

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 والحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté par

CHEIKH MARWA

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité : Protection des végétaux

Thème

Etude de l'activité antifongique de l'extraits d'*Atriplex halimus* et *Nerium oleander* sur *Alternaria solani*.

Soutenue publiquement le 30/06/26

DEVANT LE JURY

Président	BERGHEUL Saida	MCA	Université de Mostaganem
Examineur	BADAOUI Mahdjouba Ikram	MCB	Université de Mostaganem
Encadreur	HAMZA Lahouria	MCB	Université de Mostaganem
Co-Encadreur	SAIAH Farida	MCB	Université de Mostaganem

Thème réalisé au laboratoire de phytopathologie des végétaux

Année universitaire : 2025-2026

Dr HAMZA
[Signature]

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université
Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem

جامعة عبد الحميد بن
باديس مستغانم

Faculté des sciences de
La Nature et de la Vie

كلية علوم الطبيعة والحياة



DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté par

CHEIKH MARWA

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité : Protection des végétaux

Thème

Etude de l'activité antifongique de l'extraits d'*Atriplex halimus* et *Nerium oleander* sur *Alternaria solani*.

Soutenue publiquement le 30/06/26

DEVANT LE JURY

Président	BERGHEUL Saida	MCA	Université de Mostaganem
Examineur	BADAOUI Mahdjouba Ikram	MCB	Université de Mostaganem
Encadreur	HAMZA Lahouria	MCB	Université de Mostaganem
Co-Encadreur	SAIAH Farida	MCB	Université de Mostaganem

Thème réalisé au laboratoire de phytopathologie des végétaux

Année universitaire : 2025-2026

Remerciements

Avant tout, je tiens à remercier Dieu le Tout-Puissant de m'avoir donné la force et la patience pour accomplir ce modeste travail.

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon encadreur, **Mme HAMZA Lahouaria**, ma encadrerante , ainsi qu' à **Mme SAIAH Farida**, ma co-encadreurante , pour sa disponibilité, ses précieux conseils et son suivi rigoureux tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

Mes remerciements s'adressent également aux membres du jury

Mme Beurghuel Saida présidente et Mme Badaoui Mahjouba Ikram qui ont accepté d'évaluer ce travail et d'enrichir son contenu par leurs remarques.

Mes sincères remerciements à Saleh, Adel et Rachida pour leur accueil, leur aide et leurs conseils durant mon stage

Enfin, je remercie chaleureusement mes parents pour leur soutien inconditionnel et leurs sacrifices, ainsi que mes amis et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ce projet.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À mes très chers parents, pour leur amour, leur patience et leurs sacrifices.

Je leur exprime ma profonde gratitude et mon immense respect.

*À mes chers frères et mes chères sœurs (***Cherifa, Samira et Malika***),
pour leur soutien et leurs encouragements.*

*À ma chère amie ***Fatima*** et sa fille ***Loujain***, pour leur aide précieuse
et leur soutien durant la réalisation de ce travail.*

*À mes chères amies ***Hadil, Aichouch, Rania, Amel, Aya, Basma, Douaa Ikhlassa, Mounia et Hafsa***, pour leurs encouragements.*

*À tous les membres de ma famille et toute personne qui porte le nom
CHEIKH.*

*À ***Naim, Mohamed, Reda et Amin***, pour leur soutien et leur présence
à mes côtés*

*À l'amour ***Mohamed Sadik***, fils de ma sœur, que j'aime beaucoup*

Enfin, à tous ceux qui m'ont soutenue de près ou de loin.

Résumé

Evaluer l'efficacité antifongique de l'extrait aqueux de la plante *Atriplex halimus* et *Nerium oleander* contre le champignon *Alternaria solani*. L responsable de La brûlure Alternarienne, ou alternariose, de la tomate a travers des essais in vitro, elle vise à mesurer le pouvoir Inhibiteur de cet extrait sur la croissance mycélienne et la sporulation du pathogène, en vue de proposer une alternative naturelle aux traitements chimiques conventionnels

Les résultats des rendements d'extraction des plantes étudié, l'*Atriplex halimus* a marqué un taux de 45.13% par contre pour l'espèce *Nerium oleander* présente un taux de seulement 10%.

L'étude de l'aspect macroscopique de l'isolat purifié présente des colonies avec un mycélium dense de couleur gris sombre à noir verdâtre, un mycélium dense, ramifié et cloisonné (septé), de coloration hyaline à brun clair. Les conidiophores sont dressés, septés, simples ou parfois ramifiés, portant les conidies à leurs extrémités.

L'extrait d'*Atriplex halimus* L présente une inhibition de croissance mycélienne plus marquée au faibles concentrations (3.125, 6.25 et 12.5 mg/ml) et un taux d'inhibition plus marqué a des concentrations faible de (3%, 6.25% et 25%).

L'effet de l'extrait aqueux de *Nerium oleander* sur la croissance mycélienne d'*Alternaria solani* marque une inhibition mycélienne notable pour l'ensemble des concentrations testées comparativement au témoin.

En revanche, l'ensemble des concentrations testées (3.13%, 6.25%, 12.50%, 25%, 50% et 100%) montre une inhibition remarquable et quasi-totale de la croissance mycélienne. L'extrait aqueux de *Nerium oleander* exerce une activité antifongique puissante et généralisée vis-à-vis d'*Alternaria solani*.

Mots clés : *Atriplex halimus*, *Nerium oleander* , Extrait aqueux, *Alternaria solani*, Antifongique

Abstract

This study evaluates the antifungal efficacy of aqueous extracts of the plants *Atriplex halimus* and *Nerium oleander* against the fungus *Alternaria solani*, responsible for Alternaria blight, or Alternaria leaf spot, in tomatoes. Through in vitro tests, it aims to measure the inhibitory effect of these extracts on mycelial growth and sporulation of the pathogen, with the goal of proposing a natural alternative to conventional chemical treatments.

The extraction yields of the plants studied were as follows: *Atriplex halimus* yielded 45.13%, while *Nerium oleander* yielded only 10%.

The macroscopic appearance of the purified isolate revealed colonies with dense, dark gray to greenish-black mycelium, which was dense, branched, and septate, with a hyaline to light brown coloration. The conidiophores are erect, septate, simple or sometimes branched, bearing the conidia at their tips.

The extract of *Atriplex halimus* L. exhibited a more pronounced inhibition of mycelial growth at low concentrations (3.125, 6.25, and 12.5 mg/ml) and a greater degree of inhibition at lower concentrations (3%, 6.25%, and 25%).

The effect of the aqueous extract of *Nerium oleander* on the mycelial growth of *Alternaria solani* showed a significant inhibition of mycelial growth at all tested concentrations compared to the control.

Conversely, all tested concentrations (3.13%, 6.25%, 12.50%, 25%, 50%, and 100%) showed a remarkable and almost total inhibition of mycelial growth. The aqueous extract of *Nerium oleander* exhibits potent and broad-spectrum antifungal activity against *Alternaria solani*.

Keywords: *Atriplex halimus*, *Nerium oleander*, Aqueous extract, *Alternaria solani*, Antifungal

ملخص

تقيم هذه الدراسة الفعالية المضادة للفطريات للمستخلصات المائية لنباتي القطف المالح (*Atriplex halimus*) والدفلة (*Nerium oleander*) ضد فطر *Alternaria solani*، المسؤول عن مرض اللبحة الألترنارية (أو التبقع الألترناري للأوراق) في الطماطم.

وتهدف الدراسة، من خلال اختبارات مخبرية (*in vitro*)، إلى قياس التأثير المثبط لهذه المستخلصات على النمو الميسليومي والتبوغ للعامل الممرض، وذلك بغرض اقتراح بديل طبيعي للمعالجات الكيميائية التقليدية. أظهرت نتائج مردودية الاستخلاص للنباتات المدروسة أن نبات القطف المالح (*Atriplex halimus*) سجل نسبة 45.13%، في حين سجل نبات الدفلة (*Nerium oleander*) نسبة 10% فقط.

كشف المظهر العياني للعزلة النقية عن مستعمرات ذات ميسليوم كثيف، يتراوح لونه بين الرمادي الداكن والأسود المخضر، متميز بكونه كثيفاً، متفرعاً ومقسماً، وذو تلون شفاف إلى بني فاتح. أما الحوامل الكونيدية فقد كانت قائمة، مقسمة، بسيطة أو متفرعة أحياناً، وتحمل الأبواغ الكونيدية عند أطرافها. أبدى مستخلص نبات *Atriplex halimus* L. تثبيطاً ملحوظاً للنمو الميسليومي عند التركيزات المنخفضة (3.125 ، 6.25 ، و 12.5 ملغ/مل)، ونسبة تثبيط أعلى عند التركيزات المنخفضة الأخرى (3% ، 6.25% ، و 25%). كما أظهر تأثير المستخلص المائي لنبات الدفلة (*Nerium oleander*) على النمو الميسليومي لفطر *Alternaria solani* تثبيطاً معنوياً للنمو عند جميع التركيزات المختبرة مقارنة بشاهد المراقبة. وفي المقابل، أظهرت جميع التركيزات المختبرة (3.13% ، 6.25% ، 12.50% ، 25% ، و 50% ، و 100%) تثبيطاً ملفتاً وشبه كلي للنمو الميسليومي؛ حيث يتميز المستخلص المائي لنبات الدفلة (*Nerium oleander*) بنشاط قوي وواسع الطيف مضاد للفطريات ضد فطر *Alternaria solani*.

الكلمات المفتاحية :

مضاد للفطريات ، *Alternaria solan* ، مستخلص مائي ، *Nerium oleander* ، *Atriplex halimus*

Table des matières

Remerciements

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux Liste des abréviations

Introduction Générale.....	1
Chapitre 1 : Partie bibliographique.....	2
1.1.La tomate.....	2
1.1.1.Origine de la tomate.....	2
1.1.2.Classification botanique de la tomate.....	2
1.1.3.Caractérisation morphologique de la tomate.....	4
1.1.4.cycle de la plante.....	6
1.1.5.Importance médicinale et phytothérapeutique.....	7
1.1.6.Valeur nutritionnel.....	7
1.1.7.Les maladies de la tomates.....	8
1.1.8.Les Ravageure.....	10
1.2.Maladie l'antennarirose.....	12
1.2.1.L'agent pathogène : <i>Alternaria Solani</i>	12
1.2.2.Taxonomie.....	13
1.2.5.Moyens de la lutte.....	17
1.3.L'espèce <i>Nerium oleander</i>	19
1.3.1.1.Aspects botanique.....	19
1.3.1.2.Toxicité.....	19
1.3.2.Systématique :	20
1.3.3.Description et morphologique.....	21
1.3.4.Aspect chimique.....	23
1.4.L'espèce <i>Atriplex halimus</i>	24
1.4.1.Taxonomie d' <i>Atriplex halimus</i>	24
1.4.2.Description morphologique.....	25
1.4.3.Les espèces d' <i>Atriplex</i> en l'Algérie :	26
1.4.4.La composition chimiquede l' <i>Atriplex halimus.L</i> :	27
1.4.5.Intéretes de l' <i>Atriplex halimus</i>	27
II Matériel et méthodes.....	31
2.1. Objectif.....	31
2.2.Présentaion de lieu de travail.....	31

2.3. Protocol expérimental :	31
2.4. Matériel biologique	32
2.4.1. Matériel végétal	32
2.4.1.1. <i>Atriplex halimus</i>	33
2.4.1.2. <i>Nerium oleander</i>	34
2.4.2. Matériel fongique	35
2.4.2.1 Méthodes utilisées :	35
2.4.2.1.1. Isolement du champignon à partir d'échantillons infectés	36
2.4.2.1.2. Repiquage et purification	36
2.4.2.2. Conditions d'incubation :	36
2.4.2.4. Conservation de l'isolat sur milieu incliné	39
2.4.3. Préparation du matériel végétal	39
2.4.4. Extraction par macération aqueuse	40
2.4.5. Mode d'opération :	40
2.4.6. Méthode d'extraction :	41
2.4.6.1. Méthode d'extraction (Aqueuse)	41
2.4.6.2. Principe de l'étuve	43
2.4.6.3. Estimation du rendement d'extraction	43
2.4.6.4. Préparation des doses	43
2.4.6.5. Conduite de l'essai de l'évaluation de l'activité antifongique « in vitro » des extraits aqueux d' <i>Atriplex halimus</i> vis-à-vis de <i>Alternaria solani</i>	44
2.4.6.6. Conduite de l'essai de l'évaluation de l'activité antifongique « in vitro » des extraits aqueux <i>Nerium oleander</i> vis-à-vis d' <i>Alternaria solani</i>	45
II.4.7. Évaluation de l'activité antifongique in vivo	47
II.4.7.1. Conduite de l'essai et matériel végétal	47
II.4.7.2. Dispositif expérimental et traitement préventif	47
Chapitre III Résultats et Discussion	51
3.1. Rendements des extraits aqueux	51
3.2. Caractères morphologiques de l'isolat de <i>Alternaria solani</i>	51
3.2.1 Etude de l'aspect macroscopique	51
3.3. Evaluation de l'activité antifongique de l'extrait aqueuse (par macération) la poudre de la plante l' <i>Atriplex halimus</i> sur <i>Alternaria solani</i>	53
3.3.1. Effet « in vitro » des différentes concentrations de l'extrait aqueuse d' <i>Atriplex halimus</i> sur l'isolat de <i>Alternaria solani</i>	53
3.3.1.2. Vitesse de croissance mycélienne d' <i>Alternaria solani</i> sur concentrations de l'extrait aqueux d' <i>Atriplex halimus</i> :	55

3.3.1.3.Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de <i>d'Alternaria solani</i> sous l'effet de différentes concentrations de l'extrait aqueux d' <i>Atriplex halimus</i>	56
3.3.1.4.Taux d'inhibition de la sporulation de l'isolat d' <i>Alternaria solani</i> sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait aqueux d' <i>Atriplex halimus</i>	57
3.3.2.Evaluation de l'activité antifongique de l'extrait aqueuse (par macération) la poudre de la plante <i>Nerium oleander</i> sur <i>Alternaria solani</i>	58
3.3.2.1.Effet « in vitro » des différentes concentrations de l'extrait aqueuse <i>Nerium oleandere</i> sur l'isolat d' <i>Alternaria solani</i>	58
3.3.2.2.Effet de l'extrait aqueux de <i>Nerium oleander</i> sur la croissance mycélienne de <i>Alternaria solani</i>	59
3.3.2.4.Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de <i>d'Alternaria solani</i> sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait aqueux de <i>Nerium oleander</i>	61
3.3.2.5.Taux d'inhibition de la sporulation de l'isolat d' <i>Alternaria solani</i> sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait aqueux de <i>Nerium oleander</i>	62
3.4.Test « in vivo » du pouvoir protecteur des extraits aqueux d' <i>Atriplex halimus</i> et <i>Nerium oleander</i> :	63
3.4.1. Notation des symptômes et évaluation de l'Indice de Maladie (IM) :	65
3.4.2.Effet de l'extrait aqueux d' <i>Atriplex halimus</i> sur les plante de tomate.....	65
3.4.4.Effet de l'extrait aqueux de <i>Nerium oleander</i> sur les plante de tomate.....	66
III.2.Discussion.....	67
Conclusion.....	70

Liste des figures

Figure 1 : Tige de tomate	4
Figure 2:Feuillage de tomate.....	5
Figure 3:Fleure de tomate.....	5
Figure 4:Fruits de tomate.....	6
Figure 5:Graines de tomate.....	6
Figure 6:Conidies et conidiophores de la souche A.solani.....	13
Figure 7:Symptômes d' <i>Alternaria solani</i> sur feuilles de tomate.....	14
Figure 8:Symptômes d' <i>Alternaria solani</i> sur fruit de tomate.....	14
Figure 9:Symptômes d' <i>Alternaria solani</i> sur tige de tomate.....	15
Figure 10:Processus d'infection et développement des symptômes de la maladie.....	16

Figure 11:Les Feuilles de <i>Neriumoleander L</i>	21
Figure 12:Les fleurs de <i>Nerium oleander L</i>	22
Figure 13:Fruit et graine de <i>Nerium oleander L</i>	22
Figure 14:Touffe d' <i>Atriplex halimus</i>	24
Figure 15:Carte de situation	33
Figure 16:Site Matarba.....	34
Figure 17:Carte de situation.....	35
Figure 18:Site ITA.....	35
Figure 19:Repiquage de <i>Alternaria Solani</i>	37
Figure 20:Prufication de <i>Alternaria solani</i>	38
Figure 21:Séchage dans l'étuve	40
Figure 22:Agitation de l'extrait.....	42
Figure 23:Filtration de l'extrait.....	42
Figure 24:Essai de l'évaluation de l'activité antifongique de l'extrait aqueux de l' <i>Atriplex halimus</i> vis-à-vis d' <i>Alternaria solani</i>	45
Figure 25:Essai de l'évaluation de l'activité antifongique de l'extrait aqueux de <i>Nerium oleander</i> vis-à-vis d' <i>Alternaria solani</i>	45
Figure 26:Solution de champignons.....	48
Figure 27:: Solution de l'extrait aqueux.....	48
Figure 28:Inoculation et transplantation des plantules de tomate.....	49
Figure 29:Aspect macroscopique de l'isolat de <i>Alternaria solani</i>	52
Figure 30:Aspect microscopique de l'isolat de <i>Alternaria solani</i>	53
Figure 31:Effet « in vitro » des différentes concentrations de l'extrait aqueuse d' <i>Atriplex halimus</i> sur l'isolat de <i>Alternaria solani</i>	54
Figure 32:Effet « in vitro » des différentes concentrations de l'extrait aqueuse <i>Nerium oleandere</i> sur l'isolat d' <i>Alternaria solani</i>	59
Figure 33: les plantules après 15 jours d'inoculation de <i>Nerium oleander</i>	64
Figure 34: les plantules après 15 jours d'inoculation d' <i>Atriplex halimus</i>	64

Liste des tableaux

Tableau 1::ci-dessous présente un récapitulatif de la durée du cycle de la tomate	7
Tableau 2:les Maladies fongique de la tomate.....	8
Tableau 3:les maladies virales de la tomate.....	9
Tableau 4:Les Principales maladies bactériennes de la tomate.....	9
Tableau 5:Les ravageurs de la tomate.....	11
Tableau 6:Les principales matières actives efficaces contre <i>Alternaria sp.</i>	18
Tableau 7:4 sousfamilles.....	19
Tableau 8:Position systématique de l'espèce <i>Nerium oleander L</i>	20
Tableau 9:: Les différentesétiquettes de la plante de <i>Nerium oleander L</i> . à travers le monde(Inchem, 2005).....	20

Tableau 10:Constituants chimiques des différentes parties de <i>Nerium oleander</i> L.....	23
Tableau 11:Classification systématique de l' <i>Atriplex halimus</i> L.....	24
Tableau 12:: Description morphologie d' <i>Atriplex halimus</i> L.....	25
Tableau 13:Répartition des différentes espèces d' <i>Atriplex</i> en l'Algérie	26
Tableau 14:Composition minérale d'un l' <i>Atriplex halimus</i> .L.....	27
Tableau 15:Cordonnée géographique du site.....	33
Tableau 16:Cordonnée géographique du site (ITA).....	34
Tableau 17:préparation des doses.....	44
Tableau 18:Rendements d'extraction aqueuse des deux plantes étudiées.....	51

Liste des abréviations

Cm : centimètre.

mm : millimètre

N° : Numéro.

C° : degré Celsius.

m : mètre.

PDA : Potato dextrosa agar.

h : heure.

g : gramme.

% : pourcentage.

m : millilitre.

Introduction

Introduction Générale

La tomate (*Solanum lycopersicum* L.) compte parmi les cultures légumières les plus importantes du monde. En Algérie, elle occupe une place privilégiée dans les habitudes alimentaires et la gastronomie locale. Son fruit est charnu et est couramment consommé frais ou transformé dans de nombreux pays. Étant donné son intérêt économique, la tomate fait l'objet de nombreuses études scientifiques et est considérée comme une plante modèle pour les études sur les fruits charnus (Blancard *et al.* 2012). Néanmoins, cette culture se trouve confrontée à plusieurs problèmes d'ordre phytosanitaire, où les champignons phytopathogènes occupent la première place.

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 (Bitar *et al.*, 2013). Parmi ces pathogènes, l'*Alternariose* a été décrite pour la première fois en 1892. Elle constitue un problème grave dans de nombreuses régions du monde, affectant principalement la tomate, la pomme de terre et plusieurs autres Solanacées (Tymon *et al.*, 2013). Ces pathogènes fongiques sont également reconnus pour la production de métabolites secondaires dangereux appelés mycotoxines.

Durant les cinquante dernières années, la méthode la plus utilisée pour contrôler ce pathogène est l'utilisation de fongicides chimiques. Toutefois, ces substances ont des conséquences néfastes sur l'homme et l'environnement, notamment l'accumulation de résidus entraînant la pollution des sols (Hibar *et al.* 2007). De plus, elles provoquent un déséquilibre écologique en détruisant non seulement les agents nuisibles, mais également les autres populations de l'écosystème (Benhamou *et al.* 2012).

Face à cette dangerosité, l'utilisation d'agents de lutte biologique est devenue une nécessité en agriculture (Ajouz, 2009). L'exploration des ressources naturelles, notamment les plantes médicinales et aromatiques, apparaît comme une piste prometteuse car elles constituent une grande réserve de substances actives. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), environ 65 à 80% de la population mondiale a recours aux préparations traditionnelles à base de plantes (Scherrer *et al.* 2005). En Algérie, la flore regorge de plusieurs espèces de plantes qui sont dotées de réelles propriétés pharmacologiques.

Dans ce contexte, notre attention s'est portée sur l'étude de trois plantes locales :

Atriplex halimus (Guettaf) : Une plante halophyte appartenant à la famille des *Chenopodiaceae*, riche en protéines et sels minéraux.

Nerium oleander (Oléandre) est connu pour sa toxicité connue due aux glycosides cardiaques (Ebrahimi *et al.* 2018), elle possède des propriétés pharmacologiques importantes,

notamment un fort pouvoir antifongique (Sinha et Biswas, 2016).

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer « in vitro » et « in vivo » de l'activité antifongique des extraits aqueux de ces deux plantes sur la croissance mycélienne d'*Alternaria solani*.

Ce travail est scindé en deux parties :

- La première partie : est consacrée à une synthèse bibliographique portant sur la plante hôte, l'agent pathogène ainsi que les plantes étudiées.
- La seconde partie : présente l'étude expérimentale, incluant le matériel et les méthodes utilisés, ainsi que les résultats obtenus et leur discussion.

Partie bibliographie

Chapitre I : Partie bibliographique

1.1. La tomate

1.1.1. Origine de la tomate

La tomate, originaire des basses Andes, était cultivée par les Aztèques au Mexique. Le mot aztèque " tomatl " signifiait simplement " fruit charnu " et les conquistadors espagnols l'appelèrent " tomate ". La tomate, comme le maïs, la pomme de terre, le piment et la patate douce, fut introduite en Espagne au début du 16^{ème} siècle lors des voyages de Christophe Colomb (Andree,2008). La tomate, du nom scientifique *Solanum lycopersicum* est une Solanacée originaire du Nord du Chili jusqu'au Sud-est des pieds des Andes (Masens, 2003). Elle est une plante annuelle herbacée dont la hauteur varie de 40 à 50 Cm pour les variétés naines et jusqu'à 2,5 m pour les variétés autres(Kahulu,2016).

En Europe les Italiens ont été les premiers à la consommer dès le 16^{ème} siècle, notamment en sauce, et c'est sous cette forme qu'elle atteint la France par la Provence au 17^{ème} siècle, avant d'être popularisée à Paris lors de la révolution (Degioanni, 1997).

Ce n'est qu'au milieu du XIX^{ème} siècle et jusqu'au début du XX^{ème} siècle qu'on a vu sa culture se répandre un peu partout dans le monde (Pitrat *et* Foury, 2003).

1.1.2. Classification botanique de la tomate

Dans une version posthume de The Gardener's and Botanist s Dictionary, l'éditeur, Thomas Martyn, reconnaît la classification de Linné établie 50 ans plus tôt. Il inclut *Lycopersicon* dans le genre *Solanum* (Ranc, 2010). Même si la tomate (nommée *Lycopersicon esculentum*) a été reconnue jusqu'à récemment, comme faisant partie du genre *Lycopersicon* par la plupart des taxonomistes, la classification de la tomate au sein du genre *Solanum* est aujourd'hui largement acceptée car elle s'appuie sur les résultats convergents de plusieurs études phylogénétiques portant sur des critères morphologiques et moléculaires (Peralta et Spooner, 2007).

La tomate est une espèce de plante herbacée de la famille des Solanacées. Selon Dupont et Guignard, (2012) et Spichiger *et al*, (2004) la tomate appartient à la classification suivante :

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Asteridae

Ordre : Solanales

Famille : Solanaceae

Genre : Solanum

Espèce : *Solanum lycopersicum*

1.1.3. Caractérisation morphologique de la tomate

➤ La tige

La tige de la tomate est pubescente et épaisse aux entre-nœuds. Sa consistance est herbacée en début de croissance, puis devient ligneuse en vieillissant (Figure01). Les rameaux issus des bourgeons axillaires produisent des feuilles à chaque nœud et se terminent par une inflorescence (Chaux et Foury, 1994).



Figure 1 : Tige de tomate (original ,2026)

➤ ssssSystème racinaire

Chez la tomate, le système racinaire est très développé et présente une forte racine pivotante qui pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm et plus (Shankara *et al*. 2005). La racine principale est très dense, ramifiée et très active sur les 30 à 40 premiers centimètres (Chaux et Foury, 1994).

➤ Feuillage de la tomate

Les folioles sont ovales à oblongues, couvertes de poils glandulaires. Les grandes folioles sont parfois pennatifides à la base. L'inflorescence est une cyme formée de 6 à 12 fleurs. Le pédoncule mesure entre 3 et 6 cm (Shankara *et al.* 2005)(Figure 02).



Figure 2:Feuillage de tomate (Original, 2026)

➤ La fleur

Les fleurs de tomate sont bisexuées, régulières de 1,5 et 2 cm de diamètre. Elles poussent opposées ou entre les feuilles. Le tube du calice est court et velu, les sépales sont persistants. En général il y a 6 pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1 cm, qui sont jaunes et courbées lorsqu'elles sont mûres (Figure 03).

Il y a 6 étamines, les anthères ont une couleur jaune vif et entourent le style qui a une extrémité stérile allongée. L'ovaire est supère avec 2 à 9 carpelles. En général la plante est autogame, mais la fécondation croisée peut avoir lieu. Les abeilles et les bourdons sont les principaux pollinisateurs (Shankara *et al.* 2005).



Figure 3:Fleure de tomate (Original 2026)

➤ Fruit de la tomate

Les fruits de la tomate sont des Baies charnues de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, le fruit est vert et poilu. La couleur des

fruits à maturité varie du jaune au rouge en passant par l'orange. En général les fruits sont ronds et réguliers ou côtelés (Boutoumou et Boumza, 2016) (Figure 04).



Figure 4:Fruits de tomate (Originel ,2026).

➤ Graines

Les graines de tomate sont en forme de rein ou de poire, poilues, de couleur beige ayant de 3 à 5 mm de long et 2 à 4 mm de large. L'embryon est enroulé dans l'albumen (Figure 8). Mille graines pèsent approximativement 2,5 à 3,5 g (Gallais et Bannerot, 1992).

Selon Chaux et Foury (1994), chaque fruit contient un nombre important de graine allant de 80 à 500 graines



Figure 5:Graines de tomate (Si Mohammed, 2010).

1.1.4. Cycle de la plante

Le cycle de la tomate est très variable, sa durée totale s'étend de quatre mois à sept mois et demi en fonction des conditions de culture et de la variété. La levée des graines est assez

rapide et prend généralement 1 semaine. Il est recommandé d'élever les jeunes plants en pépinière durant 4 à 6 semaines et de les repiquer en plein champ par la suite.

Généralement, les premières fleurs apparaissent entre 3 et 6 semaines après le repiquage et la nouaison (formation des fruits) commence 1 semaine après l'apparition des premières fleurs.

Lorsque les conditions de maturation des fruits sont bonnes, ceux-ci peuvent être récoltés un mois après la nouaison soit 3 à 4 mois après le semis. La récolte est elle aussi très dépendante des conditions de culture et notamment de la pression des nuisibles (oiseaux, mouches des fruits) et des intempéries. Elle peut être écourtée à moins d'un mois comme s'étendre sur plus de 2 mois.

La tomate peut se cultiver toute l'année mais il est conseillé d'éviter la saison des pluies qui peut causer des dégâts importants en cas de fortes intempéries, sauf en cas de culture sous abris. (Direction de l'agriculture).

Le tableau 01 :ci-dessous présente un récapitulatif de la durée du cycle de la tomate en fonction des différentes étapes culturales et biologiques de la plante :

Tableau 1 : Récapitulatif de la durée du cycle de la tomate

Levée	Repiquage	Plantation	1 ère fleurs	Nouaison	Récolte	Fin récolte
1 semaine	2 semaines	1 à 1,5 mois	1,5 à 3 mois	2 à 3,5 mois	3 à 4,5 mois	3,5 à 7 mois

1.1.5. Importance médicinale et phytothérapeutique

Quelques mécanismes d'action ont été proposés pour expliquer cet effet protecteur, la présence d'antioxydants dans les fruits et les légumes pourraient jouer un rôle. La consommation de tomate joue plusieurs rôles :

- Excellent pour la santé du foie, car contient des traces d'éléments antitoxiques appelées chlorite et sulfure.
- Diminue l'hypertension grâce à son haut taux en potassium.
- Stimule les sécrétions digestives grâce à sa saveur acidulée.
- Contribue à la prévention des maladies cardiovasculaires, l'artériosclérose et la cécité.
- La prévention du cancer grâce à son teneur en pigments caroténoïdes antioxydants, notamment sa forte concentration en lycopène (3.5mg/125g de tomate) (Basu et Imrhan, 2006).

1.1.6. Valeur nutritionnel

La tomate, qui est largement consommée dans le monde, contribue à notre alimentation. Ce fruit, qui contient 93 % à 95 % d'eau, est très faible en calories et ne fournit pas plus de 19 000 calories, soit 63 000 joules, pour 100 grammes. Un excellent antioxydant, très riche en bêta carotène et en lycopène, et fournit des quantités appréciables de vitamines C, de provitamine A et de nombreuses vitamines du groupe B. la tomate est riche en minéraux, en particulier en potassium, magnésium et phosphore (Naika *et al.* 2005).

1.1.7. Les maladies de la tomates

1.1.7.1. Les maladies fongiques

Tableau 2: Les Maladies fongique de la tomate (Naika *et al.* 2005).

Maladies	Symptômes	Causées par
<i>Anthraxnose</i>	Tâches plus ou moins circulaires de 1 cm avec un centre noirâtre sur les fruits mûrs	<i>Colletotrichum coccodes</i>
<i>Mildiou</i>	Légères tâches 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 tâches sont blanches. Les fruits se couvrent de taches b	<i>Phytophthora infestans</i>
<i>Verticilliose</i>	Jaunissement en forme de V des feuilles de bas en haut suivi d'un flétrissement avec un léger brunissement des vaisseaux après une coup	<i>Verticillium albo-atrum</i>
<i>Alternariose</i>	Tâches rondes et brunes avec des cercles concentriques apparaissant sur les feuilles avec un diamètre de 1,5 cm. Des grosseurs peuvent apparaître sur les tiges et les feuilles. Les fleurs et les jeunes fruits tombent	<i>Alternaria solani</i>
<i>Flétrissure fusarienne</i>	Jaunissement des feuilles de bas en haut, apparition de racines avortées au bas de la tige, Tissus ligneux brun rougeâtre.	<i>Fusarium oxysporum f.sp. lycopersic</i>
<i>Pourriture des racines et du collet</i>	Brunissement des racines, de leur cylindre central et des vaisseaux situés au niveau du pivot et du collet, Flétrissement juste avant la	<i>Fusarium oxysporum f.sp. radicis-lycopersici</i>

	cueillette. Les feuilles hautes fanent avant les feuilles basses avec une décoloration jaune ou dorée. Les fruits n'ont pas leur brillance normale.	
--	---	--

1.1.7.2. Les maladies virales

Tableau 3: les maladies virales de la tomate (Snoussi, 2010).

Maladie virale	Symptômes et dégâts
Virus de la mosaïque du tabac (TMV)	Transmis par la semence et par voie mécanique donnant des plages d'un vert clair et vert foncé sur feuilles jeunes.
Virus de la mosaïque du tabac (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 (PYN)	Donne des nécroses sur feuilles avec dessèchement.
Stolbur	Maladie à mycoplasmes, reprise ici dans les maladies à virus car elle a des caractéristiques similaires aux symptômes de chloroses, prolifération des rameaux, réduction du feuillage, et transmission par les insectes (cicadelles).
Virus de la mosaïque du concombre (CMV)	.La plante est caractérisée par un raccourcissement marqué des entrenœuds, des pousses apicales qui lui confère un aspect compact et buissonnant. .Leurs folioles sont petites et roulées vers le haut. Les vieilles feuilles sont de taille normale et présentent une mosaïque légère. .Les rendements sont considérablement réduits et les fruits sont peu nombreux, petits et maturité inégale .Le CMV peut être acquis et transmis par plus de 80 espèces de pucerons des plantes infectées vers les plantes saines..

1.1.7.3. Les maladies bactériennes

Tableau 04: Les Principales maladies bactériennes de la tomate (Blancard, 2009).

Nom de la maladie	Nom de la maladie	Conditions favorables au développement
<i>Pseudomonas syringae</i> la moucheture bactérienne	Sur feuille, la maladie se manifeste sous forme de minuscules taches noires,	La bactérie peut survivre et se maintenir sur la plante sans manifester de symptôme

	entourées d'un halo jaune constituant le symptôme le plus caractéristique. . Sur fruit, Apparaissent de petites lésions superficielles brunes circulaires pouvant entraîner sa déformation.	Le développement de la maladie est favorisé par une humidité relative élevée, des températures d'environ 20°C et en particulier la présence de film d'eau sur les organes de la plante
<i>Xanthomonas campestris</i> La gale bactérienne	Se manifeste sous forme de taches sur toutes les parties aériennes de la plante. Ces taches sont souvent de taille plus grande que celles de la mouquette .Sur fruit, de petites pustules brunâtres d'aspect liégeux, sont observées. Au grossissement du fruit, ces gales s'entourent d'un halo huileux	La maladie est transmise par la semence. Elle est favorisée par des températures assez élevées (optimum 25°C). la pénétration dans les tissus se fait par les ouvertures ou par des blessures accidentelles. La bactérie se conserve dans les débris des récoltes.
<i>Clavibacter michiganensis</i> Le chancre bactérien	La maladie se manifeste souvent par un flétrissement, souvent unilatéral, qui débute par la base des feuilles. Les folioles s'incurvent sur les bords avant de flétrir .Des stries noires apparaissent souvent sur les pétioles et sur les tiges .Une coupe longitudinale de la tige permet de montrer un fil blanchâtre, jaunâtre ou brunâtre au niveau des tissus vasculaires. .Sur fruit, se forment souvent de petites taches blanchâtres dont le centre brunit et s'entoure d'un halo jaune clair qu'on appelle «œil de oiseau »	Une température de 18 à 24°C avec plus de 80% d'humidité permettra le développement et la croissance de cette dernière. Comme la plupart des bactéries, elle est favorisée par des périodes climatiques humides. Les plantes plus vigoureuses après un apport d'azote, serait plus sensible.

1.1.8. Les Ravageurs.

Tableau 4: Les ravageurs de la tomate (Ziris, 2011).

Insectes et ravageurs	Nom scientifique	Symptômes et dégâts
<i>Nématodes à galles</i>	<i>Meloidogyne incognito</i>	Des galles se forment sur les

	<i>chitwood</i> .et <i>M .arenaria</i> <i>Neal</i>	racines des plantes attaquées. La tige rabougrit, les feuilles jaunissent, puis la plante dépéri
<i>Acariens</i>	<i>Tetranychu</i> , (<i>Urticae Koche</i> , 1836). et <i>T .cinnabarinus</i> (<i>Boisduval</i> , 1867).	La face inférieure des folioles devient brune à bronzée. Et l'épiderme des fruits présente des craquelures.
<i>Noctuelles terricoles</i> <i>Noctuelles des fruits</i>	<i>Agrostis segetum</i> , (<i>Oberdorfer</i> ,1938) <i>Chloridea armigera</i> , (<i>Hampson</i> , 1903)	Les jeunes chenilles dévorent le collet et entraînent la mort de la plante.
<i>Aleurodes</i>	<i>Trialeurodes vapparariorum</i> (<i>Westwood</i> , 1856) et <i>Bemisia tabaci</i> (<i>Gennadius</i> , 1889).	Rabougrissement des apex et développement de fumagine sur le miellat produit par les larves, plus transmission des virus TOCV, TICV et TYLCV
<i>Mineuses</i>	<i>Liriomyza trifolii</i> (<i>Burgess</i> , 1880), <i>L.strigata</i> (<i>Meigen</i> , 1830) et <i>Tuta absoluta</i> <i>Meyrick</i> .	Les larves creuses de galeries dans le limbe des feuilles âgées
<i>Pucerons</i>	<i>Macrosyphone eneuphorbiae</i> (<i>Buninge</i> , 1985) <i>Myzu persicae</i> (<i>Sulze</i> , 1776)	Enroulement des feuilles, développement de la fumagine et transmission de virus.

1.2.Maladie l'anternariose

L'alternariose a été décrite pour la première fois en 1892. Elle constitue un vrai problème dans de nombreuses régions du monde où elle affecte non seulement la pomme de terre, mais aussi la tomate et d'autres solanacées (Tymon et *al*, 2013). Elle entraîne parfois des défoliations importantes à l'origine d'une réduction des rendements (Blancard et *al*, 2012). Sur les cultures de Solanacées, ces champignons provoquent une perte de rendement, des dommages aux fruits et légumes et par conséquent une perte économique pour l'agriculteur (Snoussi, 2009).

L'alternariose est une maladie très présente en Algérie, elle affecte toutes les productions de plein champ et sous les tunnels plastique (serre), les conséquences de la défoliation sont

graves, elles contribuent au ralentissement et à la diminution de la production voir même la perte de fruits (Itcmi, 2010).

1.2.1. L'agent pathogène : *Alternaria Solani* .

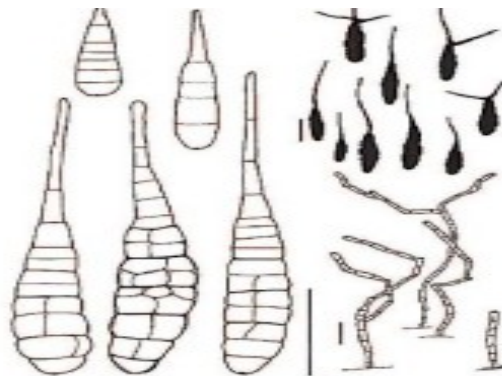
Le genre *Alternaria* renferme plus de 100 espèces de champignons extrêmement répandues dans l'environnement (Guillemette, 2003). La plupart de ces espèces sont des agents pathogènes pour l'homme, pour les insectes ou pour les plantes, mais d'autres sont saprophytes et font partie des champignons du sol et se nourrissent des tissus de plantes

(Sadwosky et al, 2002)

Cependant la majorité des espèces du genre *Alternaria* sont des champignons phytopathogènes affectant de nombreuses plantes, notamment arbres fruitiers, plantes maraîchères et ornementales, et causant des pertes post-récolte importantes chez les fruits et les légumes entreposés (Lawrence et al. 2013),

L'Altrnaria. solani est caractérisé par des conidies de couleur pales dorés à brun olivâtre, généralement solitaires, rarement dans des chaines courtes, droites ou légèrement incurvées, obclavées ou ellipsoïdales et effilée à un bec, qui peut être plus long que le corps de la conidie (figure07).

Elles mesurent entre 150-300 µm de long et entre 15-19 µm de largeur (Ganie et al. 2013). Cet agent pathogène affecte aussi la pomme de terre, l'aubergine et d'autres Solanacées.



Les plantes de
d'être
attaquées
par
plusieurs

Figure 6:Conidies et conidiophores de la souche A.solani représentative E.G.S.44 098 (Simmons, 2007) CBS fungal diversity, 185-187. Bar=50µm

tomates sont susceptibles

espèces d'*Alternaria*, parmi lesquels des espèces à grosses spores comme *Alternaria..solani* Sorauer et *Alternaria. tomatophila* E.G. Simmons (Bessadat et al, 2017, Ayad et al, 2018).

Simmons (2000,2007) a également décrit de nouvelles espèces responsables de l'*alternariose* de tomate qui sont morphologiquement très similaires à *Asolani* et *A.tomatophila*. Il s'agit notamment d'*Alternaria.cretica* E.G. Simmons et Vakal sur *Lycopersicum var. esculentum*, et

Alternaria. subcylindrica E.G. Simmons et R.G. Roberts sur *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*.

1.2.2. Taxonomie

Classification taxonomique de l'*Alternaria* sp. Selon catalogue of life (25 mars 2016)

Règne.....Fungi

Division.....Ascomycota

Classe.....Dothideomycetes

Ordre.....Pleosporales

Famille.....Pleosporaceae

Genre.....*Alternaria*

Espèce.....*Alternaria solani*.L

1.2.3. Les symptômes

▪ Sur feuille

L'infection par *Alternaria spp.* attaque en premier lieu les feuilles les plus âgées (Rotem, 1994). Les premiers symptômes de la maladie dans les champs sont précoces et se traduisent par l'apparition des petites taches brunes à noires, irrégulières et chlorotiques à la périphérie, entourées d'un halo jaune clair de quelques millimètres constituées d'anneaux concentriques (figure07).

Cette coloration jaune est due à la libération des toxines par le champignon qui détruisent les cellules du feuillage (Blancard *et al* 2012). Les taches nécrotiques apparaissent habituellement quelques semaines après la levée de la plante.



Figure 7: Symptômes d'*Alternaria solani* sur feuilles de tomate(Original.2026)

▪ Sur fruits

Les symptômes sur fruit apparaissent sous forme de taches foncées, d'aspect velouté, et enfoncées dans le fruit (Chaerani et Voorrips, 2006) (figure08).

Ces taches se développent à partir des contaminations qui peuvent avoir lieu par l'intermédiaire de blessures comme les fentes de croissance (Blancard *et al*, 2009), ou parfois à partir du mycélium qui s'étend à partir des lésions de la tige et se prolonge profondément dans la chair du fruit (Sherf et MacNab, 1986). Les fruits verts comme les fruits mûrs peuvent être touchés ; ceux à maturité avancée sont peu ou pas affectés.

Les fortes attaques d'*Alternariose* peuvent aussi être à l'origine de la réduction de la taille et du nombre de fruits produits (Blancard *et al*, 2009).



Figure 8:Symptômes d'*Alternaria solani* sur fruit de tomate (Original 2026)

▪ Sur tiges

Sur la tige principale et les branches latérales des plantes adultes, le pathogène provoque de petites lésions sombres et légèrement enfoncées qui s'élargissent pour former des taches allongées brunes foncé, sèches, avec parfois des anneaux concentriques (Chaerani et Voorrips, 2006).

Des chancres plus au moins allongées peuvent apparaître sur les tiges à la ligne du sol, provoquant une ceinture partielle du collet appelée pourriture du collet (Sherf et MacNab, 1986) (figure09). Cette dernière détruit le système vasculaire de la plante (Foolad *et al*, 2008) et sert également comme source d'inoculum (Adhikari *et al*, 2017).



Figure 9:Symptômes d'*Alternaria solani* sur tige de tomate(Original.2026)

1.2.4. Cycle infectieux

L'alternariose est favorisé par un cycle infectieux similaire pour toutes les espèces d'*Alternaria*, responsable de cette maladie (Farrar *et al*, 2004). Ce cycle est devisé en plusieurs stades : conservation, pénétration et invasion, sporulation puis dissémination (Figure10).

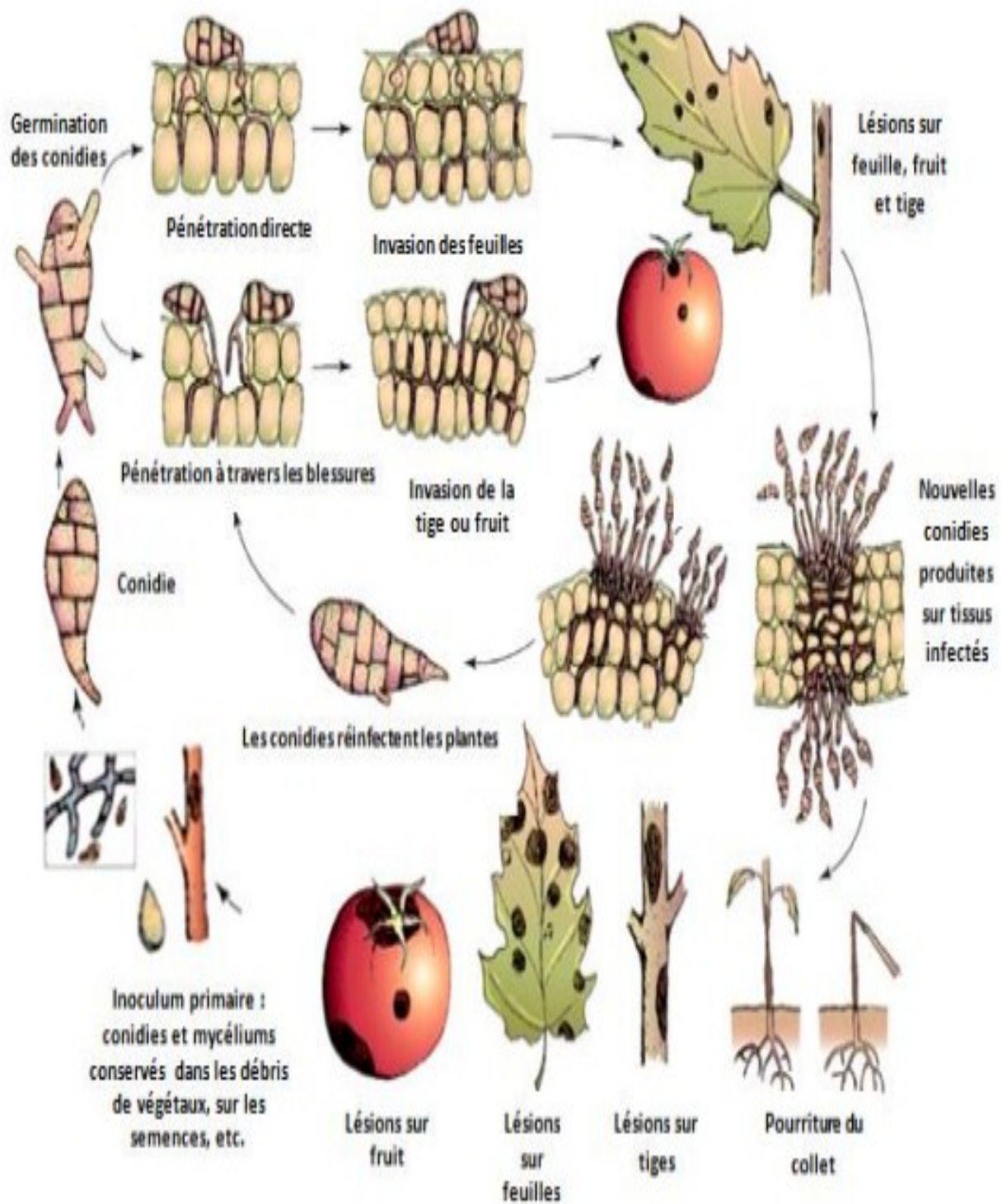


Figure 10: Processus d'infection et développement des symptômes de la maladie d'*Alternariose* chez la tomate (Agrios, 2005)

1.2.5. Moyens de la lutte

✓ Pratiques culturales

Les bonnes pratiques culturales contribuent à minimiser l'incidence et la propagation de la maladie de la brûlure foliaire, elles comprennent l'utilisation de semences propres et la rotation des cultures assez longues, de l'ordre de 3 à 4 années, Il convient aussi d'éliminer complètement les débris de plantes à la fin de la saison de récolte pouvant servir d'hôtes intermédiaires (Blancard *et al*, 2012) ;(Rodriguez *et al*, 2007).

En outre, l'augmentation de l'espacement entre les plantes permet d'améliorer la circulation d'air et favoriser le séchage des plantes doit aider à éliminer l'excès d'humidité. La fertilité semble aussi jouer un rôle dans la gestion de la maladie, puisque les plantes bien drainées semblent être plus résistantes à la maladie. Il est connu, par exemple qu'un sol peu drainé en azote ou une carence de ce dernier augmente la sensibilité des cultures de Solanacées à *Alternaria solani* (Nasraoui, 2006).

Sachant aussi, les différentes techniques d'irrigation agissent directement sur la survie et la dispersion de l'inoculum au sein des cultures, elle varie selon la technique appliquée (déversement, irrigation à la raie, irrigation à la goutte à goutte, aspersion). Une bonne gestion de celle-ci constitue un moyen de lutte efficace contre *Alternaria solani* qui persiste dans les débris sec de pomme de terre et de tomate et qui produit ses spores la nuit, si les journées sont humides et la rosée nocturne est abondante, l'aspersion n'accroît pas l'infection. Par contre une rosée nocturne abondante alterne avec une sécheresse diurne, l'aspersion faite pendant le jour accroît fortement l'infection (Le poivre, 2003)

✓ Lutte biologique

Quelques études de cas sur *Trichoderma spp.* connu depuis longtemps (Bisby, 1939), est utilisé comme agent de lutte contre les phytopathogènes du sol (Baker et Cook, 1974 ; Papavizas *et al.* 1982), ce champignon a une adaptation écologique très large, sa capacité à croître sur des substrats très peu coûteux, en font un candidat potentiellement intéressant pour de nombreuses applications en lutte biologique (Amsellem *et al.*, 1999). Les propriétés antagonistes des *Trichoderma spp* s'expliquent par la compétition pour les éléments nutritifs, l'antibiose ainsi que le parasitisme (Yedidia *et al.* 2000).

Trichoderma spp est commercialisé pour lutter contre les agents de fontes de semis, il occupe 50% des BCA fongique mis sur le marché (Verma *et al.* 2007). Un autre exemple de travaux menés sur *Bacillus spp* autant qu'agents de lutte contre les pathogènes des produits récoltés et stockés (Sharma *et al.* 2009).

Le premier travail sur le contrôle de la pourriture brune des fruits à noyau par *Bacillus subtilis* était initié par Pusey & Wilson (1984) ; depuis, beaucoup d'antagonistes ont été identifiés et utilisés pour le contrôle de l'*Alternariose* sur différents fruits et légumes. L'inoculation artificielle par des agents antagonistes est plus efficace pour le contrôle de l'*Alternariose* sur fruits et légumes que d'autres moyens.

Des produits à base de *Bacillus* sont couramment utilisés en agriculture comme biopesticides, fongicides et stimulateurs de la croissance chez les plantes. Certaines espèces de *Bacillus* ont aussi un effet bactéricide et nématocide (Pérez-Gacia *et al*, 2011).

✓ Lutte chimique

Les fongicides sont couramment utilisés pour contrôler la brûlure foliaire et sont constitués de produits protecteurs comme le mancozèbe (Dithane) et le chlorothalonil (Bravo), le manèbe, l'iprodione, le difénoconazole, le cymoxanil + famoxadone, le thiophanate-méthyle et le famoxadone ou des fongicides systémiques appartenant à la classe des strobilurines comme l'azoxystrobine, la pyrachlostrobine et la picoxystrobine (Blancard *et al*, 2012).

Tableau 5: Les principales matières actives efficaces contre *Alternaria sp*

Matière active	Référence
Difénoconazole	Farooq <i>et al.</i> (2018); Schutte <i>et al.</i> (1994); Eckert et Bretschneider, (1981); Stuart <i>et al.</i> (2009)
Mancozèbe	Krause <i>et al.</i> (1999); Farooq <i>et al.</i> (2018); Stuart <i>et al.</i> (2009); Swart <i>et al.</i> (1998)
Composés à base de cuivre	Krause <i>et al.</i> (1999); Stuart <i>et al.</i> (2009); Vicent <i>et al.</i> (2007)
Tebuconazole	Schutte <i>et al.</i> (1994); Stuart <i>et al.</i> (2009); Swart <i>et al.</i> (1998)
Azoxystrobine	Sadowsky <i>et al.</i> (2002); Farooq <i>et al.</i> (2018); Miles <i>et al.</i> (2005).
Procymidone	Krause <i>et al.</i> (1999); Swart <i>et al.</i> (1998)
Métalaxyl + Mancozèbe ; Azoxystrobine + Difénoconazole; Chlorothalonil, Hexaconazole et Dodine	Farooq <i>et al.</i> (2018)
Imazalil, 2,4-D	Eckert et Bretschneider, (1981)
Pyraclostrobine	Sadowsky <i>et al.</i> (2002)

1.3. L'espèce *Nerium oleander*.

Le nom latin de l'espèce, *Nerium*, vient du mot grec nerion, qui signifie « humide », indiquant la préférence de la plante pour les régions humides. Originaire d'Afrique du Nord, *Nerium oleander L* est commun dans toute l'Algérie (Delille, 2007), où l'on trouve des arbustes à fleurs sur le parcours des oueds et même en bordures des oueds. C'est un arbuste ornemental de 2 à 4 m de haut, qui fleurit de juin à septembre, aux fleurs roses, parfois rouges ou blanches et aux feuilles allongées vertes.

Nerium oleander L est considérée comme une plante vénéneuse. Il contient des glycosides toxiques qui peuvent notamment causer des problèmes cardiaques chez les herbivores et autres consommateurs occasionnels comme les chiens, les rongeurs, les oiseaux... et même l'homme (Bezaze, 2011).

1.3.1. Présentation de la famille Apocynaceae

1.3.1.1. Aspects botanique

La famille des Apocynaceae est connue pour son importance en tant que source de substances médicinales majeures telles que la vincristine, la vinblastine, la vincamine, etc (Hostettman et al., 2000). Cette famille comprend plus de 180 genres et plus de 1300 espèces, principalement répartis dans la zone intertropicale et divisées en 4 sousfamilles (Gaussen et al, 1982) (tableau 07)

Tableau 6: Sous familles

Sous-famille	Genres	Distribution géographique
Apocynoideae	<i>Apocynum</i>	Amérique du Nord, Mexique
	<i>Nerium</i>	A méditerranée au Japon
	<i>Strophanthus</i>	De l'Afrique à la Malaisie
Plumériodeae	<i>Plumeria</i>	Amérique chaude
Tabernaemontanoideae	<i>Tabernaemontana</i>	Tropique
Cerbéroideae	<i>Cerbera</i>	Madagascar

1.3.1.2. Toxicité

Laurier rose est une plante toxique par ingestion de ses différentes parties (feuilles, fleurs, tiges, etc.). Sa toxicité pour l'homme, les animaux et certains insectes a fait l'objet de plusieurs études (Almahy et al, 2006) et est plus souvent associée à des intoxications accidentelles chez les enfants et même les animaux de compagnie (Bruneton, 2001) Cependant, les toxicologues du monde entier recueillent régulièrement des tentatives de suicide de *Nerium*, ainsi qu'un cas d'utilisation criminelle (Bourgeois et al, 2005).

L'ingestion d'une feuille verte ou sèche peut entraîner une intoxication, qui peut être mortelle chez les adultes. Premiers signes d'intoxication : perte de connaissance, irritation des muqueuses, nausées, vomissements, douleurs abdominales, diarrhée, difficultés respiratoires, problèmes cardiaques sévères, parfois brûlures cutanées chez les sujets sensibles. Les symptômes apparaissent plusieurs heures (72 heures) après l'ingestion de la dose toxique (Adom *et al*, 2003). Les hétérosides cardiotoniques principaux constituants de *Nerium* les toxiques sont reconnus à cette espèce (Bruneton, 2001).

1.3.2. Systématique :

Selon classification botanique des angiospermes (Apg Iii, 2009) la classification botanique de l'espèce *Nerium oleander L.* est comme suite :

Tableau 7:Position systématique de l'espèce *Nerium oleander L* (ApgIii, 2009)

Règne	Végétale
Sous règne	Plante
Division	Angiosperme
Classe	Dicotylédones
Ordre	Gentianales
Famille	Apocynaceae
Genre	<i>Nerium</i>
Espèce	<i>oleander L.</i>
Nom scientifique	<i>Nerium oleander L.</i>

Nerium oleander est connu sous différentes dénominations communes selon les pays et régions considérés le tableau 3 montres ces différentes nomenclatures vernaculaires.

Tableau 09: Les différentes étiquettes de la plante de *Nerium oleander L.* à travers le monde (Inchem, 2005).

Tableau 8: Les différentes étiquettes de la plante de *Nerium oleander L* à travers le monde(Inchem, 2005).

Pays	Nom communes
Puerto Rico, Spain	Adelfa
Puerto Rico	AlheliExtranjero

Catalunya-Spain	Baladr
Brazil	Loureiro rosa, Loandro, Flor de Sao Jose, Espirradeira
Argentina Uruguay	Laurel rosa. Laurel de jardín
France	Laurier rose
Hawaii	Oleana, Oliwa
Cuba	Rosa Francesa
Brazil, UK, USA	Oleander
Mexico	Rosa Laurel
Algérie, nord d'Afrique	Defla
Pays de golf	Adefla- atefla- alghar al waredi

1.3.3. Description et morphologique

Nerium oleander L est un arbuste érigé d'une hauteur de 2 à 4m et d'un maximum de 5m. Ses racines sont blanches et contiennent un lait très astringent et clairsemé. Le bois contient aussi beaucoup de sève amère, laiteuse ou translucide. Feuilles persistantes, à 3 verticilles ou opposées, grêles, coriaces, lancéolées, d'une longueur moyenne de 15 cm et d'une largeur de 2,5 cm. Il y a du vert foncé.

Les fleurs, généralement roses, sont disposées en corymbes terminaux. La corolle mesure 4 à 5 cm de diamètre et s'ouvre en cinq lobes dépliés, qui peuvent être doubles ou simples, et se déclinent en une variété de couleurs. Le fruit apparaît plus tard. Il contient des petites graines molles avec de la papaye sessile sur le dessus qui aident à la propagation dans l'air (Jouve, 2009).

❖ Feuilles

Opposées ou verticillées par 3, longuement lancéolées (8-14 x 5-2.5cm), coriaces, à nervures secondaires pennées, très nombreuses, serrées (Delille, 2010) (Figure 11).



Figure 11: Les feuilles de *Nerium oleander L*. (Originel ,2026).

❖ Fleurs

En corymbes terminaux, ont une corole infundibuliforme à gorge roses évasant en 5 lobes étalés et ornés d'un appendice à 3-4 dents courtes elles 23 s'épanouissent de juin à septembre, sont de teinte rose ou blanche, disposées en corymbe (Delille, 2007).



Figure 12: Les fleurs de *Nerium oleander L* (Originel,2026).

❖ **Fruit**

Brun fauve, de 10 à 12 cm, mince et presque cylindrique, forme de deux parties qui à maturité, se séparent et s'enroulent tout en restant réunies par la base (Hammiche et al, 2007). Comporte deux follicules allongés (8-16 x 0.5-1.5 cm), soudés jusqu'au début de la déhiscence.

❖ **Graine**

Duveteuse, est surmontée d'une aigrette sessile qui en facilite la diffusion (Jouve, 2009).



Figure 13: Fruit et graine de *Nerium oleander L* (Salguero Quiles, 2004)

1.3.4. Aspect chimique

Les études phytochimiques effectuées sur le *Nerium oleander L.* ont permis d'isoler un grand nombre de métabolites secondaires tels que les cardénolides, tritèrènes, prégnanes, flavonoïdes, coumarines et des dérivés stéroïdiques (Hanson, 1985).

Une trentaine de cardénolides ont été séparés ou caractérisés, majoritairement représentés par l'*oleandrine*, (Paris *et al.* 1971). Toute la plante est dangereuse, ni l'ébullition ni la dessiccation des feuilles ne permettent d'inactiver les toxines constituées essentiellement d'hétérosides cardénolides (Bruneton, 1999).

Tableau 9: Constituants chimiques des différentes parties de *Nerium oleander L*

Parties utilisées	Les substances composées(référence)
Feuilles	Parties
	Triterpènes (Hanson, 1997)
Racines	Cardénolides (Paris, 1999)
Défèrente Parties	Cardénolides (Hanson, 1985)
	Flavonoïdes (Hanson, 1985)
	Coumarines (Hanson, 1985)
	Phytostérols (Hanson, 1985)

1.4. L'espèce *Atriplex halimus*

L'Atriplex a plusieurs noms communs attribués indifféremment : pourpier de mer, arroche marine, arroche des sables, sea orache, méditerranéen salta bush ou shrabby orache et en arabe G'atef ou Raghl. Les espèces d'*Atriplex* sont nombreuses. On peut en citer : *Atriplex halimus*, *Atriplex nummularia*, *Atriplex lentiformis*, *Atriplex amnicola*, *Atriplex canescens*, ...ect. Par leur richesse en protéines A (Ouldkadour, 2019).

La famille des Amaranthacées comprend le plus grand nombre d'halophytes avec 174 genres et 2122 espèces. Les *Atriplex* sont des arbustes vivaces appartenant à cette famille et renfermant 305 espèces (Anonyme, 2013).

Plante halophyte typique des milieux arides, *Atriplex halimus L.*, connue localement sous le nom de Guettaf, se distingue par sa forte tolérance à la salinité, sa richesse biochimique et sa large gamme d'usages traditionnels et modernes. Présente à l'état spontané dans de nombreuses régions d'Algérie, elle joue un rôle important à la fois écologique, médicinal et

fourrager, tout en suscitant un intérêt croissant pour la remédiation des sols et les applications en phytothérapie (Ouldkadour, 2019).



Figure 14:Touffe d'*Atriplex halimus* (Originale 2026)

1.4.1. Taxonomie d'*Atriplex halimus*

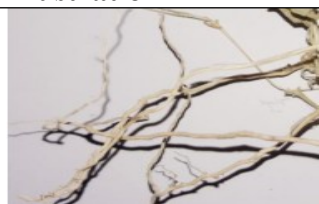
Tableau 10:Classification systématique de l'*Atriplex halimus* L (Belhadi et bellil, 2022)

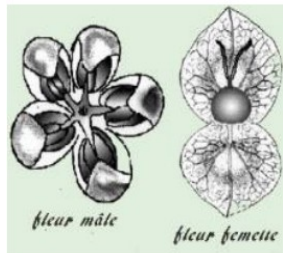
taxonomique Niveau	Classification
Règne	Plantae (Plantes)
Embranchement	Spermatophyta (Phanérogames)
Classe	Dicotyledones
Sous-classe	Apétales
Ordre	Centrospermales
Famille	Chenopodiaceae (ou Amaranthaceae)
Genre	<i>Atriplex</i>
Espèce	<i>Atriplex halimus</i> L.
Nom vernaculaire	Gtafe

1.4.2.Description morphologique

L' *Atriplex halimus* est l'espèce la plus importante du genre *Atriplex*, c'est une plante arbustive pérenne très polymorphe (Talamali *et al*, 2007). La description des différentes parties de la plante est présentée dans le Tableau12

Tableau 11: Description morphologied'*Atriplexhalimus* L

Partie de Plante	Description	Illustration
Racines	Les racines d' <i>Atriplex halimus</i> sont pivotantes atteignant jusqu'à 5 mètres de profondeur, elles sont très développées et permettent d'atteindre des réserves profondes d'eau (Ilyas, 2013)	 Guettoche, 2021
Tiges	Les tiges sont ligneuses, vaguement anguleuses dans	

	leur longueur, très ramifiées et entièrement feuillées. Elles sont de couleur blanche grisâtre (Ilyas, 2013)	 Original (2026)
Feuilles	Les feuilles sont ovales triangulaires et de grande dimension atteignant jusqu'à 6 cm de longueur, Elles sont plus ou moins atténuées, cunéiformes a la base et obtus. Les feuilles situées au niveau de la partie supérieures sont plus étroites et aigues (Ilyas, 2013)	 Original (2026)
Fleure	Les plantes sont monoïques et portent des inflorescences en panicules d'épis terminales avec des fleurs mâles au sommet et des fleurs femelles a la base (Ilyas, 2013)	 (Talamali et al., 2001).
Fruits	Les fruits sont composés par les deux bractées, arrondies ils sont entiers, lisses ou tomenteux, droites ou recurvées (Berri, 2008).	 Original (2026)
Graines	Les grains sont verticales lenticulaires de couleur brun foncé, de 2mm de diamètre environ. Elles sont ternes et entourées de péricarpe membraneux (Berri, 2008).	 Original (2026)

1.4.3. Les espèces d'Atriplex en l'Algérie :

Tableau 12:Réparation des différentes espèces d'Atriplex en Algérie (Maâlem,2011)

Espèces	Nom	Localisation
Annuelles (Différents par la forme des feuilles, du port 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

		et très rare dans les autres régions
	<i>A.patula L.</i>	Assez commune dans le Tell et très rare à Aflou
	<i>A.tatarica L.</i>	Annaba et Seul (très rare)
	<i>A.rosea L.</i>	Biskra et sur le littoral d'Alger et d'Oran (très rare) Sahara septentrional (assez commune), Sahara central (rare)
	<i>A.dimorphostegia</i>	Sahara septentrional (assez commune), Sahara central (rare).
	<i>A.tornabeni Tineo</i>	Sahel d'Alger Golfe D'Arzew (très rare)
Vivaces (différentes par la forme des feuilles, la taille de l'arbrisseau, le port des tiges et l'aspect du périanthe)	<i>A .portulacoides L</i>	Assez commune dans le Tell
	<i>A.halimus L.</i>	Commune dans toutes les régions aride et semi-aride d'Algérie
	<i>A.mollis Desf</i>	Biskra et Oued-El-Khir
	<i>A.coriacca forsk.</i>	Très rare dans les territoires algériens
	<i>A.glauca L.</i>	Commune dans la majorité des étages bioclimatique en Algérie

1.4.4. La composition chimique de l'*Atriplex halimus.L* :

1.4.4.1. La composition organique:

La composition chimique de l'*Atriplex halimus* dépend de plusieurs paramètres tels que le climat, l'âge de la plante et la saison (Abbade *et al*, 2004). Cette matière végétale est très riche en protéines, fibres, sels minéraux (Esplin *et al*, 1937), en vitamines A, C, et D (Nedjimi *et al*, 2013) et saponines, les alcaloïdes les flavonoïdes (Emam, 2011).

1.4.4.2. La composition minérale d'*Atriplex halimus* :

Tableau 13:Composition minérale d'un l'*Atriplex halimus.L* (Niekerk *et al*, 2004)

Composition minérales/L'espèce	<i>Atriplex halimus L.</i>
Calcium (Ca) (g /kg)	21,5 (±3,7)
Phosphore (P) (g /kg)	1,92 (±0,3)
Magnésium (Mg) (g/kg)	20,3 (±4,3)
Sélénium (Se) (g/kg)	22 (±8)
Zinc (Zn) (g/kg)	103 (±27)
Manganèse (Mn) (g/kg)	395 (±49)

1.4.5. Intérêts de l'*Atriplex halimus*

❖ Utilisation fourragère

L' *Atriplex halimus* L. est reconnu comme une plante fourragère de premier plan dans les régions arides et steppiques. Sa capacité à produire un feuillage riche en azote, même en conditions de forte salinité et de sécheresse, en fait une ressource précieuse pour nourrir les troupeaux, notamment les dromadaires.

Elle peut atteindre jusqu'à 3 tonnes de matière sèche par hectare et être exploitée aussi bien en pâturage direct qu'en fourrage coupé. Cette espèce est également utilisée pour reconstituer les parcours dégradés et renforcer la sécurité alimentaire du cheptel en périodes critiques (Nedjimi et al. 2013).

❖ Utilisation en remédiation des sols

Grâce à sa forte tolérance au sel et à la sécheresse, l'*Atriplex halimus* L. joue un rôle écologique central dans la réhabilitation des sols dégradés. Enracinée profondément, et amélioration de la structure des sols, limite l'érosion et contribue à la fixation des dunes et à la lutte contre la désertification. Elle est souvent implantée sur les chotts et sebkhas en association avec d'autres halophytes pour restaurer les écosystèmes fragilisés, montrant ainsi un double intérêt écologique et agro-pastoral (Nedjimi et al, 2013).

❖ Utilisation de la plante en phytoremédiation

L' *Atriplex halimus* L. suscite un intérêt croissant en raison de sa plasticité écologique, de sa richesse phytochimique et de sa capacité à s'adapter aux milieux dégradés. En plus de son rôle traditionnel en tant que fourrage pour le bétail, cette plante trouve aujourd'hui des applications innovantes, notamment dans les domaines de la remédiation environnementale, de l'agroécologie, de la pharmacopée et de la cosmétique naturelle (Ouldkadour, 2019).

Matériel et méthodes

Chapitre II :Matériel et méthodes

2.1. Objectif

L'objectif principal de ce travail consiste à valoriser, en phytopathologie, deux plantes à savoir *Altriplex halimus*, *Nerium oleander*. Pour ce faire, nous somme proposé de mettre en évidence l'effet antifongique des extraits végétaux obtenus par macération aqueuse sur l'agent phytopathogen *Alternaria solani* .

2.2. Présentaion de lieu de travail

Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire de protection des végétaux et biochimie de la faculté des sciences de la nature et de la vie (SNV) de l'université Abd El Hamid Ibn Badis de Mostaganem.

2.3.Protocol expérimental :

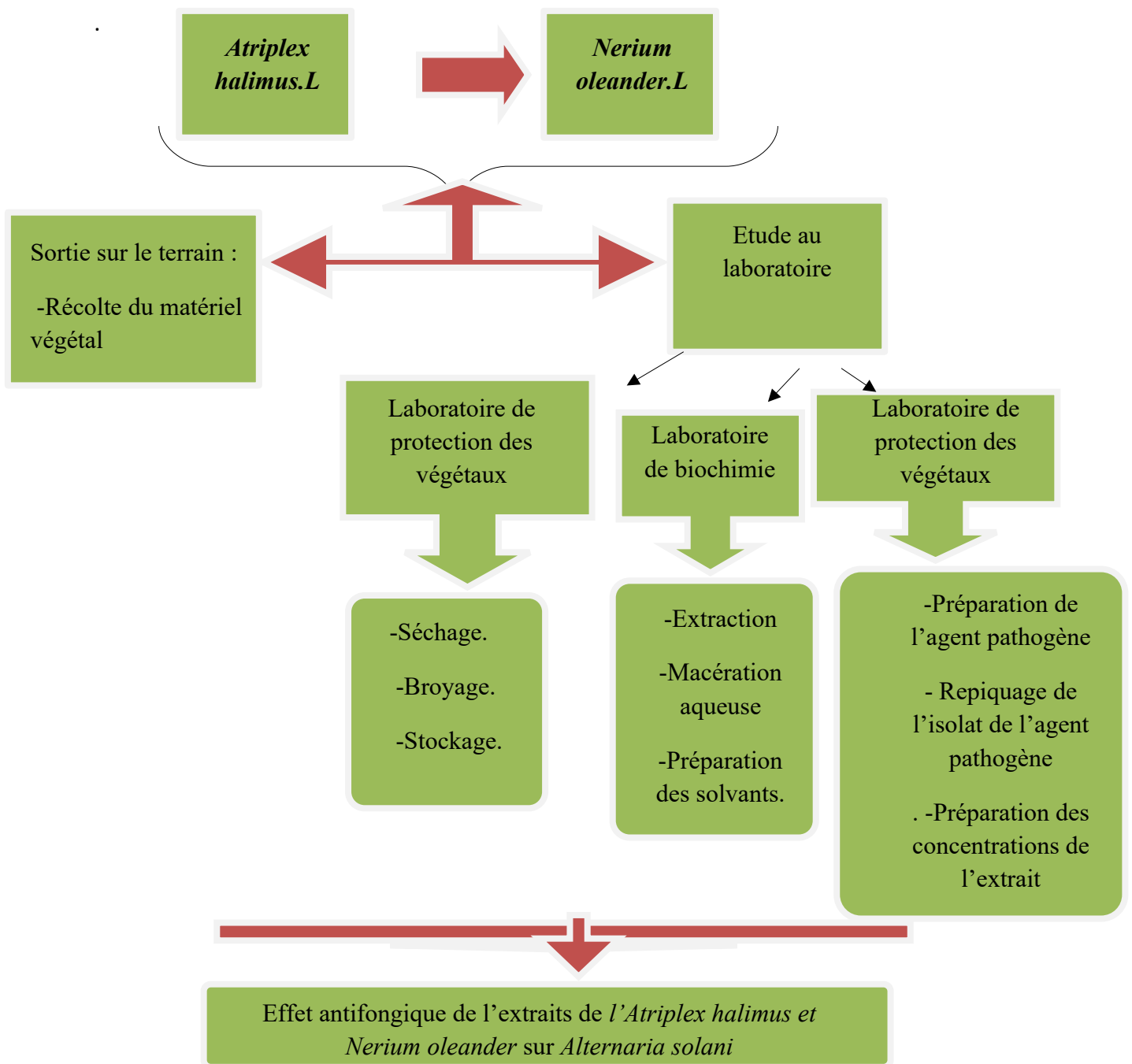


Figure15: Protocol expérimentation

2.4. Matériel biologique

2.4.1. Matériel végétal

Dans cette étude, le matériel végétal utilisé comprend les parties aériennes (feuilles et tiges) de deux espèces : *Atriplex halimus* L. (Amaranthaceae) *Nerium oleander* L.(Apocynaceae)

2.4.1.1. *L'Atriplex halimus*

La collecte des plantes a été effectuée lors d'une sortie sur le terrain le 15 février 2025, sur le site de Matarba dans la wilaya de Mostaganem.

Cette zone côtière se distingue par sa diversité floristique, avec des peuplements importants d'*Atriplex halimus* et d'autres espèces halophytes. Les coordonnées du site sont indiquées dans le tableau 15

Tableau 14:Cordonnée géographique du site

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

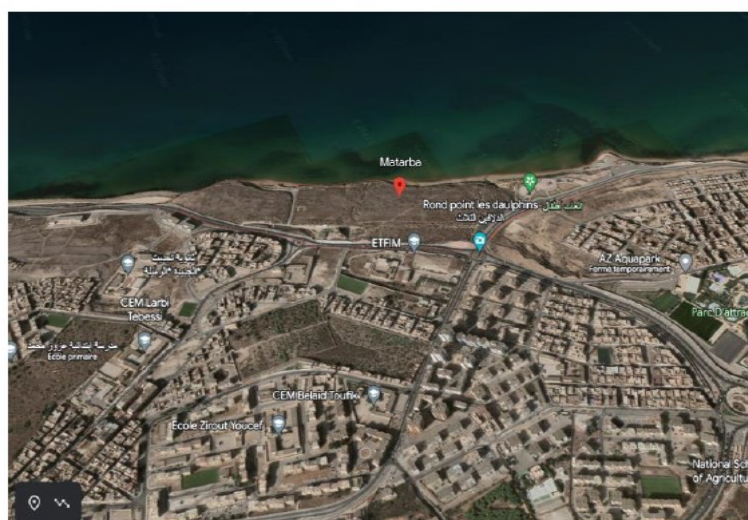


Figure 15:Carte de situation (Google earth)



Figure 16:Site Matarba (Originale, 2026)

2.4.1.2. *Nerium oleander*

La collecte au niveau du jardin de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (SNV) de l'Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem. Les échantillons végétaux ont été transportés au laboratoire pour les différentes analyses expérimentales

Tableau 15:Cordonnée géographique du site (ITA)

Site	Latitude	Longitude	Altitude
ITA	35°55'59.2"N	0°0 5'17.4"E	100 m

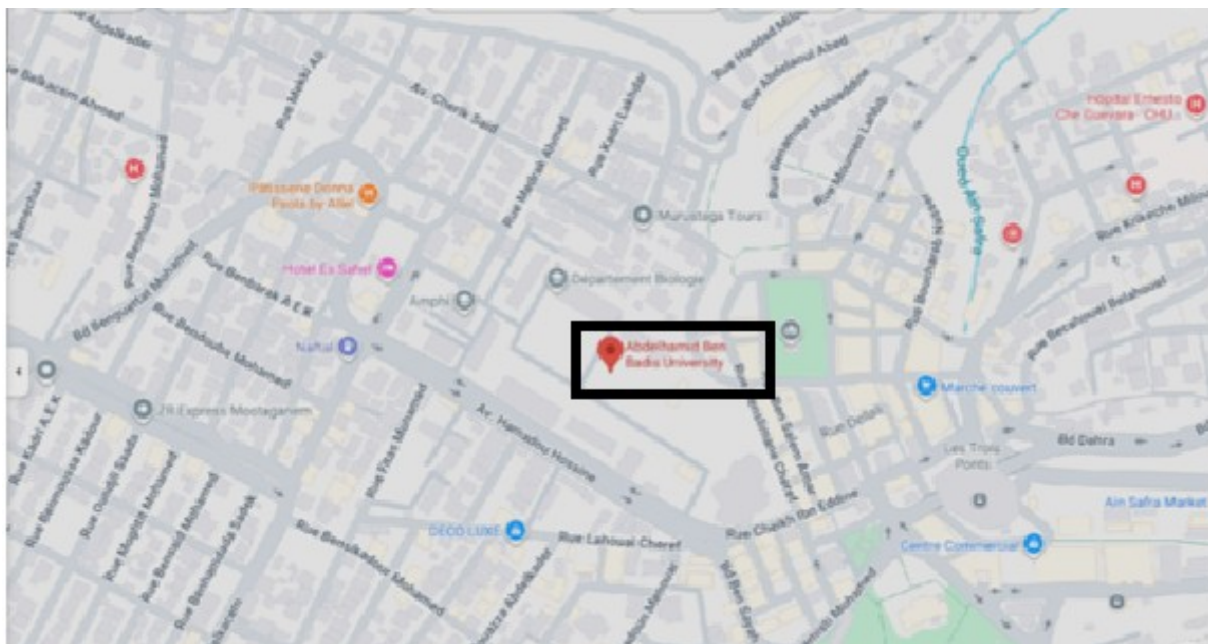


Figure 17: Carte de situation (Googel earth)



Figure 18: Site ITA (Originale, 2026)

2.4.2. Matériel fongique

L'isolat d' *Alternaria solani* utilisé dans cette étude a été obtenu à partir de différents organes de la tomate (fruits, tiges et feuilles) présentant des symptômes caractéristiques d'*Alternariose*.

2.4.2.1. Méthodes utilisées :

2.4.2.1.1. Isolement du champignon à partir d'échantillons infectés

Pour isoler le champignon pathogène, nous avons appliqué un protocole de désinfection rigoureux comme suit :

- ❖ Découpage : Nous avons découpé les tissus infectés (feuilles, tiges et fruits) en petits fragments d'environ 5 mm, prélevés à la zone de transition entre les parties saines et les zones nécrosées.
- ❖ Désinfection : Les fragments ont été immergés dans une solution d'eau de javel diluée Pendant une minute, puis rincés à trois reprises avec de l'eau distillée stérile afin d'éliminer toute trace de chlore.
- ❖ Séchage : Ensuite, nous avons séché les explants sur du papier filtre stérile.
- ❖ Ensemencement : Les fragments désinfectés ont été placés aseptiquement dans des boîtes de Pétri contenant le milieu de culture PDA.
- ❖ Incubation : Les boîtes ont été fermées à l'aide de para film puis incubées à une température de 25 ± 2 °C pendant une durée de 5 à 7 jours.

2.4.2.1.2. Repiquage et purification

Afin d'obtenir une culture pure de *Alternaria solani* , un repiquage successif est réalisé. Un disque de mycélium est prélevé à l'aide d'un emporte-pièce stérile à partir de la périphérie d'une colonie jeune et transféré au centre d'une nouvelle boîte de Pétri contenant le milieu PDA. Cette opération assure la revivification de la souche avant de passer aux tests antifongiques.

2.4.2.2. Conditions d'incubation :

Les boîtes ont été placées à l'obscurité dans une enceinte thermique réglée à 25°C, température optimale pour la croissance radiale de ce pathogène.

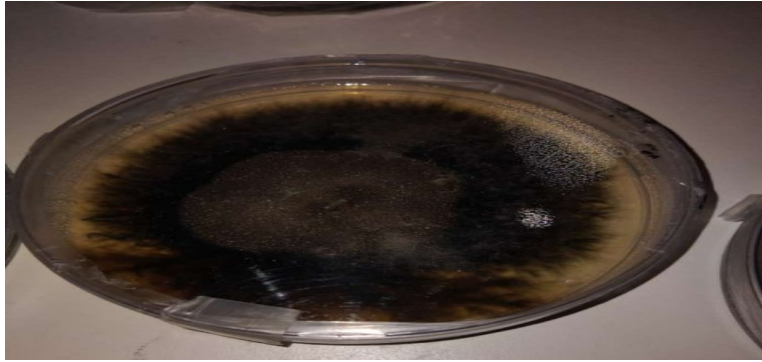


Figure 19: Repiquage de *Alternaria Solani* (Originale, 2026)

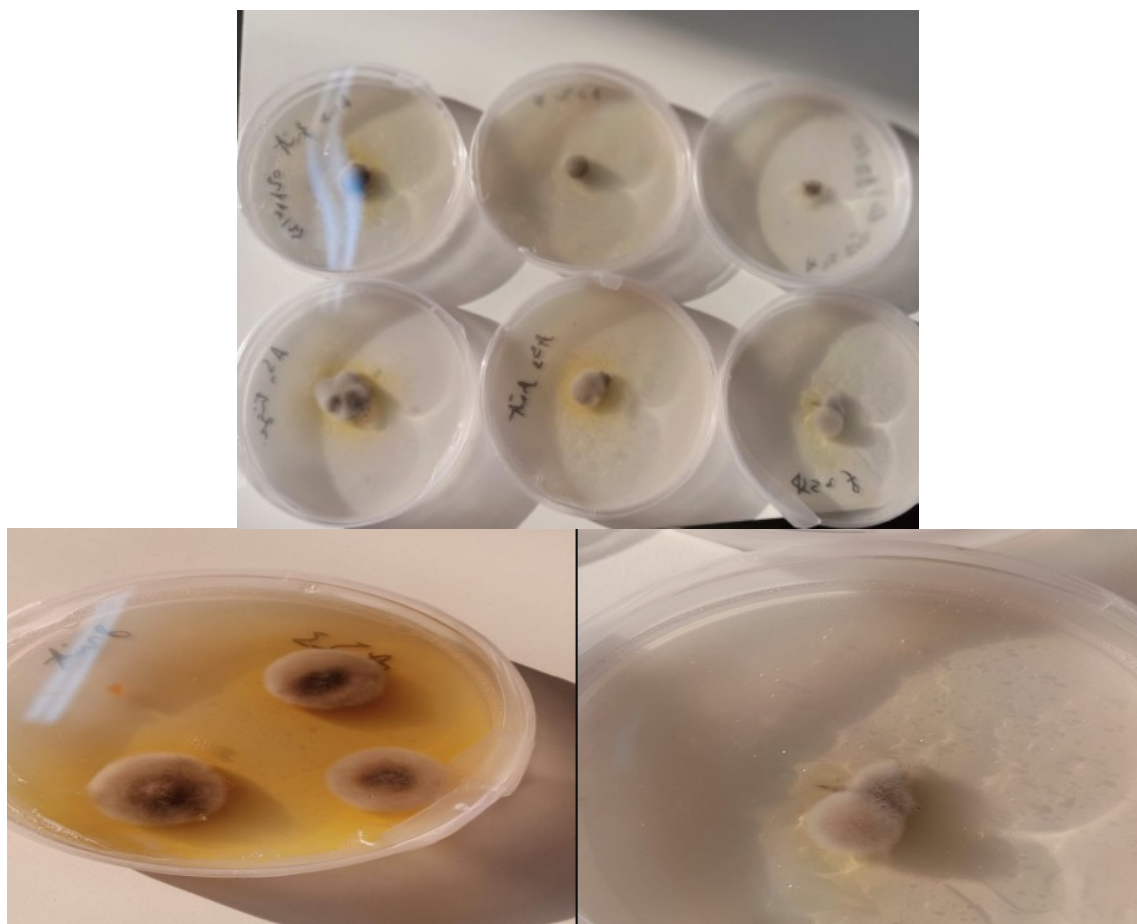


Figure 20: Prufication de *Alternaria solani* . (Originale,2026)

Après isolement et purification, l'identification de la souche a été réalisée sur la base des caractères morphologiques. L'isolat a ensuite été conservé sur milieu PDA (Potato Dextrose Agar) incliné au niveau du laboratoire de phytopathologie.

Avant son utilisation dans les essais expérimentaux, la souche fongique a été réactivée par repiquage sur milieu PDA frais afin d'assurer une croissance optimale et homogène

2.4.2.3. Identification morphologique

L'authentification de l'espèce *Alternaria.solani* a été confirmée sur la base de critères macroscopiques et microscopiques :

❖ Aspect macroscopique :

Observation de la vitesse de croissance, de la texture du mycélium et de la pigmentation de la colonie (allant du gris verdâtre au noir profond).

❖ Aspect microscopique:

Examen de la morphologie des conidies au microscope optique, en se focalisant sur leur forme caractéristique "en poire" avec la présence de cloisons transversales et longitudinales.

2.4.2.4. Conservation de l'isolat sur milieu incliné

Pour la conservation à moyen et long terme de notre souche d'*Alternaria solani*, nous avons opté pour la technique de la culture sur milieu PDA en pente, qui permet de réduire la dessiccation du milieu et d'encombrer moins d'espace :

A. Préparation des tubes :

Le milieu PDA est réparti dans des tubes à essai à vis (environ 8 ml par tube), puis stérilisé à l'autoclave à 121°C pendant 20 minutes.

B. Inclinaison : À la sortie de l'autoclave, les tubes sont disposés sur un support incliné (angle de 30° à 45°) avant la solidification du milieu. Cette méthode offre une surface de contact maximale pour le développement du mycélium.

C. Inoculation : Sous hotte à flux laminaire (en conditions aseptiques), un fragment de culture pure est déposé délicatement au centre de la pente gélosée.

D. Incubation et Stockage : Après une période d'incubation de 7 jours à 25°C (permettant la colonisation totale de la pente), les tubes sont scellés avec du parafilm et conservés au réfrigérateur à 4°C.

2.4.3. Préparation du matériel végétal

Dans cette étude, nous avons sélectionné trois espèces végétales reconnues pour leur potentiel bioactif : *Atriplex halimus*, *Nerium oleander* et *Salvia rosmarinus*.

Le traitement des échantillons a été réalisé selon les étapes suivantes :

a) Récolte : nous avons collecté les parties aériennes des trois plantes localement, puis je les ai triées et nettoyées afin d'éliminer toutes les impuretés.

b) Séchage et déshydratation : Contrairement au séchage traditionnel à l'air libre, et afin de déterminer la matière sèche ou d'accélérer le processus, nous avons placé les échantillons dans une étuve thermostat réglée à 105°C. Cette température permet une élimination rapide de l'humidité résiduelle avant l'étape de broyage.



Figure 21: Séchage dans l'étuve 105°C (Original, 2026).

C) Broyage et tamisage : Après déshydratation complète, nous avons procédé au broyage des tissus végétaux afin d'obtenir une poudre fine et homogène.

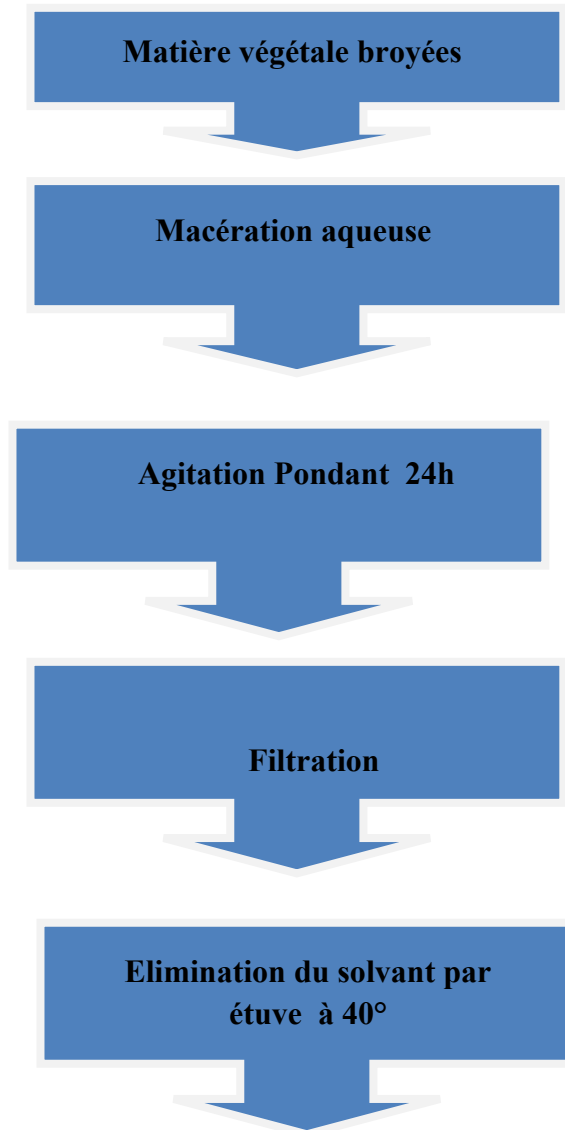
d) Stockage : Les poudres obtenues ont été conservées dans des flacons hermétiques, à l'abri de la lumière et de l'humidité, jusqu'à leur utilisation pour l'extraction des composés antifongiques.

2.4.4. Extraction par macération aqueuse

- **Solvants d'extraction**

L'extraction par solvant reste la méthode la plus pratique et la plus accessible. Dans notre étude, nous avons choisi l'eau distillée comme solvant extracteur. L'eau est un solvant polaire universel, non toxique et efficace pour l'extraction d'une large gamme de composés hydrosolubles, tels que les polyphénols, les flavonoïdes et les tanins, tout en préservant l'intégrité environnementale de l'expérience.

2.4.5. Mode d'opération :



2.4.6. Méthode d'extraction :

2.4.6.1. Méthode d'extraction (Aqueuse)

La macération aqueuse est une technique d'extraction à froid qui permet de solubiliser les composés actifs dans l'eau sans dégradation thermique. Dans le cadre de cette étude,

l'extraction a été réalisée selon le protocole suivant :

- ❖ Une masse de 10 g de chaque poudre végétale a été mise en contact avec 100 ml d'eau distillée.

- ❖ Le mélange a été soumis à une agitation mécanique continue pendant 48 heures à température ambiante.
- ❖ À l'issue de la macération, le mélange a été filtré. On filtre avec une pompe sous- vide à l'aide de papier filtre. pour séparer le résidu solide de la phase liquide.
- ❖ L'opération est refaite trois fois avec renouvellement du solvant.
- ❖ L'extrait liquide obtenu a été placé à l'étuve réglée à une température de 40 °C pendant 24 heures jusqu'à dessiccation complète, afin d'obtenir un extrait sec sous forme de poudre.
- ❖ L'extrait sec a ensuite été récupéré et conservé à une température de 4 °C, à l'abri de la lumière et de l'humidité, jusqu'à son utilisation.



Figure 22:Agitation de l'extrait



Figure 23:Filtration de l'extrait

2.4.6.2. Principe de l'étuve

L'étuve est un appareil utilisé pour le séchage des échantillons grâce à une température contrôlée. Son fonctionnement repose sur la circulation d'air chaud à l'intérieur de l'appareil, permettant l'élimination progressive de l'humidité ou du solvant contenu dans la matière végétale. Cette méthode assure un séchage homogène tout en préservant au maximum les composés actifs de l'extrait.

Dans notre travail, l'étuve a été utilisée pour concentrer et sécher l'extrait obtenu après macération aqueuse.

2.4.6.3. Estimation du rendement d'extraction

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

$$R(\%) = 100 M_{\text{ext}} / M_{\text{éch}}$$

Où : R est le rendement en %

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

M_{éch} : est la masse de la matière végétale sèche.

2.4.6.4. Préparation des doses

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

Tableau 16:Préparation des doses

N°	Concentration	Composition	Volume total
1	100 %	50 ml d'extrait concentré + 50 ml de PDA.	100 ml
2	50%	50 ml de solution mère (100 %) + 50 ml de PDA	100 ml
3	25%	50 ml de solution à 50 % + 50 ml de PDA	100 ml
4	12.5%	50 ml de solution à 25 % + 50 ml de PDA	100 ml
5	6,25 %	50 ml de solution à 12,5 % + 50 ml de PDA.	100 ml
6	3,12 %	50 ml de solution à 6,25 % + 50 ml de PDA.	100 ml

- **Témoin expérimental**

Afin de valider les résultats de l'activité antifongique, deux types de témoins ont été réalisés :

- **Témoin de croissance (PDA seul)** : sert à vérifier la croissance normale du champignon en l'absence de tout extrait.
- **Témoin solvant (PDA + Tween 20)** : sert à confirmer que le Tween n'a aucune influence sur le développement du champignon et que l'inhibition provient uniquement des extraits végétaux.

2.4.6.5. Conduite de l'essai de l'évaluation de l'activité antifongique « in vitro » des extraits aqueux d'*Atriplex halimus* vis-à-vis de *Alternaria solani*

Un volume de 15 à 20 ml du milieu PDA additionné des différentes concentrations de l'extrait aqueux est versé aseptiquement dans des boîtes de Pétri stériles lorsque le milieu est encore liquide (environ 45 °C).

Après solidification, chaque boîte est inoculée au centre à l'aide d'un disque mycélien de 0,6 mm de diamètre prélevé à partir du front de croissance d'une culture âgée de 7 jours. Les boîtes sont ensuite incubées à 25 °C. Trois répétitions sont effectuées pour chaque concentration testée.

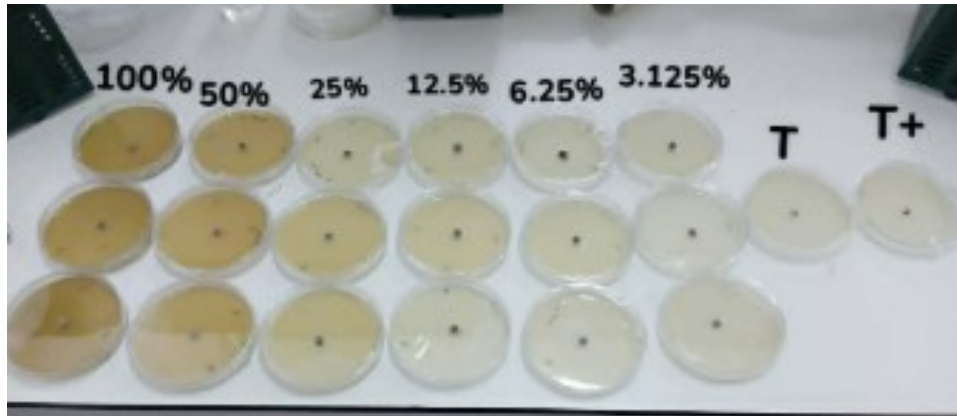


Figure 24:Essai de l'évaluation de l'activité antifongique de l'extrait aqueux de *Atriplex halimus* vis-à-vis d'*Alternaria solani* (Originale, 2026).

2.4.6.6. Conduite de l'essai de l'évaluation de l'activité antifongique « in vitro » des extraits aqueux *Nerium oleander* vis-à-vis d'*Alternaria solani*

Un volume de 15 à 20 ml du milieu PDA additionné des différentes concentrations de l'extrait aqueux est versé aseptiquement dans des boîtes de Pétri stériles lorsque le milieu est encore liquide (environ 45 °C).

Après solidification, chaque boîte est inoculée au centre à l'aide d'un disque mycélien de 0,6 mm de diamètre prélevé à partir du front de croissance d'une culture âgée de 7 jours. Les boîtes sont ensuite incubées à 25 °C. Trois répétitions sont effectuées pour chaque concentration testée.

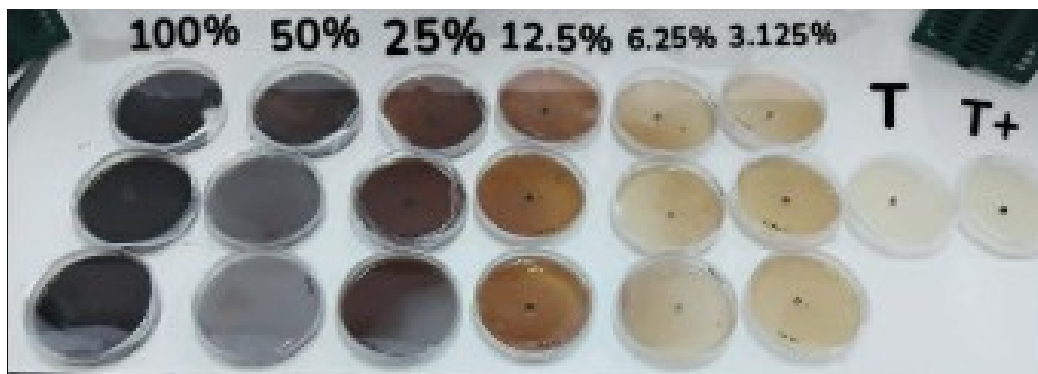


Figure 25:Essai de l'évaluation de l'activité antifongique de l'extrait aqueux de *Nerium oleander* vis-à-vis d'*Alternaria solani*. (Originale, 2025).

➤ Évaluation de la croissance mycélienne

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

L = croissance mycélienne

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

D = diamètre de la colonie

d = diamètre de l'explant

➤ Evaluation de la vitesse de croissance :

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

$$V = (L_2-L_1)+(L_3-L_2)+(L_4-L_3)+.....(L_n-1-L_n) \text{ où } n-1$$

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

➤ Évaluation du taux d'inhibition

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

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

Où :

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

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

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

➤ Évaluation de la sporulation

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

stérile afin d'éliminer les fragments mycéliens. Le comptage des spores est ensuite réalisé à l'aide d'une cellule de Malassez.

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

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

PIs: pourcentage d'inhibition de la sporulation (%)

N0 : nombre de spores estimées chez le témoin

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

2.4.7.Évaluation de l'activité antifongique in vivo

2.4.7.1.Conduite de l'essai et matériel végétal

Les plants de tomate ont été repiqués dans un substrat (tourbe) préalablement stérilisé.

Les plantes ont été maintenues sous conditions contrôlées pendant trois (03) jours afin d'assurer leur acclimatation avant le début des traitements.

2.4.7.2.Dispositif expérimental et traitement préventif

Pour chaque extrait aqueux, trois concentrations ont été testées : (100% ; 50% ;25%). Chaque traitement a été appliqué par pulvérisation foliaire sur un lot de quinze (15) plants. En parallèle, deux lots témoins (de 15 plants chacun) ont été intégrés pour valider l'essai :

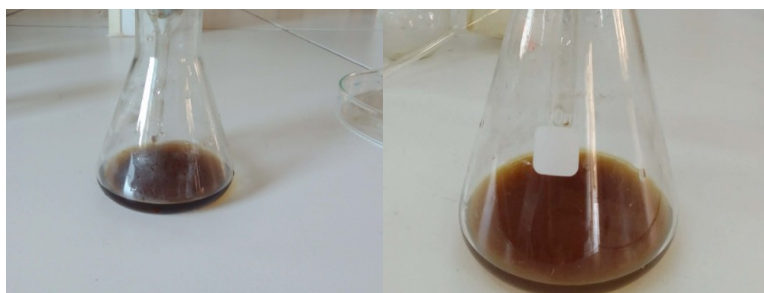
-Témoin : plants traités uniquement à l'eau distillée stérile.

-Témoin positif: plants traités à l'eau distillée et Tween 20.

Préparation de l'inoculum et inoculation La souche d'*Alternaria solani* a été mise en culture dans un milieu liquide PDA (sans agar) et incubée sous agitation pendant six (06) jours. Après obtention d'une suspension homogène, une série de dilutions a été réalisée afin d'ajuster l'inoculum à la concentration optimale. Deux jours après l'application des extraits, l'inoculation a été effectuée par pulvérisation de la suspension de spores calibrée sur l'ensemble des parties aériennes des plantes.



Figure 26: Solution de champignons



A

B

Figure 27: Solution de l'extrait aqueux (Original,2026)

A : *Nerium Oleander*

B : *Atriplex halumis*



Figure 28:Inoculation et transplantation des plantules de tomate (Originale,2026)

➤ **Indice De Maladie :**

$$IM = \frac{1 \times F_1 + 2 \times F_2 + 3 \times F_3 + 4 \times F_4 + 5 \times F_5}{N}$$

IM : indice de maladie.

ni : nombre de plants à chaque degré de l'échelle

F : nombre de plants pour chaque degré dans l'échelle de notation allant de 1 à 5.

N : nombre totale de plants utilisés.

Selon Cabrera *et al.*, (1987), Lechappe *et al.* (1988), Clulow *et al.*(1991) , Nassir et Hoppe (1998) , la sensibilité ou la résistance des plants est définie par cet indice.

$$\sum (ni_x)$$

ni = ni : nombre de plants à chaque degré de l'échelle

Vi = valeur du degré (0, 1, 2, 3, 4, 5 pour échelle 0-5)

N = nombre total de plants

Résultats et Discussion

Chapitre III Résultats et Discussion

3.1. Rendements des extraits aqueux

Tableau 17: Rendements d'extraction aqueuse des deux plantes étudiées.

Espèce végétale	Masse de poudre (g)	Type d'extraits	Rendement d'extraction (%)
<i>Atriplex halimus</i>	30g	Extrait aqueuse	45.13 %
<i>Nerium oleander</i>	30g	Extrait aqueuse	10 %

Les calculs ont été effectués par rapport à la masse initiale de la matière sèche utilisée (30 g). Le tableau 18 illustre les résultats des rendements d'extraction des plantes étudiées. La plante *Atriplex halimus* a marqué un taux de 45.13% par contre pour l'espèce *Nerium oleander* on enregistre un taux de seulement 10%.

3.2. Caractères morphologiques de l'isolat d'*Alternaria solani*

3.2.1 Etude de l'aspect macroscopique

L'étude de l'aspect macroscopique de l'isolat purifié cultivé sur milieu PDA est illustrée à la figure ; les colonies présentent un mycélium dense de couleur gris sombre à noir verdâtre, s'étalant de manière circulaire avec une zone de croissance périphérique plus claire, tandis que le revers de la culture révèle une pigmentation noire intense liée à une forte sporulation.



Figure 29: Aspect macroscopique de l'isolat d'*Alternaria solani* (Originale, 2026)

3.2.2. Etude de l'aspect microscopique

L'observation de l'isolat au microscope optique a montré un mycélium dense, ramifié et cloisonné (septé), de coloration hyaline à brun clair.

Les conidiophores sont dressés, septés, simples ou parfois ramifiés, portant les conidies à leurs extrémités.

Les conidies sont pluricellulaires, brunâtres et présentent des cloisons transversales et longitudinales donnant un aspect muriforme. Elles se terminent par un bec apical allongé, caractéristique de l'espèce.

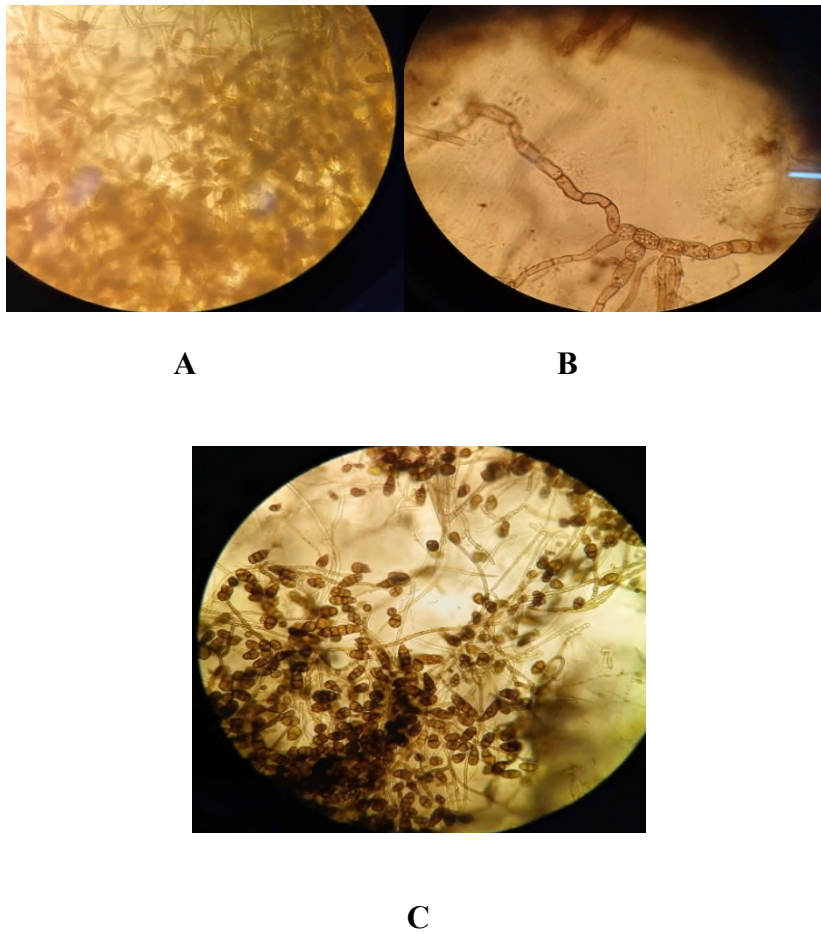


Figure 30:Aspect microscopique de l'isolat d'*Alternaria solani*. (Originale, 2026).

A : Conidies

B : Mycélium cloisonné

C : Conidiospores

3.3. Evaluation de l'activité antifongique de l'extrait aqueuse (par macération) la poudre de la plante *Atriplex halimus* sur *Alternaria solani*.

3.3.1. Effet « in vitro » des différentes concentrations de l'extrait aqueuse d'*Atriplex halimus* sur l'isolat de *Alternaria solani*

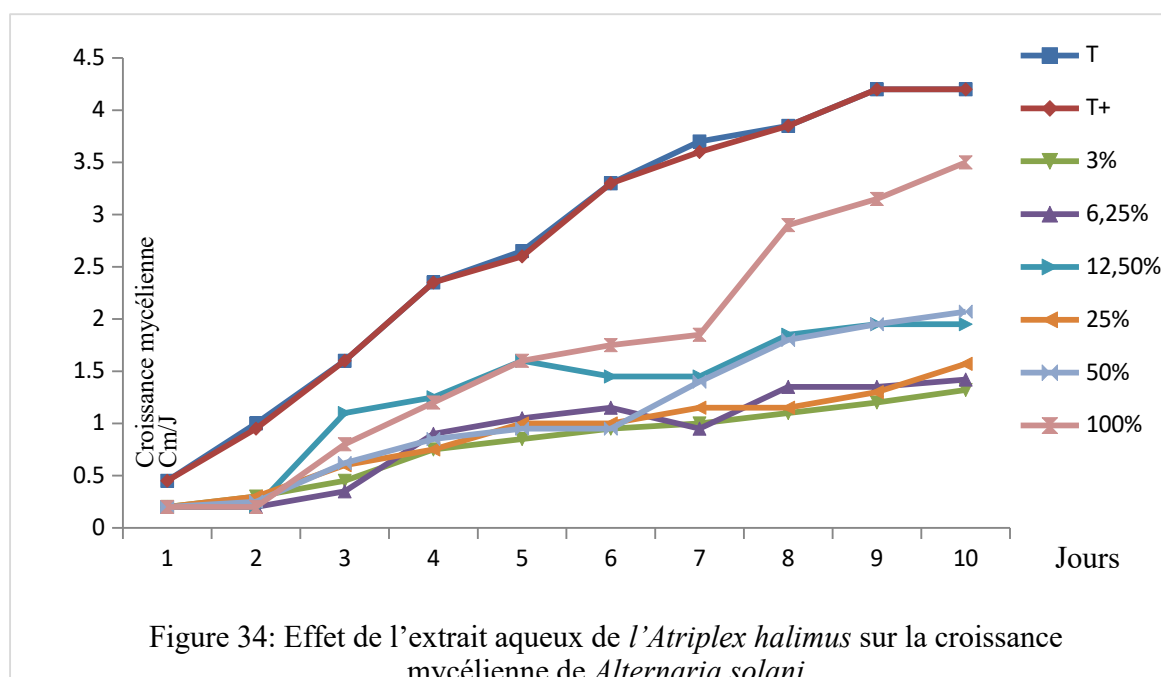


Figure 31: Effet « in vitro » des différentes concentrations de l'extrait aqueuse d'*Atriplex halimus* sur l'isolat de *Alternaria solani* .

La figure 31 présente les résultats de l'effet de l'extrait aqueux (par macération) de la plante *Atriplex halimus* L. sur la croissance mycélienne d'*Alternaria solani*.

D'après les résultats obtenus, on observe que les faibles concentrations (3.125, 6.25 et 12.5 mg/ml) présentent une inhibition plus marquée du développement mycélien comparativement aux concentrations élevées et au témoin. En effet, la concentration de 100 mg/ml présente une croissance proche de celle du témoin, ce qui suggère un effet paradoxal de l'extrait aqueux à forte concentrations.

3.3.1.1. Effet de l'extrait aqueux de *Atriplex halimus* sur la croissance mycélienne de *Alternaria solani*

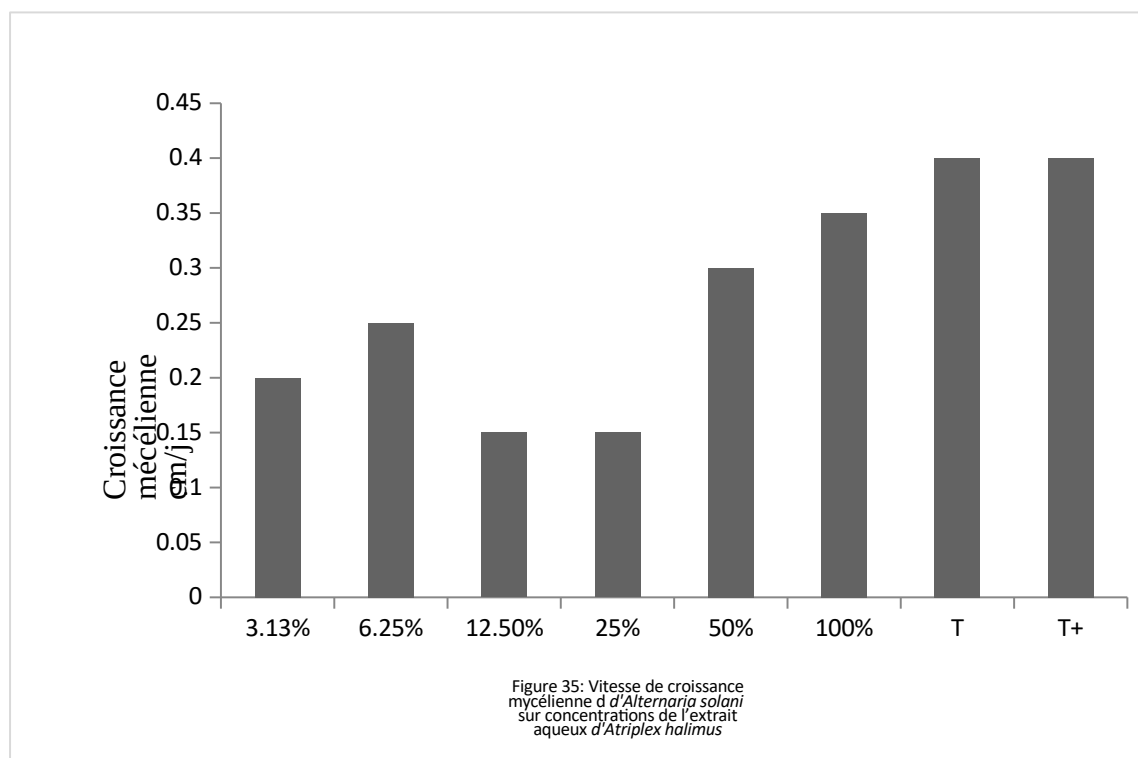


La figure 34 présente l'évolution de la croissance mycélienne de *Alternaria solani* en fonction du temps (10 jours) sous l'effet de différentes concentrations de l'extrait aqueux (par macération) la poudre de la plante *Atriplex halimus* L.

D'après les résultats obtenus, on constate que les deux témoins (T et T+) présentent la croissance mycélienne la plus élevée, atteignant environ 3.5 à 4 cm/j. En revanche, l'ensemble des concentrations testées montre une réduction de la croissance mycélienne comparativement aux témoins.

De manière notable, les faibles concentrations (3%, 6.25% et 25%) présentent l'inhibition la plus marquée tout au long de la période d'incubation, tandis que la concentration 100% montre une croissance progressive se rapprochant de celle des témoins en fin d'expérimentation, suggérant un effet paradoxal à forte concentration.

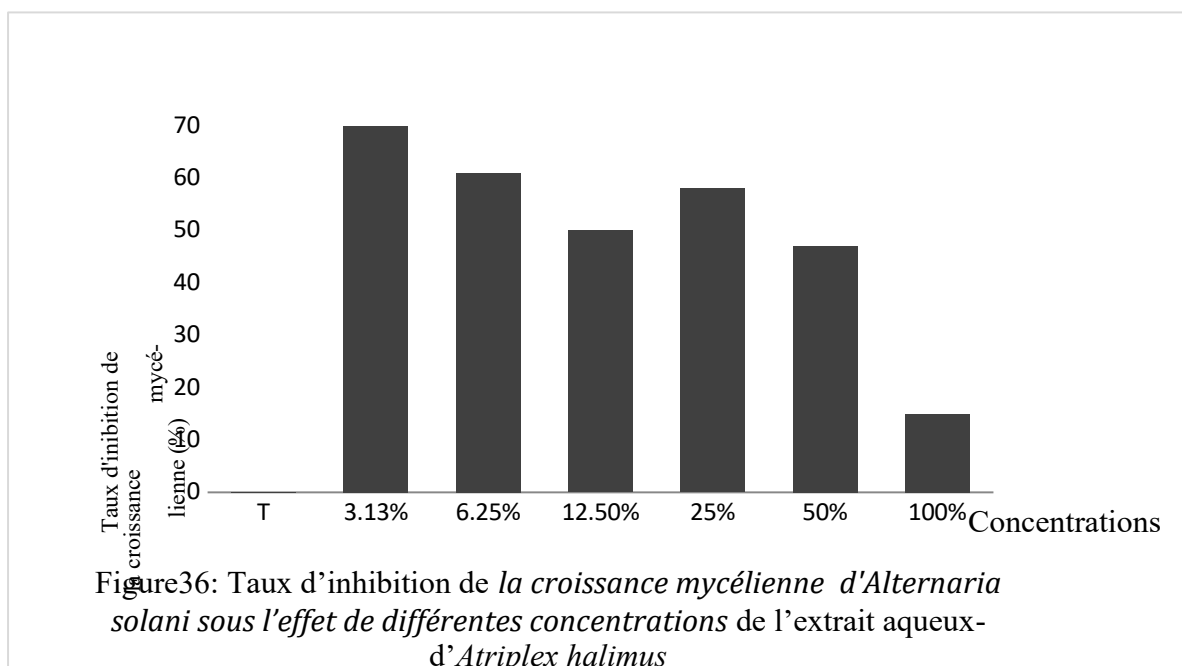
3.3.1.2. Vitesse de croissance mycélienne d *Alternaria solani* sur concentrations de l'extrait aqueux d'*Atriplex halimus*



Les résultats montrent que l'extrait aqueux d'*Atriplex halimus* influence la vitesse de croissance mycélienne d'*Alternaria solani*. Les plus faibles vitesses de croissance ont été observées aux concentrations de 12,5 % et 25 % ($\approx 0,15$ cm/j), suivies de la concentration de 3,13 % ($\approx 0,19$ cm/j). En revanche, la vitesse de croissance augmente à 6,25 % ($\approx 0,24$ cm/j), puis devient plus élevée à 50 % ($\approx 0,30$ cm/j) et 100 % ($\approx 0,35$ cm/j), tout en restant inférieure aux témoins T et T+ ($\approx 0,40$ cm/j).

Ces résultats suggèrent que l'effet inhibiteur de l'extrait n'est pas strictement dose-dépendant. Les concentrations intermédiaires (12,5 % et 25 %) présentent la meilleure activité antifongique vis-à-vis de la croissance mycélienne d'*Alternaria solani*, tandis que les concentrations élevées perdent une partie de leur efficacité.

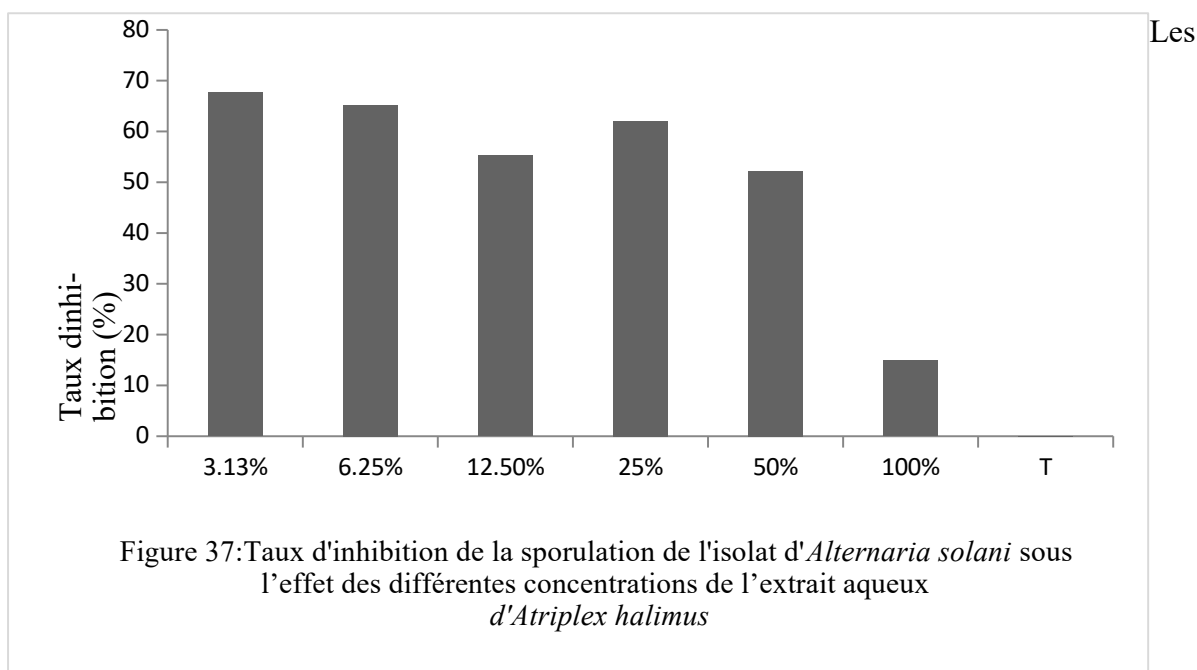
3.3.1.3. Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *d'Alternaria solani* sous l'effet de différentes concentrations de l'extrait aqueux d'*Atriplex halimus*



D'après la figure 35 contrairement à l'effet observé sur la croissance mycélienne, le taux d'inhibition de la sporulation d'*Alternaria solani* par l'extrait aqueux d'*Atriplex halimus* présente une évolution inverse à celle attendue en fonction de la concentration.

Le taux d'inhibition le plus élevé est enregistré à la concentration la plus faible de 3,13% ($\approx 69\%$), suivi d'une diminution progressive à 6,25% ($\approx 60\%$) et à 12,50% ($\approx 49\%$). Une légère remontée est observée à 25% ($\approx 56\%$), avant que le taux d'inhibition ne chute fortement à 50% ($\approx 44\%$) puis atteigne sa valeur la plus faible à 100% ($\approx 14\%$).

3.3.1.4. Taux d'inhibition de la sporulation de l'isolat d'*Alternaria solani* sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait aqueux d'*Atriplex halimus*



résultats montrent que l'extrait aqueux d'*Atriplex halimus* exerce un effet inhibiteur sur la sporulation d'*Alternaria solani*. Le taux d'inhibition le plus élevé est observé à la concentration de 3,13 % (≈ 68 %), suivi de 6,25 % (≈ 64 %). À 12,5 %, l'inhibition diminue à environ 50 %, puis augmente légèrement à 25 % (≈ 56 %), avant de diminuer à nouveau à 50 % (≈ 46 %).

La concentration de 100 % présente l'effet inhibiteur le plus faible (≈ 13 %). Ainsi, l'effet de l'extrait ne suit pas une relation dose-réponse classique, puisque les faibles concentrations se sont révélées plus efficaces que les concentrations élevées pour inhiber la sporulation. Cette variation pourrait être liée à la composition chimique de l'extrait, à d'éventuelles interactions entre les métabolites secondaires ou à un phénomène d'antagonisme à fortes concentrations.

3.3.2. Evaluation de l'activité antifongique de l'extrait aqueuse (par macération) la poudre de la plante *Nerium oleander* sur *Alternaria solani*

3.3.2.1. Effet « in vitro » des différentes concentrations de l'extrait aqueuse *Nerium oleandere* sur l'isolat d'*Alternaria solani*

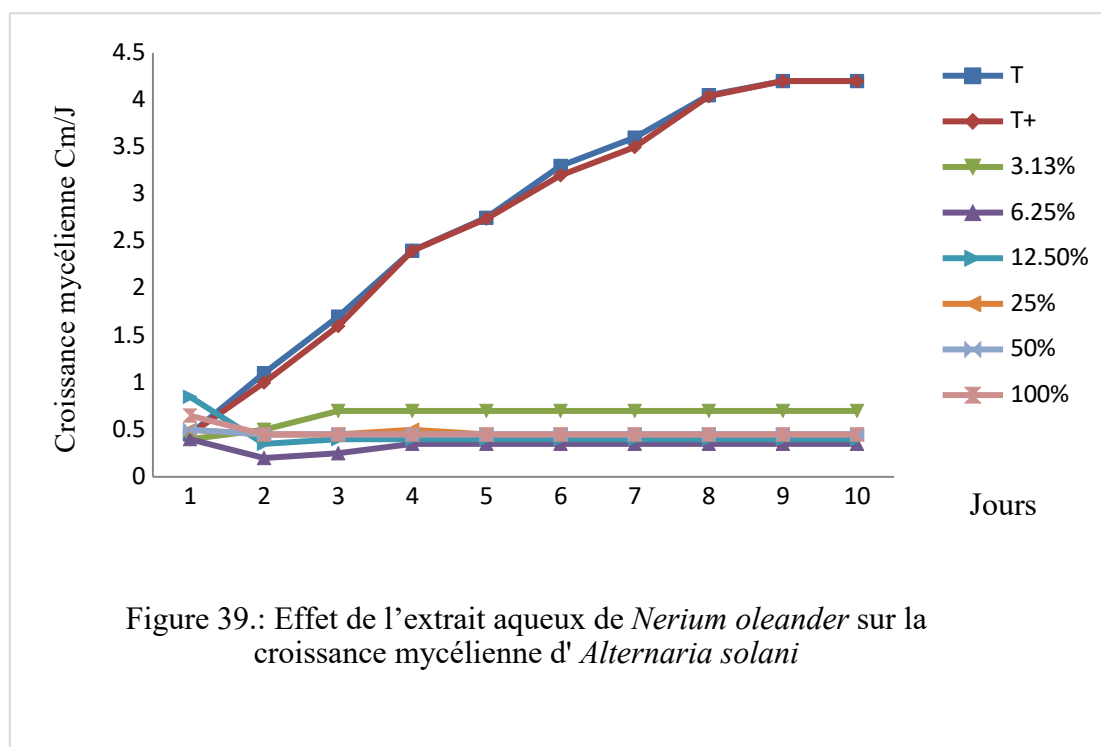


Figure 32: Effet « in vitro » des différentes concentrations de l'extrait aqueux *Nerium oleandere* sur l'isolat d'*Alternaria solani*

La figure 38 présente les résultats de l'effet de l'extrait aqueux (par macération) la poudre de la plante *Nerium oleander* sur la croissance mycélienne d'*Alternaria solani*. D'après les résultats obtenus, on observe une inhibition mycélienne notable pour l'ensemble des concentrations testées comparativement au témoin.

Ces résultats suggèrent que l'extrait aqueux de *Nerium oleander* exerce une activité antifongique générale vis-à-vis d'*Alternaria solani*, indépendamment de la concentration témoignant ainsi de la richesse de cette plante en composés bioactifs hydrosolubles à effet antifongique.

3.3.2.2. Effet de l'extrait aqueux de *Nerium oleander* sur la croissance mycélienne de *Alternaria solani*



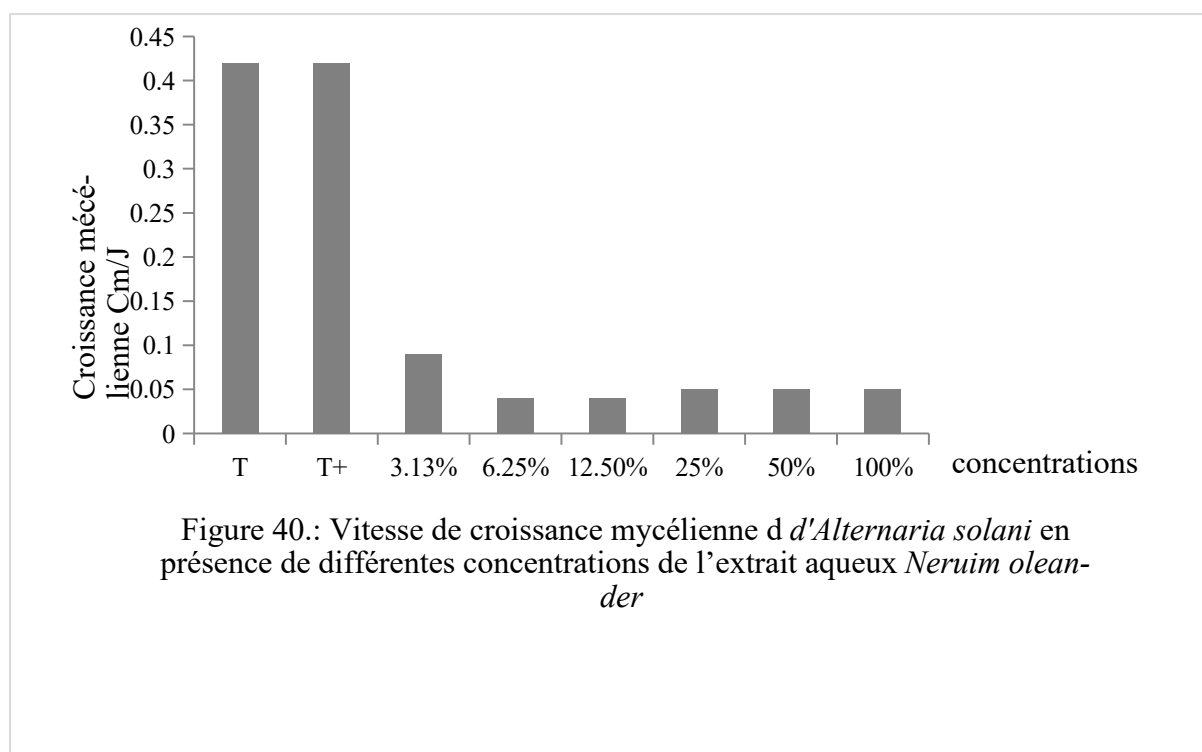
La figure 39 présente l'évolution de la croissance mycélienne d'*Alternaria solani* en fonction du temps (10 jours) sous l'effet de différentes concentrations de l'extrait aqueux (par macération) de la poudre de *Nerium oleander*.

D'après les résultats obtenus, on constate que les deux témoins (T et T+) présentent une croissance mycélienne progressive et élevée, atteignant environ 4 cm/j en fin d'expérimentation.

En revanche, l'ensemble des concentrations testées (3.13%, 6.25%, 12.50%, 25%, 50% et 100%) montre une inhibition remarquable et quasi-totale de la croissance mycélienne, avec des valeurs restant proches de 0.5 cm/j tout au long de la période d'incubation, sans différence notable entre les concentrations.

Ces résultats confirment que l'extrait aqueux de *Nerium oleander* exerce une activité antifongique puissante et généralisée vis-à-vis d'*Alternaria solani*, indépendamment de la concentration utilisée.

3.3.2.3. Vitesse de croissance mycélienne d' *Alternaria solani* en présence de différentes concentrations de l'extrait aqueux *Nerium oleander*

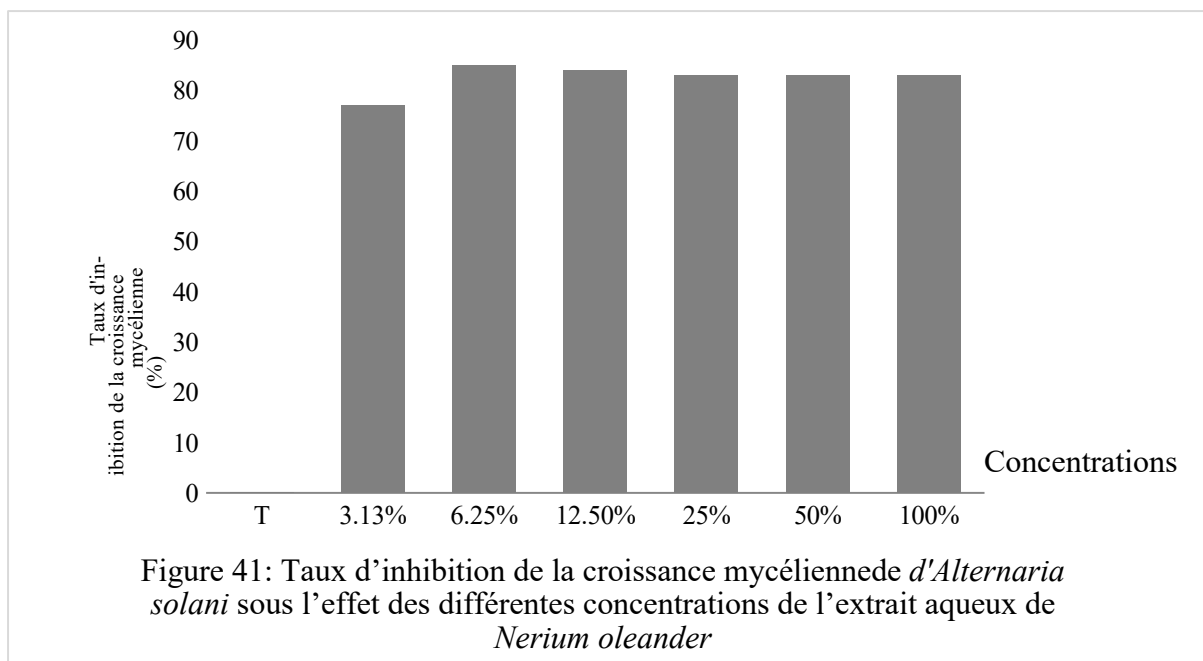


La figure 40 montre que la vitesse de croissance mycélienne d'*Alternaria solani* est élevée chez les témoins T et T+ (environ 0,42 cm/j), en absence d'extrait. Dès la concentration la plus faible testée (3,13%), une chute importante de la croissance est observée ($\approx 0,095$ cm/j), traduisant un taux d'inhibition d'environ 77% par rapport au témoin.

À partir de 6,25% jusqu'à 100%, la vitesse de croissance se stabilise à des valeurs faibles et quasi constantes (entre 0,05 et 0,065 cm/j), correspondant à un taux d'inhibition compris entre 85 et 88%.

Ces résultats indiquent que l'extrait aqueux de *Nerium oleander* possède un effet antifongique marqué dès les faibles concentrations, sans effet dose-dépendant significatif au-delà de 6,25%, suggérant que le seuil d'efficacité maximale est atteint dès cette concentration.

3.3.2.4. Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *d'Alternaria solani* sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait aqueux de *Nerium oleander*



D'après la figure 41 et contrairement à l'effet observé sur la croissance mycélienne, le taux d'inhibition de la sporulation de *Alternaria solani* par l'extrait aqueux de *Atriplex halimus* présente une évolution inverse à celle attendue en fonction de la concentration.

Le taux d'inhibition le plus élevé est enregistré à la concentration la plus faible de 3,13% (≈69%), suivi d'une diminution progressive à 6,25% (≈60%) et à 12,50% (≈49%). Une légère remontée est observée à 25% (≈56%), avant que le taux d'inhibition ne chute fortement à 50% (≈44%) puis atteigne sa valeur la plus faible à 100% (≈14%).

3.3.2.5. Taux d'inhibition de la sporulation de l'isolat de *Alternaria solani* sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait aqueux de *Nerium oleander*

Les résultats montrent que l'extrait aqueux de *Nerium oleander* exerce un effet inhibiteur sur la sporulation de *Alternaria solani* à toutes les concentrations testées. Cependant, le taux d'inhibition diminue progressivement avec l'augmentation de la concentration de l'extrait. L'inhibition la plus élevée est observée à la concentration de 3,13 % (environ 77 %), suivie de 6,25 % (≈74 %), 12,5 % (≈72 %), 25 % (≈67 %), 50 % (≈65 %) et atteint sa valeur la plus faible à 100 % (≈60 %).

Cette évolution indique une relation inverse entre la concentration de l'extrait et l'inhibition de la sporulation. Ce comportement pourrait être expliqué par la présence de composés actifs plus efficaces à faibles concentrations ou par des interactions entre les constituants de l'extrait à des concentrations élevées, pouvant réduire leur activité antifongique.

3.4. Test « in vivo » du pouvoir protecteur des extraits aqueux de *Atriplex halimus* et *Nerium oleander* :

Le début d'apparition des symptômes foliaires liés à l'attaque d'*Alternaria solani* a été observé à partir du 7ème au 10ème jour après l'inoculation artificielle des plantules de

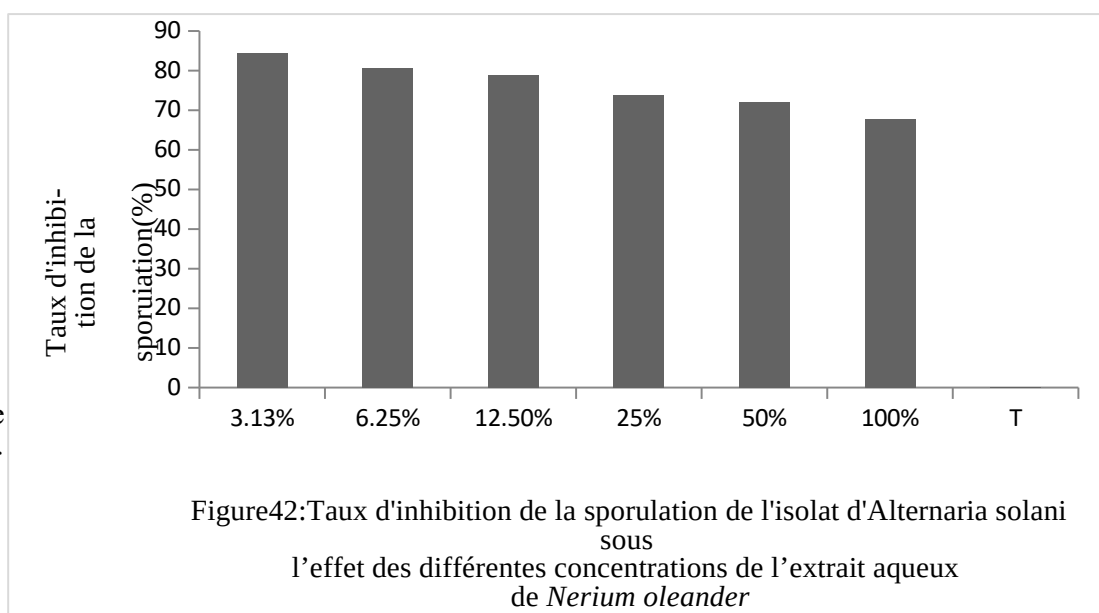


Figure42:Taux d'inhibition de la sporulation de l'isolat d'*Alternaria solani* sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait aqueux de *Nerium oleander*

tomate. Initialement, les symptômes se manifestent par l'apparition de petites taches nécrotiques et un jaunissement léger à la marge des feuilles inférieures.

Chez le Témoin Infection (T+), non traité par les extraits végétaux, la maladie a progressé rapidement pour atteindre toute la surface foliaire, se traduisant par un flétrissement général, un dessèchement total des feuilles, ainsi que des pourritures sévères au niveau du collet et de la tige, entraînant parfois la mort complète de la plantule (Planche X).

En revanche, les plantules de tomate préalablement traitées avec les différentes concentrations des extraits aqueux d'*Atriplex halimus* et de *Nerium oleander* ont montré une réduction remarquable de la sévérité des symptômes. Cette protection varie selon l'espèce végétale et la dose appliquée.





Figure 33: les plantules après 15 jours d'inoculation de *Neruim oleander* (Original, 2026)

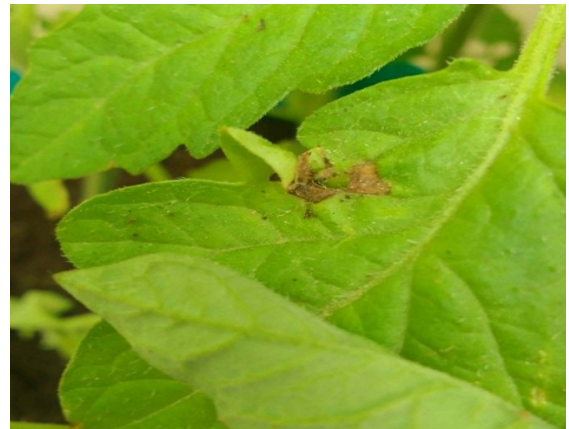


Figure 34: les plantules après 15 jours d'inoculation d'*Atriplex halimus*

3.4.1. Notation des symptômes et évaluation de l'Indice de Maladie (IM) :

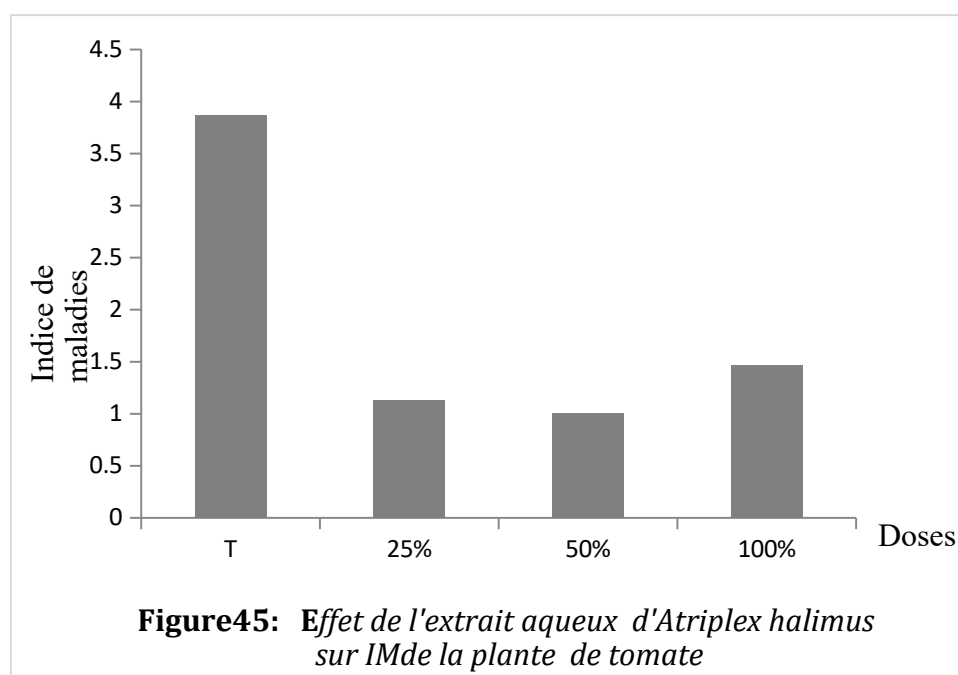
La notation finale des symptômes a été effectuée après 15 jours d'inoculation sur l'ensemble des plantules de tomate. Cette évaluation a consisté à relever les différents degrés d'altérations observés sur chaque plantule et à les comparer rigoureusement avec le témoin infecté non traité.

Les résultats ont été exprimés selon le système de notation à six classes (de 0 à 5) décrit par Hibar *et al*, (2005), permettant ainsi de quantifier l'intensité des attaques sous forme d'Indice de Maladie (IM).

Les résultats obtenus montrent que l'indice de maladie le plus élevé est enregistré chez le témoin infecté (IM = 3.87), ce qui confirme sa forte sensibilité. Pour les plantules traitées par l'extrait de *Nerium oleander*, l'indice de maladie chute de manière significative pour atteindre 0.60 à la concentration 100%, classant ainsi ces cultivars comme Résistants.

Quant à l'extrait d'*Atriplex halimus*, il induit également une protection notable en stabilisant l'indice de maladie autour de 1.00 à 1.47, conférant aux plantules un statut de moyennement résistant. Ces observations confirment l'efficacité in vivo de ces substances naturelles comme alternatives prometteuses dans la lutte intégrée contre l'Alternariose de la tomate.

3.4.2. Effet de l'extrait aqueux d'*Atriplex halimus* sur l'Indice de maladies de la tomate

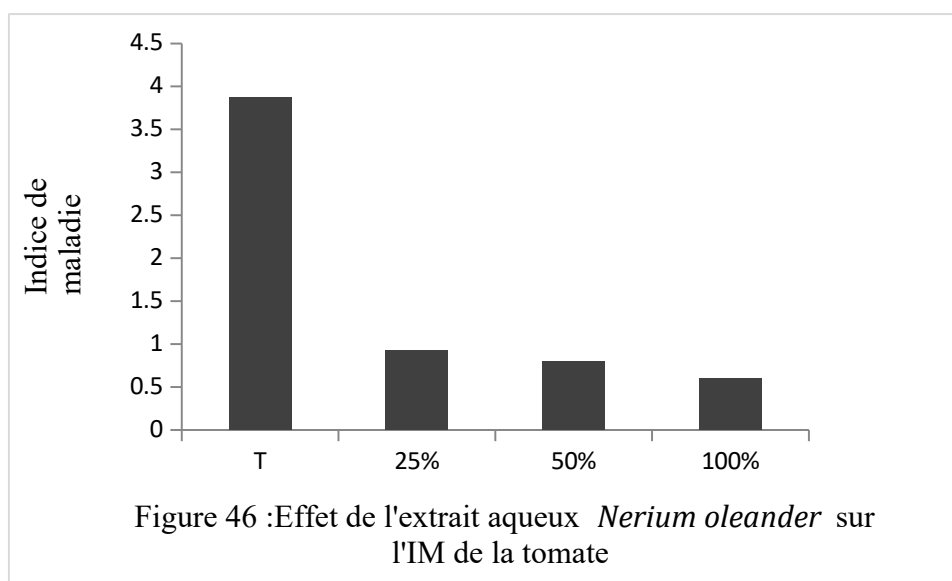


La figure 45 montre l'effet de différentes doses de l'extrait aqueux d'*Atriplex halimus* sur l'indice de maladie des plants de tomate. Le témoin non traité (T) présente l'indice de maladie le plus élevé, avec une valeur d'environ 3,8, ce qui indique une forte apparition des symptômes.

En revanche, l'application de l'extrait aqueux réduit considérablement l'indice de maladie. La dose de 50 % donne l'indice le plus faible, proche de 1, ce qui traduit une meilleure efficacité dans la réduction des symptômes.

Les doses de 25 % et 100 % présentent également une diminution de l'indice de maladie, avec des valeurs approximatives de 1,1 et 1,4 respectivement. Ainsi, l'extrait aqueux d'*Atriplex halimus* exerce un effet protecteur sur les plants de tomate. La concentration de 50 % semble être la plus efficace, car elle permet de limiter davantage le développement de la maladie.

3.4.4. Effet de l'extrait aqueux de *Nerium oleander* sur l'Indice de maladies de la tomate



La figure 46 :représente l'effet de l'extrait aqueux de *Nerium oleander* sur l'indice de maladie des plants de tomate. Le témoin non traité (T) présente l'indice de maladie le plus élevé, estimé à environ 3,8, ce qui traduit une forte sévérité des symptômes de la maladie.

En présence de l'extrait aqueux de *Nerium oleander*, une diminution importante de l'indice de maladie est observée pour toutes les concentrations testées. Les indices sont d'environ 0,8 pour la concentration de 25 %, 0,7 pour 50 % et 0,5 pour 100 %.

Ces résultats montrent que l'extrait aqueux de *Nerium oleander* possède un effet protecteur sur les plants de tomate, en réduisant nettement le développement de la maladie. La concentration de 100 % apparaît comme la plus efficace, car elle présente l'indice de maladie le plus faible.

3.2.Discussion

Dans le but de trouver de nouvelles substances naturelles comme alternatives aux pesticides chimiques, nous nous sommes proposé d'évaluer l'effet bio fongicide des extraits aqueux de deux plantes médicinales, *Atriplex halimus* et *Nerium oleander*, sur la croissance mycélienne d'*Alternaria solani*, agent pathogène responsable de l'*alternariose* sur de nombreuses cultures maraîchères.

L'étude de la croissance mycélienne d'*Alternaria solani* en présence des extraits aqueux (par macération) des deux plantes testées montre une diminution nette de la croissance mycélienne synchronisée avec l'augmentation de la concentration des extraits (Figure 34).

Ces résultats confirment que les extraits de plantes possèdent des propriétés inhibitrices contre les champignons pathogènes, comme l'ont souligné Davicino *et al.*, (2007), qui ont montré que plusieurs travaux menés au laboratoire sur différents tissus végétaux ont démontré que les extraits de plantes possèdent des propriétés inhibitrices contre les bactéries, les champignons et les insectes.

De même, Mamgain *et al.* (2013) ont précisé que l'utilisation des extraits de plantes est très encouragée, car ces produits sont sans danger pour la santé et ne c%(Figure36). Des résultats similaires ont été enregistrés par Moudjeb *et al.*, (2022), en étudiant l'activité antifongique des extraits de l'*Atriplex halimus*.

La richesse de cette plante en métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les tanins, les saponosides et les alcaloïdes (Boutaher *et al.*, 2018 ; Jones et Kinghon causent pas de pollution. , 2006) est à l'origine de ses propriétés biologiques

En ce qui concerne l'extrait aqueux d'*Atriplex halimus*, les résultats montrent une inhibition de la croissance mycélienne d'*Alternaria solani* à toutes les concentrations testées, avec des taux atteignant environ 70% à la concentration de 3,13%

Ces composés agissent en perturbant l'intégrité membranaire des hyphes mycéliens, entraînant des altérations morphologiques et une inhibition de la croissance fongique (Arras *et al.*, 2001 ; De Billerbeck *et al.*, 2001).

Les résultats montrent que le rendement de l'*Atriplex halimus* est plus élevé (45.13 %) que *Nerium olander*(10 %) (Tableau18)et l'efficacité sur l'inhibition de la croissance mycélienne d'*Alternaria solani* est supérieure.

Quant à l'extrait aqueux de *Nerium oleander*, les résultats sont particulièrement remarquables : dès la concentration de 3,13%, un taux d'inhibition de la croissance mycélienne d'*Alternaria solani* d'environ 75% a été enregistré, et cette inhibition reste stable et élevée (75–82%) pour toutes les concentrations supérieures testées.

Ces observations sont en accord avec les travaux de Hadizadeh *et al.*, (2009), qui ont démontré in vitro l'activité antifongique des extraits de *Nerium oleander* contre plusieurs champignons pathogènes des plantes en utilisant un bio essai de dilution sur gélose.

La présence dans cette plante d'alkaloïdes, de flavonoïdes, de glycosides cardiaques et de tanins explique cette forte activité antifongique dès les faibles concentrations (Hadizadeh *et al*, 2009).

La comparaison entre les deux extraits révèle que *Nerium oleander* présente une activité antifongique plus stable et plus constante sur l'ensemble des concentrations testées, tandis que l'extrait d'*Atriplex halimus* montre une efficacité variable selon la concentration. Cette différence pourrait s'expliquer par la nature et la teneur en composés bioactifs de chaque plante.

En effet, les flavonoïdes présentent un potentiel redox élevé qui leur permet d'agir comme agents réducteurs puissants (Hayouni *et al*, 2007), tandis que les terpénoïdes et les quinones sont connus pour leurs propriétés antimicrobiennes remarquables (Malecky, 2005). D'une manière générale, le degré d'activité antifongique observé pour les deux extraits est proportionnel à la concentration, confirmant un effet fongistatique aux faibles doses évoluant vers un effet fongicide aux doses élevées.

Ces résultats encourageants ouvrent la voie à l'utilisation des extraits aqueux de plantes médicinales locales comme bio fongicides alternatifs aux pesticides chimiques (Mamgain *et al*, 2013 ; Davicino *et al*, 2007).

En ce qui concerne l'essai in vivo, les résultats obtenus confirment parfaitement les tests in vitro. L'évaluation après 20 jours d'inoculation par *Alternaria solani* révèle une réduction significative du développement de la maladie chez les lots traités par rapport au Témoin infecté (T+).

En effet, chez le lot Témoin (T+), la virulence du pathogène s'est traduite par un indice de maladie (IM) très élevé (3.87), caractérisé par un flétrissement général, des pourritures sévères au niveau du collet et de la tige, entraînant la mort des plantules.

En revanche, l'application préventive des extraits a induit une protection remarquable. L'extrait de *Nerium oleander* s'est révélé le plus performant en abaissant l'IM à 0.60 (Statut : Résistant), maintenant une bonne vigueur végétative. Cette efficacité optimale confirme la puissance de ses métabolites secondaires déjà mise en évidence in vitro.

Quant à l'extrait d'*Atriplex halimus*, il a permis de limiter la propagation du champignon avec un IM oscillant entre 1.00 et 1.47 (Statut : Moyennement résistant), protégeant les plants malgré l'apparition de légers jaunissements marginaux.

Cette corrélation positive in vitro / in vivo démontre que ces extraits aqueux ne se contentent pas d'inhiber le mycélium au laboratoire, mais limitent efficacement le pouvoir pathogène d'*Alternaria solani* sur la plante. Ces résultats confirment leur potentiel comme bio fongicides alternatifs prometteurs

Conclusion

Conclusion

Notre travail avait pour objectif d'évaluer l'effet antifongique des extraits aqueux obtenus par macération de deux plantes médicinales, *Atriplex halimus* et *Nerium oleander*, sur le développement d'*Alternaria solani*, agent pathogène responsable de l'*alternariose* chez de nombreuses cultures.

Les résultats obtenus ont mis en évidence une activité antifongique intéressante des deux extraits testés in vitro. Une relation inversement proportionnelle entre la concentration des extraits et la croissance mycélienne du champignon a été observée, traduisant une augmentation de l'effet inhibiteur avec l'augmentation de la dose appliquée.

Parmi les deux extraits étudiés, l'extrait aqueux de *Nerium oleander* s'est révélé le plus efficace, présentant des taux d'inhibition élevés et relativement stables, atteignant 75 à 82 % dès la concentration de 3,13 %.

L'extrait aqueux d'*Atriplex halimus* a également montré une activité antifongique importante, avec un taux d'inhibition maximal de 70 %.

L'efficacité observée pourrait être attribuée à la présence de composés bioactifs tels que les flavonoïdes, les tanins, les alcaloïdes et les saponosides, reconnus pour leurs propriétés antimicrobiennes. Ces résultats soulignent le potentiel de ces deux espèces végétales comme alternatives naturelles aux fongicides de synthèse dans les stratégies de lutte contre *Alternaria solani*.

Toutefois, les résultats obtenus dans cette étude demeurent limités aux essais in vitro.

Des études complémentaires, notamment des essais in vivo et in situ, seraient nécessaires afin de confirmer l'efficacité de ces extraits dans les conditions réelles de culture et d'évaluer davantage leur potentiel dans la lutte biologique contre *Alternaria solani*.

Les références bibliographie

Références bibliographiques

- Ayad D., Hamon B., Kedad A., Bouznad Z., Simoneau P., (2018).** First report of early blight caused by *Alternaria linariae* on potato in Algeria. Plant Dis. 102 (12) : 2651-2652
- Adhikari P., Oh Y., Panthee D.R. (2017).** Current status of early blight resistance in tomato: An Update. Int. J. Mol. Sci. 18: 2019.
- Agrios G.N. (2005).** Responses of tomato cultivars to *Alternaria* blight Plant pathology, 5th edn. Elsevier, London Banerjee MK, Chhabra ML, Saini PS (1998). Tests Agrochem. Cultiv. 19:50-51
- Amsellem, Z. Zidack, Nk. Quimby, Pc. Gressel, Jrj. (1999).** Long- term dry preservation of viable mycelia of two mycoherbicidal organisms. Crop prot. 18: 643-649.
- Abbade L, Toumi L.(2004) .** Développement d'une forme pharmaceutique à base d'*Atriplex halimus* L. pour le traitement des kystes ovariens [mémoire de Master]. Blida (Algérie) : Université Saâd Dahlab de Blida ; 2004. <https://theses-gerie.com/2723275397408179/>
- A .Ouldkadour., (2019).** Etude de l'effet antifongique des extraits bpolyphénolique de *Atriplex halimus* L., sur la croissance de certains champignons dermatophyte". Thèse de doctorat. , université Abdlhamid Ibn Badis de Mostaganem, pp20-23
- Abbad A ; Benchaabene A ; Cherkaoui M ; Wahid N etElhadramA . (2004).** (b) Variabilité phénotypique et génétique de trois populations naturelles d'*Atriplex halimus* . présenté par S.DECAMPH. Département de biologie, faculté des sciences Semlalia ,Univ.Cadi-Ayyad ,Bp 2390 ,Marrakech ,Maroc.
- Aherne S.A., Kerry J.P. and O'Brien N.M, (2007).** Effects of plant extracts on antioxidant status and oxidant-induced stress in Caco-2 cells. British Journal of Nutrition, 97;321-8.
- Almahy. H. A et Khalid. H. E. (2006).** Chemical examination of the leaves of *Nerium oleander* .International journal of tropical medicine. vol. 1, n°. 2, pp. 58-61.

- APG III. (2009).** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society 161: 105–121.
- Basu A et Imrhan V, (2006).** Tomatoes versus lycopene in oxidative stress and carcinogenesis: conclusions from clinical trials. Eur J Clin Nutr 2006 August, 16, 55p
- Blancard D. (2009).** Les maladies de la tomate, identifier, connaitre, maitriser. Edition: Quæ. Paris. 691p
- Boutoumou H and Boumaza M. (2016).** Etude de l'activité de *Trichoderma* sp. Contre l'Alternariose de la tomate. Thèse de Master. Université Mentouri Constantine, Algérie.
- Bessadat N., Berruyer R., Hamon B., Bataille-Simoneau N., Benichou S., Simoneau P. (2017).** Alternaria species associated with early blight epidemics on tomato and other Solanaceae crops in northwestern Algeria. Eur. J. Plant Pathol. 148: 181–197.
- Blancard D., Laterrot H., Marchoux G., Candresse T. (2012).** Tomato Diseases: identification, Biology and control: A colour Handbook. Manson Publishing Ltd. 688 p.
- Blancard D., (2009).** Les maladies de la tomate : identification, connaitre, maitriser. Ed. Quæ, France, 679p.
- Baker Ke. Et Cook Ry., (1974)**-Biological control of plant pathogens, Freeman, San Fransisco. pp 433.
- Bartlett Dw., Clough Jm., Godwin Jr., Hall Aa., Hamer M., Parr-Dobrzanski B., (2002).** The Strobilurin fungicides. Pest Manag. Sci. 58: 649–662.
- Benhammou N, Djerroud N. (2009).** Étude phytochimique de la plante *Atriplex halimus* mémoire de Master .Université de Mostaganem ; 2009.<https://e-biblio.univmosta.dz/bitstream/handle/123456789/24008/MCHI140.pdf>
- Baser KHC. et Buchbauer G., 2010.** Manuel des huiles essentielles : science, technologie et applications. Presse CRC. ROYAUME-UNI.
- Bruneton J. (1993),** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes Médicinales, Tec & Doc. Lavoisier, Paris, 2ème édition, 915 p.
- Bezaze G., (2011)**- Effet du laurier rose (*Nerium oleander*) sur le criquet migrateur (*Locusta migratoria*) (Acrididae, Oediponidae). Thèse en vue de l'obtention de magister en sciences agronomiques. ENSA El Harrach.
- Bruneton. J. (2001).** Plantes toxiques : Végétaux dangereux pour l'homme et les animaux, 2ème édition, pp.129-136.
- Bourgeois. B., Incagnoli. P., Hanna. J., Tirard. V. (2005).** Traitement par anticorps anti digitalique d'une Intoxication volontaire par laurier rose. Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation., vol. 24, pp. 640- 642.

- Causse M., Caranta C., Saliba-Colonbani V., Moretti A., Damidaux R. and Roussille P. (2000).** Valorisation des ressources génétique de la tomate par l'utilisation de marqueurs moléculaires .Cahier Agricultures 9 :197-210.
- Chaux C.L. et Foury C.L., (1994).** Cultures légumières et maraichères. Tome III : légumineuses potagères, légumes fruit .Tec et Doc Lavoisier, Paris. 563p.
- Chaerani R., Voorrips R. E. (2006).** Tomato early blight (*Alternaria solani*): the pathogen, genetics, and breeding for resistance. J. Gen. Plant Pathol. 72:335-347.
- Degioanni B. (1997).** La tomate. Pp 115-137.
- Dacosta,E.(2003)** Les phytonutriments bioactifs. Yves Dacosta ,1ed.Paris,317p :200.
- Delille. L. (2007) :** Les plantes médicinales d'Algérie, Berti éditions, pp. 141-142. Alger.
- Direction de l'agriculture(2016).**Fiche technique : la tomate (*Solanum lycopersicum*L).
- Esplin A .C; Greaves J.E ; Stoddart L.A ; Bulletin N.o .(1937).** A study of Utah's winter range: composition of forage plants and use of supplements. UAES Bull 1937; 277: 4-48.
- Chatterjee MN; Shinde R.(2002).** Text book of medical biochemistry. New Delhi, India: Jaypee Brothers Medical Publishers, p. 317.
- Foolad M.R., Merk H.L., Ashrafi H. (2008).** Genetics, genomics and breeding of late blight and early blight resistance in tomato. Crit. Rev. Plant Sci. 27:75–107.
- Ferrar J.J., Pryor B.M., Davis R.M. (2004).** *Alternaria* diseases of carrot. Plant Dis.88: 776- 784.
- Farooq, M., Siddique, M., Ateeq UraRehman, Golly, M. K., Zib, B., Khan, I., Khan, S., Khan, I., Bakhtiar, M., & Ilyas, N. (2018).** Effectiveness of systemic and contact fungicides against *Alternaria citri* the causal organism of citrus brown spot disease in citrus mangroves of Pakistan. Journal of Agricultural Science and Practice, 3: 38-45.
- Gallitelli D. (2000).** The ecology of cucumber mosaic virus and sustainable agriculture. Elsevier.71: 9-21.
- Grasselly D., Navez B. et Letard M., (2000).** Tomate : pour un produit de qualité. Hortipratic. Paris: CTIFL.
- Gallais A. et Bannerot H., 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivées objectif et critères de sélection. INRA, Paris.
- Ganie S.A., Ghani M.Y., Nissar Q., Jabeen N., Anjum Q., Ahanger F.A., Ayaz A . (2013).** Status and symptomatology of early blight (*Alternaria solani*) of potato (*Solanum tuberosum*L.) in Kashmir valley. Afr. J. Agric. Res. 8(41) : 5104-5115

- Guettoche S. (2021).** Etude phytochimique d'*Atriplex halimus* et la détermination de son activité biologique (Région Ouargla Algérie) .Thèse de doctorat, Université kasdi Merbah Ouargla.pp :6
- Ghedira, K. (2005).** Les flavonoides : structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique .phytothérapie ,4 ,162-169.
- Gaussen. H., Leroy. J.-F., Ozenda. P. (1982).** Précis de botanique : 2. Végétaux supérieures, 2ème édition, pp.393-395.
- Hostettman. K., Marston. A., Ndjoko. K., Wolfender. J. L. (2000)** : The potential of African plants as source of drugs. Current Organic Chemistry. vol. 4, pp. 973-1010.
- Hussain. M. A et Gorsl. M.S. (2004).** Antimicrobial activity of *Nerium oleander* Linn. Asian Journal of Plant Sciences3., vol. 2, pp. 177-180.
- Hammiche V. et Gueyouche R. (1988).** Plantes médicinales et thérapeutiques, 1ère partie : Les plantes médicinales dans la vie moderne et leur situation en Algérie, Annales de l'INA El Harrach, Alger, 12 :(1), 419-433.
- Huxley, A; Griffiths. M. and Levy. M . (1992)** . The new redictionary of gardening macmillan isbn 333-47494-5.
- Henni J.E. (1998).** Morphologie, pouvoir pathogène et diversité génétique chez *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Thèse de Doctorat d'état. Université d'Oran. P 171.
- Inchem, (2005).** *Nerium oleander* L. (PIM 366). IPCS Inchem.
- Iserin , P. (2001).** Encyclopédie des plantes médicinales. Larousse ,2éd paris.335p :128-6.
- Janvolak. K., Jinistodola.L ,(1983).** Plantes médicinales illustration de Francis et Severa.
- Jouve. C, (2009).** Contribution à l'élaboration d'un site Internet de toxicologie.
- Krause, M., Nel, L., Van Zyl, K. (1999).** A guide to the use of pesticides and fungicides in the Republic of South Africa. Department of Agriculture Government Printer, Pretoria.
- Lawrence D.P., Gannibal P.B., Peever T.L., Pryor B.M .(2013).** The sections of *Alternaria*: formalizing species-group concepts. Mycologia 105(3) : 530–546.
- LE Poivre P, (2003).** Phytopathologie.1st édition, De Boeck, Bruxelles (Belgium), pp 111-159.
- Laouedj A.(2017).** Évaluation et compilation des études antérieures sur la composition phytochimique et les activités biologiques d'*Atriplex halimus* [mémoire de master]. El Oued (Algérie) : Université d'El Oued ; 2017. <https://dspace.univ-eloued.dz/items/23a62e6f-6bb2-4ff0-a5e0-4efa5b33c2fa>.
- Lecourt, D. (1999)** encyclopédie des science .La poche de la science .France .1526 p : 1325.

- Marie -Andrée. (2008).** Origine, historique de la tomate et tomates anciennes. VIP Blog.
- Masens (2003)** Cite par : **KAHULU, C. K. (2016).** Influence de fumiers organiques d'origine animale et végétale sur la croissance et le rendement de la tomate.
- Miles, A. K., Willingham, S. L., Cooke, A. W. (2005).** Field evaluation of a plant activator, captan, chlorothalonil, copper hydroxide, iprodione, mancozeb and strobilurins for the control of citrus brown spot of mandarin. *Australasian Plant Pathology*, 34: 63-63.
- Makhloufi A. (2009).** Etude des activités antimicrobienne et antioxydante dz deux plante médicinales poussants à l'état spontané dans la région de becher (*Matricaria pubescens* (Desf) et *Rosmarinus officinalis L*) et leur impact sur la conservation des dattes et de beurre cru Mémoire doctorat université Aboubaker Belkaid Bechar 13.
- Messaili .b .(1995).** Systématique spermaphytes. Botanique .O.P.U. Alger .p63.
- Madadori m.k. (1982).** Les plantes médicinales .Guides vert .Salar.624p.
- Marrou, A ; et Reynand, J (2007).** La botanique, Dunod, 1ed Paris. p313 :241.
- Naika S., Joep V. L., Goffau M. D., Hilmi M. et Barbara V. D.,(2005).** La culture de la tomate: production, transformation et commercialisation ».
- In .<https://www.semanticscholar.org/paper/La-culture-de-la-tomate:-production,-transformation-Naika-Jeude/45fcbe3d88c2b24efe4251d6407289f341a0d556>.
- Nasraoui B. (2006).** Les champignons parasites des plantes cultivées. Centre de publication. universitaire, Tunisie, 456: 41.
- Niekerk W.A ; Sparks C.F ;Rethman N.F.G et Coertze R.J. (2004).** Mineral composition of certain *Atriplex* species and *Cassia sturtii* . *South African Journal of Animal Science*. 34 (Supplement 1) : 105-107 .
- **Nedjimi B ; Guit B ; Toumi M ; Beladel B ; Akam A. ; Daoud Y. (2013).** *Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* (Chenopodiaceae) : Description, écologie et utilisations pastorales et thérapeutiques.
- Orina A.C., Gannibal P.h.B., Levitin M.M. (2010).** Specific diversity, biological characters and geography of *Alternaria* fungi associated with Solanaceous plants. *Mycol. Phytopath.* (Russia) 44: 150-9.
- Ouldkadour R. (2019).** Profil phytochimique et étude des activités biologiques d'*Atriplex halimus L.* [mémoire de Master].. Université Saâd Dahlab de Blida; 2019.<https://thesesalgerie.com/2241686159408049/memoire-de-master/universite-saad-dahleb---blida/profilphytochimique-et-%C3%A9tude-des-activit%C3%A9s-biologiques-d-atrilex-halimus>.
- Pitrat M. & Foury C. (2003).** Histoires de légumes, des origines à l'orée du XXI^e siècle, Éditions Quae, 1^{ère} édition, Paris (France), 428 p.

Peralta I. E. & Spooner D. (2007). History, origin and early cultivation of tomato (Solanaceae). Genetic improvement of Solanaceous crops. Enfield (NH). Science Publisher, 2: 1-24.

Pryor B.M., Gilbertson R.L. (2000). Molecular phylogenetic relationships amongst *Alternaria* species and related fungi based upon analysis of nuclear ITS and mt SSU rDNA sequences. Mycol.Res. 104: 1312-1321.

Papavizas Gc., Lewis Ja., Abd – El Moity Th. (1982). Evaluation of new biotypes of *Trichoderma harzianum* for tolerance to benomyl and enhanced biocontrol capabilities. Phytopathology, 72: 126–132.

Perez-Gacia, A. Romeo, D. De Vicente, A. (2011). Plant protection by microorganisms : biotechnological applications of bacilli in agriculture. Current opinion in .biotechnology. 22:187-193.

Quezel.P., et Santa. S, (1963) -Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales Tome II. C.N.R. Sc. Paris.781-783-793p.

Ranc N. (2010). Analyse du polymorphisme moléculaire de gènes de composantes de la qualité des fruits dans les ressources génétiques sauvages et cultivées de tomate ; recherche d'associations gènes/QTL. Thèse de Doctorat, Formation doctorale EERPG, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier (France), 217p

Rotem J.(1994). The Genus *Alternaria*: Biology, Epidemiology, and Pathogenicity; The American Phytopathological Society: St. Paul, MN, USA.326p.

Snoussi S A., 2010. Étude de base sur la Tomate en Algérie. Rapport de mission .FAO. Rome. 53p.

Shankara N. , Josep Van Lido de J., Marja G., Martin H., Barbara Van Dama.,(2005) . La culture des tomates production, transformation et commercialisation, Ed. Fondation Agromisa et CTA, Wageningen. Pp 6-18.

Si Mohamed A. (2010). Etude de compatibilité végétative chez des populations de *Fusarium oxysporum* isolées dans l'ouest algérien. Mémoire de magister. Spécialité : Microbiologie Option : Phytopathologie et phytopharmacie, 6-9

Simmons E.G. (2007). *Alternaria*. An identification Manual :CBS Biodiversity Series No.6.CBS Fungal Biodiversity Centre, Utrecht,the Netherlands.775 p.

Simmons E.G. (2000). *Alternaria* themes and variations (244-286) species on Solanaceae. Mycotaxon 75: 1-115.

Sherf A.F., MacNab A.A .(1986). Vegetable diseases and their control. Wiley, New York.728p.

Stuart, R. M., Bastianel, M., de Azevedo, F. A., Machado, M. A. (2017). *Alternaria* brown spot. Citrus Research & Technology, 30: 29-44.

Swart, S. H., Wingfield, M. J., Swart, W. J., Schutte, G. C. (1998). Chemical control of *Alternaria* brown spot on Minneola tangelo in South Africa. *Annals of Applied Biology*, 133: 17–30.

Sadowsky A., M. Kimchi, Y. Oren and Z. Solel, (2002). Occurrence and management of *Alternaria* brown spot in Israel. *Phytoparasitica*, 30: 19.

Schutte, G.C., Beeton, K.V., Pelsler, K. (1994). Post-harvest control of *Alternaria* navel and rot with preharvest chemical sprays. *Citrus Journal*, 1: 1-3.

Sharma, Rr. Dinesh, S. Rajbir, S. (2009). Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: A review. *Biological control*. 50: 205-221.

Sanon.E. (1992) . Arbre et arbrisseaux en Algérie O.P.U. Ben Aknoun.Algerie N°686 Alger.121p.

Schauenberg, p et Paris,f. (2005). Guide des plantes médicinales . Delachaux et Niestlé ;2ed.france .420p :120-121. **Sources** : nutruxeal-info.fr.cdn.ampprojecte.org.

Site web: <http://fr.wikipedia.org/wiki/Romarin>

Talamali M, Dutuit P, Le Thomas a, Gorenflot R. *Atriplex halimus L.* [Image]. In: Wikimedia Commons [Internet]. Licence CC BY-SA 3.0. **Traduction française 1985-by** Griind . 256-258p.

Wiley Thormar H. (2011). Lipides et huiles essentielles comme agents antimicrobiens. 315p.

Verma N., Verma S.,(2010). *Alternaria* diseases of Vegetable Crops and New Approaches for its Control. *Asian Journal of Experimental Biological Sciences*. I: 681-692

Wichtl, M ; et Anton,R.(2003). Plantes thérapeutiques .tec et doc ,2 ed..paris .p505.

Ziri S., (2011). Contribution à la lutte intégrée contre *tuta abosoluta* sur tomate en plein champ. Thèse en vue de l'obtention du diplôme de magistère en science agronomique, Ecole nationale supérieure agronomique El-harrach. 92 P

Annexe

Annexe 01

Milieu de culture

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

AnnexeII

Tableau N°01 : Vitesse de la croissance mycélienne d'*Alternaria solani*. sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait aqueux (macération aqueuse) de la poudre de *l'Atriplex halimus*

Doses	3.13%	6.25%	12.5%	25%	50%	100%	T	T+
Vitesse	0.20	0.25	0.15	0.15	0.30	0.35	0.42	0.42

s								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

Tableau N°02 : Taux d'inhibition de la croissance mycélienne d'*Alternaria solani* sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait aqueux par macération d'*Atriplex halimus*.

Doses	3.13%	6.25%	12.5%	25%	50%	100%
Taux(%)	63%	61%	50%	58%	47%	15%

Tableau N°03: Taux d'inhibition de la sporulation de l'isolat d'*Alternaria*. Sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait aqueux (par macération) de la partie Aérienne d'*Atriplex halimus*

Doses	3.13%	6.25%	12.5%	25%	50%	100%	T
Taux(%)	67.70	65.22	55.28%	62.11%	52.17%	14.91%	0

Tableau N°05 : Vitesse de la croissance mycélienne de *Alternaria solani*. sous l'effet des différentes concentrations de l'extrait aqueux (macération) de la poudre de *Nerium oleander*

Doses	3.13%	6.25%	12.5%	25%	50%	100%	T	T+
Vitesses	0.09	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	4.2	4.2

Tableau N°06 : Taux d'inhibition de la croissance mycélienne d'*Alternaria solani* sous effet de différentes de l'extrait aqueux par macération de *Nerium oleander*

Doses	3.13%	6.25%	12.5%	25%	50%	100%
Taux (%)	77	85	84	83	83	83

Tableau N°07: Taux d'inhibition de la sporulation de l'isolat d'*Alternaria* Sous effet de différentes concentrations de l'extrait aqueux (par macération) de *Nerium oleander*.

Doses	3.13%	6.25%	12.5%	25%	50%	100%	T
Taux(%)	84.47	80.75	78.88	73.91	72.05	67.70	0