

République Algérienne Démocratique 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 D'AGRONOMIE
MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES**

Présenté par

TAYER AMEL et ELARBI BECHERIF Lamia

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité : Protection des végétaux

Thème

Evaluation de l'activité antifongique de l'extrait
méthanoïque des feuilles et tiges de l'*Atriplex*
halimus vis-à-vis de *Colletotrichum* sp., agent de
l'anthracnose sur tomate.

Soutenue publiquement le 26/06/2023

DEVANT LE JURY

Président	BADAoui Mahdjouba Ikram	MCB	Université de Mostaganem
Examineur	ADJoudj Fatma	MCB	Université de Mostaganem
Encadreur	SAIAH Farida	MCB	Université de Mostaganem
Co-Encadreur	HAMZA Lahouaria	MCB	Université de Mostaganem

Thème réalisé au laboratoire du Protection des végétaux

Année universitaire : 2022 -2023

Remerciements

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donnée la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, nous remercions spécialement *Mme SAIAH Farida* pour avoir relu et corrigé notre mémoire. Ses conseils de rédaction ont été très précieux, ainsi que son expérience personnelle. Elle a été d'un grand soutien dans l'élaboration de ce mémoire.

Nous remercions plus spécialement, notre Co-encadrant *Mme HAMZA Lahouaria* qui a guidé notre travail, et nous la remercions aussi pour son soutien constant, sa disponibilité et sa confiance.

Nous tenons également à remercier *Melle FLITI Kheira* pour sa présence, son aide fructueuse et ses encouragements tout au long de la période de notre stage.

Nous tenons également à remercier les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait, en acceptant de siéger à notre soutenance tout particulièrement :

- *Mme BADAoui Mahdjouba Ikram*: président du jury qui a accepté d'évaluer ce modeste travail.
- *Mme ADJoudj Fatma* : qui nous a fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nous remercions tout le personnel du laboratoire de protection des végétaux sans oublier nos camarades *Mme BENABED Fatima* et *Mlle BENMEHAL Hadjer*, et tout le staff technique pour leur accueil et leur accompagnement durant toute la durée de ce travail.

Enfin, nous remercions également tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je tiens c'est grande plaisir que je dédie ce modeste travail :

À l'être le plus cher de ma vie, ma mère.

À celui qui a fait de moi une femme, mon père.

À ma sœur Aichouch et mon frère Omer.

À l'amour de mon cœur Bouchra.

À mon binôme Lamia qui a passé les nuits avec moi.

À ma moitié BENGUNEB Rim qui m'a toujours soutenue.

À ma chère tante Nounou qui est toujours avec moi.

À tous mes cousins (Meriem et sa fille Assil, Sihem et ses enfants jawad et iyadou, Ikram et son enfant Zaid, Didiya, Khadidja, Abir et Chahra).

À mes cousins ABER Mohamed et Charef BENZIDANE Mohamed.

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

À tous mes collègues et amis (Assia, Marwa, Sihem, Zohra, Wisso,...).

Sans oublier Mme SAIAH Farida et Mme HAMZA Lahouaria .

Amel

Dédicace

Je Dédie ce mémoire

À mes chers parents, ma mère et mon père pour leurs patiences, leurs soutiens
et leurs encouragements.

À mes sœurs et mon frère Oussama.

À mon binôme et mes amis, TAYER Amel, BENABED Fatima, Hadjer.

Sans oublier tout les professeurs.

Je vais dire aussi a ma mère que dieu te bénisse «rabi ychafik ».

Lamia

Résumé

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

Ce travail a pour objectif de valorisé l'effet bio fongicide de *Atriplex halimus*. Pour répondre à cet objectif, nous avons évalué «in vitro», l'activité antifongique de l'extrait méthanoïque des feuilles et des tiges de cette plante sur la croissance mycélienne et la sporulation de *Colletotrichum* sp.

Les résultats obtenu, montre une relation inversement proportionnel entre les doses de l'extrait méthanoïque et les taux d'inhibition des deux séquences biologique du champignon, avec des taux d'inhibitions dépassant les 80% pour les fortes doses.

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

Abstract

Tomato anthrac caused by *Colletotrichum* sp., is a fungal disease that can cause considerable damage to tomato plants. If not taken care of quickly and effectively, it can reduce the yield of the tomato crop. However, there are general drawbacks associated with chemical treatments, including the risk of toxicity to the environment and to humans.

This work aims to enhance the bio fungicidal effect of *Atriplex halimus*. To meet this objective, we evaluated "in vitro", the antifungal activity of the methanoic extract of the leaves and stems of this plant on the mycelial growth and sporulation of *Colletotrichum* sp.

The results obtained show an inversely proportional relationship between the doses of the methanoic extract and the inhibition rates of the two biological sequences of the fungus, with inhibition rates exceeding 80% for high doses.

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

الملخص

أنثراكنوز الطماطم الذي يسببه *Colletotrichum* sp. ، هو مرض فطري يمكن أن يتسبب في أضرار جسيمة لنباتات الطماطم. إذا لم يتم الاعتناء به بسرعة وفعالية، يمكن أن يقلل من غلة محصول الطماطم. ومع ذلك ، هناك عيوب عامة مرتبطة بالمعالجات الكيميائية ، بما في ذلك مخاطر السمية على البيئة والبشر.

يهدف هذا العمل إلى تعزيز تأثير الفطريات الحيوية لـ *Atriplex halimus* لتحقيق هذا الهدف ، قمنا بتقييم النشاط المضاد للفطريات للمستخلص الميثاني لأوراق وسيقان هذا النبات "في المختبر" على نمو الفطريات وتكوّن أبواغ *Colletotrichum* sp.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها وجود علاقة تناسبية عكسية بين جرعات مستخلص الميثانويك ومعدلات التثبيط للتسلسل البيولوجي للفطر ، مع معدلات تثبيط تتجاوز 80% للجرعات العالية. **كلمات المرور:** الطماطم، *Colletotrichum* sp. ، *Atriplex halimus*، مستخلص الميثانويك ، مضاد للفطريات.

Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	01
Partie bibliographie	
Chapitre I : Plante hôte- <i>Solanum lycopersicum</i>	
1.1. Origine de la tomate.....	03
1.2. Classification botanique de la tomate.....	04
1.3. Caractères botanique.....	04
1.4. Maladies et ravageurs de la tomate.....	08
1.4.1. Les ravageurs de la tomate.....	08
1.4.1.1. Les nématodes.....	08
1.4.1.2. Les acariens.....	08
1.4.1.3. Les insectes.....	09
1.4.2. Maladies de la tomate.....	09
Chapitre II. Maladie de l'antracnose	
2.1. Généralités.....	13
2.2. L'agent pathogène: <i>Colletotrichum sp.</i>	13
2.2.1. Généralités.....	13
2.2.2. Symptômes.....	14
2.2.3. Mode d'infection.....	14
2.2.4. Classification.....	15
2.2.5. Cycle de vie de <i>Colletotrichum sp.</i>	15
2.2.6. Moyens de lutte.....	16
Chapitre III: Plante aromatique-<i>Atriplex halimus</i>	
III.1. La famille d'Amaranthacée (chénopodiacées).....	17
III.2. Le Genre <i>Atriplex</i>	17
III.3. L'espèce <i>Atriplex halimus</i>	19
III.3.1 Description botanique.....	20
III.3.2. Répartition géographique.....	25
III.3.2.1. Dans le monde.....	25
III.3.2.2. En Algérie.....	26
III.3.4. Systématique de la plante.....	27
III.3.5. Intérêts des <i>Atriplex</i>	28
III.3.5.1. Intérêt fourrager.....	28
III.3.5.2. Intérêt pharmacologique.....	29
III.3.5.3. Activité antifongique.....	30
III.3.4. Classes de métabolites secondaires et leur activité antifongique.....	30
III.3.5. Mécanismes d'action antifongiques des métabolites secondaire.....	31
Chapitre 1: Matériels et méthodes	
1.1. Objectif du travail.....	33
1.2. Matériel biologique.....	33
1.2.1. Matériel végétal.....	33
1.2.2. Matériel fongique.....	34
1.3.1. Repiquage de l'isolat.....	34
1.3.2. Préparation de la plante aromatique pour l'extraction.....	35

1.3.3. Protocole expérimental.....	35
1.3.4. Procédé d'extraction méthanoïque par macération.....	36
1.3.5. Principe du rotavapor.....	38
1.3.6. Préparation des dilutions de l'extrait méthanoïque par macération d' <i>Atriplex halimus</i>	38
1.3.7. Conduite de l'essai de l'évaluation de l'activité antifongique «in vitro» des extraits méthanoïques d' <i>Atriplex halimus L.</i> vis-à-vis de <i>Colletotrichum sp</i>	38
Chapitre II: Résultats et interprétations	
II.1. Caractères morphologiques de l'isolat de <i>Colletotrichum sp</i>	41
II.1.1. Etude de l'aspect macroscopique.....	41
II.1.2. Etude de l'aspect microscopique.....	41
II.2. Evaluation de l'activité antifongique de l'extrait méthanoïque (par macération) des feuilles et tiges de l' <i>Atriplex halimus</i> sur <i>Colletotrichum sp</i>	42
II.3. Evaluation de l'activité antifongique de l'extrait méthanoïque des feuilles et des tiges de l' <i>Atriplex halimus</i> sur la sporulation de <i>Colletotrichum sp</i>	44
III. Discussion	45
Conclusion.....	46

Listes des figures

Figure 01 : Premières images de tomate publiées.....	03
Figure 02 : Tige de la tomate.....	05
Figure 03 : Illustration des feuilles de tomate	05
Figure 04 : Racines de la tomate.....	06
Figure 05 : Fleurs de la tomate.....	06
Figure 06 : Graines de la tomate.....	07
Figure 07 : Fruits de la tomate.....	08
Figure 08 : Formation des hyphes dans le site d'infection.....	15
Figure 09 :Cycle de vie de <i>Colletotrichumgloeosporioides</i> et les conditions de développement de l'antracnose.....	16
Figure 10 : Touffe d' <i>Atriplex halimus</i>	21
Figure 11 : Tige d' <i>Atriplex halimus</i>	21
Figure 12 : Feuilles d' <i>Atriplex halimus</i>	22
Figure 13 : Racines d' <i>Atriplex halimus</i>	22
Figure 14 : Fleurs d' <i>Atriplex halimus</i>	23
Figure 15 : Valves fructifères.....	24
Figure 16 : Graines d' <i>Atriplex halimus</i>	25
Figure 17 : Répartition des <i>Atriplex</i> dans le monde.....	25
Figure 18 : Répartition de l' <i>Atriplex halimusL.</i> en Algérie	26
Figure 19 : <i>Atriplex halimus L.</i>	28
Figure 20 : Carte du site Matarba.....	33
Figure 21 : Site de Matarba.....	34
Figure 22 : Repiquage de <i>Colletotrichum</i> sp.....	34
Figure 23 : Protocole expérimentale de l'étude.....	35
Figure 24 : Mode opératoire de macération.....	36
Figure 25 : Agitation de l'extrait méthanoïque d' <i>Atriplexhalimus.L.</i>	37
Figure 26 :Filtration de l'extrait méthanoïque d' <i>A.halimus.L</i>	37
Figure 27 :Rotavapor de l'extrait méthanoïque de l' <i>Atriplex halimus. L.</i>	37
Figure 28 : Les différentes dilutions du composé méthanoïque par macération de l' <i>A. halimus</i>	38

Figure 29: Essai de l'évaluation de l'activité antifongique de l'extrait méthanoïque de l' <i>Atriplex halimus</i> vis-à-vis le <i>Colletotrichum</i> sp.....	39
Figure 30 : Aspect macroscopique de l'isolat de <i>Colletotrichum</i> sp.....	41
Figure 31: Aspect microscopique de l'isolat de <i>Colletotrichum</i> sp.....	41
Figure 32: l'effet « in vitro » des différentes concentrations de l'extrait méthanoïque d' <i>Atriplex halimus</i> sur l'isolat de <i>Colletotrichum</i> sp.....	42
Figure 33 : L'effet de l'extrait méthanoïque par macération sur la croissance mycélienne de <i>Colletotrichum</i> sp.....	42
Figure 34: Vitesse de la croissance mycélienne de <i>Colletotrichum</i> sp. sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait méthanoïque (macération) des feuilles et tiges de l' <i>Atriplex halimus</i>	43
Figure 35: Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de <i>Colletotrichum</i> sp., sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait méthanoïque (macération) des feuilles et tiges d' <i>Atriplex halimus</i>	43
Figure 36: Taux d'inhibition de la sporulation de l'isolat de <i>Colletotrichum</i> sp. sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait de méthanol (par macération) de la partie aérienne de l' <i>Atriplex halimus</i>	44

Liste des tableaux

Tableau n°01 : Les insectes ravageurs de la tomate	09
Tableau n° 02 : Les maladies bactériennes de la tomate.....	10
Tableau n° 03 : Les maladies virales de la tomate	10
Tableau n° 04 : Les maladies fongiques de la tomate:	11
Tableau n° 05 : Les espèces les plus répandus du genre <i>Atriplex</i>	19
Tableau n° 06 : Répartition numérique des espèces dans le monde.....	26
Tableau n° 07 : Répartition des différentes espèces d' <i>Atriplex</i> dans l'Algérie.....	27
Tableau n° 08 : Teneur en matière sèche et composition chimique des feuilles vertes d' <i>Atriplex halimus</i>	29
Tableau n°09 : Cordonnée géographique du site.....	33

Liste des abréviations

cm :centimètre.

mm :millimètre.

N° : Numéro.

°C : degré Celsius.

m : mètre.

ADN :Acide désoxyribonucléique.

ARN :Acide ribonucléique.

N : Nord.

E : Est.

PDA : Potato dextrose agar.

h :heure.

g : gramme.

% : pourcentage.

ml : millilitre.

Introduction

Introduction

Pendant très longtemps, l'homme s'est trouvé relativement désarmé devant les maladies causées par les champignons. Au cours des vingt dernières années, une forte progression de ces maladies, qui touchent un éventail d'hôtes très large a été constatée. Ces maladies sont causées par un nombre élevé d'espèces fongiques (Bitar et *al.*, 2013). Elles provoquent des dégâts importants sur les cultures (Dorrance et *al.*, 2004).

Pour remédier à ces problèmes, les produits chimiques sont les plus couramment utilisés. Toutefois, ce traitement rencontre rapidement ses limites en raison des nombreux désavantages liés aux phénomènes de pollution, à la phytotoxicité, au déséquilibre biologique et surtout au risque de sélection de souches résistantes aux fongicides (Arias-Rivas et *al.*, 1998; Dorrance et *al.*, 2004).

Face à ces problèmes, les chercheurs ont adopté deux axes de recherche, soit développer de nouvelles molécules qui ne soient pas encore concernées par la résistance des microorganismes, soit trouver des produits capables, de remplacer ces molécules toxiques (Zossoungbo, 2013).

En Algérie la tomate est très prisée par la population et occupe une place privilégiée dans les plats de la cuisine Algérienne. Néanmoins, cette solanacée se trouve confrontée à plusieurs problèmes d'ordre phytosanitaire. Parmi les différents bio-agresseurs de cette plante, les champignons phytopathogènes occupent la première place. L'antracnose causée *Colletotrichum* sp. figure parmi les maladies fongiques les plus importantes de la tomate provoquant, en effet, des pertes économiques considérables du point de vue rendement (Bonten et *al.*, 2008; Alhussaen, 2012, Abdalla et *al.*, 2014).

Dans la recherche de molécules bioactives, l'exploration des ressources naturelles notamment les plantes aromatique, apparaît comme une piste prometteuse car elles constituent, de par leur biodiversité, une grande réserve de substances actives (Scherrer et *al.*, 2005). En effet, leurs extraits naturels contiennent une variété de molécules aux activités biologiques et pharmacologiques très diverses. Parmi ces plantes se trouve *Atriplex halimus* comme plante médicinale utilisée pour le traitement des nombreuses maladies, en particulier maladies cardiovasculaires, du diabète et de l'hypertension et même pour le rhumatisme, elle possède de nombreuses activités biologiques antioxydantes, anti bactériennes et antifongique..... (Gattouche et *al.*, 2018).

Notre travail contribue à valoriser la capacité antifongique « in vitro » de l'extrait méthanoïque de la plante *Atriplex halimus*, sur la croissance mycélienne et la sporulation de *Colletotrichum* sp. Il est scindé en deux parties:

- La première partie, est la partie bibliographique, qui comprend trois chapitres, le premier sur la plante hôte, le deuxième sur l'agent pathogène, et le troisième a traité la plante aromatique *Atriplex halimus L.*, et les métabolites secondaires.
- La deuxième partie, est la partie expérimentale, qui résume la méthodologie du travail et les résultats obtenus ainsi leur discussion.

Partie bibliographie

Chapitre I : Plante hôte –*Solanum lycopersicum*

1.1. Origine de la tomate

La tomate est originaire des Andes. Elle fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe en 1544. Ensuite elle s'est propagée en Asie du Sud et de l'Est, en Afrique et en Moyen Orient (Shankara et *al.*, 2005). Elle a d'abord été cultivée et améliorée par les indiens du Mexique, sous le nom aztèque « tomatl », avant d'être ramenée en Europe par les conquistadores. Neuf espèces sauvages peuvent être observées en Amérique du Sud, seulement deux comestibles, la « tomate groseille » (*Solanum pimpinellifolium*) et la « tomate cerise » (*Solanum lycopersicum var cesariforme*) qui est l'ancêtre de nos tomates actuelles (Camille, 2009).

La tomate est une plante annuelle buissonnante, poilue et aux tiges plutôt grimpantes. Elle est aromatique lorsqu'on la froisse. Cette plante potagère herbacée voit sa taille varier de 40 cm à plus de 5 mètres selon les variétés et le mode de culture (Dumortier et *al.*, 2010).

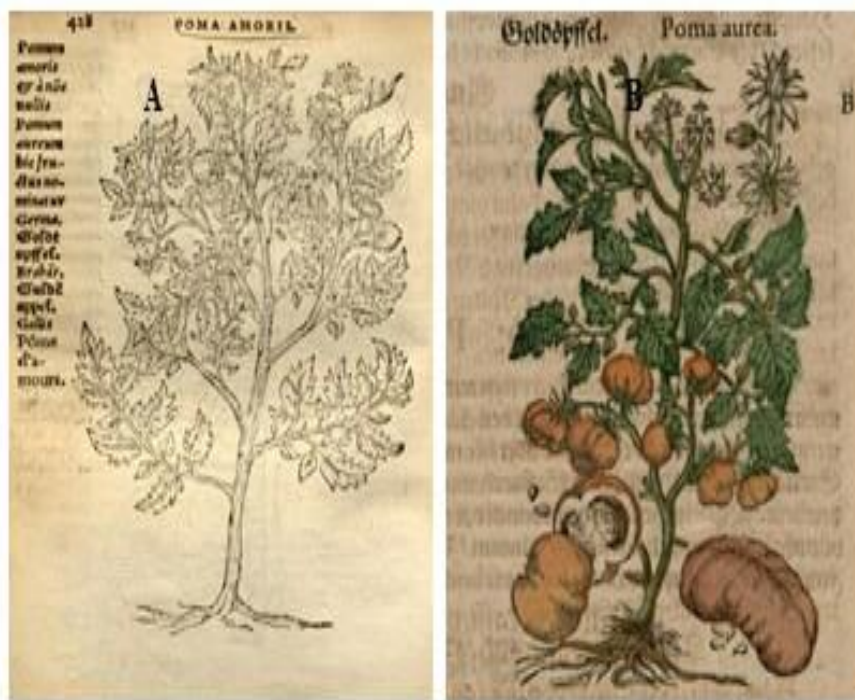


Figure 01: Premières images de tomate publiées.

(A) Image publiée par Dodoens en 1553. Tiré de Daunay et *al.* (2007).

(B) Planche de tomate dessinée par Mattioli en 1590, édition Dioscorides, Allemagne.

1.2. Classification botanique de la tomate

Les botanistes modifièrent à plusieurs reprises les noms de genre et d'espèce attribués à la tomate. En 1753, le botaniste suédois Linnaeus l'a nommée *Solanum lycopersicum*, mais 15 ans plus tard Philipe Miller a remplacé ce nom par *Lycopersicom esculentum* (Taylor, 1986). Bien que les taxonomistes aient récemment réintroduits son nom original *Solanumlycopersicum* (Heiser et Anderson, 1999). La classification scientifique de la tomate proposée en 2007 par Benton est mentionnée comme suit:

Règne	Plantae
Sous règne	Trachenobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Asteridae
Ordre	Solanales
Famille	Solanaceae
Genre	<i>Solanum</i>
Espèce	<i>Solanum lycopersicum</i>

Ainsi, aucune classification n'est stable; chacune peut toujours être affinée, voire modifiée, à la lumière de découvertes nouvelles ou d'interprétations différentes, pour cela le nom scientifique de la tomate présente plusieurs synonymes:

- *Solanum lycopersicon* Linné, 1753;
- *Lycopersicon esculentum* Mill Gardner, 1768;
- *Lycopersicon pomumamoris* Moench, 1794;
- *Lycopersicon lycopersicum* Karst. 1882 (Van Der Vossen et *al.*, 2004).

1.3. Caractères botanique

La tomate est une plante herbacée annuelle, appartenant au groupe des légumes-fruits (Baba Aissa, 1999).

➤ Tige

La tige de tomate, comme celle des autres solanacées est vigoureuse et ramifiée. Le port de croissance varie entre érigé et prostré (Popelka et *al.*, 2004).



Figure 02: Tige de la tomate (Blancard, 2023).

➤ **Feuilles**

Les feuilles sont simples, composées, alternées, sans stipule, mesurant entre 15 et 50 cm de long et 10 et 30 cm de large, le pétiole mesure de 3 à 6 cm (Shankara, 2005).



Figure 03: Illustration des feuilles de tomate (Dalbello, 2008).

➤ **Système racinaire de la tomate**

Le système racinaire est constitué d'une racine principale, pivotante qui pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus. Cette dernière produit une haute densité de racines latérales et adventives (Shankara, 2005). La plupart des racines se situent à une profondeur de 30 à 40 cm. Dans le cas où le semis est effectué directement en place, la racine centrale se développe relativement vite, elle peut atteindre une profondeur de 100 à 150 cm (Kolev, 1976).



Figure 04: Racines de la tomate (Dufour, 2011).

➤ **Fleur**

Les fleurs sont bisexuées, régulières de 1.5 et 2 cm de diamètre. Elles poussent s'opposées aux feuilles ou entre elles. Le tube de calice est court et velu. Les sépales sont parfois persistants. La corolle est constituée en générale de six pétales jaunes, qui peuvent atteindre une longueur de 1 cm. Les étamines sont au nombre de quatre. Les anthères ont une couleur jaune vif et entourent le style qui a une extrémité stérile allongée (Figure 5). Le gynécée dont l'ovaire est formé de deux à neuf carpelles. En générale la plante est autogame, mais la fécondation croisée peut avoir lieu grâce aux abeilles et aux bourdons qui sont les principaux pollinisateurs (Linné, 1992).



Figure 05: Fleur de tomate (Rotem et *al.*, 1970).

➤ Graines

Elles sont nombreuses, en forme de rein ou de poire, poilues, beiges, de 3 à 5 mm de long et de 2 à 4 mm de large (Figure 6). L'embryon est enroulé dans l'albumen. Le poids de mille graines est en moyenne de 3 g (Shankara, 2005).

Le cycle de la graine à la graine, est variable selon les variétés et les conditions de culture, il est en moyenne de 3.5 à 4 mois (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de la fleur au fruit). Leur couleur, d'abord verdâtre, vire généralement au rouge à maturité, mais il en existe des blanches, des jaunes, des roses, des oranges et des bicolores (Gallais et Bannerot, 1992).



Figure 06: Graines de la tomate (Cerkauskas, 2005).

➤ Fruits

Le fruit est une baie charnue, de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsque le fruit n'est pas encore mûr, il est vert et poilu, en revanche, la couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange.

Le fruit à maturité peut se présenter soit, rond et régulier ou côtelés (Figure 07). La maturité du fruit peut continuer même après la cueillette, c'est un fruit climactérique. Comme d'autres fruits, les tomates sont développées à partir de l'ovaire de la fleur (Perfect et *al.*, 1999).



Figure 07: Fruits de la tomate (Kenneth, 2011).

1.4. Maladies et ravageurs de la tomate

1.4.1. Les ravageurs de la tomate

1.4.1.1. Les nématodes

Les nématodes parasites de plantes vivent dans le sol et attaquent les racines. Les pertes de récoltes causées par les nématodes sont une conséquence de la réduction de l'absorption de l'eau et des nutriments par les plantes touchées. Ils peuvent être à l'origine de maladies. Les symptômes apparents de l'infestation par les nématodes sont la chlorose, le retard de croissance, le flétrissement, la sénescence précoce et la chute de rendements. (Csizinszky et *al.*, 2005).

1.4.1.2. Les acariens

Les acariens peuvent s'attaquer à la tomate. Le genre *Tetranychus*, comporte plusieurs espèces comme *T. urticae* (Koch) et *T. cinnabarinus* (Boisduval). Les acariens pondent et s'alimentent sur la face inférieure des feuilles basses. La surface inférieure des feuilles infestées peut être couverte de toiles de soie, tandis que la surface supérieure aura de petites tâches chlorotiques. Les populations sont favorisées par temps chaud et sec. (Messiaen et al, 1993; Csizinszky et *al.*, 2005). Les symptômes sur les feuilles et sur les fruits.

1.4.1.3. Les insectes

Les insectes sont relativement nombreux en culture de tomate de plein champ et sous serres. Les attaques d'un grand nombre d'insectes de la plante causent des pertes qui peuvent varier selon l'espèce déprédatrice (Guenaoui, 2009).

Tableau n°01 : Les insectes ravageurs de la tomate (Csizinszky et al., 2005)

Insectes	Espèces	Dégâts
Pucerons	<i>Aphis gossypii</i>	Causent l'affaiblissement de la plante hôte et des déformations induisant une baisse de production et sont vecteurs de maladie virales
	<i>Myzus persicae</i>	
	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas)	
Thrips	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Les dégâts sur les parties florales, essentiellement sur les pistils causent la chute des fleurs ou la déformation nécrotique des fruits. Parmi les espèces de thrips
Aleurodes	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Insectes piqueurs suceurs qui provoquent des dégâts très importants. De plus, ces insectes transmettent plus de 70 types de particules virales aux plantes infestées
	<i>Bemisia tabaci</i>	
Noctuelles	<i>Mamestra oleracea</i>	Elles broutent les feuilles et provoquent la perforation des folioles, sur fruits elles creusent des galeries qui évoluent en pourritures. Les jeunes chenilles dévorent le collet et entraînent la mort de la plante.
	<i>Agrostis segetum</i>	
	<i>Chloridea armigera</i> (Hübner)	
Cicadelles	<i>Hialesther obsoletus</i>	Transmission du stolbur, mycoplasmoses.
Mouches mineuses	<i>Liriomyza sativae</i> (Blanchard)	Les dégâts de ces mineuses sont localisées au niveau du feuillage. Les femelles creusent avec leurs ovipositeurs de petits trous dans la feuille ou sont déposés les œufs justes au-dessous de la surface. Les larves endommagent avec leurs appareils buccaux les feuilles. Les dégâts sont importants au niveau de la pépinière et lors de la transplantation
	<i>L. trifolii</i> (Burgess)	
	<i>L. bryoniae</i> (Kaltenbach)	
	<i>L. huidobrensis</i>	
Mineuse de la tomate	<i>Tuta absoluta</i>	Galerie dans le limbe des feuilles âgées et fruits par les larves.

1.4.2. Maladies de la tomate

De la levée et pratiquement jusqu'à la récolte, les cultures de la tomate sont sujettes à plusieurs maladies tels que: les viroses, les bactérioses, etc... (Causse, 2000). Les principales maladies de la tomate sont représentées sur les Tableaux N°2, N°3 et N°4.

Tableau N°2 : Les maladies bactériennes de la tomate (Pyron,2006).

Chancre bactérien	<i>(Clavibacter michiganensis</i> <i>subsp.michiganensis).</i>	Flétrissement unilatéral sur feuille, suivi d'un dessèchement total des coupes longitudinales sur tige et pétioles. Sur fruits, se forment des taches blanchâtres,
Moucheture de la tomate	<i>(Pseudomonas syringae</i> <i>pv.tomato).</i>	Sur feuillage: Apparition des taches noires de contour irrégulier entourées d'un halo jaune. Les folioles se dessèchent et tombent.
Gale bactérienne	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Vesicatoria.</i>	De nombreuses taches entraînent le dessèchement de folioles et la chute des feuilles. Sur fruit, de petits chancres pustuleux apparaissent et prennent un aspect liégeux.
Maladie de la Moelle noire	<i>Pseudomonas corrugata</i>	Des taches sombres sur tige, pétioles et pédoncules. Une coupe longitudinale de la tige montre une moelle noire remplie de vacuoles. Les vaisseaux demeurent intacts, contrairement à ce qui se passe dans une maladie vasculaire.
Flétrissement bactérienne des solanacées	<i>Pseudomonas solanacearum.</i> (Smith 1896)	flétrissement de type <i>Verticillium</i> ou <i>Fusarium</i> mais suivi de la mort très rapide de la plante.

Tableau N° 03: Les maladies virales de la tomate (Pyron, 2006).

Maladie virale	Nom commun	Symptômes et dégâts
Virus de la mosaïque du tabac	TMV	Transmis par la semence et par voie mécanique donnant des plages vert clair et vert foncé sur feuilles jeunes
Virus de la mosaïque du pépinio	pepMV	Donne des décolorations de feuilles et une stérilisation des inflorescences, également transmis par les semences et par voie mécanique
Virus Y de la pomme de terre	-PYV-	Donne des nécroses sur feuilles avec dessèchement
Le <i>Tomato chlorosis crinivirus</i> <i>Tomato infectious chlorosis crinivirus</i>, <i>Tomato yellow leaf-cruf</i>	-ToCV TICV TYLCV	Virus-provoquant la crispation et le jaunissement sur feuilles
Stolbur	/	Maladie à mycoplasmes; symptômes de chloroses, prolifération des rameaux, réduction du feuillage, et transmission par les insectes (cicadelles).

Tableau N° 04: Les maladies fongiques de la tomate (Cuasse, 2000; Naika et al., 2005).

Maladies	Symptômes	Agent causal
Mildiou	Légères taches foncées avec un point jaune en leur centre sont visibles sur les feuilles ayant parfois un développement centrifuge et centripète. Sur la face inférieure des feuilles les taches sont blanches. Les fruits se couvrent de taches brunes et les feuilles flétrissent.	<i>Phytophthora infestans</i>
Verticilliose	Jaunissement en forme de V des feuilles de bas en haut suivi d'un flétrissement avec un léger brunissement des vaisseaux après une coupe.	<i>Verticillium albo-atrum</i>
Aternariose	Taches rondes et brunes avec des cercles concentriques apparaissent sur les feuilles avec 105 cm Des grosseurs peuvent apparaitre sur les tiges Les fleurs et les jeunes fruits tombent.	<i>Alternaria solani</i>
Flétrissure fusarienne	Jaunissement des feuilles de bas en haut, apparition de racines avortées au bas de la tige, tissus ligneux brun rougeâtre.	<i>Fusarium oxysporum</i>
Pourriture des racines et du collet	Brunissement des racines, de leur cylindre central et des vaisseaux situés au niveau du pivot et du collet, fleurissement juste avant la cueillette. Les feuilles hautes fanent avant les feuilles basses avec une décoloration jaune ou dorée. Les fruits n'ont pas leur brillance normale.	<i>Fusarium oxysporum f.sp radicis-lycopersici</i>
Anthracnose	Taches plus ou moins circulaires de 1cm avec un centre noirâtre sur les fruits murs.	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>

Chapitre II : Maladie de l'antracnose

2.1. Généralités

Les anthracoses sont communes sur les cultures maraichères et fruitières, sur cultures ornementales, sur cultures pérennes industrielles ou traditionnelles telles que: le palmier à huile, l'hévéa, le caféier, le cacaoyer, ainsi que sur de nombreuses cultures vivrières : igname, manioc, patate douce, ...etc (Boisson et Renard 1967, Chevaugéon 1956, Resplandy et *al.*, 1954).

D'une manière générale, les anthracoses sont considérées comme des maladies de faiblesse dont le développement est favorisé sur les plantes présentant un déséquilibre physiologique. Le champignon attaque préférentiellement des organes jeunes ou vulnérables tels que jeunes feuilles et fleurs ou peut envahir rapidement les tissus blessés par suite de piqûres d'insectes par exemple (Maurice, 1982).

L'antracnose ou maladie du charbon selon les racines grecque et latin est une maladie cryptogamique qui affecte plusieurs plantes cultivées. Parmi les arbustes fruitiers les plus exposés à cette pathologie, on cite le cerisier, le framboisier. Le haricot, le pois et la tomate sont également des plantes sensibles à l'antracnose (Dita et *al.*, 2003).

2.2. L'agent pathogène: *Colletotrichum* sp.

2.2.1. Généralités

Les champignons du genre *Colletotrichum* sont des Deutéromycètes appartenant à l'ordre des Mélanconiales (Roger, 1953; Lepoivre, 2003).

La forme sexuée, généralement rattachée aux champignons du genre *Glomerella*, a été décrite pour un certain nombre de ces champignons (Sutton, 1992). C'est ainsi que *Glomerellacingulata* Stonen et *Glomerella musarum* Petch sont la forme téléomorphe des anamorphes *C.gloeosporioides* et *C. musae*.

Les *Colletotrichum* présentent des structures de fructification ou acervules qui sont constituées de conidiophores accolées les uns aux autres (Cox et Irwin, 1988). Ces structures sont entourées d'une couche mucilagineuse hydrosoluble orangée, essentiellement composée de glycoprotéines, de polysaccharides et de diverses autres enzymes (Bailey et *al.*, 1992). Le mucilage des acervules assure la viabilité des conidies dans les conditions défavorables du milieu (Nicholson, 1992). Les conidies sont issues du bourgeonnement apical des conidiospores. Elles sont unicellulaires et hyalines; mais leurs dimensions varient suivant les espèces. Les caractéristiques des acervules et celles de conidies ont constitué les critères de base pour la première description de *Colletotrichum* sp. par Corda en 1831 (Jeffries et *al.*,

1990). Plus tard, la discrimination entre les espèces a été effectuée sur la base des faciès cultureux in vitro (Simmonds, 1965; Baxter et al., 1983; Sutton, 1992).

C'est ainsi qu'il a été proposé que certaines espèces ayant jadis appartenu au genre *Colletotrichum* soient regroupées au sein d'un nouveau genre dénommé *Vermicularia* (Baxter et al., 1985). Au cours de ces dernières années, l'usage des outils de la biologie moléculaire dans les travaux de taxonomies ont permis d'établir une discrimination fine entre diverses espèces de *Colletotrichum* (Freeman et al., 1993; Sreenivasaprasad et al., 1993).

2.2.2. Symptômes

Le champignon se manifeste surtout sur les jeunes feuilles. Dès que les conditions sont favorables, on observe des taches punctiformes, brunes, plus claires au centre et soulignée d'un liseré foncé. Les tissus atteints se dessèchent. La présence de taches nécrotiques à la base du limbe ou de nombreuses taches confluentes provoque le dessèchement de la feuille entière. Un grand nombre de feuilles peut ainsi être attaqué. Ces pertes d'organes aériens finissent par affaiblir le plant (Bouriquet, 1946).

2.2.3. Mode d'infection

Colletotrichum gloeosporioides suit le mode d'infection hémibiotrophique ou des phases biotrophes et nécrotrophes sont séquentiellement présentes. Tout d'abord, l'agent pathogène établit une interaction avec l'hôte en produisant un appressorium mélanisé puis pénètre dans la cuticule hôte. Après la pénétration, des vésicules d'infection et des hyphes primaires sont formées. Ces structures sont quelque peu semblables à l'haustoria (formé par les oïdiums et les champignons de la rouille) ne causent aucun dommage à l'hôte. Cette étape de l'infection est appelée phase biotrophique. Plus tard, des hyphes secondaires nécrotrophes se développent et se propagent pour tuer la cellule hôte (Munch et al., 2008).

2.2.4. Classification

Colletotrichum gloeosporioides est une espèce de champignons Ascomycètes, il appartient au genre *Colletotrichum* suit la classification suivante selon Bissett (2004) in BENKADA, 2006):

Règne	Fungi
Sous règne	Dikarya
Division	Ascomycota
Sous division	Peziziomycotina
Classe	Sordariomycetes
Ordre	Glomerellales
Famille	Glomerellaceae
Genre	<i>Colletotrichum</i>
Espèce	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>

2.2.5. Cycle de vie de *Colletotrichum* sp.

Le cycle de base de *Colletotrichum* sp., débute par la germination des conidies à la suite de leur contact avec les tissus des plantes hôtes. Il s'en suit une élongation des tubes germinatifs dont la partie apicale se différencie plus tard, en une structure spécialisée appelée appressorium (Bailey et *al.*, 1992; Swinburne, 1983; Jeffries et *al.*, 1990). Les hyphes d'infection se développent à partir des appressoria pour coloniser l'organe attaqué, entraînant la nécrose des tissus sur lesquels se forment de nouvelles acervules (Bouriquet, 1946; Sere, 1975; Aubert, 2006).



Figure 08: Formation des hyphes dans le site d'infection (HAO et *al.*, 2003).

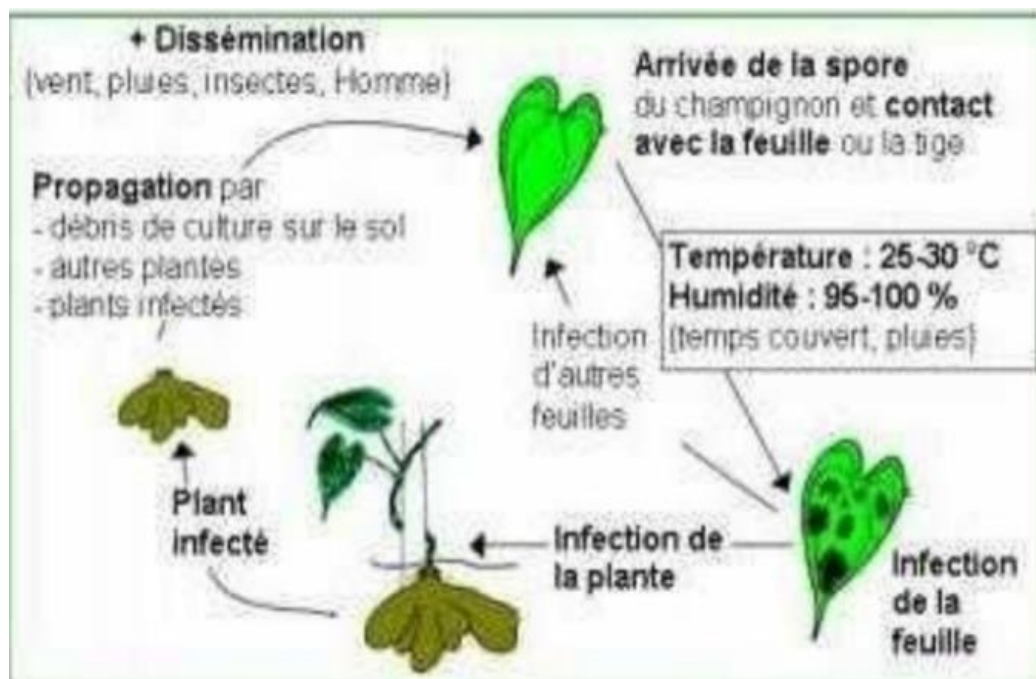


Figure 09: Cycle de vie de *Colletotrichum gloeosporioides* et les conditions de développement de l'antracnose.

2.2.6. Moyens de lutte

- ✓ Pratiquer une rotation d'au moins trois ans, exempte de cultures de la famille solanacées.
- ✓ Éliminer les mauvaises herbes qui peuvent être les hôtes du champignon de l'antracnose.
- ✓ Utiliser des semences traitées ou exemptes de maladies.
- ✓ Des pulvérisations fongicides au moment optimal sont efficaces pour réduire l'importance des pertes que cette maladie peut engendrer (Bouarara et Benchenni, 2021).

Chapitre III : Plante aromatique –*Atriplex halimus*

III.1. La famille d'Amaranthacée (chénopodiacées)

Les Amaranthacées (Chénopodiacées) forment une vaste famille de 1400 espèces présentes partout dans le monde. Ce sont pour la plupart des plantes herbacées ou arbustives, principalement avec des feuilles alternes, parfois opposées. Très souvent, les feuilles et la tige sont succulentes. Cela vient, que beaucoup d'espèces sont des espèces halophiles et thermophiles. Les fleurs des chénopodiacées sont généralement minuscules et verdâtres. Elles sont groupées en épis, en grappes ou en panicules lâches. Les principaux genres de chénopodiacées sont *Beta* (bette), *Chenopodium* (chénopodes), *Halimione* et *Atriplex* (arroches), *Salicornia* (salicornes), *Sueda* et *Salsola* (soudes) (Stanley et al., 2003).

Les Amaranthacées sont largement répandues dans les habitats salins tempérés et subtropicaux, en particulier dans les régions littorales de la Mer Méditerranéenne, de la Mer Caspienne et de la Mer Rouge, dans les steppes arides de l'Asie centrale et orientale, aux marges du désert du Sahara, dans les prairies alcalines des Etats-Unis, dans le Karoo en Afrique méridionale, en Australie, et dans les Pampas argentines. Elles poussent également comme des herbacées sur les sols riches en sel des zones habitées, surtout en présence d'écoulements d'eau et de terrains accidentés (Mulas et Mulas, 2004).

Cette famille est de type herbacées on la trouve sur les sols riches en sels des zones habitées, surtout en présence d'écoulements d'eau et de terrains accidentés. Par ailleurs, elles ont la propriété de produire une abondante biomasse foliaire et de maintenir active durant les périodes défavorables de l'année (Mulas et Mulas, 2004).

III.2. Le Genre *Atriplex*

Atriplex, le plus grand genre de la famille des Amaranthacées (Chénopodiacées) (Goodin, 1979). Ces espèces recouvrent de grandes étendues et forment des nappes vertes durant les quatre saisons même pendant les périodes les plus sèches, elles sont classées parmi les plantes rustiques (Azouz, 1995).

Le genre *Atriplex* appartient à la famille Amaranthacées, elle même, fait partie de la classe des dicotylédones qui se caractérisent par leur grande diversité (Kinet et al., 1998). Ce genre, compte environ 420 espèces réparties dans les zones tempérées, méditerranéennes et subtropicales, entre 20 et 50°C de latitude Nord et Sud (Le Houérou, 1992).

Les espèces du genre *Atriplex* sont caractérisées par haute degré de tolérances à l'aridité et la salinité, pour procurer des fourrages riches en protéines et en carotène. Par

ailleurs, elles ont la propriété de produire une abondante biomasse foliaire et de la maintenir active durant les périodes défavorables de l'année (Mulas et Mulas, 2004).

Parmi 40 à 50 espèces de la totalité des espèces d'*Atriplex* présente dans le monde (Ortiz-Dorda et al., 2005), une quinzaine d'espèces ont été mises en évidence en Algérie (Maire, 1962).

Les plantes du genre *Atriplex* sont des plantes halophytes dotées d'une série de caractères écologiques et physiologiques, permettant la croissance et la reproduction dans un environnement salin (Haddioui et al., 2006). Elles sont dominantes dans plusieurs régions arides et semis arides du monde, en particulier dans les habitats qui combinent la salinité relativement élevée du sol avec l'aridité (Franclet et al., 1971); Nedjimi et Daoud, 2006; Walkers et al., 2014).

Les *Atriplex* sont des plantes arbustes vivaces appartenant à la famille des Amaranthacées. Ces arbustes sont considérés comme des plantes fourragère les espèces d'*Atriplex* qui ont suscité un intérêt particulier sont : *Atriplex halimus*; *Atriplex glauca*; *Atriplex malvana*; *Atriplex repanda*; *Atriplex atacamensis*; *Atriplex mollis*; *Atriplex semibaccata*; *Atriplex cansens*; *Atriplex vesicaria*. Mais il existe environ cinq espèces seulement présentant un réel rôle pratique dans un avenir immédiat. Il renferme plusieurs espèces distinguables par leur morphologie, leur cycle de développement et par leur adaptation écologique. Elles sont réparties dans la plupart des régions du globe et leur nombre total est estimé à 400 espèces. 48 espèces sont propres aux régions du bassin méditerranéen (Maâlem et al., 2011).

Tableau 05 : Les espèces les plus répandus du genre *Atriplex* (Sayah et al., 2005).

Espèces	Description morphologique
<i>Atriplex mollis</i>	Plante frutescente, très rameuse, à rameaux dressés, tige et rameaux arrondis, feuilles alternes épaisses, charnues et sessiles.
<i>Atriplex nummularia</i>	Arbuste pouvant atteindre 2 à 3 m de hauteur, très rameuse à rameaux dressés ou étalés, feuilles pétiolées.
<i>Atriplex patula</i>	Tige dressée ou ascendante de 30 à 90 cm de longueur, ordinairement très rameuses dès la base à rameaux étalés, feuilles brièvement étiolées.
<i>Atriplex portulacoides</i>	Herbe sous-frutescente à la base, tige très rameuse environ 1 m de longueur, à rameaux dressés, feuilles opposées.
<i>Atriplex rosea</i>	Tige dressée 30 à 80 cm de longueur presque cylindrique, très rameux, à rameaux étalés dressés, feuilles brièvement pétiolées ou sessiles.
<i>Atriplex semibaccta</i>	Tige très rameuse dès la base à longs rameaux étalés ou ascendants, feuilles minces atteignant 1 à 4 cm, plus ou moins semi-dentés.
<i>Atriplex tatarica</i>	Tige d'environ 1 m de longueur dressée ou ascendante rameuse à rameaux étalés argentés pulvérulents sur les deux faces.
<i>Atriplex inflata</i>	Tige souvent ligneuse à la base dressée ou ascendante arrondie, très rameuse, à rameaux dressés, très feuilles pétiolée.
<i>Atriplex hortensis</i>	Tige dressée d'environ 2,5 m de longueur simples ou rameuse, feuilles mates pétiolées alternes.
<i>Atriplex littoralis</i>	Tige dressée rameuse, à rameaux plus ou moins effilés dressés feuilles alternes brièvement pétiolées.

III.3. L'espèce *Atriplex halimus*

L'espèce *Atriplex halimus* s'étale presque sur tous les étages bioclimatiques, étage méditerranéen, subhumide, humide, aride, semi-aride, saharien supérieur et inférieur (Le Houérou, 1992; Talamali, 2001).

Elle est reconnue par la tolérance au sel, le pouvoir de maintenir l'équilibre écologique, assure aussi la lutte contre la désertification et, en tant que fourrage. Son feuillage persistant, riche en protéines, est très apprécié durant la longue période de sécheresse estivale, alors que les espèces herbacées ont disparu (Chalbi et Demarly, 1991).

L'*Atriplex halimus* (noms usuels: guettaf, arroche, pourpier de mer) est un arbuste xérohalophytes et nitrophiles (Kadereit et al., 2010), natif d'Afrique du nord où il est très abondant. Il s'étend également aux zones littorales méditerranéennes de l'Europe et aux terres intérieures gypso-salines d'Espagne (Kinet et al., 1998).

La forme adulte d'*Atriplex halimus* est caractérisée par une hauteur pouvant atteindre les 3 mètres (Ben Ahmed et al., 1996). C'est une plante très touffue, buissonnante, de teinte argentée (Ozenda, 1983).

L'*Atriplex halimus* L est une espèce de formation steppique salée qu'on rencontre dans les hauts plateaux et sur le littoral, où les conditions favorables sont réunies avec le polymorphisme en fonction de salinité, elle est caractérisée par des feuilles qui sont assez grandes de 2-5 cm, en général 2 fois plus longues que large, un peu épaisses et charnues. Elles sont ovales et entières peu sinuées et dentées. La fleur est monoïque formée d'épis denses, courts, nus et groupés (Ozenda, 2004). Elle est caractérisée par un important polymorphisme morphologique (herbes ou arbustes) qui se manifeste au niveau de la dimension et la forme des feuilles, des valves fructifères et des graines, ainsi qu'un polymorphisme dans la production de la biomasse (Ben Ahmed et al., 1996).

Elle présente deux sous-espèces, subsp. *halimus* et subsp. *schweinfurthii*. La zone de répartition de la subsp. *halimus* s'étend des zones semi-arides aux zones humides; cette sous-espèce est facilement identifiable grâce à son port droit caractéristique et aux branches fructifères très courtes et recouvertes de feuilles. En revanche, la sous-espèce *schweinfurthii*, très répandue dans les zones arides et désertiques, présente un port broussailleux enchevêtré, avec des branches fructifères nues au sommet, fortement lignifiées et pointues.

Les populations des deux sous-espèces présentent un grand polymorphisme lié à leur diversité d'habitat (Le Houérou, 1992). Aussi, elle peut contribuer à la valorisation des sols marginaux et dégradés et à l'amélioration des productions végétales et animales dans plusieurs zones dénudées (Benhammou et al., 2009).

III.3.1 Description botanique

L'*Atriplex halimus* est une plante spontanée vivace pouvant se développer au ras du sol ou prendre un arbustif, vivant surtout en climat arides et semi arides (Ozenda, 1983). Elle peut atteindre de 1 à 3 m de haut, très rameuse, formant des touffes de 1 à 3 m de diamètre (Bouchoukh, 2010).

- **Touffe**

L'*Atriplex halimus* L. subsp. *halimus* se rencontre en région littorale semi-aride à humide; c'est un arbuste généralement plus feuillu, au port dressé, érigé ou intriqué, très ramifié, pouvant atteindre trois mètres de haut (Benrebiha, 1987; Benmed et al., 1996). La tige érigée dressée ligneuse et très rameuse, les rameaux dressés, puis étalés, arrondis ou anguleux, blanchâtre, sont souvent plus ou moins effilés (Maire, 1962; Benrebiha, 1987).



Figure 10: Touffe d'*Atriplex halimus* (originale, 2023).



Figure 11: Tige d'*Atriplex halimus* (Originale, 2022).

- **Feuilles**

Les feuilles d'*Atriplex halimus* sont alternes, pétiolées, plus au moins charnues, couvertes de poils vésiculeux blanchâtres, ovales, assez grandes et font 2 à 5 cm de longueur et 0,5 à 1 cm de largeur (Mâalem, 2002;Bouchoukh, 2010).



Figure 12: Feuilles d'*Atriplex halimus* (Originale, 2023).

- **Racines**

L'Atriplex halimus possède un système racinaire très développé, qui lui permet d'utiliser les réserves d'eau du sol, il se caractérise par une grosse racine tout d'abord étalée oblique puis s'enfonçant verticalement jusqu'à une profondeur variable avec le sol et l'âge de la plante. Elle peut atteindre 3 à 5 fois la longueur de la tige. Elle est formée de racinelles blanchâtres (Maire, 1962). La croissance racinaire est souvent un indicateur de la capacité de la plante à s'adapter à la sécheresse (Benrebiha, 1987; Johnson et *al.*, 1991).



Figure 13: Racines d'*Atriplex halimus* (Originale, 2023).

- **Fleurs**

L'inflorescence est monoïque, en panicule d'épis, terminale et nue. Les fleurs monoïques, jaunâtres sont réunies en épis et panicules terminales plus ou moins denses. Les rameaux florifères sont défeuillés au niveau des panicules. Les valves fructifères sont

coriaces, réniformes (Ben Ahmed et *al.*, 1996). Il existerait deux types d'architecture florale de base: l'une est constituée de fleurs mâles pentamères et l'autre, de fleurs femelles munies d'un unique carpelle inséré entre deux bractées opposées (Talamali et *al.*, 2003).

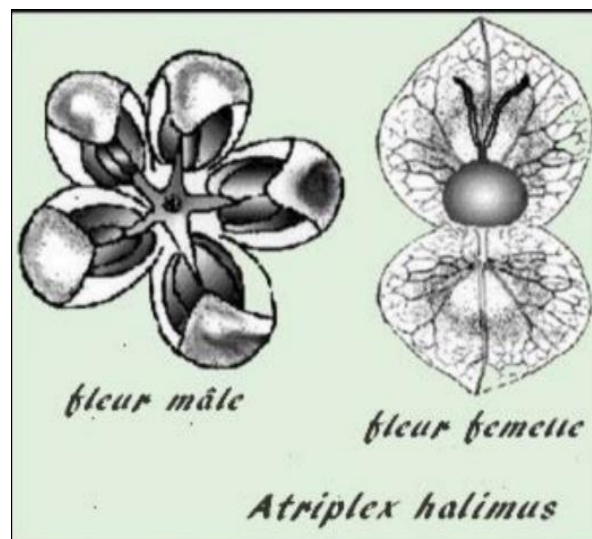
Les sépales presque libres aborales très furfuracés sur le dos, obtus infléchi, 5 étamines à filète aplaties, plus au moins cornées à la base. Les anthères externes sont jaunes, les ovaires oblong, courts (Maire, 1962). Les fleurs mâles sont sans bractées, à périanthe, 4-5 pétales et 3-5 étamines (Quézel et Santa, 1962; Talamali et *al.*, 2001).

Les fleurs femelles on deux prés feuilles, absence de périanthe, de couleur verdâtre, ce type de fleur est également ectomorphe, l'ovaire uniforme te surmonté par deux styles filiformes soudés à la base (Zriba et *al.*, 1998; Talamali et *al.*, 2001). La floraison se déroule entre le mois de mai et moi de décembre.

Selon Talamali et *al.*, 2001 l'*Atriplex halimus* présente:

- Soit une fleur pentamère comprenant un verticille extérieur de 5 tépales soudés à la base, entourant un verticille de 5 étamines et au centre, un amas tissulaire pouvant ou non contenir un ovule. Ces fleurs à 5 tépales être bisexuées, unisexuées males ou dans 5 % des cas, unisexuées femelles.
- Soit une fleur sans périanthe contenant un seul carpelle, entouré de deux bractées (préfeuilles) opposées triangulaires. L'ovaire uniloculaire est surmonté de deux stigmates, avec dans 5 % de cas, de une à trois étamines fonctionnelles.

La floraison s'étale d'Aout à Septembre.



➤ **Fruits**

Le fruit est membraneux, composé par les deux bractéoles indurées ou entières, lisse ou tuberculeuses, farineuses pubescentes ou velues, droites ou récurvées (Ozenda, 1983). Les fruits sont réniformes, orbiculaire, entière ou dentées et ont une surface dorsale lissé (Castroviejo, 1990).

Les fruits sont contenus dans les bractées, le péricarpe est membraneux et normalement séparé des graines. La graine est droite, rarement horizontale, le périsperme est farineux, la radicule se trouve en position basale, latérale ou apicale (Rosas, 1989).

Les valves fructifères sont blanchâtres, coriaces, libres, arrondies en rein, plus large que hautes, entières, lisses, sans nervures.



Figure 15: Valves fructifères (Originale, 2023).

➤ **Graines**

La graine est entourée du péricarpe membraneux de 2mm de diamètre, aplatie en une disposée suivant les genres dans un plan vertical ou horizontal (Quézel et Santa, 1962). L'orientation de la disposition de la graine est importante à examiner pour séparer les genres.

La graine est d'une teinte roussâtre (Francllet et Le Houérou, 1971; Quézel et Santa, 1962; Mesbah, 1998; Mâalem, 2002). Les graines sont comprimés latéral de 0,9 à 1,1 mm, de couleur noir ou roussâtre (Castroviejo, 1990).



Figure 16: Graines d'*Atriplex halimus* (Originale, 2023).

III.3.2. Répartition géographique

III.3.2.1. Dans le monde

L'Atriplex halimus se trouve presque sur tous les étages bioclimatiques, étage méditerranéen, subhumide, humide, aride, semi-aride, saharien supérieur et inférieur (Franclet et al., 1971). C'est la plante indigène la plus représentée sur le pourtour méditerranéen, couvrant pas moins de 80 000 ha en Syrie, Jordanie, Égypte, Arabie Saoudite, Lybie et Tunisie (Martinez et al., 2003). Il est classé après l'espèce Australienne *Atriplex nummularia* pour la superficie occupée (Le Houérou, 2000).

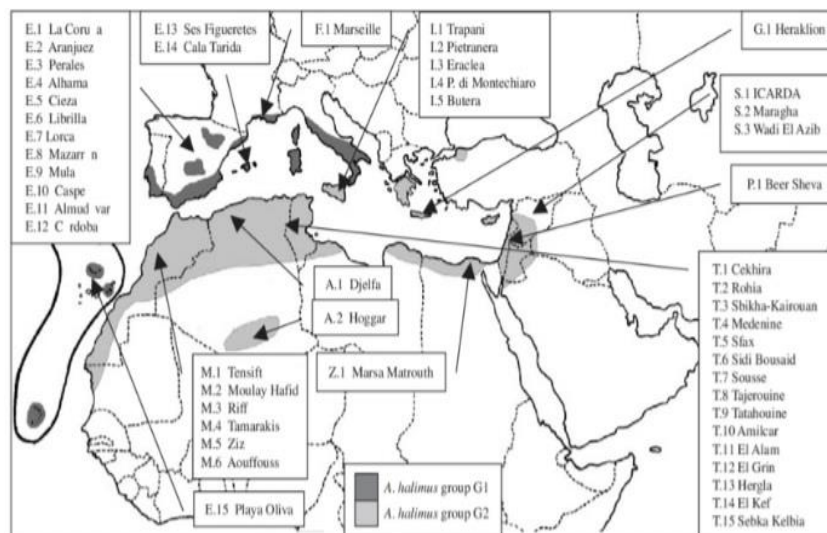


Figure 17: Répartition des *Atriplex* dans le monde (Ortiz-Dorda et al. 2005).

Tableau 06 : Répartition numérique des espèces dans le monde (Le Houérou, 1992).

Pays ou régions	Nombre d'espèces et\ou sous espèces	Pays ou régions	Nombre d'espèces et\ou sous espèces
Etats-Unis	110	Baja Californie (Mexique)	25
Australie	78	Afrique du Nord	22
Méditerranéen	50	Texas	20
Europe	40	Afrique du sud	20
EX. URSS	40	Iran	20
Proche orient	36	Syrie	18
Mexique	35	Palestine\ Jordanie	17
Argentine	35	Algérie \ Tunisie	17
Californie	32	Bolivie \ Pérou	16
Chili	30		

III.3.2.2. En Algérie

L'Atriplex halimus est une plante commune dans toute l'Algérie (Meftah, 2003), surtout au niveau de Boughari, Tadmit, Zahreg chergui (Le Houérou et *al.*, 1971). Il est présent dans les régions où le déséquilibre écologique s'accroît, Sud-Ouest Algérien, dans des zones dites steppiques, Tébessa, au Sahara et Hoggar, particulièrement dans la région de Bechar ou les nappes logent et dépressions de l'Ouest (Hamza, 2002).

**Figure 18**: Répartition de *l'Atriplex halimus*L. en Algérie.

Tableau 07:Répartition des différentes espèces d'*Atriplex* dans l'Algérie (Quézel et Santa, 1962).

Espèces	Nom	Localisation
Annuelles Différent généralement par la forme des feuilles, du prôt et des valves fructifères.	<i>A. Chenopodioides Batt.</i>	Bouhanifia(Mascara) (très rare).
	<i>A. littoralis L.</i>	Environ d'Alger (rare).
	<i>A. hastata L.</i>	Assez commune dans le Tell
	<i>A. patula L.</i>	Assez commune dans le Tell
	<i>A. tatarica L.</i>	Annaba et Stif (très rare)
	<i>A. rosea L.</i>	Biskra et sur le littoral d'Alger et d'Oran
	<i>A. dimorphostegia. Kar et Kir</i>	Sahara septentrional (assez commune), Sahara central (rare)
	<i>A. tornabeniTinea.</i>	Sahel d'Alger, Golfe d'Arzew (très rare).
Vivaces Différent généralement par la forme des feuilles, la taille de l'arbrisseau, la port des tiges et l'aspect du périanthe.	<i>A. portulacoidesL.</i>	Assez commune dans le Tel.
la taille de l'arbrisseau, le port des tiges et l'aspect du périanthe)	<i>A. halimus L.</i>	Commune dans toutes l'Algérie.
	<i>A. mollis Desf.</i>	Biskra et Oued-el-Khir (très rare)
	<i>A. coriacea Forsk.</i>	Biskra et Oued-el-Khir (très rare).
	<i>A. glauca L.</i>	Commune en Algérie.

III.3.4. Systématique de la plante

La classification de *Atriplex halimus* selon Quézel et Santa, (1962) in Dupont et Guignard, (2007), est comme suit

Règne	Végétale
Embranchement	Spermaphytes .
Sous embranchement	Angiospermes.
Classe	Dicotylédones .
Sous classe	Préastéridées
Ordre	Caryophyllades
Sous ordre	Amaranthacées
Famille	Chénopodiaceae
Genre	<i>Atriplex</i>
Espèce	<i>Atriplex halimus</i>
Nom vernaculaire français	Arroche halime ou pourpier de mer
Nom arabe	G'ttaf _ القطف



Figure 19: *Atriplex halimus* L (Original, 2022)

III.3.5. Intérêts des *Atriplex*

III.3.5.1. Intérêt fourrager

Les *Atriplex* sont une source de minéraux, de vitamines et de protéines pour le bétail (El-Shatnawi et Mohawesh, 2000). Elle peut être utilisée comme réserves alimentaires en été et en automne pour combler les carences en fourrage (Kessler, 1990). Diverses observations expérimentales ont montrées que grâce à cet arbuste, le bétail peut supporter des pénuries alimentaires chroniques car sécheresse (Le Houérou, 1980). En fait, une bonne formation d'*Atriplex halimus* peut donner sur sols salins dégradés ou inexploitable, jusqu'à 5 tonnes de matière sèche par hectare et par an (Dutuit et *al.*, 1991).

En effet, la structure ligneuse des *Atriplex* constituent une source d'énergie intéressante (Abbad *et al.*, 2004). La richesse de cette espèce (les feuilles) en fibres alimentaires (cellulose), protéines, vitamines (B et C) et sels minéraux (sodium, calcium, potassium, magnésium phosphore...), et rétention d'azote, lui donne des valeurs nutritionnelles et énergétiques intéressantes pour les bétails comme fourrage. Son contenu riche en fibres, facilite la digestibilité, et contribue à l'amélioration de la qualité de produit laitier de chèvres (Alvarez *et al.*, 2008).

Tableau 08 : Teneur en matière sèche et composition chimique des feuilles vertes d'*Atriplexhalimus* (Boussaid et al., 2001).

Matière sèche (MS) (%)	La composition chimique des feuilles d' <i>Atriplexhalimus</i> exprimée en % (MS)						
	Matière azotée totale (MAT)	Cellulose brut (CB)	Na	Ca	K	P	Mg
34.2	15.1	15.4	4.41	1.77	2.59	0.21	0.32

III.3.5.2. Intérêt pharmacologique

Cette espèce dispose en outre de nombreux autres atouts pour la santé humaine. Elle est reconnue par ces propriétés; hypoglycémiantes et hypolipémiante, ainsi que la réduction des maladies cardiaques (Le Houérou, 1992; Mirsky et Nitsa, 2001 et Chikhi et al., 2014).

Selon Dutuit et al., (1991), l'*Atriplex halimus* L. est utilisé comme plante médicinale dans la pharmacopée traditionnelle pour ses effets anti-diabétiques, en particulier pour les diabétiques 2, car selon Dey et al., (2002), 3 g/jour de feuilles d'*Atriplex halimus* L. réduisent les niveaux de glucose en sang. En effet, *Atriplex halimus* est classé parmi les plantes les plus utilisées par la population steppique pour soigner l'hyperglycémie. Said et al., (2008) ont rapporté l'utilisation de "Glucoselevel", un médicament Association d'extraits de feuilles de 4 plantes aux propriétés anti-diabétiques, *Atriplex halimus*, *Olea europea*, *Juglans regia* et *Urtica dioica*, avec des effets positifs sur le diabète de type 2, et aucun effet secondaire. Effectivement, Aharonson et al. (1969) ont constaté un effet hypoglycémiant très net chez des rats (rendus diabétiques par l'alloxane) quand ils sont nourris avec un extrait aqueux de feuilles vertes d'*Atriplex halimus*. Outre l'élévation progressive du taux d'hyperglycémie, chez ces rats le développement du diabète s'accompagne de l'apparition de cataracte, de glycosurie et d'obésité. Mais l'administration par voie orale de l'extrait alcoolique de la poudre végétale d'*Atriplex halimus* réduit leur hyperglycémie. Le principe actif est de nature minérale: le chrome tissulaire de cette plante régulerait la glycémie en activant l'effet de l'insuline.

Cette espèce est également utilisée dans le traitement de l'anémie, des rhumatismes (Said et al., 2007; Aouissat et al., 2011), dans le contrôle des parasites dans des essais vétérinaires (Bayoumi et El-Shaer, 1992). Elle est connue également pour son activité antimicrobienne contre les bactéries pathogènes à Gram positif et négatif (Abd El-Rahman et al., 2006), pour son effet anticancéreux (Thomass, et al., 2007, Emam, 2011), et son effet curative contre l'infection urinaire et la lithiase (Belouad, 2001; Emam, 2011).

III.3.5.3. 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.3.4. Classes de métabolites secondaires et leur activité antifongique

➤ **Terpénoïdes** (ou isoprénoïdes), une sous-classe des prényllipides (terpènes, nones et sterols), représentent le groupe le plus ancien par les plantes et sont probablement le groupe le plus répandu de produits naturels. Il a été rapporté dans la littérature que les aglycones de terpénoïdes sont plus stables et actif par rapport aux glycosides. Par exemple quatre iridiods non glycosidiques ont été découverts chez *Aliertial macrophylla* et deux des hydroxydes 1a et 1b drocormine aglycones a montré une fongitoxicité contre une gamme de *Clostridium* et espèces d'*Aspergillus* (Young et *al.*, 1992).

➤ **Saponines**

Une source importante d'antifongiques constitutifs est les saponines. Les saponines sont naturelles, les détergents qui sont des agents anticancéreux efficaces antimicrobiens et hypocholestérolémiantes livres sterling. Ces composés chimiquement liés au groupe triterpénoïde tels que les saponines triterpéniques, ainsi que les saponines stéroïdiennes, ont également été isolées en tant que constituants antifongique (Nagata et *al.*, 1985).

➤ **Composés phénoliques**

Ces dernières années, un grand nombre d'études ont été publiées sur l'activité antimicrobienne des composés phénoliques d'origine naturelle. Dans de nombreux cas, ces substances servent de mécanismes de défense contre les micro-organismes et les insectes, etc. Certaines plantes donnent leurs odeurs comme les terpénoïdes, mais d'autres (quinones et tanins) sont responsables des pigments végétaux. Un grand nombre de plantes aromatiques montrent une activité antibactérienne et souvent antifongique. Ces composés comprennent les phénols simples et l'acide phénolique, les phénylpropanoïdes, les coumarines, les quinones, les anthraquinones et les xanthones, etc. ont été rapportés avec d'autres acides phénoliques comme constituants antifongiques constitutifs (Tahara *et al.*, 1984).

➤ **Alcaloïdes**

Les alcaloïdes sont des composés chimiques naturels contenant des atomes d'azote basiques. Il existe de nombreux rapports sur les alcaloïdes présentant une activité contre les pathogènes, par exemple, l'alcaloïde isoquinoléine jatrorrhizine, une gamme de peptidealcaloïdes, la quinolizidine alcaloïde dietamnine et les alcaloïdes pyrrolizidine, etc., (Harborne et Baxter, 1993).

III.3.5. 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).

Chapitre 1: Matériel et méthodes

1.1. Objectif du travail

L'objectif principal de ce travail consiste à valoriser en phytopathologie, la plante autochtone, *Atriplex halimus*. Pour ce faire nous nous sommes proposés de mettre en évidence, l'effet antifongique de l'extrait méthanoïque par macération de ses feuilles et tiges sur la croissance et la sporulation de l'agent pathogène *Colletotrichum* sp.

Notre travail a été réalisé au sein des laboratoires pédagogiques de protection des végétaux et de biochimie de la faculté SNV, de l'université Abd El Hamid Ibn Badis de Mostaganem.

1.2. Matériel biologique

1.2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué de la partie aérienne de l'espèce *Atriplex halimus* L (les feuilles et les tiges). Après plusieurs sorties sur le terrain, les plants ont été récoltés du site Matarba, durant le mois novembre 2022.

Le site est situé dans le littoral de la région de Mostaganem, caractérisée par une grande diversité floristique on remarque des touffes denses d'*Atriplex halimus* avec des espèces des familles des halophytes. Les coordonnées géographiques du site figurent sur le tableau 07 et Figure 28.

Tableau 09 : Cordonnée géographique du site.

Le site	Latitude	Longitude	Altitude
Matarba	35°56'54.07"N	0° 5'14.38"E	20 m

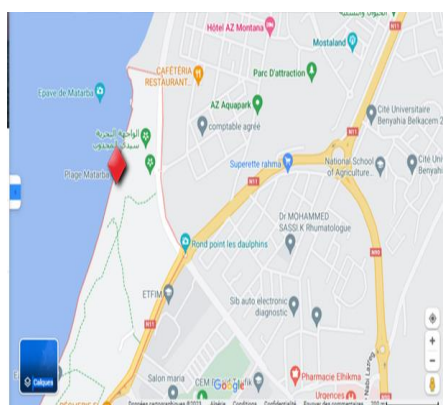


Figure 20: Carte du site Matarba (Google earth)



Figure21: Site de Matarba (Originale, 2023).

1.2.2. Matériel fongique

L'isolat de *colletotrichum* sp. utilisée dans cette étude a été préalablement isolé à partir de fruit de tomate. Après purification et identification de l'isolat ce dernier a été conservé sur milieu PDA incliné, au laboratoire de protection des végétaux. Avant son utilisation un repiquage pour sa revivification sur milieu PDA a été nécessaire.

1.3. Méthodes utilisées

1.3.1. Repiquage de l'isolat

Afin de préparer l'isolat pour le test antifongique nous avons fait des repiquages de l'isolat de *Colletotrichum* sp. Pour ce faire nous avons rempli des boîtes de Pétri, à raison de 15 ml par boîte, avec du milieu PDA. L'ensemencement est réalisé avec des explants de 5 mm de diamètre prélevés de la périphérie d'une culture âgée de 7 jours, à l'aide d'un emporte-pièce stérile. Ces échantillons sont déposés au centre de la boîte de Pétri dans des conditions aseptiques pour éviter toute contamination de la souche. Les boîtes sont incubées à 25°C.



Figure22 : Repiquage de *Colletotrichum* sp.(Originale, 2023).

1.3.2. Préparation de la plante aromatique pour l'extraction

Le séchage est une opération utilisée pour éliminer l'humidité de la plante, afin de faciliter l'opération de broyage. Les échantillons de l'*Atriplex halimus* ont été nettoyés pour éliminer les impuretés puis, ils ont été mis dans une étuve à la température de 35 °C (pendant 7 jours). Par la suite nous les avons broyé jusqu'à ce qu'on obtient une poudre fine pour l'extraction. La poudre ainsi obtenue est conservée à l'abri de la lumière et de l'humidité jusqu'à l'utilisation.

1.3.3. Protocole expérimental

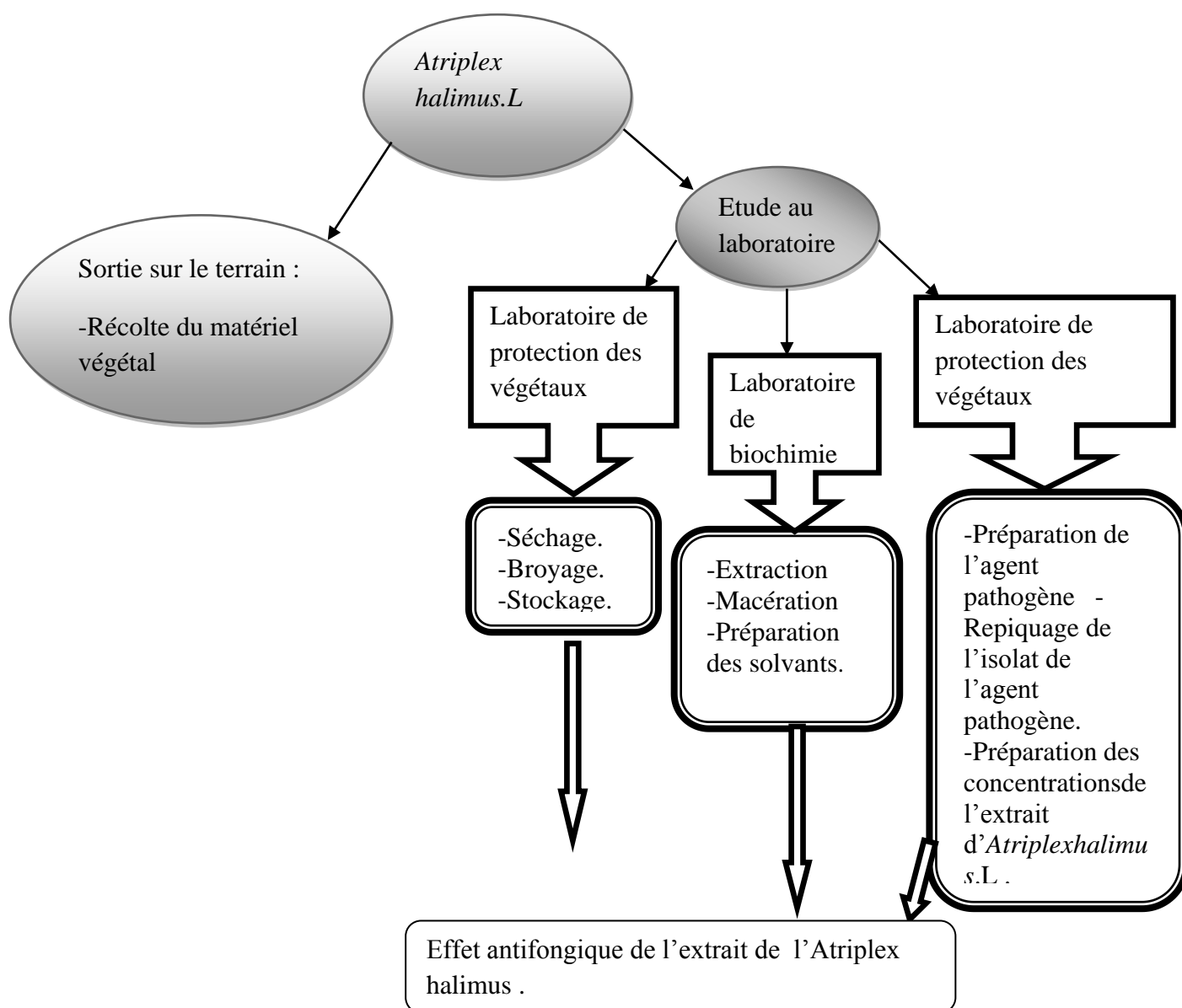


Figure 23 : Protocole expérimentale de travail.

1.3.4. Procédé d'extraction méthanoïque par macération

➤ Le solvant d'extraction

L'extraction par solvant reste la méthode la plus pratique. Les solvants les plus utilisés à l'heure actuelle sont le méthanol, l'hexane, le cyclohexane, l'éthanol et l'acétone. Ces solvants ont un pouvoir d'extraction plus élevé que l'eau si bien que les extraits contiennent un nombre important de composés non volatiles tels que des cires, des pigments des acides gras mais également des composés volatiles et bien d'autre substances (El haib, 2011).

Pour notre expérience, nous avons utilisé le méthanol comme un solvant extracteur.

➤ Méthode d'extraction

La macération est un procédé qui consiste à laisser séjourner une plante dans un solvant à froid pour en extraire les composés solubles (arômes, principes actifs). La macération peut se faire dans une solution alcoolique, de l'eau, de l'huile...

Cette technique préserve les espèces chimiques fragiles car elle est pratiquée à froid mais elle n'est pas toujours aussi efficace que les techniques qui utilisent le chauffage.

➤ Le mode opératoire

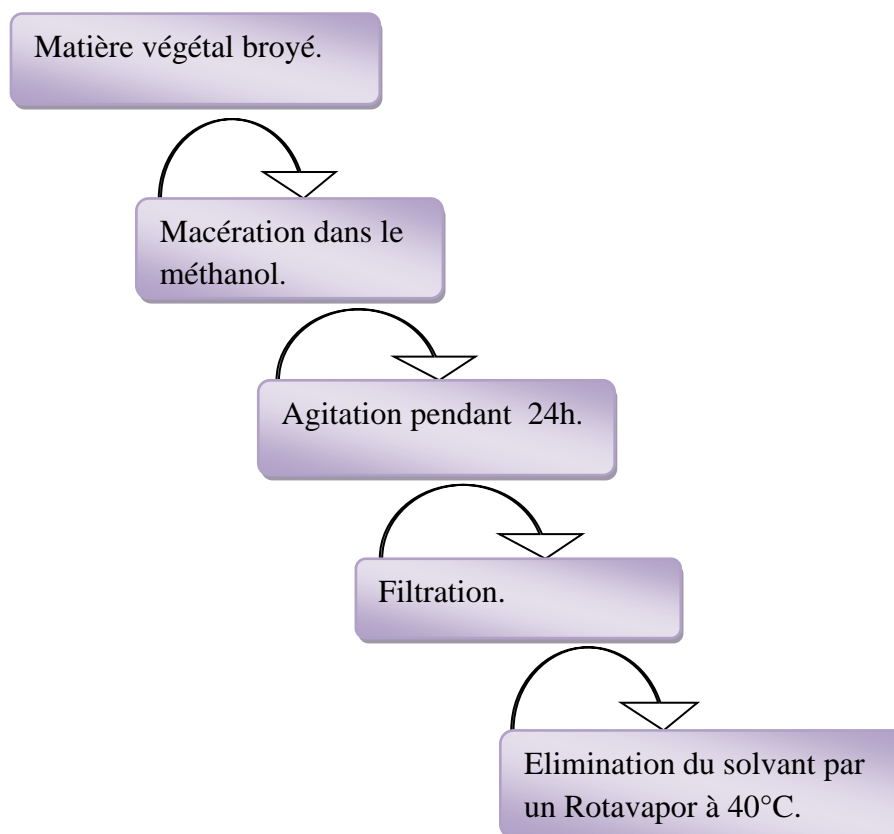


Figure 24 : Mode opératoire de macération.

L'extraction a été réalisée selon les étapes suivantes:

- Pour 85g du matériel végétal broyé, on ajoute 300ml de solvant en raison (70\30); 70% de méthanol et 30% d'eau distillé, soit 700ml de méthanol et 300ml d'eau distillé.
- On laissé sous agitation mécanique pendant 24 heures à température ambiante.
- On filtre avec une pompe sous- vide à l'aide de papier filtre.
- L'opération est refaite trois fois avec renouvellement du solvant. Les
- Cet extrait méthanoïque est concentré sous vide au rotavapor (BUCHI) à la température de 40 °C.
- L'extrait obtenus est ensuite stocké à température de 4°C, à l'abri de lumière jusqu'à son utilisation.

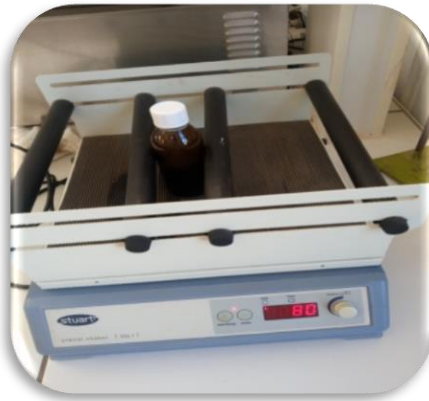


Figure 25: Agitation de l'extrait méthanoïque



Figure 26: Filtration de l'extrait d'*A. halimus* L. méthanoïque d'*A.*



Figure 27: Rotavapor de l'extrait méthanoïque de *Atriplex halimus*. L

(Originale, 2023).

1.3.5. Principe du rotavapor

Le mélange du solvant et du soluté est placé dans le ballon de droite (Figure 25). Celui-ci est plongé dans un bain-marie. Il est incliné et animé d'un mouvement de rotation de manière à créer un film de liquide et ainsi accroître la surface d'évaporation du solvant. La pression à l'intérieur du montage est abaissée au moyen d'une trompe à eau ce qui augmente la vitesse d'évaporation. Après condensation dans le réfrigérant, le solvant est récupéré dans le ballon de gauche (Ould Amar, 2013).

1.3.6. Préparation des dilutions de l'extrait méthanoïque par macération d'*Atriplex halimus*

L'extrait est solubilisé dans des volumes variables d'eau distillée stérile en vue d'obtenir un mélange homogène à différentes concentrations 10% , 20% , 40%, 60% , 80%, 100%, et un témoin contenant de l'eau distillée stérile et un témoin contenant du tween 20 (Figure 26):

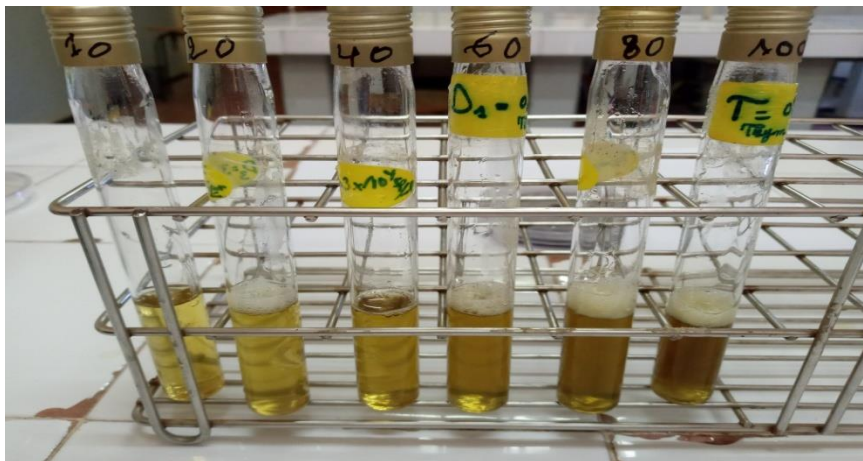


Figure 28: Les différentes dilutions du composé méthanoïque par macération de l'*A. halimus* (Originale, 2023).

1.3.7. 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.

1,5 ml de chaque dilution de l'extrait méthanoïque sont ajoutés aseptiquement à 13,5 ml de milieu de culture PDA. 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 âgés de 7 jours. Les boîtes sont incubées à 25°C; trois répétitions pour chaque concentration sont retenues.

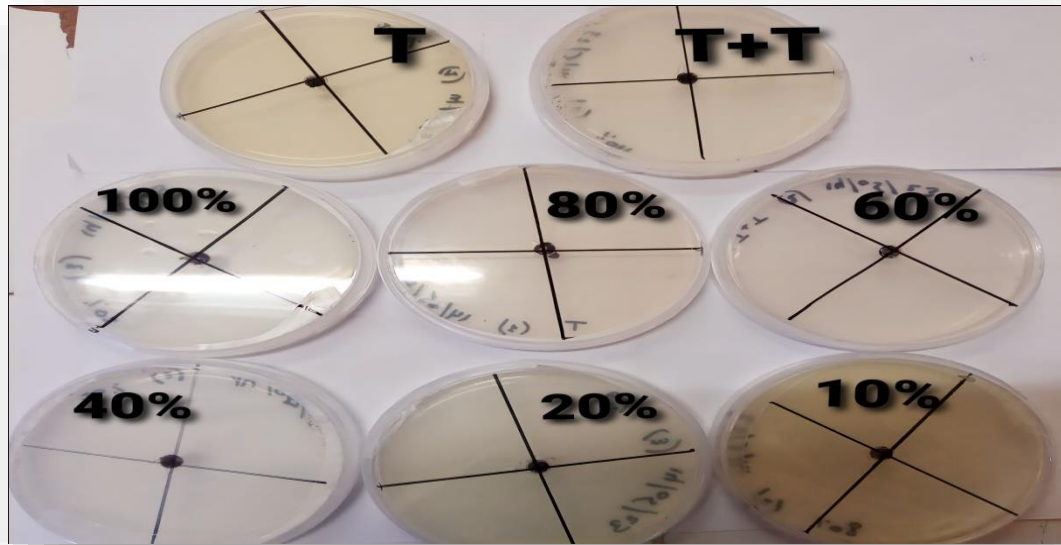


Figure 29: Essai de l'évaluation de l'activité antifongique de l'extrait méthanoïque de l'*Atriplex halimus* vis-à-vis le *Colletotrichum* sp. (Originale, 2023).

➤ Evaluation de la croissance mycélienne

La croissance mycélienne est estimée en calculant la moyenne des deux diamètres mesurés sur les deux axes perpendiculaires, en utilisant la formule suivante:

$$L = (D - d) \div 2$$

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

Evaluation de la vitesse de croissance

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

$$V = \frac{(L_2 - L_1) + (L_3 - L_2) + (L_4 - L_3) + \dots + (L_n - L_{n-1})}{n - 1}$$

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

➤ **Evaluation du taux d'inhibition**

L'évaluation du taux d'inhibition de la croissance mycélienne est obtenue à partir de la formule citée par Doumbouya et *al.*, (2012).

$$Ti\% = [(DT-D) / DT] * 100 \text{ où}$$

Ti%: taux d'inhibition de la croissance mycélienne.

DT : diamètre moyen de la croissance de l'isolat (en cm) du témoin.

D : diamètre moyen de la croissance de l'isolat (en cm) dans les traitements

➤ **Evaluation de la sporulation**

La sporulation est estimée selon la méthode décrite par Kaiser (1972) in Saiah (1994) qui consiste à broyer et à macérer dans 10 ml d'eau distillée stérile, une culture, le dernier jour du test de l'évaluation de la croissance mycélienne. Après agitation et filtration sur mousseline fine stérile, afin de retenir les fragments mycéliens, la numération des spores se fait à l'aide d'une cellule de Mallassez.

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

1.3.6. Analyse statistique

Le traitement de toutes les données a été réalisé à l'aide de Microsoft Office Excel pour le classement des données brutes et pour l'élaboration des graphes. L'analyse de variance et la comparaison des moyennes (test de Newman-Keuls) ont été effectuées par le logiciel Stat box version 6.4.

Chapitre II: Résultats et interprétations

II.1. Caractères morphologiques de l'isolat de *Colletotrichum* sp.

II.1.1. Etude de l'aspect macroscopique

L'étude macroscopique de l'isolat purifié après 8 jours de développement sur milieu PDA est représentée sur la Figure 30; Il se caractérise par un aspect radial, brun à noir. Le pourtour du front de croissance a été marqué par un front régulier. Le mycélium est blanc légèrement cotonneux avec présence de nombreuses taches noires, le revers est saumon clair.

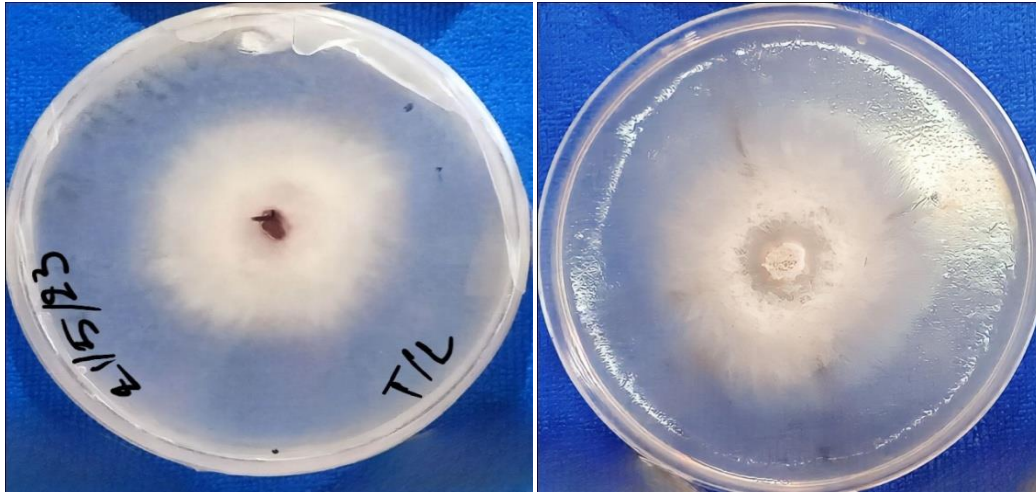


Figure 30: Aspect macroscopique de l'isolat de *Colletotrichum* sp. (Originale, 2023)

II.1.2. Etude de l'aspect microscopique

L'observation de l'isolat au microscope optique a démontré un mycélium cloisonné et hyalin portant des acervules. Ces dernières sont très variables en taille, en forme et exsudent un liquide visqueux dans lequel baignent des conidies. Les conidies sont unicellulaires, hyalines, droites, cylindriques, et arrondis aux deux extrémités.

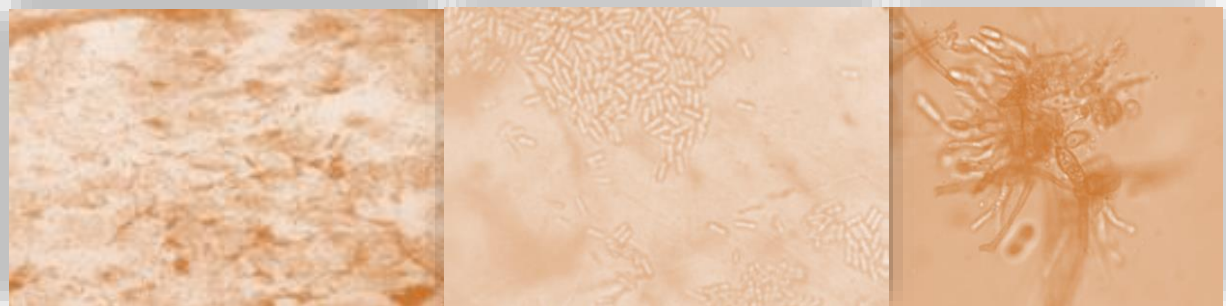


Figure 31: Aspect microscopique de l'isolat de *Colletotrichum* sp. (Originale, 2023)

- A: acervule éclaté entre lame et lamelle (GX10)
- B : conidies baignant dans un mucilage rosé (GX40)
- C : acervule

II.2. Evaluation de l'activité antifongique de l'extrait méthanoïque (par macération) des feuilles et tiges de l'*Atriplex halimus* sur *Colletotrichum* sp.

La Figure 32, représente les résultats de l'effet de l'extrait méthanoïque (par macération) des feuilles et des tiges de l'*Atriplex halimus* L. sur la croissance mycélienne de *Colletotrichum* sp. On remarque une réduction nette du diamètre des colonies traitées comparativement aux témoins.



Figure 32: l'effet « in vitro » des différentes concentrations de l'extrait méthanoïque d'*Atriplex halimus* sur l'isolat de *Colletotrichum* sp.

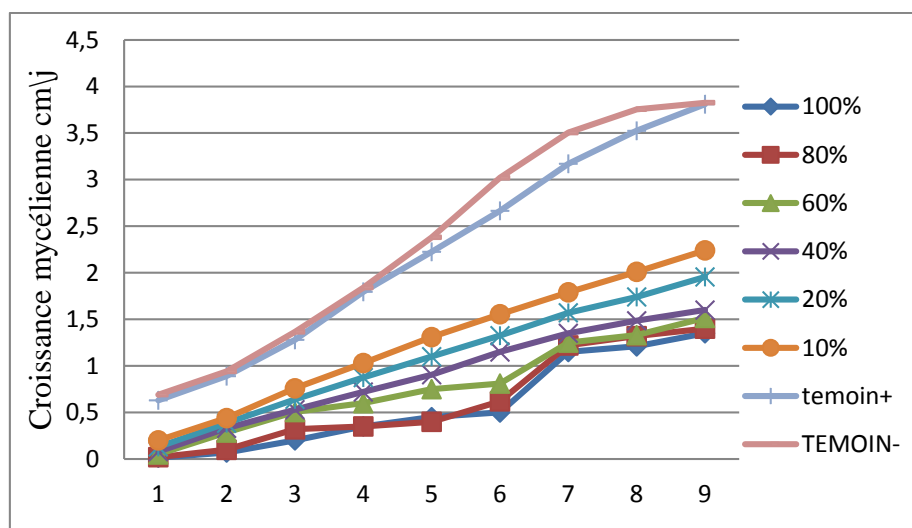


Figure 33: L'effet de l'extrait méthanoïque par macération sur la croissance mycélienne de *Colletotrichum* sp. (Originale, 2023).

La Figure 33 représente l'effet de différentes concentrations de l'extrait méthanoïque des feuilles et des tiges d'*Atriplex halimus* sur des isolats de *Colletotrichum* sp. L'analyse de variance pour les différents traitements pendant 9 jours a montré un effet significatif des

différentes doses sur la croissance mycélienne de l'isolat. En effet, on constate l'efficacité des six(06) concentrations 100 %, 80 %, 60 %, 40 %, 20 %, 10 % à réduire la croissance mycélium; en d'autre part la croissance mycélienne des témoins est nettement supérieure.

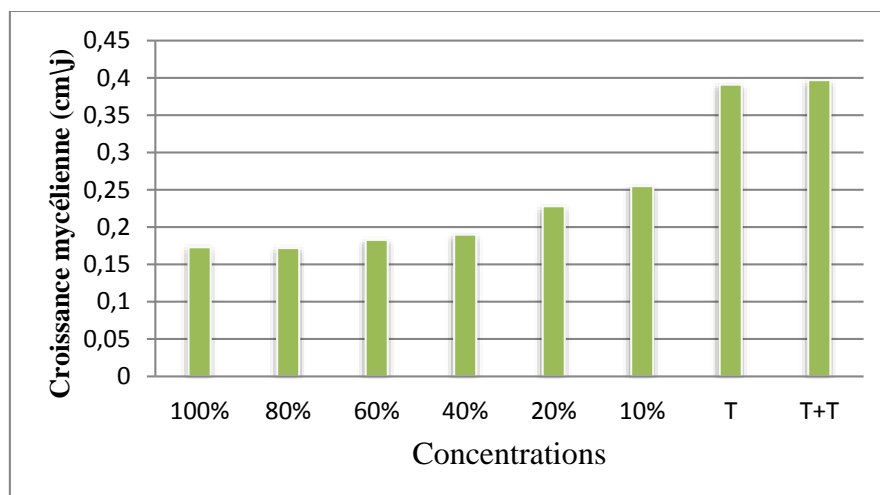


Figure 34: Vitesse de la croissance mycélienne de *Colletotrichum* sp. sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait méthanoïque (macération) des feuilles et tiges de l'*Atriplex halimus* (Originale, 2023).

L'analyse des résultats de la figure 34, montre que les valeurs de la vitesse de croissance mycélienne de l'isolat de *Colletotrichum* sp. Cultivée sur le milieu PDA à différentes concentration de l'extrait méthanoïque de l'*Atriplex halimus*, diminue considérablement avec l'augmentation de la dose, comparativement aux témoins ou la croissance était particulièrement rapide.

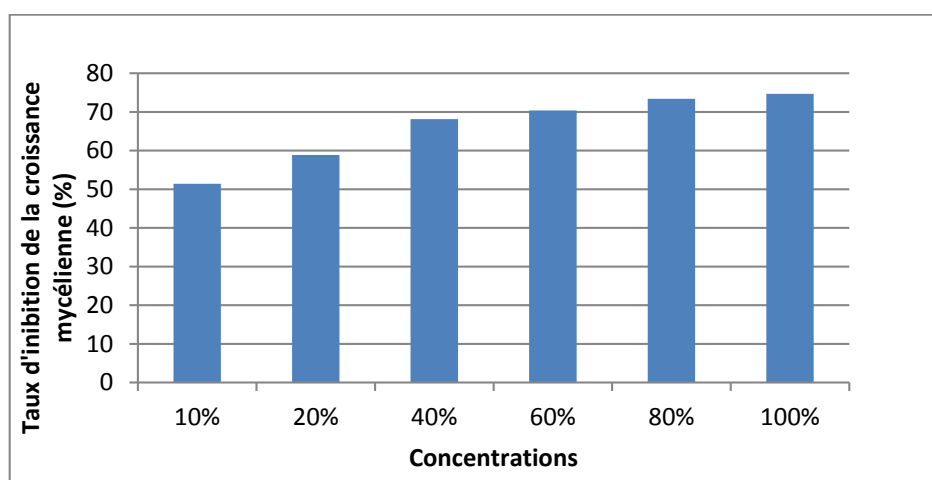


Figure 35: Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Colletotrichum* sp., sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait méthanoïque (macération) des feuilles et tiges d'*Atriplex halimus*(Originale, 2023).

La Figure 35, ci-dessus représente les taux d'inhibitions de la croissance mycélienne de *Colletotrichum* sp., sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait méthanoïque (macération) des feuilles et tiges de l'*Atriplex halimus*. On remarque une efficacité de l'extrait à inhiber la croissance mycélienne de *Colletotrichum* sp; cette efficacité d'inhibitions s'accroît avec la concentration de la dose. Néanmoins, cet extrait n'a pas pu inhiber complètement, le développement de *Colletotrichum* sp.

II.3. Evaluation de l'activité antifongique de l'extrait méthanoïque des feuilles et des tiges de l'*Atriplex halimus* sur la sporulation de *Colletotrichum* sp.

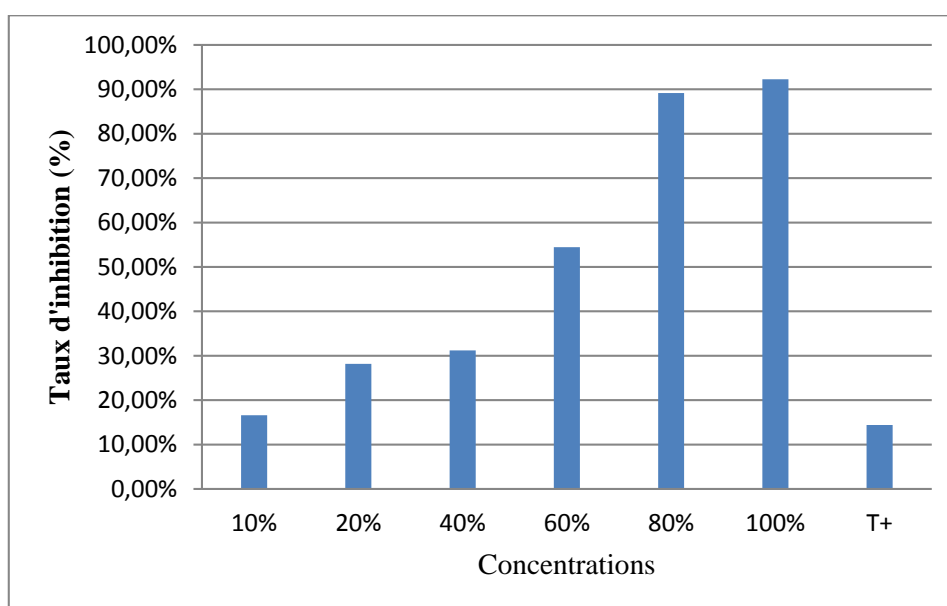


Figure 36: Taux d'inhibition de la sporulation de l'isolat de *Colletotrichum* sp. sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait de méthanol (par macération) de la partie aérienne de l'*Atriplex halimus* (Originale, 2023).

Figure 36, montre qu'à l'instar de la croissance mycélienne, l'inhibition de la sporulation de *Colletotrichum* sp., est proportionnelle à la concentration de l'extrait. En effet, plus la dose est concentrée plus l'effet d'inhibiteur augmente. Mais cet effet est plus remarquable pour les deux grandes doses 80% et 100%.

Chapitre III. Discussion

III. Discussion

Dans le but de trouver de nouvelles substances naturelles comme alternatives aux pesticides chimiques. Nous nous sommes proposé de valoriser l'effet biofongicide de l'extrait des feuilles et tiges de *Atriplex halimus*, espèce très répandue en Algérie, notamment dans la région de Mostaganem. Lors de ce travail nous avons testé les composés phénoliques de cette plante obtenus par macération dans du méthanol.

L'étude de la croissance mycélienne de *Colletotrichum* sp. en présence de l'extrait méthanoïque des feuilles et des tiges d'*Atriplex halimus*, montre une diminution de la croissance mycélienne synchronisée avec l'augmentation de la concentration de l'extrait méthanoïque.

En effet cet extrait a réussi à inhiber la croissance mycélienne et la sporulation du champignon. Avec des taux d'inhibitions dépassant les 80% pour les fortes doses. Des résultats similaires ont été enregistrés par Moudjeb et al., (2022), en étudiant l'activité antifongique des extraits de *A. halimus*.

Les résultats montrent nettement que les trois paramètres étudiés (croissance mycélienne, vitesse de croissance et taux d'inhibition) sont fortement influencés par l'ajout d'extraits riches en substances actives dans le milieu. Donc en général, le degré d'activité antifongique est directement proportionnel à la concentration de l'extrait méthanoïque.

A travers un screening phytochimique effectué par Boutaher et al. (2018), sur différents extraits hydroalcooliques des feuilles de *Atriplex halimus*, les auteurs attestent que cette plante est riche en métabolites secondaires tels que les tanins, les flavonoïdes, les saponosides et les alcaloïdes, qui sont responsables des activités biologiques de cette plante et sont impliqués également dans sa résistance aux stress environnementaux.

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 et al., 2001; De Billerbeck et al., 2001).

Conclusion

Conclusion

Notre travail a pour but d'évaluer l'effet antifongique de *Atriplex halimus* sur le développement de *Colletotrichum* sp. Cette étude a permis de mettre en évidence l'effet antifongique de l'extrait méthanoïque « in vitro » en montrant la relation inversement proportionnelle entre la dose de l'extrait méthanoïque et l'inhibition de la croissance mycélienne.

L'*Atriplex halimus* s'est révélée être une plante ayant une activité antifongique très importantes, contre le *Colletotrichum* sp. et qu'à des doses un peu plus élevées la CMI pourra être atteinte. Ce qui fait d'elle une candidate, très intéressante pour la lutte biologique contre l'antracnose de la tomate, précisément par cet extrait grâce à sa composition en molécules actives. Ces résultats ont des implications importantes pour les applications phytosanitaires telles que les procédés de lutte biologique basés sur l'utilisation de substances naturelles pour combattre les maladies fongiques et pour l'agriculture biologique.

Afin de mieux valoriser, l'*Atriplex halimus*, il serait donc, intéressant de poursuivre cette étude « in vivo » puis « in situ », ensuite révéler précisément les molécules actives qui ont un effet direct sur ce champignon. Les extraits de cette plante pourront être une source potentielle d'agents antifongique naturels dans l'industrie de fabrication de produits chimiques comme une alternative aux fongicides.

Références bibliographiques

Références bibliographies

- **Abbad A, El cherkaoui M, Wahid W, El Hadrawi A, Benchaabane A, 2004**_variabilité phénotypique et génétique de trois populations naturelles d'Atriplex halimus, Académie des sciences. Publie par Elsevier SAS.
- **Abd El-Rahman, HH, Gehad AEA, Awadallah IM, 2006.** Ameliorating the Antinutritional factors effect in Atriplex halimus on sheep and goats by ensiling or polyethylene glycol supplementation. Int. J. Agr Biol ; 8(6) : 766-769.
- **Aharonson z., SHANI j., SULMAN F.G. (1969):** "Hypoglycaemic effect of the salt bush (Atriplex halimus) - a feeding source of the sand rat (Psammomys obesus) ", Diabetologia, 5, 379-383.
- **Alvarez S, Mendez P, Diaz C, Briggs H, Fresno M, 2008.** Forage from the canary Isles (Spain) adapted to arid lands. J. Anim. Vet. Adv, 7 : 359-363.
- **Anonyme, 2013.** Lime anthracnose. Citrus Diseases. idtools.org.
- **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 four post-harvest citrus pathogens: chemical analysis of Thymus capitatus essential oil and its effect in subatmospheric pressure conditions. J Food Protect, 67, 1025-1029 p.
- **Azouz, 1995**_influence de repage sur la productivité fourragère et l'évaluation posturale d'Atriplex halimus, cas d'une plantation dans la steppe de Djelfa. Thèse Arg, Blida ; P107.
- **Baba-Aissa, F. (1999).** Encyclopédie des plantes utiles, flore d'Algérie et de Maghreb. Ed. Librairie moderne, Rouiba. 278-279.
- **Bailey JA., Jeger MJ.1992.** Colletotrichum. Biology, pathology and control. CABI, Wallingford, UK.
- **Barhoom S., Sharon A. AMPC.2004.** régulation de la germination des spores fongiques "pathogènes" et "saprophytes". Fungal Genet Biol ,41: 317-326.
- **Bayoumi MT, El-Shaer HM, 1992.** Impact of halophytes on animal health and nutrition, in: V.R. Squires, A.T. Ayoub (Eds.), Halophytes as a resource for livestock and for rehabilitation of degraded lands, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands. 267.
- **Belouad A, 2001.** Plantes médicinales d'Algérie. Ed. Office des Publications Universitaires, Alger, pp. 284.
- **Ben Ahmed H., ZID, E., El Gazzeh, M. AND Grignon, C., 1996**-Croissance et accumulation ionique chez Atriplex halimus.
- **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.
- **Blancard D., Latterot H., Marchaud G. et Candresse T. (2009).** Les maladies de la tomate. Ed. Quae, Paris. 679p.
- **Blancard D., 1988 :** Maladies de la tomate : Observer, Identifier, Lutter. I.N.R.A Paris 1988.
- **Bouarara R. M. E.; Benchenni N.E.H., 2021.** Evaluation de l'activité antifongique de l'huile essentielle de l'*Artemisia herbaalba* vis-à-vis de *Colletotrichum gloeosporioides* agent de l'anthracnose sur tomate. Mémoire de master; université Abd elhamid ben badis de Mostaganem ; 93p.

- **Bouchoukh I. & Rahmoune C. 2010.** Comportement écophysologique de deux chénopodiacées des genres *Atriplex* et *Spinacia* soumises au stress salin (Doctoral dissertation, Constantine: Université Mentouri Constantine).
- **Boussaid M., Ben Fadhel N., Zaouli Y., Ben Salah A., Abdelkefi A., (2001) :** « Plantes pastorales en milieux arides de l’Afrique du Nord », *Options Médit.*, 46, 55-59.
- **Boutaher S, Merazga A. et Seghour A.2018:** Enquête ethnobotanique et composition chimique d’une plante steppique: *Atriplex halimus* (El guettaf).
- **Brunton J, 1999.** Pharmacognosie –Phytochimie, *Plantes Médicinales*, 3^{ème} édition, (Ed.) Tec et Doc Lavoisier, Paris. pp 1120.
- **Castroviejo., 1990).- Castroviejo M., Inbar M., Gomez - Villar A., GarciaRuiz J M., 1990:** Cambios en el cauce aguas abajo de una presa de retention de sedimentos », *I Reunion Nacional de Geomorfologia*, Teruel : 457-468. 13.
- **Causse, D. (2000).** Effects of infection on growth and function : Consequences for plant nutrient and water relations in plant diseases : Infection, damage and loss. Wood Eds, London. 105- 117.
- **Cerkauskas, R. (2005).** Gray Leaf Spot. AVRDC Publication. page 05-634.
- **Chalbi N, Demarly Y, 1991.** L’amélioration des plantes pour l’adaptation aux milieux arides, John Libbey Eurotext, pp.67.
- **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, B: Biological Sciences*, 371: 1709.
- **Csizinszky A.A., Schuster D.J., Jones J.B et Van Lenteren J.C., 2005:** Tomatoes, Edited by Ep. Heuvelink. *Crop production science in horticulture* (13). CABI Publishing is a division of CAB International. 235 p.
- **Dalbello, G. (2008).** First report of *Trichothecium roseum* causing postharvest fruit rot of tomato in Argentina. *Australasian Plant Disease Notes*, 3. 103-104.
- **Diallo D., Sanogo R., Yasambou H., Traore A., Coulibaly K., Maiza A. (2004).** Etude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana* Lam (Rhamnaceae) utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali, *C.R.Chimie*. 7,1073-1080.
- **Doat J. (1978).** Les tannins dans les bois tropicaux. *Revue bois et forêts des tropiques*, 182, pp 37-54.
- **Dufour, M. (2011).** Moisissures des aliments peu-hydratés, les moisissures. *Collection sciences et techniques agroalimentaires*. Edition Lavoisier. 39-41.
- **Dumortier P., Evrad M., Maiche M., Nicolas A., De ridder C. et Costa Santos Baltazar S., 2010.** Biodiversité chez la tomate, stratégie de conservation et valorisation decollection « luc fichot ». *Rapport final, Phytotechnie et horticulture*. Gembloux agro biotech., 105 p.
- **Dutuit P., et al., 1991-** Stratégie d’implantation d’un système d’espèces adaptées aux condition d’aridité du pourtour méditerranéen. *AUPELF-UREF*. 21..
- **El Shatnawi M.J., et Mohawesh Y. M. 2000.** Seasonal chemical composition of saltbush in semiarid grasslands of Jordan. *J. range Manag.* Vol 53: 211–214.
- **Emam S.S. (2011):** “Bioactive constituents of *Atriplex halimus* plant”, *j. Nat. Prod.*, 4, 25-41.
- **Fettah A. (2019).** Étude phytochimique et évaluation de l’activité biologique (antioxydant-antibactérienne) des extraits de la plante *Teucrium polium* L. Sous espère *Thymoïdes* de la région Béni Souik, Biskra. Université Mohamed Khider Biskra, pp 5.
- **Francllet A et Le Houérou HN, 1971_** Les *Atriplex* en Tunisie et Afrique du Nord, Thèse. Doc. F.A.O, Rome.

- **Freeman S., Shabi E. 1996.** Cross-infection of subtropical and temperate fruits by *Colletotrichum* species from various hosts. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 49: 395–404..
- **Gallais A. et Bannerot H., 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivées objectif critère de sélection. INRA, Paris. 765p.
- **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.
- **Ghni W., 2015.** Etude phytochimique des extraits de deux Euphorbiacées: *Ricinus communis* et *Jatropha curcas*. Evaluation de leur propriété anti-oxydante et leur action inhibitrice sur l'activité de l'acétylcholinestérase. Thèse de doctorat en cotutelle université de Lorraine (France) et université de Carthage TUNISIE), p244.
- **Goodin JR, 1979.** *Atriplex* as a forage crop for arid lands. *New agricultural crops* .Ed. G.A.Ritchie. Pp: 133-147.
- **Gougue – A, 2005-** Impact de la salinité sur la germination et la croissance des halophytes, mémoire de d'ingénieur en agronomie pastorale. Ed université de Djelfa, 75 p.
- **Haddioui A, Baaziz M.** Effect of salinity on seed germination and early growth of five natural populations of *Atriplex halimus* in Morocco. *Physiol. Mol. Biol. Plants* 12 (2006) 247-51.
- **Hamza L, 2002 –** Contribution à l'étude écobio logique des écotypes d'*Atriplex halimus* de la zone de Mostaganem et leurs potentialités de développement en culture in vitro. Thèse de Magister spécialiste éco biologie.
- **Hanafey. F., Sabry. A., 2013.** In vitro Antifungal Activity of Three Geophytic plant Extracts against Three Post-harvest Pathogenic Fungi, 16, 23, p.p. 1698-1705.
- **Hao, J.J., Subbarao, K.V. et DUNIWAY, J.M. (2003).** Germination of *Sclerotinia minor* and *S. sclerotiorum* under various soil moisture and temperature combinations. *Epidemiol.*, 93 (4). Page 443
- **Harborne. J., Baxter. H., 1993.** *Phytochemical dictionary*. Taylor and Francis, London.
- **Hassan. N., Maswada. H., 2012.** Proximate and Phytochemical analyses of *Asparagus stipularis* and *Cyperus capitatus* and their antioxidant activities. *Proceedings of the 11th Conference of the Agricultural Development Researches*, Ain Shams University, Egypte.
- **Haslam, e. (1994) :** Natural polyphenols (vegetable tannins) : gallic acid metabolism. *Nat. Prod.*, 11: 41-66.
- **Heiser, C., Andersson, G. (1999).** New solanums. In: Janick, J. *Edition Perspectives on New Crops and New Uses*. ASHS Press. Alexandria. Virginia. 379-384.
- **Hemingway R.W. (1992).** Structural variation in proanthocyanidins and their derivatives. In: *Plant polyphenols : synthesis, properties, significance*. Laks P.E, Hemingway R.W New York.
- **Hennebelle T., Sahapaz S., Bailleul F., (2004).** Polyphénols Végétaux, Sources, Utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, 1, PP:3-6
- **Hopkins. (2003).** *Physiologie végétale*, 2ème édition, Boeck, pp 276-280. Idaho Cooperative Extension System, USDA, PNW369.
- **Johnson J.W. et al, 1991-** Breeding for improved rooting potential under stress condition I.N: *Physiological environment Montpellier, France* 6 Juil. 1989, Colloque INRA N°55: pp 307-317.

- **Kabouche A. et al. (2007).** Analysis of the essential oil of *Teucrium polium* ssp. *Aurasiacum* from Algeria. *Journal of essential oil Research* 191, 44-46.
- **Kadereit G, Mavrodiev EV, Zacharias EH, Sukhorukov AP, 2010.** Molecular phylogeny of Atripliceae (Chenopodioideae, Chenopodiaceae): implications for systematics, biogeography, flower and fruit evolution, and the origin of C4 photosynthesis. *Am. J. Bot.* 97: 1664-1687.
- **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.
- **Kessler JJ, 1990.** Atriplex forage as a dry season supplementation feed for sheep in the Montane Plains of the Yemen Arab Republic. *Journal of Arid Environments* 19, 225-234.
- **Kinet JM, Benrebaha F, Bouzid S, Lailhacer S., Dutuit P.** Le réseau Atriplex allier biotechnologies et écologique pour une sécurité alimentaire accrue en régions arides et semi arides. *Cahiers Agriculture*, volume 7, numéro 6, page 505-9, Novembre-Décembre 1998.
- **Kolev N., 1976.** Les cultures maraichères en Algérie. Tome I. Légumes fruits. Ed. Ministre de l'Agriculture et des Reformes Agricoles. 52p.
- **Le Houérou, H. N., (1980).** Background and justification. In: H. N. le Houérou (ed) *Browse in Africa. the current state of knowledge* "International livestock centre for Africa. Addis Abeba)Ethiopia). P:491.
- **Le Houérou HN, 1971.** Les bases écologiques de la production pastorale et fourragère en Algérie. F.A.O., Rome, 60 p.
- **Le Houérou HH, 1992.** The role of saltbushes (*Atriplex* spp.) in arid land rehabilitation in the Mediterranean Basin: a review. *Agrofor. Sys.* 18: 107-148.
- **Le Houérou, 2000** _ « Utilization of fodder trees and shrubs in the arid and semi-arid zones of west Asia and North Africa », *Arid Soil Res. Rehab*, 14, 100-135.
- **Lobstein A. (2010).** Substances naturelles et pharmacognosie, les alcaloïdes, pp 3-25.
- **MÂALEM Souhail, KHOUFI Sahari, RAHMOUNE Chaâbane et BENNACER M'barek., 2011.** ISSN- 2170-1318. *Algerian journal of arid environment* 50 vol. 1, n° 1, Janvier 2011 : 50-59.
- **Maire. R., 1962** -Carte phyto géologique de l'Algérie et de la Tunisie. Baconnier. Alger. 78p.
- **Malki S. (2017).** Etude morphologique, biochimique, physiologique et biologique de quelques populations .
- **Marjorie M.C. (1999).** Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology Reviews*, 12, 564-582.
- **Martinez J.B ; Ledent J.F ; Bajji M ; Kinet J.M and Lutts S, 2003**_Effet of water stress on growth, Na⁺ et K⁺ accumulation and water use efficiency in relation to osmotic adjustment in two population of *Atriplex halimus* *Plant Growth Regulation* 41, pp 63-73.
- **Meftah, 2003** – Etude du sol en rapport avec l'érosion éolienne, cas du plateau Mostaganem, mémoire d'ingénieur, p 82 Mering J and Pedro G ; 1969 - "discussion à propos des critères de classification des phyllosilicates 2 : 1". *Bulletin du groupe français des argiles*, 21, p 1-30.
- **Messiaen C.M., Blancard D., Rouxel F., Lafon R., 1993** : Les maladies des plantes maraichères. Institut National de la Recherche Agronomique. Edition: 3. Quae, 1993 : 153 p.

- **Middleton, E ., kandwami ,C.,Theoharides ,T.C,(2000).** The effets of plant flavonoids on mammalian cells : implications for inflammations, heart diseare and cancer *Pharmacol Rev* ,52 ; PP :673_839.
- **Moghtader M. (2009).** Chemical composition of the essential oil of *Teucrium polium* L. from Iran. *Am-Eurasian J Agric Environ Sci* 56, 843-846.
- **Moudjeb I, Sahbi A.et Hammoudi N., 2022:** Étude phytochimique et les activités antioxydante et antifongique de l’*Atriplex halimus* L. ; mémoire de Master; université de Oum el bouaghi ; 119 p.
- **Mulas M., Mulas G., 2004-**Potentialités d’utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification .Université des études de Sassari groupe de Recherche sur la Désertification, P:14-44.
- **Mulas M. ,et Mulas G., 2004-** Potentialités d’utilisation stratégique des plantes des genres *atriplex* et *opuntia* dans la lutte contre la désertification - Short and Medium - Term Priority Environmental Action Programme (SMAP), 91p.
- **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.
- **Nagata. T., Tsushida. T., Hamaya. E., Enoki. N., Manabe. S. et Nishino. C., 1985.** Camellidins: antifungal saponins isolated from *Camellia japonica*. *Agric Biol Chem* 49, p.p.1181–1186.
- **Naghbi F., Mosaddegh M., Mohammadi Motamed S. & Ghorbani A. (2005).** Labiataefamily in folk medicine in Iran : from ethnobotany to pharmacology, Iran, *J. Pharm. Res* 2,63-79.
- **O’fel. A., 1982.** Parasitologie, Mycologie : Maladies parasitaires et fongiques, Association des professeurs de parasitologie. Paris : E.Crouan et Roques, p.p. 349.
- **Olli. S., Kirti. P., 2006.** Cloning, characterization and antifungal activity of defensin Tfgd1 from *Trigonella foenum-graecum* L. *J Biochem Mol Biol* 39, p.p. 278–283.
- **Ortiz-Dorda J, Martinez-Mora C, Courreal E, Simon B, and Cenis L, 2005 –** Genetic structure of *Atriplex halimus* populations on the Mediterranean Basin. *Annals of Botany*, 95: 827-834.
- **Ouraïni. D., Agoumi. A., Ismaïli-Alaoui. M., Alaoui. K., Cherrah. Y., Amrani. M. et Belabbas. M. A., 2005.** Etude de l’activité des huiles essentielles de plantes aromatiques à propriétés antifongiques sur les différentes étapes du développement des dermatophytes. *Phytothérapie*, 3, 4, p.p. 147-157.
- **Ozenda P, 1983 –** Flore du Sahara P225.
- **Ozenda P, 2004.** Flore et végétation du Sahara. 3ème éd, CNRS Editions, Paris.
- **Paris R. et Moyse M. (1965).** Précis de matière médicale. Edit. Masson. Paris. 412.
- **PEI Y.Q. (1983) :** “A review of pharmacology and clinical use of piperine and its derivatives”, *Epilepsia*, 24,177-182.
- **Perfect SE ., Hughes HB ., O’Connell RJ., et al. 1999.** *Colletotrichum*: a model genus for studies on pathology and fungal – plant interactions. *Fungal Genetics and Biology* ,27: 186–198.
- **Peronny S. (2005).** La perception gustative et la consommation des tannins chez le MAKI(Lemur Catta).Thèse de Doctorat du Muséum national d’histoire naturelle.
- **Ponte J.J da. 1996.**Clinica de doencas de plantas. Fortaleza-CE: UFC., pp 871
- **Quezel P. et Santa S., 1962–** Nouvelle flore de l’Algérie et des régions désertiques méridionales. C.N.R.S. Paris. 2 vol. 1170p.
- **Rosas. M.R., 1989.** El genero *Atriplex* (Chenopodiaceae) en Chile. *Gayana Bot.*, 46 (1-2): 3-8

- **Said O., Fulder S., Khalil K., Azaizeh H., Kassis E et Bashar Saad B., 2008.** Maintaining a physiological blood glucose level with „Glucoselevel“, a combination of four anti-diabetes plants used in the traditional arab herbal medicine. *Evid Based Complement Alternat Med.* 5(4): 421–428.
- **Sayah G ; M'hamed L, 2005** – Etude de la biology Florale de l’Atriplex halimus. Octobre 2005 Mémoire de l’étude.
- **Shankara, N., Van Lidt, D.J., De goffau, M., Hilmi, M., Van Dam, B.et Florijn, A. (2005).** La culture de la tomate: Production, transformation et commercialisation. 5ème édition. Foundation Agromis et CTA, Wageningen. Page 40.
- **Simmonds JH .1965.** Une étude de l'espèce de Colletotrichum provoquant des pourritures de fruits mûrs dans le Queensland. *Queensland Journal of Agriculture and Animal Science*, 22: 437-459.
- **Stanly.L. Welsh ; Clifford.W. Crompton & Steven.E. Clemantsu, 2003.** Chenopodiaceae. *Flora of China* 5 : 351-166.
- **Sutton BC.1980.** The coelomycetes. Fungi imperfecti with pycnidia, acervuli and stromata. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. 1– 696. pp. Commonwealth Mycological Institute, Kew, UK.
- **Tahara. S., Ingham. J., Nakahara. S., Mizutani. L. et Harborne. J., 1984.** Fungitoxic dihydrofurano-isoflavones and related compounds in white lupin, *Lupinus albus*. *Phytochemistry*, 23, p.p. 1889–1900.
- **Talamali A ; Baji M ; Le Thomas A ; Kinet j.M ; Dutuit P, 2003-** « Flower architecture and sex determination : how does *Atriplex halimus* play with floral morphogenesis and sex genes », *New Phytol*, 157,105-113.
- **Taylor, J.W. (1986).** Dating divergence in the Fungal tree of Life : review and new analyses. *Mycologia* 98. (PubMed). 838-849.
- **Venturini N. (2012).** Contribution chimique à la définition de la qualité : exemples de spiritueux de Myrte (*Myrtus communis* L.) et de Cedrat (*Citrus medica* L.) de Corse. Thèse de Doctorat en Chimie, Université De Corse-Pascal Paoli.
- **Walker. G., White. N., 2011.** Introduction to Fungal Physiology. In: *Fungi: Biology and Applications*, Kavanagh K (ed) John Wiley and Sons, Ltd, UK.
- **Young. M., Braga. M., Dietrich. S., Gottlieb. H., Trevisan. L. et Bolzani. V., 1992.** Fungitoxic non-glycosidic iridoids from *Alibertia macrophylla*. *Phytochemistry*, 31, p.p.

Annexe

Annexe 01

Milieu de culture

Pomme de terre	200g
Glucose	20g
Agar	20g
Eau distillé	1000ml

Annexe 02

Tableau N°01 : Vitesse de la croissance mycélienne de *Colletotrichum sp.* sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait méthanoïque (macération) des feuilles et tiges de l'*Atriplex halimus*

Doses	10%	20%	40%	60%	80%	100%	T+	T
Vitesses	0.255	0.228	0.19	0.183	0.172	0.173	0.39	0.391

Tableau N°02 : Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Colletotrichum sp* sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait méthanoïque par méthanol d'*Atriplex halimus*.

Doses	10%	20%	40%	60%	80%	100%
Taux (%)	51.43%	58.88%	68.16%	70.39%	73.39%	74.7%

Tableau N°03 : 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*.

Doses	10%	20%	40%	60%	80%	100%	T+
Taux (%)	16.59%	28.18%	31.21%	54.45%	89.18%	92.25%	14.40%