l'effet de l'extrait méthanoïque, obtenu par macération des feuilles et des tiges d'Atriplex halimus L., sur la croissance mycélienne de *Colletotrichum sp*. Une diminution notable du diamètre des colonies traitées est observée par rapport aux témoins



**Figure 25:** L'effet de l'extrait méthanoïque par macération sur la croissance mycélienne de *Colletotrichum sp.* (Originale, 2025)

La Figure 25, présente l'effet des différentes concentrations de l'extrait méthanoïque, obtenu par macération de la plante *d'Atriplex halimus*, sur la croissance mycélienne de *Colletotrichum sp.* Sur une période de 7 jours.

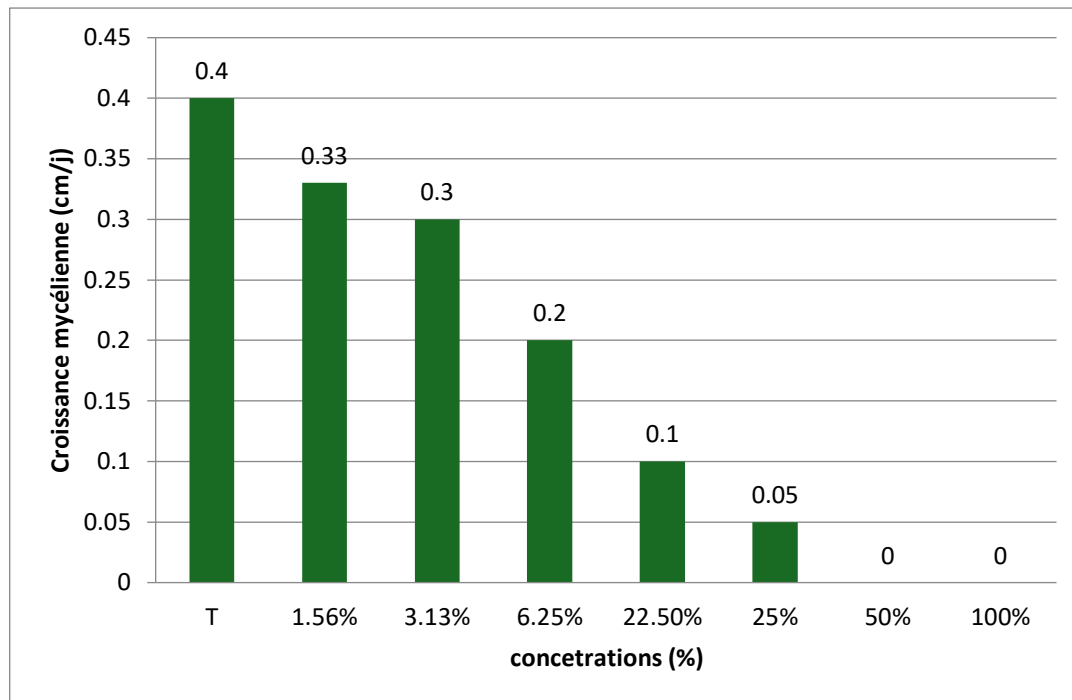
L'analyse des courbes révèle que le témoin (T) ainsi que les faibles concentrations permettent une croissance mycélienne importante. On remarque que les concentrations 1,56 %, 3,125 % et 6,25 %, ont incité la croissance égalant celle du témoin (Figure 24 ; Figure 25. En revanche, à partir de la concentration de 12,5 %, une diminution progressive de la croissance est observée. Cette inhibition devient notable à 25 % et atteint son maximum aux concentrations de 50% et 100%, où aucune croissance mycélienne n'est enregistrée, indiquant un effet fongistatique voire fongicide de l'extrait.



**Figure 26:** Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Colletotrichum sp.*, sous l'effet Des différentes concentrations de l'extrait méthanoïque (macération) de la plante d'*Atriplex halimus* (Originale,2025)

La Figure 26, illustre les taux d' inhibition de la croissance mycélienne de *Colletotrichum sp.* sous l' effet de différentes concentrations de l' extrait méthanolique (obtenu par macération) de la plante d' *Atriplex halimus*.

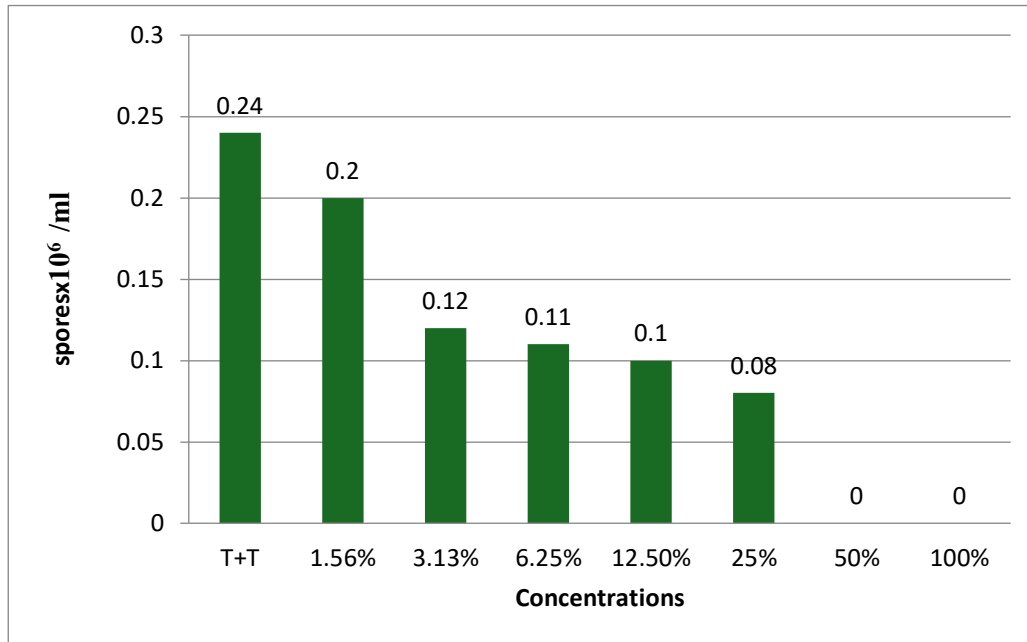
On observe une augmentation progressive du taux d' inhibition en fonction de la concentration de l' extrait. À partir de 25 %, l' effet inhibiteur devient quasi-total ( $\geq 87,5$  %), atteignant 100 % aux concentrations de 50 % et 100 %. Ces résultats traduisent un effet fongistatique notable à faibles et moyennes doses, évoluant vers un effet fongicide aux concentrations les plus élevées. Cette tendance souligne l' efficacité potentielle de l' extrait d' *Atriplex halimus* comme agent antifongique naturel contre *Colletotrichum sp.*



**Figure 27:** Vitesse de croissance mycélienne de *Colletotrichum sp.* En présence de différentes concentrations de l'extrait méthanolique (par macération) de la plante *d'Atriplex halimus* (Originale, 2025)

L'analyse des résultats de la Figure 27, révèle une diminution progressive de la vitesse de croissance mycélienne de *Colletotrichum sp.* Cultivé sur milieu PDA, en fonction de l'augmentation des concentrations de l'extrait méthanolique *d'Atriplex halimus*.

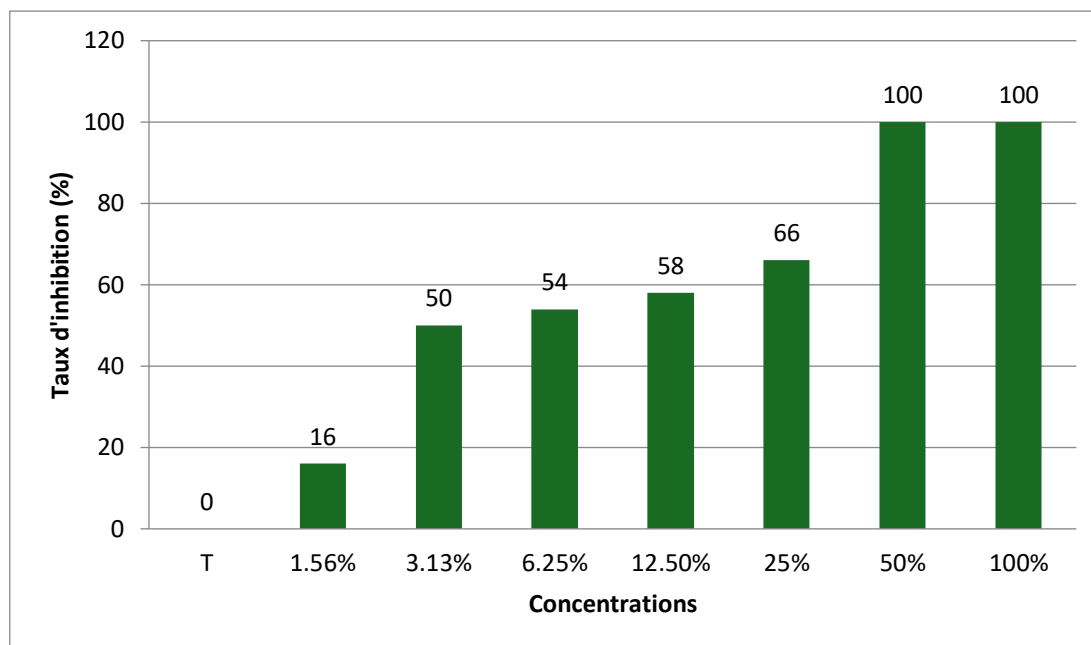
À faible concentration (1,56 %), la croissance reste relativement importante (0,33 cm/j), mais elle diminue progressivement, atteignant 0,2 cm/j à 6,25 %, puis chute à 0,05 cm/j à 25 %. À partir de 50 %, aucune croissance n'est observée, indiquant une inhibition complète du développement fongique.



**Figure 28 :** Effet des différentes concentrations de l'extrait méthanolique (par macération) d'*Atriplex halimus L.* Sur la sporulation de *Colletotrichum sp.*

La Figure 28, illustre l'évolution du nombre de spores produites par *Colletotrichum sp.*, en présence de concentrations croissantes d'extrait méthanolique de la plante d'*Atriplex halimus L.*, comparé au témoin (T+T).

Les résultats montrent une diminution progressive et significative du nombre de spores en fonction de l'augmentation de la concentration de l'extrait. Le témoin présente une sporulation maximale ( $0,24 \times 10^6$ ), tandis que les concentrations les plus élevées (50 mg/ml et 100 mg/ml) inhibent totalement la sporulation (valeurs nulles).



**Figure 29:** Taux d'inhibition de la sporulation de l'isolat de *Colletotrichum sp.* Sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait de méthanol (par macération) de la partie aérienne de *L'Atriplex halimus* (Originale, 2025)

La Figure 29, montre que, tout comme pour l'inhibition de la croissance mycélienne, l'inhibition de la sporulation de *Colletotrichum sp.*, augmente proportionnellement à la concentration de l'extrait méthanolique de *Atriplex halimus*. À faible concentration (1,56 %), l'effet inhibiteur est limité avec un taux de 16 %, tandis que des concentrations intermédiaires (3,125% à 25 %) induisent une inhibition progressive allant de 50 % à 66 %. Les concentrations les plus élevées (50% et 100%) exercent une inhibition totale de la sporulation (100 %), ce qui indique une activité fongistatique ou fongicide significative à ces doses.

## **Chapitre III: Discussion**

## Discussion

Les extraits bruts des plantes commencent à avoir beaucoup d'intérêt en tant que sources potentielles de molécules bioactives naturelles. Ils ont montré une activité antifongique contre un large spectre de champignons pathogènes.

Les plantes possèdent nombreuses activités biologiques talque propriétés antioxydants, anti bactériennes (Gattouche *et al.* 2018). Pour cette raison nous intéressons d'étudier trois activités liées à cette plante : activité antioxydants, activité antidiabétique et activité antibactérienne (Hambaba *et al.*, 2012).

Suffredini *et al.* (2004) ont montré que l'activité des plantes médicinales peut être améliorée en utilisant des solvants organiques; ce qui pourrait expliquer l'activité antifongique intéressante des extraits organiques de ces plante.

La plante médicinale *Atriplex halimus* est connue pour sa richesse en constituants bioactives, elle possède des activités biologiques multiples. Au cours de ces dernières années et afin de mettre en évidence l'effet thérapeutique des extraits de cette plante, les chercheurs ont évalués ses activités biologiques par des tests et malgré ça plusieurs mécanismes d'actions des substances bioactifs de cette espèce médicinale restent inconnus et non pas encore élucidés.

Ces substances agissent simultanément ou différemment, empruntent des voies semblables ou différentes, agissent ensemble ou indépendamment sur une ou plusieurs cibles, conduisant ainsi à une activité antifongique efficace (Mohammedi. Z, 2013).

Les *Colletotrichum* spp sont des champignons Ascomycètes de la famille des Glomerellacea (ordre des Glomerellales) (Réblová *et al.*, 2011).

La plupart des espèces sont des agents pathogènes des plantes ; elles peuvent être transmises par les semences, et sont capables de survivre en tant que saprotrophe dans les sols sur des débris végétaux, provoquant une maladie de type anthracnose sur de très nombreuses plantes ligneuses et herbacées.

Partout dans le monde, l'anthracnose cause par *Colletotrichum* spp. affecte particulièrement la production de fruits avec le développement de lésions nécrotiques, rapidement recouvertes de masses conidiennes colorées qui peuvent également apparaître sur les feuilles, les fleurs et les tiges des plantes infectées (Peres *et al.*, 2005 ; Cannon *et al.*, 2012 ; Baroncelli *et al.*, 2016)

Ce genre représente une menace importante pour les productions agricoles et a été désigné comme le huitième plus important groupe de champignons phytopathogènes dans le monde (Dean *et al.*, 2012)

Par conséquent, d'autres alternatives sont de plus en plus envisagés pour lutter contre ce pathogène. Ces alternatives sont généralement des bio pesticides ou des agents de lutte biologique, qui peuvent être définis comme des produits phytosanitaires dont le principe actif

est un organisme vivant ou l'un de ses dérivés. Ils peuvent aussi être des substances d'origine naturelle telles que des extraits végétaux, phéromones, etc. (Thakore.Y, 2006) .

Ainsi, les extraits bruts des plantes commencent à savoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle de molécules naturelles bioactives. Ils ont montré une activité antifongique contre un large spectre des champignons pathogènes (Davidson, P.M. and M.E. Parish. 1989)

Les extraits de plantes ont l'avantage d'être non seulement disponibles à moindre coût pour les paysans, mais aussi non toxiques et facilement biodégradables et donc sains pour l'environnement (Okigbo et Omdamiro, 2006).

Traditionnellement, l'identification et la caractérisation des espèces de *Colletotrichum* reposaient sur des caractères morphologiques tels que la taille et la forme des conidies et des appressoriums, la présence de soies ou d'un téléomorphe, et des caractères culturels tels que la couleur, le taux de croissance et la texture de la colonie (Smith et Black, 1990).

Ces critères seuls ne suffisent pas toujours à différencier les espèces en raison des variations de morphologie et de phénotype entre les espèces selon les conditions environnementales.

Cannon *et al.* (2000).

En utilisant une approche d'identification basée uniquement sur les caractéristiques morphologiques a réduit le nombre d'espèces acceptées de 750 à 11, mais ces 11 espèces correspondaient plus à des groupes d'espèces qu'à des espèces stricto sensu ,par la suite des études combinant les aspects morphologiques, les caractéristiques culturelles, et les données pathologiques ont décrit de nouvelles espèces(Sutton, 1980)

Etude de l'aspect microscopique nous a permis de distingués la présence de conidies hyalines, unicellulaires, de forme fusiforme à légèrement falciforme, avec des extrémités arrondies à légèrement effilées. Des amas de conidies disposées autour de structures sombres évoquant des acervules, structures fructifères caractéristiques où sont produites les conidies. Des conidiospores courts, non septes ou faiblement septes, portant les conidies en grappes, souvent regroupées radialement en étoile (Figure 23).

Les résultats obtenus sur l'aspect microscopique culturelle sont les même ceux (de Taheri H. *et al.*2016) qui montre que les conidies hyalines cylindrique à fusiformes. Les appressoria bruns, ovoïdes et parfois claviform. Les longueurs de nos conidies sont légèrement différentes de celles relevées par Rhaiem et Taylor (2016) en Tunisie pour des souches de *Colletotrichum gloeosporioides* isolées à partir d'agrumes nos conidiophores sont courts.

La longueur moyenne pour l'ensemble de nos isolats est 14,66  $\mu\text{m}$  contre 15.3  $\mu\text{m}$  pour les isolats tunisiens. En revanche, la largeur moyenne de nos conidies est 5,94  $\mu\text{m}$  contre 4,85  $\mu\text{m}$  pour les isolats tunisiens. Ceci est par contre cohérent avec les résultats obtenus par (Lourd. M *et al* ,1979).

Les souches de *C. gloeosporioides* identifiées sont de couleur blanches à grises avec des conidies caractéristiques de *C. gloeosporioides* comme décrit par Freeman *et al.* (1998).

Les échantillons ont été mis en incubation pour l'observation des symptômes, l'isolement des champignons et la caractérisation des isolats à travers des paramètres morphologiques et des tests PCRs avec des amorces spécifiques à *Colletotrichum gloeosporioides* , les isolats

caractérisés sur la base des traits macroscopique et microscopique, ont permis de distinguer des colonies de coloration diverses d'aspect cotonneuses ou pâteuse avec des conidies cylindriques dont les longueurs ont varié de 10,2 à 16,1  $\mu\text{m}$  (Harouna,2023).

Pour l'évaluation de l'activité antifongique de l'extrait méthanoïque (par macération) de la plante *Atriplex halimus* sur *Colletotrichum sp*, les résultats nous indique un diminution du diamètre des colonies traitées.

La Figure 25 présente l'effet de différentes concentrations de l'extrait méthanoïque, obtenu par macération, sur la croissance mycélienne de *Colletotrichum sp*. Les faible concentrations ainsi que le témoin présentent une croissance mycélienne importante cette croissance diminue progressivement jusqu'à une concentration maximum de 50 et 100 % ou on observe un inhibition totale de la croissance mycélienne.

On observe une augmentation progressive du taux d'inhibition en fonction de la concentration de l'extrait. À partir de 25 %, l'effet inhibiteur devient quasi-total ( $\geq 87,5\%$ ), atteignant 100 % aux concentrations de 50 % et 100 %. Ces résultats traduisent un effet fongistatique notable à faibles et moyennes doses, évoluant vers un effet fongicide aux concentrations les plus élevées ( Figure 26 ).

En présence de différentes concentrations de l'extrait méthanolique (par macération) de la plante d'*Atriplex halimus*, l'analyse des résultats de la Figure 27 révèle une diminution progressive de la vitesse de croissance mycélienne de *Colletotrichum sp* cultivé sur milieu PDA, en fonction de l'augmentation des concentrations de l'extrait méthanolique d'*Atriplex halimus* atteignant 0,2 cm/j à 6,25 %, puis chute à 0,05 cm/j à 25 %. À partir de 50 %, aucune croissance n'est observée, indiquant une inhibition complète du développement fongique.

Les résultats montrent une diminution progressive et significative du nombre de spores en fonction de l'augmentation de la concentration de l'extrait. Le témoin présente une sporulation maximale (0, 24), tandis que les concentrations les plus élevées (50 et 100 %) inhibent totalement la sporulation (valeurs nulles).

L'inhibition de la sporulation de *Colletotrichum sp* augmente proportionnellement à la concentration de l'extrait méthanolique d'*Atriplex halimus*. Les concentrations les plus élevées (50 et 100 %) exercent une inhibition totale de la sporulation (100 %), ce qui indique une activité fongistatique ou fongicide significative à ces doses ( Figure 29 ).

Pour l'extrait acétate d'éthyle, les taux d'inhibition pour *Colletotrichum gloeosporioide* (penz) et *Fusarium sp* respectivement de 57% et 60% ont été obtenus à 8000 ppm. L'extrait acétate d'éthyle plus riche en métabolites secondaires présente des taux d'inhibition plus important que l'extrait hexanique (Dior *et al*,2022).

Les phénols terpéniques peuvent aussi agir sur les champignons en se fixant sur le groupe amine et hydroxylamine des protéines membranaires provoquant ainsi une altération de la perméabilité et la fuite des constituants intracellulaire (Ultee *et al.*, 1999 ; Knowles *et al.*, 2005 ; Lopez-Malo *et al.*, 2005 ; Celimene *et al.*, 1999) .

Nos résultats concordent avec ceux obtenus par Sharma M. *et al* (2014), qui affirme que ce

champignon nécessite une température de 25-28 C° pour une meilleure croissance et sporulation de *C. gloeosporioides* sur PDA. La stimulation de la croissance mycélienne pourrait s'expliquer par le fait que souvent les extraits agissent comme des sources de substances nutritives lorsque les composés actifs sont à des doses trop faibles et ses résultats sont en conformité avec ceux obtenus par Coventry et Allan, (2001) ainsi que Alkhail A. (2005). Bonzi (2005) a révélé que l'extrait de *C. occidentalis* limite efficacement le développement mycélien et la sporulation de plusieurs espèces de champignons isolés sur des semences de maïs.

Donc d'une manière générale, le degré d'activité antifongique est proportionnel à la concentration de l'extrait. Les composés chimiques qui présentent la plus grande efficacité et à plus large spectre sont les phénols (Dorman et Deans, 2000). Contre les champignons, les phénols provoquent plusieurs dégâts tels que des perturbations morphologiques des hyphes mycéliens, la rupture de la membrane plasmique et l'altération de la structure des mitochondries (Arras. G., Usai. M., 2001; De Billerbeck et al. 2001).

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

### Conclusion

L'*Atriplex halimus* s'est révélée être une plante ayant une activité antifongique très importantes, contre le *Colletotrichum sp.*, la présente étude a permis de évaluer l'efficacité antifongique de l'extrait méthanolique de la plante d'*Atriplex halimus L* contre le champignon *Colletotrichum sp.*, responsable de l'antracnose des agrumes. À travers des essais in vitro.

Parmi les extraits de plantes utilisés, l'extrait aqueux de l'*Atriplex halimus*, à toutes les concentrations, a présenté une forte activité antifongique contre *Colletotrichum sp.* L' extrait a montré aussi un effet réducteur de la croissance mycélienne et la sporulation. Les isolats caractérisés sur la base des traits macroscopique et microscopique, ont permis de distinguer des colonies bien spécifiques du *Colletotrichum sp.*,

Pour l'évaluation de l'activité antifongique de l'extrait méthanoïque (par macération) de la plante *Atriplex halimus* sur *Colletotrichum sp* ,les résultats nous indique un diminution du diamètre des colonies traitées avec une diminition de la croissance et la vitesse de croissance mycélienne et la sporulation a de des concentrations de 50 et 100 % .

À partir de 50 %, aucune croissance n'est observée, indiquant une inhibition complète du développement fongique.

Du fait des propriétés biologiques intéressantes de cette plante sur *Colletotrichum sp in vitro*,des tests *in vivo* seront réalisés en vue de tester l'efficacité de cette plante en milieu réel pour une éventuelle mise en place d'un bio fongicide comme alternative aux fongicides de synthèse.

A moyen terme, l'introduction de cette technologie permettra d'améliorer le taux d'adoption des extraits à base des plantes tels que l'*Atriplex halimus*, toute chose qui réduirait l'effet néfaste de l'utilisation des pesticides de synthèse sur la santé des producteurs et sur l'environnement. Cette étude constitue une base pour des essais futurs dans les conditions naturelles en serre et en champ.

En fin, l'ensemble de ces résultats obtenus in-vitro ne constitue qu'une petite partie de la recherche des substances et sources naturelles biologiquement actives, nous envisageons comme perspective d'utiliser des méthodes modernes pour l'extraction des principes actifs, et de valoriser leur présence par des techniques précises comme la CPG-SM, la RMN et l'HPLC.

**Conclusion générale**

**Les références bibliographie**

**Références bibliographiques**

**A.C.T.A., 2008** – Guide pratique de défense des cultures, Association de Coordination Technique Agricole, A..C.T.A., paris, 867 P.

**Agagna, Y. (2016).** Rôle d'Aphytis melinus (Hymenoptera, Aphelinidae) dans la régulation des niveaux d'infestation du pou de Californie Aonidiella aurantii (Homoptera, Diaspididae) sur citronnier à Rouiba. Mémoire de Magister : Santé Végétale et Environnement. Alger : École nationale supérieure d'agronomie-El Harrach-Alger. 91p.

**Ahmadou K ., Mekhlouf M.A.,(2019).** variabilité des caractères morphologiques et composition minérale des populations naturelles d'*Atriplex halimus* cas Mostaganem et Oran. Université Abdelhamid Ibn badis Mostaganem. pp:139-142 .

**Aiello D., Carrieri R., Guarnaccia V.2015.** Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. karstii* causing preharvest disease on *Citrus sinensis* in Italy. *Journal of Phytopathology* ,63: 168–177.

**Ajay K.(2014)** *Colletotrichum gloeosporioides*: biology, pathogenicity and management in India *Journal of Plant Physiology & Pathology India*.

**Alkhail AAA. 2005.** Antifungal Activity of some Extracts Against some plants

**AMMOUR R., et AOUCHE N., (2000).** Etude de comportement de quatre Variétés d'agrumes (Genres : *Citrus*) dans la région de Oued-Aissi(Tizi-Ouzou).Mémoire Lng.agro., Inst. Agro.,Univ. Tizi-Ouzou, 98 P.

among *Colletotrichum* species isolated from strawberry. *Plant Dis.* 74:69-76  
and *Salmonella enterica*, Serovar Typhimurium. *Appl. Environ. Microbiol.* 71: 797-803.

and Stomata. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, UK.

**Anderson JM., Aitken EAB., Dann EK.2013.** Morphological and molecular diversity of *Colletotrichum* spp. causing pepper spot and anthracnose of lychee (*Litchi chinensis*) in Australia. *Plant Pathology*,62: 279–288.

**Anonyme, 2013.** Anthracnose. Agrumes Maladies .idtools.org .

**Anonyme, 2013.** Lime anthracnose. Citrus Diseases. idtools.org.

**Anonyme., (2007).** Agriculture et développement. Revue de vulgarisation et de

**Aouane D. et Ghezli C., 2001.** Évaluation des maladies des agrumes transmissibles par greffage sur le matériel végétal de multiplication de l'ITAF Option Méditerranée série BCIHAEM (eds).

## Partie bibliographie

**Arif. T., Bhosalea. D., Kumara. N., Mandala. T., Bendreb. R., Lavekara. G. et Dabur. R., 2009.** Natural products-antifungal agents derived from plants. *J. Asian Nat. Prod.Res.*, 11,p.p. 621-638.

**Arras. G., Usai. M., 2001.** Fungitoxic activity of 12 essential oils against fourpost-harvest citrus pathogens: chemical analysis of *Thymus capitatus* essential oil and its effect in subatmospheric pressure conditions. *J Food Protect*, 67, 1025-1029 p.

**Bailey JA., Jeger MJ.1992.***Colletotrichum*.Biology, pathology and control. CABI, Wallingford, UK. 6.

**Barboni T., 2006 –** Contribution de méthodes de la chimie analytique à l'amélioration de la qualité de fruits et à la détermination de mécanismes (EGE) et de risques d'incendie. Thèse de Doctorat, Univ. Di Corsica Pasquale Paoli, Français, 38 p.

**Barhoom S., Sharon A. AMPc.2004.** Régulation de la germination des spores fongiques "pathogènes" et "saprophytes". *Fungal Genet Biol* ,41: 317-326.

**Baroncelli, R., Amby, D.B., Zapparata, A., et al. (2016).** Gene family expansions and contractions are associated with host range in plant pathogens of the genus *Colletotrichum*. *BMC Genomics*, 17, 555.

**Belai Douni, A. (2016).** Étude botanique et agronomique des agrumes dans la région de Mostaganem (Mémoire de fin d'études, Université de Mostaganem).

**Benaissat, F.Z. (2015).** La caractérisation de la sensibilité des variétés d'agrumes aux pourritures en post-récolte. Mémoire de Master d'université. Fès. 61p.

**Benedicte, B. & Bachès, G. (2011).** Agrumes : Le guide des variétés du monde. Éditions Ulmer.

**Benhamou N. Atik-Bekkara F. Kadifkova-Panovska T . 2009.** Antioxydant activity of methanolic extracts and some bioactive compound of *Atriplex halimus*. *Compte Rendus Chimie*, 12:1259-1266.DOI:10.1016/j.crci.2009.02.004.

**Benmansour M.Y., (2014).** Contribution à l'étude physiologique des *Atriplexaies* de la Région de l'Emir Abdelkader. (Wilaya d'Ain Té mouchent). Diplôme de master. Université de Tlemcen. Pp: 18-19.

**Bernstein B., Zehr EI., Dean RA. 1995.** Characteristics of *Colletotrichum* from peach, apple, pecan and other hosts. *Plant Disease*, 79: 478–482.

**Berri R., (2008).** Contribution à la détermination de la biomasse consommable d'une

## Partie bibliographie

**Berrighi I., 2007** : étude de la dynamique des populations de la mineuse des agrumes *Phyllocnistiscitrillastant* (Lepidoptera ; Gracillariidae) dans la commune de Mazagan (Mostaganem).

**Bonzi S., 2005.** Efficacité des extraits aqueux dans la lutte contre les champignons transmis

**Bose SK, Sindhan GS, Pandey BN (1973)** Studies on the die back disease of mango in the Tarai region of Kumaon. Prog Horticult 5: 41-53.

**BOTTON B., BRETON A., PEVRE M., GUY P., LARPENT J.P., VEAU P. (1985)** Moisissures utiles et nuisibles. Importance industrielle. Masson, Paris, New-York, Barcelone, Milan, Mexico, Sao Paulo.

**Boukhobza L., 2016** -l'effet des sels minéraux du sol sur l'écologie de *Palatoria ziziphi* (Homoptera : Diaspididae) dans un verger d'oranger à Rouiba, magister en Santé végétale et Environnement , Ecole nationale Supérieure agronomique.

**BOULBAIR Chourouk et al. (22/09/2021).** La recherche des champignons phytopathogènes du citronnier. Essai in vitro de lutte biologique par *Trichoderma longibrachiatum* contre ces isolats. Mémoire de Master. 6p.

**Bounab, D., Chaabi, Y. (2018).** Étude de la variabilité morphologique au sein d'une collection d'agrumes cultivée à l'est algérien, W. Skikda. Mémoire de Master : Biologie et physiologie de la reproduction. Constantine : Université des Frères Mentouri Constantine. 55p.

**Boutaher S, Merazga A. et Seghour A. 2018:** Enquête ethnobotanique et composition chimique d'une plante steppique: *Atriplex halimus* (El guettaf).

**Cannon, P.F., Bridge, P.D., Monte, E., 2000.** Linking the past, present and future of **Cannon, P.F., Damm, U., Johnston, P.R. & Weir, B.S. (2012).** *Colletotrichum* –current status and future directions. Studies in Mycology, 73, p. 181–213.

carvacrol at different stages of dual species biofilm development by *Staphylococcus aureus*

**Casasni L,(2022).** Caractérisation ecophysiologique et biochimique d'*Atriplex halimus* en réponse aux stress abiotique .Thèse de doctorat , Université Blida 1,pp:9-10

**Cassin J.P., 1984** –Comportement des variétés dans les différentes régions De la protection. Revue fruits, vol.4, pp 263-276

causing anthracnose of *Pisonia alba* in India. Arch Phytopathol Pl Prot 46:201-204.

**Chehma, A., Djebbar, M. R., (2008).** “Les espèces médicinales spontanées du Sahara

*Colletotrichum* Systematics. In: Prusky, D., Freeman, S., Dickman, M. (Eds.),

**Colombo, A. (2004).** La culture des agrumes. Vecchi S.A, Paris. 8548.133p.

Partie bibliographie

communication. N004, INVA, 7

**Crouch JA ., Beirn LA ., Cortese LM. 2009.** Anthracnose disease of switchgrass caused by the novel fungal species *Colletotrichum navitas*. *Mycological*,113: 1411–1421.

**Crous PW., Groenewald JZ ., Slippers B. 2016a.** Global food and fibre security threatened by current inefficiencies in fungal identification. *Philosophical Transactions of the Royal Society. Biological Sciences*, 371: 1709.

**Curk F., Heuzet M., coord , 2013.** Les clémentiniers et autres petits Agrumes.Ed.Quae. France. 363p.

**Damm U., aroncelli R ., Cai L ., Kubo Y ., O’Connell R ., Weir ., Yoshino K., Cannon PF. 2010.** *Colletotrichum*: species, ecology and interactions. *IMA Fungus: The Global Mycological Journal* 1, 161–165.

**Damm U., Cannon PF., Woudenberg JH. 2012b.** The *Colletotrichum* boninense species complex. *Studies in Mycology*, 73: 1–3 .

**Davidson P.M., M.E. Parish(1989).** **Methods for testing the efficacy of food antimicrobials,**(1989)- *Food Technol.* 43 (1989) 148–155.

**Davidson, P.M. and M.E. Parish. 1989.** Methods for testing the efficacy of food antimicrobials. *Food Technol.* 43(1): 148–155.

**Davis RD., Irwin JAG., Cameron DF., Shepherd RK. 1987.** Études épidémiologiques sur les maladies à anthracnose des Stylosanthes causées par *C. gloeosporioides* dans le Queensland du Nord et spécialisation pathogène dans les populations fongiques naturelles. *Australian Journal Agriculture*, 38: 1019-1032

**DE BILLERBECK V.G.; ROQUES C.G.; BESSIERE J-M.; FONVIEILLE J-L.; DARGENT R.( 2001).** Effects of *Cymbopogon nardus* (L.) W. Watson essential oil on the growth and morphogenesis of *Aspergillus niger* .*Canadian Journal of Microbiology*, Vol 47, N°1, Jan 2001 , pp. 9-17.

**De Silva DD., Ades PK., Crous PW.2017.** *Colletotrichum* species associated with chili anthracnose in Australia. *Plant Pathology*,66: 254–267.

**Dean, R., Van Kan, J.A.L., Pretorius, Z.A., Hammond Kosack, K.E., Di Pietro, A., Pietro, D.S, Rudd, J.J., Dickman, M., Kahmann, R., Ellis et al. (2012).** The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Mol Plant Pathol.* 13(4), p. 414-430. [http:// doi: 10.1111/j.1364-3703.2011.00783.x](http://doi:10.1111/j.1364-3703.2011.00783.x).

développement rural, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-

**Dior Samb1\*, Abou Moussa Sow1, Mohamed Diop1, Nalla Mbaye2, Bédié Mbow1,**

Dioulasso, Burkina Faso. 56p.

## Partie bibliographie

- Dorman, H.J.D. and Deans, S.G. (2000).** Antimicrobial Agents from Plants: Antibacterial Activity of Plant Volatile Oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88, 308-316.  
<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.00969.x>
- Eastburn DM., Gubler WD. 1990.** Strawberry anthracnose: detection and survival of *Colletotrichum acutatum* in soil. *Plant Disease*, 74: 161-163.
- El haib, A .(2011).** Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformation catalytiques. Université de toulous
- Emam S.S. 2011.** Bioactive constituents of *Atriplex halimus* .*Plant. Journal of Natural Products*, Vol. 4, pp. 25-41.
- Falleh H , Ksouri R , Chaieb K et al. (2008),** Phenolic composition of *cynara cardunculus* L. organs , and their biological activities
- Faucon M., (2015) :** Traité d'aromathérapie scientifique et médicale : Fondements.
- Flower and fruit evolution, and the origin of C4 photosynthesis, *Amer. J. Bot.* Vol 97 n° 10. pp 1664-1687.
- food engineering 67 (1-2), 87-93.
- Food-Borne Pathogen *Bacillus cereus* *Appl Environ Microbiol* v.65(10).
- Freeman, S., Katan, T., & Shabi, E. (1998).** Characterization of *Colletotrichum* species responsible for anthracnose diseases of various fruits. *Plant disease*, 82(6), 596-605.
- Fried, G., (2015).** Focus sur une espèce : *Atriplex halimus* L. (Amaranthaceae) ", *Journal De Botanique de la Société Botanique de France*, Vol 72.pp : 69-71.
- Garden Orache (*Atriplex hortensis* L.). Universitaire, Tunis 1060, Tunisia. Pp :404-410.
- Gattouche S., Sekhri L., Tabchouche A.2018.** A Comparative study of the antibacterial and the antioxidant Activity of *Atriplex halimus* L. *research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences*, 9(3), 195-204.
- Gavinet J., (2007).** Appropriation, usage et gestion des ressources sylvopastorales A Wabzaza, haut Atlas central, Maroc. Mémoire présenté pour l'obtention du Diplôme 'Ingénieur Forestier Spécialisation Foresterie Rurale et Tropicale AGROPARISTECH Ecole nationale du génie rural des eaux et des forêts- FIF. Paris. Pp:106.
- Grange N. , S. Ahmed(1988)-** Handbook of plants with pest control properties, John Wiley & Sons, New York, 1988, p. 470.
- Guarnaccia V., Groenewald1 J.Z., Polizzi2 G., Crous. P.W. 1,3,4 .2017.** High species diversity in *Colletotrichum* associated with citrus diseases in Europe. [doi.org/10.3767/persoonia.39.02](http://doi.org/10.3767/persoonia.39.02).

## Partie bibliographie

**Guarnaccia V., Vitale A., Cirvilleri G., et al. 2016.** Characterisation and pathogenicity of fungal species associated with branch cankers and stem-end rot of avocado in Italy. *European Journal of Plant Pathology* ,146: 963–976.

**Guettoche S. (2021).** Etude phytochimique d'*Atriplex halimus* et la détermination de son activité biologique (Région Ouargla Algérie ).Thèse de doctorat, Université KasdiMerbag Ouargla.pp:6

Halophyte *Atriplex*. Univerité Kasdi Merbah, Ouargla. Pp :15-19.

**Hambaba L., Boudjellal K., Abdeddaim M., Aberkane M. C., Boudiaf K. 2012.** Étude in vitro des activités antimicrobienne et antioxydante des extraits du fruit d'*Elaeagnu sangustifolia* L. *Phytothérapie*, 10(6), 350-356.

**Hanafey. F., Sabry. A., 2013.** In vitro Antifungal Activity of Three Geophytic plantextracts against Three Post-harvest Pathogenic Fungi, 16, 23, p.p. 1698-1705.

**Harouna Bougoum 1, 2\*, Oumarou Z Dianda1, Abel T Nana2, Issa Wonni 1 , Jacqueline Kansiel, et Kadidia Koita Bougoum et al., (2023).** Caractérisation de *Colletotrichum* spp agent pathogène de l'antracnose du manguier (*Mangifera indica* L) au Burkina Faso 19999. *Journal of Applied Biosciences* 190: 19999- 20020 ISSN 1997-5902.,

**Hassan. N., Maswada. H., 2012.** Proximate and Phytochemical analyses of *Asparagus stipularis* and *Cyperus capitatus* and their antioxidant activities. Proceedings of the 11 the Conference of the Agricultural Development Researches, Ain Shams University, Egypte.

**Hiremath SV, Hiremath PC, Hegde RK (1993)** Studies on cultural characters of *Colletotrichum gloeosporioides* a causal agent of Shisham blight. *KarnatakaJAgricul Sc* 6: 30-32.

**Hubballia M, Nakkeerana S, Raguchandera T, Ananda T, Renukadevi P(2011)** Physiological characterisation of *Colletotrichum gloeosporioides*, the incitant of anthracnose disease of noni in India. *Arch Phytopathol PI Prot* 44:1105-1114.

**Ilyas C., (2013).** Composition chimique et activités biologiques des plantes médicinales. Vol 3 no(9). Pp: 82-90.

**ITAFV, 2012.** La culture des agrumes.

**Kachout S., Sai., Ennajah R.A., Mechergui A., Ben Mansoura Z., Ouerghi et N.,**

**Kadereit G., Mavrodiev E.V., Zacharias E.H., Sukhorukov A. P., (2010).** “Molecular

**Kaiser, W. J. (1972).** Études sur la biologie et la lutte contre *Ascochyta rabiei* chez le pois chiche. Thèse de doctorat, Université de Californie, Davis, États-Unis.

**Kang. K., Fong. W. et Tsang. P., 2010.** Novel antifungal activity of purpurin against *Candida* species in vitro. *Medical Mycology*, 48, p.p. 904-911.

## Partie bibliographie

- Karray Bouraoui., (2016).** Effect of Seed Weight and Salinity on the Germination of
- Khiat L., Guerfi S., 2018.** Mise en évidence, in vitro, de l'effet d'un fongicide systémique sur l'antracnose de la tomate. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master. Université des Frères Mentouri Constantine 1, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 61p.
- Kidist F., (2015).** Identification and characterization of *Colletotrichum* species associated with mango and citrus diseases in the Ashanti region of Ghana, doctor of philosophy in plant pathology .
- Knowles J.R., Roller S., Murray D.B. & Naidu A.S., 2005.** Antimicrobial action of
- Le Houéron H.N. 1992.** The rôle of saltbushes (*Atriplex* spp.) in arid land rehabilitation in the Méditerranéen Basin: à review. *Agroforestrysystemes*, 18: 2. pp. 107-148
- Lima WG., Sposito MB., Amorim L., et al .2011.** *Colletotrichum gloeosporioides*, a new causal agent of citrus post-bloom fruit drop. *European Journal of Plant Pathology*, 131: 157–165.
- Lopez-Malo A, Palou E, Jiménez-Fernández M, Alzamora SM, Guerrero S, 2005.**
- Lourd.M, (1982)** Les colletotrichum agents d'antracnose en Cot d'ivoire. Recherche sur la structure de l'espèce *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. Comparée à *Colletotrichum graminicola* (CES.) Wilson. Thèse de Doctorat en Pathologie végétale. Université Pierre et Marie Curie Paris 6 <https://core.ac.uk/download/pdf/39874955>.
- Loussert R., (1985) :** Les agrumes. Ed. J. B. Bailliére, Paris, 136p
- LOUSSERT, R. (1989).** Les agrumes, arboriculture. Ed. Techniques agricoles méditerranéennes, Paris. 113p.
- MADR (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural). (2009).** Direction des statistiques agricoles et des systèmes d'information. MADR, Algérie.
- Matmati I., 2005:** implication des composés phénoliques dans les phénomènes de Défence naturelle des citrus aux attaques de *Phyllocnistis citrillastaint* (lepidoptera ; Gracillariidae) en algérie.
- Miyake) Shoem., agent de l'helminthosporiose. Mémoire de fin de cycle d'ingénieur du
- Mohammedi Zohra (2013).** Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud Ouest de l'Algérie. Thèse Doctorats Univ de Tlemcen
- MOREL., (1969).** Le livre des arbres et arbustes et arbrisseaux (1er ed.).

## Partie bibliographie

**Mouhamadou Fofana<sup>1</sup>, Ibrahima Ndiaye<sup>1</sup>, El hadj Alioune Fall<sup>1</sup>,(2022)-** Composition chimique et activité antifongique d'extraits d'*Euphorbia hirta* L. J. Soc. Ouest-Afr. Chim. (2022) 051; 87 – 92

Multifactorial fungal inactivation combining thermosonication and antimicrobials Journal of

**Munch S., Lingner U., Floss DS., Ludwig N., Sauer N., Deising HB. 2008.** Le mode de vie hémibiotrophique de *Colletotrichum*. Journal of Plant Physiology ,165: 41-51.

**Nair J., Newhook F.J., Corbin J.B. 1983.** Survival of *Colletotrichum acutatum* f. sp. pinea in soil and pine debris. Transactions of the British Mycological Society ,81, 53-63.

**Nedjimi B., Guit B., Toumi M., Beladel B., Akam A., Daoud Y. 2013:** “*Atriplex halimus* subsp. *Schweinfurthii* Chenopodiaceae): Description, écologie et utilisations pastorales et thérapeutiques”, Fourrages, 216, 333-338.

of plant pathology, 146(1), 219-224.

**Okigbo R.N. & Omodamiro O.D. 2006.** Antimicrobial effect of leaf extract of pigeon pea (*Cajanus cajan* (L) Mill sp) on some human pathogen. J. Herbs, spices and Med. Plants 12 (1/2); 117-127

**Ouldkadour,(2019).** Etude de l'effet antifongique des extraits polyphénolique de l'*Atriplex halimus* L., sur la croissance de certains champignons dermatophyte". thèse de doctorat. , université Abdlhamid Ibn Badis de Mostaganem, pp20-23 .

**Ozbay n and newman s, 2004.** Journal of biological control, pp 487-489.

p. 163-191.par les semences de maïs (*Zea mays* L.) : Cas particulier de *Bipolaris maydis* (Nisikado et pathogenic Fungi, Departement of Microbiology Collège of Science AL

**-Peres, N.A., Timmer, L.W., Adaskaveg,J.E. & Correll, J.C. (2005).** Lifestyles of *Colletotrichum acutatum* . Plant Disease, 89, p. 784-796–current status and future directions. Studies in Mycology, 73, p. 181–213.

**Perrone G., Magistà D., Ismail AM. 2016.** First report of *Colletotrichum kahawae* subsp. *ciggaro* on mandarin in Italy. Journal of Plant Pathology, 98: 12.

Phylogeny of *Atripliceae* (Chenopodiaceae): Implications for systematics, biogeography,

**Ponte J.J da. 1996.** Clinica de doencas de plantas. Fortaleza-CE: UFC., pp 871.

Qassem University. Pakistan Journals of Biology Sciences, 8(3): 413-417.

**Quezel P., et Santana S., (1962).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionale. (Ed) CNRS. Paris. Pp: 286-290.

**Rani SG, Murthy KVMK (2004)** cultural and nutritional characteristics of *Colletotrichum gloeosporioides*, the causal organism in cashewanthracnose. JMycolPathol 34: 317-318.

**Réblová, M., Gams, W. & Seifert, K.A.(2011).** Monilochaetes and allied genera of the Glomerellales, and reconsideration of families in the Microascales. Studies in Mycology, 68,

## Partie bibliographie

**Rebour H., 1950** – Les agrumes en Afrique du Nord. Union des syndicats de producteur D'agrumes 447p (3) -vegetalis.fr/conseil-view/agrumes-generalites/ consultation 6/5/2017

Research, 37: 379-384.

**Rhaïem A., Taylor PW. 2016.** *Colletotrichum gloeosporioides* associated with anthracnose symptoms on citrus, a new report for Tunisia. European Journal of Plant Pathology, 146: 219–224.

**Rhaïem, A., & Taylor, P. W. (2016).** *Colletotrichum gloeosporioides* associated

**Sattar A, Mallik SA (1939)** Some studies on anthracnose of mango caused by *Glomerella cingulata* (Stonem) Spauld Sch. (*Colletotrichum gloeosporioides*)

Septentrional algérien: distribution spatio-temporelle et étude ethnobotanique“, Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie, 17. Pp :36-45.

**Sharma ,M ;Gupta , A.K and Ramteke ,P.W (2014).** Efficacy of hexane and methanolic extract of the bark of *Acacia nilotica* against pathogenic bacteria. New agriculturist- An International biannual Journal of Agriculture.25(2):271-280.

**Sharma M., Kulshrestha S. 2015.** *Colletotrichum gloeosporioides*. Un anthracnose causant l'agent pathogène des fruits et légumes. Biosci Biotechnol Res Asie, 12 (2).

**Slamnia, A., & Kirouane, M. (2024).** Étude morphologique des fleurs d'agrumes en Méditerranée. Institut National de Recherche Agronomique.

**Smith, B. J., and Black, L. L. 1990.** Morphological, cultural, and pathogenic variation **Somon B 1987,**Arbre ,arbuste ,et arbusseaux en Algeria “,ED. Office de PublicationUniversitaire , Alger , , 22p .

**Suffredini, I. B., Sader, H. S., Gonçalves, A. G., Reis, A. O., Gales, A.C., Varella, A. D., Younes, R. N., 2004.** Screening of antibacterial active extracts obtained from plants native to Brazilian Amazon rain forest and Atlantic forest. Brazilian Journal of Medical and Biological

**Sutton, B.C. (1980).** The Coelomycetes: Fungi Imperfecti with Pycnidia Acervuli

**Taheri H. et al.2016,** Species of *Colletotrichum* associated with citrus trees in Iran. mycologia Iranica 3(1): 1 –14.,

**Talamali A. R., Gorenflot R., Dutuit P., (2007).** Hétérostylie intra-individuelle chez *Atriplex halimus* L (Amaranthaceae).pp : 871-879.

**Terol, J., Soler, G., Talon, M. et Cercos, M., (2010):** The aconitate hydratase Family from Citrus. BMC Plant Biology, 10 : 222p

**Thakore. Y(2006)** -The biopesticide market for global agricultural use, Ind. Biotechnol. 2 (3) (2006) 294–308.

Partie bibliographie

**Timmer L.(2000).** Compendium of citrus diseases .

**Ultee,1, \* E. P. W. Kets,2 and E. J. Smid, 1999.** Mechanisms of Action of Carvacrol on the

**Vidyalakshni A, Divya CV (2013)** .New report of *Colletotrichum gloeosporioides*

**Virbel-Alonso C., (2011):** Citron et autre agrumes ; un concentré d'astuces pour votre maison, votre santé, votre beauté. Groupe Eyrolles, paris, 220p.

**Walker. G., White. N., 2011.** Introduction to Fungal Physiology. In: Fungi: Biology and Applications, Kavanagh K ((ed) John Wiley and Sons, Ltd, UK.

**Walter, A et Sam, C. (2002).** Fruits of Oceania. [trans, P. Ferrar from Fruits d'Océantique] ACLAR Menograph 85. Australian Centre for international Agricultural Research. Canberra, Australia.

with anthracnose symptoms on citrus, a new report for Tunisia. European journal

**Yang YL., Liu ZY., Cai L., Hyde KD., Yu ZN., McKenzie EHC. 2015 .** *Colletotrichum* anthracnose of *Amaryllidaceae*. Fungal Diversity 39, 123–146.

**(3)** -vegetalis.fr/conseil-view/agrumes-generalites/ consultation 6/5/2017

# **Anèxxe**

## Annexe 01

### Milieu de culture

<b>Pomme de terre</b>	<b>200 g</b>
<b>Glucose</b>	<b>20 g</b>
<b>Agar</b>	<b>20 g</b>
<b>Eau distillé</b>	<b>1000 mL</b>