

UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Agronomiques



MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Phytoprotection et Environnement

Présenté par: Melle. BEN TRICHE Ahlem

Melle. RACHEDI Rebiha

THEME

Importance de quelques extraits végétaux des régions sahariens dans la lutte contre les principales maladies des cultures maraîchères (Botrytis et Alternaria)

Soutenu publiquement le : 07/10/2020

Mr. GUEZOUL O.	Professeur	Président	UKM Ouargla
Mr. IDDER M. Azzedine	Professeur	Encadreur	UKM Ouargla
Mr. MOULAI Y.	Doctorant	Co-Encadreur	DSA Ouargla
Mr. YUCEF M.	MAA	Examineur	UKM Ouargla

Année Universitaire: 2019/2020

Dédicaces

Je tiens avant tout à remercier Dieu, le tout puissant de m'avoir accordé La force, le courage et volonté pour mener à terme ce travail.

*Je dédie ce modeste travail avec grande amour sincérité et fierté,
A mes chères parents pour leurs sacrifices et leur patience, et leur aide
matérielle et morale pour aller vers pour un avenir meilleur.
A mes chères sœurs Soumia et Rima, et mes frères Toufik, et Zakaria
et Bolbol, avec mes souhaits de bonheur et se santé et de sucés
dans leur vie.*

*J'offre ma gratitude et mes remerciements pour
Mes oncles Ahmed et El-Ouali, et Mes tantes Masaouda et Khadea
Et a touts les membres de ma famille: BEN TRICHE et DJEMOUAI*

*Je passe chaleureusement un plus grand remerciement pour
A mes chères collègues: Othmen, Mohemed, Ibrahim,
Fatima, Hizia, Chrifa, Amina et Elghalya, pour
aide et encouragement.*

A tous mes chères amies.

Ma très chère binôme Rebiha, et sa famille.

*A tous mes professeurs du primaire, du moyen,
du secondaire, et d'Université.*

*A tous mes collègues de la cité et de
L'université KASDI MERBEH OUARGLA,
en particulier Les étudiants de deuxième année
Master phytoprotection.*

Ahlem

Dédicaces

*A la mémoire de l'homme de ma vie, mon exemple éternel
mon soutien moral et source de joie et de bonheur
celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir
que Dieu te garde dans son vaste paradis
à toi mon père « Abde Allah ».*

*Aux lumières de mes jours, les sources de mes efforts
les flammes de mon cœur, ma vie et mon bonheur
les deux mamans que j'adore « Saida » et « Sabra ».*

*Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour,
premierement mon deuxième père « Mebarak »
à tout ma famille Rachedi et Bouanane
à tous mes frères et mes sœurs, surtout Abir, Ramdana et Khalisa,
A mon fiancé Oussama et la famille Niou.*

*Je dédie ce travail
un grand plaisir revient en premier lieu
pour les personnes qui m'ont aidé, et encouragés,
et qui étaient toujours à mes côtés,
et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études
supérieures, mes aimables amis,
collègues d'étude et frères de cœur,
toi Safa, Aicha, Ilham,*

Ahlem, Chaima, Nour, Chahra, Ikram, Sara, Ralia, Abir.

Rebiha

Remerciements

Louange à DIEU tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la santé et les Moyens afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.

Au terme de travail de fin d'étude, nous tenons à présenter nos Remerciements à:

Notre encadreur M. IDDER M.A. pour bien voulu prendre en charge et dirigé notre travail. Qu'il trouve ici l'expression de notre profond respect.

En second lieu, nous tenons à remercier notre docteur Mme. IDDER-IGHLI H. pour la grande patience, ses encouragements et ses conseils Précieux.

Nous tenons à remercier tout particulièrement et vivement notre co-encadreur MOULAI Y. pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.

Nos Remerciements vont également à tous les membres du jury Mr. GUEZOUL O. et Mr. YUCEF M. pour avoir accepté d'en faire partie et pour l'intérêt qu'ils ont portés à ce mémoire.

Nous remercions aussi tous les étudiants de deuxième année master, promotion de spécialité phytoprotection.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou loin à la réalisation de ce travail.

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
Kcal	kilocalorie
KJ	kilojoule
µg	microgramme
t/min	Tours par minute
INRAA	Institut Nationale de la Recherche Agronomique d'Algerie
PDA	Potatoes Dextrose Agar
Eq	Extrait aqueux
FLA	Flavonoides des feuilles d' <i>Anvillea radiata</i>
FRA	Flavonoides des fleurs d' <i>Anvillea radiata</i>
FLC	Flavonoides des feuilles de <i>Cotula cinerea</i>
FRC	Flavonoides des fleurs de <i>Cotula cinere</i>
T-	Témoin
Foa	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>albedinis</i>
HE	Huiles essentielles
MFC	Concentration Fongicide Minimale
CMI	Concentration Minimale Inhibitrice
UV	rayons ultraviolets
BCA	Biological Contrôle Agent
\$	Dollar
µm	Micromètre
OILB	Organisation Internationale de la Lutte Biologique

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Composition biochimique de la tomate crue	6
2	Les principaux maladies de la tomate	9
3	Les constituants minéraux de la pomme de terre pour 100 g de pomme de terre à l'eau	16
4	Les constituants organiques de la pomme de terre pour 100 g de pomme de terre à l'eau	16
5	Liste de quelques variétés homologuées en Algérie	18
6	Les principales maladies de la pomme de terre	20
7	Exemple de produits de lutte biologique commercialisés dans le monde pour la lutte contre <i>Botrytis cinerea</i>	30
8	Quelques antagonistes microbiens utilisés pour le control des <i>Alternaria spp.</i> sur fruits et légumes	39
9	Les matières actives recommandées pour les cultures de tomate et pomme de terre	40
10	Biopesticides à base d'extraits végétaux commercialisés aux Etats-Unis pour le contrôle des maladies des plantes	48
11	Présentation des plantes testées	52
12	Matériel accessoire et produits de laboratoire	54
13	Durée de séchage de chaque plante	56
14	Test de Newman et Keuls pour le pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne d' <i>A. solani</i> par les extraits végétaux	67
15	L'effet de l'extrait aqueux d' <i>Artemisia herba- alba</i> sur le pourcentage d'inhibition (PI) d' <i>Alternaria spp.</i> et <i>Fusarium spp.</i>	71

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Cycle de développement de la tomate	5
2	Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre	13
3	Cycle végétatif de pomme de terre	15
4	Valeurs nutritionnelles de pomme de terre	17
5	Cycle de développement (production asexuée) de <i>Botrytis cinerea</i> sur différentes cultures	26
6	Cycle évolutif d' <i>Alternaria solani</i> sur la tomate et la pomme de terre	36
7	Présentation du matériel fongique	51
8	Situation géographique de trois régions de récolte	52
9	Protocole expérimental pour la préparation des broyats	57
10	Méthode de préparation d'extraction aqueuse des plantes	59
11	Méthode de préparation de milieu de culture PDA	60
12	Les étapes de la confrontation directe	62
13	Effet de l'extrait de la sauge sur la croissance mycélienne de <i>B. cinerea</i>	65
14	Histogramme de taux d'inhibition de la croissance mycélienne de <i>B. cinerea</i> sous l'effet de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de <i>Salvia officinalis</i>	66
15	Activité antifongique de l'extrait méthanoïque de <i>Salvia officinalis</i> sur <i>Botrytis cinerea</i>	66
16	Résultats des traitements non dilués des extraits végétaux sur la croissance mycélienne d' <i>A. solani</i>	67
17	Résultats des traitements dilués des extraits végétaux sur la croissance mycélienne d' <i>A. solani</i>	67
18	Histogramme représentant le pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne d' <i>Alternaria solani</i> de chaque extrait végétal	68
19	Résultats de la croissance radiale du Foa en présence des flavonoïdes	69
20	L'aspect macro et microscopique de l'isolé souches de graines de blé dur (A,a: <i>Alternaria infectoria</i> , B,b: <i>Fusarium</i> spp.)	70

Liste des photographies

Photo	Titre	Page
1	Symptômes de <i>B. cinerea</i> sur les fruits de la tomate	25
2	Symptômes de <i>B. cinerea</i> sur les feuilles la tomate	25
3	Infection de <i>B. cinerea</i> sur feuille de laitue	25
4	Fruit d'aubergine infecté par <i>B. cinerea</i>	25
5	Symptôme <i>B. cinerea</i> sur les poivres	25
6	Lésions d' <i>Alternaria solani</i> sur les fruits de tomate	34
7	Taches sur la foliole de tomate provoquée par <i>Alternaria solani</i>	34
8	Symptômes d'alternariose sur tige et collet de plante de tomate	34
9	Forme des lésions provoquée par <i>A. solani</i> : sur la feuille de pomme de terre	35
10	Symptômes causés par l'agent pathogène <i>Alternaria solani</i> sur tubercule	35
11	Taches de l'alternariose sur les feuilles de pomme de terre	35
12	Symptôme de pourriture grise sur le fruit de tomate	51
13	Symptôme de pourriture grise sur tige de tomate	51
14	Symptôme de l'alternariose sur les feuilles de pomme de terre	51
15	Aspect des colonies de <i>Botrytis cinerea</i>	51
16	Aspect des colonies d' <i>Alternaria</i>	51
17	Disposition en grappe des spores de <i>Botrytis cinerea</i> (sous le microscope optique: G10X40)	51
18	Blastospores pluricellulaires brunes de grande taille, cloisonnées, bec apical filiforme spécifique (sous le microscope optique: G10X40)	51
19	Papier filtre, un flacon	55
20	Une Balance électrique	55
21	Microscope optique	55
22	Broyeur	57
23	Poudre des huit plantes testées	57
24	Lésions causées par le <i>Botrytis cinerea</i> sur les feuilles de la tomate	65
25	Lésions causées par le <i>Botrytis cinerea</i> sur le fruit de la tomate	65
26	Lésions causées par l' <i>A. solani</i> sur les feuilles de la pomme de terre	67
27	Symptômes typiques fréquents de <i>Foa</i> sur les palmes	69
28	Symptômes atypiques moins fréquents de <i>Foa</i> sur les palmes	69
29	Partie aériennes et racines d' <i>Artemisia herba-alba</i> (Astéracées).	70

Tables des matières

Liste des abréviations.....	A
Liste des figures.....	B
Liste des photographies.....	C
Liste des tableaux.....	D
Table des matières.....	E
Introduction.....	1

Partie I. Synthèse bibliographique

Chapitre 1. Généralités sur la tomate (*Lycopersicon esculentum*) et la pomme de terre (*Solanum tuberosum*)

1.1. Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>).....	3
1.1.1. Origine de la tomate.....	3
1.1.2. Classification botanique.....	3
1.1.3. Description morphologique de la plante de la tomate.....	3
1.1.4. Cycle de vie et mode de reproduction.....	4
1.1.5. Valeurs nutritionnelles.....	6
1.1.6. Variétés de la tomate.....	6
1.1.7. Importance économique.....	7
1.1.8. Principales maladies et ravageurs de la tomate.....	8
1.2. Pomme de terre (<i>Solanum tuberosum</i>).....	11
1.2.1. Origine de la pomme de terre.....	11
1.2.2. Classification botanique.....	11
1.2.3. Description morphologique de la plante de la pomme de terre.....	12
1.2.4. Cycle de vie et mode de reproduction.....	13
1.2.5. Valeurs nutritionnelles.....	15
1.2.6. Variétés de la pomme de terre.....	17
1.2.7. Importance économique de la pomme de terre.....	19
1.2.8. Principales maladies et ravageurs de la pomme de terre.....	19

Chapitre 2. Présentation des champignons phytopathogènes (*Botrytis* et *Alternaria*)

2.1. Généralité sur les champignons phytopathogènes.....	23
2.1.1. <i>Botrytis cinerea</i>	23
2.1.1.1. Présentation du pathogène.....	23
2.1.1.2. Systématique.....	23
2.1.1.3. Caractéristique morphologie.....	24
2.1.1.4. Symptomatologie.....	24
2.1.1.5. Biologie du pathogène.....	25
2.1.1.6. Facteurs favorables de développement de maladie.....	26
2.1.1.7. Importance économique de la maladie.....	28
2.1.1.8. Méthodes de lutte contre <i>Botrytis cinerea</i>	29

2.1.1.8.1. Lutte culturale.....	29
2.1.1.8.2. Lutte biologique.....	30
2.1.1.8.3. Lutte chimique.....	31
2.1.2. <i>Alternaria solani</i>	32
2.1.2.1. Présentation du pathogène.....	32
2.1.2.2. Systématique.....	32
2.1.2.3. Caractéristique morphologie.....	33
2.1.2.4. Symptomatologie.....	33
2.1.2.5. Biologie du pathogène.....	35
2.1.2.6. Facteurs favorables de développement de maladie.....	36
2.1.2.7. Importance économique de la maladie.....	37
2.1.2.8. Méthode de lutte contre <i>Alternaria solani</i>	37
2.1.1.8.1. Lutte culturale.....	37
2.1.1.8.2. Lutte biologique.....	38
2.1.1.8.3. Lutte chimique.....	39

Chapitre 3. Utilisation des plantes en protection des végétaux

3.1. Introduction.....	42
3.2. Domaine d'application.....	43
3.3. Huiles essentielles et extraits des plantes dans protection des végétaux.....	43
3.3.1. Huiles essentielles	43
3.3.1.1. Localisation des huiles essentielles	44
3.3.1.2. Activités biologiques	44
3.3.2. Extraits aqueux des plantes.....	44
3.4. Métabolites secondaires des végétaux.....	45
3.5. Biofongicide à base d'extraits végétaux.....	47
3.6. Avantage des extraits des plantes.....	48

Partie II. Etude expérimentale

Chapitre 1. Matériel et méthodes

1.1. Matériel biologique.....	50
1.1.1. Matériel fongique	50
1.1.2. Matériel végétale	52
1.1.3. Matériel du laboratoire.....	54
1.2. Méthodes.....	55
1.2.1. Préparation des extraits aqueux	55
1.2.1.1. Préparation de poudre.....	55
A. Récolte.....	55
B. Séchage.....	56
C. Broyage et conservation de poudre.....	56
1.2.1.2. Préparation des macéras (Extraction par macération).....	57

1.2.2. Préparation du milieu de culture.....	59
1.2.3. Etude de l'activité antifongique «in vitro» de huit extraits aqueux vis-à-vis deux phytopathogènes (Botrytis et Alternaria).....	61
1.2.3.1. Confrontation direct sur milieu de culture.....	61
1.2.3.2. Evaluation de la croissance mycélienne de Botrytis et Alternaria	63
A. Détermination du taux d'inhibition de la croissance mycélienne..	63
1.2.4. Analyse statistique.....	64

Chapitre 2. Résultats et discussion de quelques synthèses et travaux similaires

2.1. Quelque exemple d'application des travaux similaires.....	65
2.1.1. Exemple "1" utilisation des extraits de la plante <i>Salvia officinalis</i> sur <i>Botrytis cinerea</i>	65
2.1.2. Exemple "2" utilisation des extraits de quatre espèces des plantes contre <i>Alternaria solani</i>	66
2.1.3. Exemple "3" utilisation des extraits de deux espèces des plantes " <i>Cotula cinerea</i> et <i>Anvillea radiata</i> L". contre le champignon " <i>Fusarium oxysporium</i> f. sp. <i>albedinis</i> "......	68
2.1.4. Exemple "4" utilisation de l'extrait de la plante <i>Artemisia herba alba</i> contre <i>Alternaria</i> spp. et <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>albedinis</i>	70
Conclusion	72
Références bibliographiques	74

Annexe

Résumé

Introduction

Introduction

Les cultures maraichères, anciennement connues dans les régions sahariennes, représentent une importance de plus en plus vitale, pour non seulement la satisfaction des besoins de consommation de la population mais également avec l'amélioration de niveau de vie et la recherche d'une alimentation plus variée et mieux équilibrée. Vient par la suite la plasticulture, qui une fois les techniques culturales correctement appliquées, pourront améliorer considérablement tant le rendement et la qualité, que la rentabilité de la production des légumes (SID ROUHOU, 2006).

Les cultures maraichères sont annuellement menacées par de nombreux ennemis tels que des micro-organismes, des animaux (vertébrés ou invertébrés) ou des végétaux (cas des mauvaises herbes). Pour cela, la nécessité de la mise en place de stratégies de contrôle et de lutte contre les déprédateurs est obligatoire afin de minimiser les dégâts sur les récoltes. L'usage des pesticides de synthèse s'est révélé efficace dans la protection des cultures mais il a alourdi le bilan environnemental par l'intoxication des terres et des eaux et par la phytotoxicité. On note également de nombreux cas de perte d'efficacité de ces produits, liés aux phénomènes de résistance des ravageurs (BERNINGER., 1990).

Les maladies de la tomate et la pomme de terre causent des pertes quantitatives et qualitatives dans les zones de culture à travers le monde (OUKALA, 2014). En Algérie, le spectre d'apparition et de développement des pathologies prend de l'ampleur d'année en année (HAMIDOUCHE et BOULHOUT), les données officielles sur ces pathologies sont rares dans la bibliographie. Une raison pour la quelle les agriculteurs trouvent des difficultés pour mettre en œuvre une stratégie de lutte efficace (OUKALA, 2014).

Les champignons phytopathogènes sont des espèces de champignons parasites qui provoquent des maladies cryptogamiques chez les plantes. Ces champignons appartiennent aux différents groupes du règne des eumycètes ou «champignons vrais»: ascomycètes, basidiomycètes, chytridiomycètes, zygomycètes et deutéromycètes (champignons imparfaits) (DEACON, 2005). Ils sont capables d'infecter n'importe quel tissu à n'importe quel stade de croissance de la plante, en suivant un cycle biologique complexe qui peut comporter des stades de reproduction sexuée ou asexuée (GARRIDO et *al.*, 2012).

Depuis quelques années, la protection biologique connaît un regain d'intérêt, alimenté par le souci croissant d'une meilleure protection de l'environnement, et par le

désir de qualité des produits imposée par les consommateurs. L'utilisation d'agents de lutte biologique est devenue une réalité en agriculture en particulier pour le contrôle des ravageurs invertébrés, avec l'emploi d'insectes prédateurs, de parasitoïdes, de micro-organismes antagonistes, d'extraits de plantes, ...etc (AJOUZ, 2009).

Ce travail a pour objectif d'étudier l'effet antifongique des extraits aqueux des tiges, des feuilles et des fleurs de huit plantes spontanées du Sahara septentrional et la région de Mesâad envers le *Botrytis* et *Alternariose*. Cette approche est expérimentée *in vitro* sous des conditions contrôlées.

N'ayant pas obtenu de résultats relatifs à notre travail à cause des conditions sanitaires (Covid19) qui ont entravé notre expérimentation à partir du 10 Mars 2020, nous nous sommes contentés de réaliser une recherche bibliographique sur des travaux similaires afin de donner un aperçu générale et se rapprochant des résultats que nous devrions s'y attendre.

Nous avons pris en considération quatre exemples: le premier consiste à utiliser la plante *Salvia officinalis* contre *Botrytis cinerea*, le deuxième prend en compte l'utilisation de quatre plantes (*Allium sativum*, *Allium cepa*, *Thymus* sp et *Inula viscosa*) contre l'*Alternaria solani* et le troisième exemple consiste à utiliser deux plantes *Anvillea radiata* et *Cotula cinerea* contre le *Fusarium oxysporum*. Enfin, le dernier exemple consiste à utiliser la plante *Artemisia herba alba* contre *Alternaria* spp et *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*.

Le présent document est structuré en deux parties totalisant cinq chapitres. Les trois premiers chapitres concernent une synthèse bibliographique sur des généralités sur les plantes hôtes (la tomate et la pomme de terre) et Présentation des champignons phytopathogènes (*Botrytis* et *Alternaria*).

Le troisième chapitre aborde une synthèse bibliographique détaillée sur l'utilisation des plantes en protection des végétaux.

Pour ce qui est de la partie expérimentale, nous avons traité dans le quatrième chapitre, la présentation du matériel et des méthodes utilisés. Le cinquième chapitre est consacré aux quelque exemple d'application des travaux similaires. Notre travail se terminent par une conclusion avec quelques perspectives.

Partie I.

Synthèse bibliographique

Chapitre 1.

***Généralités sur la tomate
(*Lycopersicon esculentum*) et
la pomme de terre (*Solanum
tuberosum*)***

Chapitre 1. Généralités sur la tomate (*Lycopersicon esculentum*) et la pomme de terre (*Solanum tuberosum*)

1.1. Tomate (*Lycopersicon esculentum*)

1.1.1. Origine de la tomate

La tomate *Lycopersicon esculentum* originaire d'Amérique du sud fut domestiquée au Mexique. En 1544, elle est en Espagne en Italie puis dans les autres pays européens. Elle s'est ensuite propagée en Asie du sud et l'est, en Afrique et en moyen orient (SHANKARA et al. 2005).

En Algérie, ce sont les cultivateurs du sud de l'Espagne (Tomateros) qui l'ont introduite, étant donné les conditions qui lui sont propices. Sa consommation a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral Algérois (LATIGUI, 1984).

1.1.2. Classification botanique

Selon DUPONT et GUIGNARD, 2012; et SPICHIGER et al., 2004, la classification de la tomate est la suivante:

Règne: Planta
Embranchement: Spermaphytes
Sous-embranchement: Angiospermes
Classe: Dicotylédones
Famille: Solanacae
Genre: *Lycopersicum*
Espèce: *Lycopersicum esculentum*

1.1.3. Description morphologique de la plante de la tomate

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

Chez la tomate, le système racinaire est très puissant et ramifié sur les trente premier centimètres. On dit que ce système racinaire est pivotante (ZIRI, 2011).

Chapitre 1.....Généralités sur la tomate et la pomme de terre

Le port de croissance de la tige varie entre érigé et prostré. La tige pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4m. la tige est pleine, fortement poilue et glandulaire (SHANKARA et *al.*, 2005).

Les feuilles sont composées et velue. Elle répand une odeur caractéristique, due à la solanine, si on la froisse. Les folioles sont ovées à oblongues, couvertes de poils glandulaires (SHANKARA et *al.*, 2005).

La fleur est hermaphrodite. Le pistil est entouré d'un cône de 5 à 7 étamines à déhiscence introrse et longitudinale. Les fleurs, à corolles soudées en forme d'étoile à cinq pointes sont jaunes vives. Elles sont réunies en cymes et s'épanouissent de fin mai à septembre (KOKIBALI IKOKO, 2009).

Les fleurs sont les organes sexuels de la tomate. Elles sont regroupées sur le même pédoncule en bouquet lâche en inflorescences formant des grappes plus ou moins bifurquées de 3 à 8 fleurs chez les variétés fixées et au-delà chez les hybrides (POLESE, 2007).

Lorsqu'il n'est pas encore mur, le fruit est vert et poilu. La couleur des fruits murs varie du jaune au rouge en passant par l'orange (SHANKARA et *al.*, 2005).

Le fruit est une baie à placentation centrale, elle comporte un nombre de loges carpellaires variables et supérieur à deux (INDREA, 1989).

Un fruit charnu renferme des graines appelée pépins entourés d'une sorte de mucilage provenant de l'enveloppe de la graine (POLESE, 2007).

1.1.4. Cycle de vie et mode de reproduction

Selon HUAT (2008), le cycle biologique de la tomate comprend 4 phases essentielles.

✓ Phase de germination

A température comprise entre 18 et 24°C, la levée s'effectue au bout de 6 à 8 jours. Au dessus du sol apparaissent la tigelle et deux feuilles cotylédonaires simples et opposées. Dans li sol, la radicule possède un manchon de poils absorbants bien visible.

✓ Phase de croissance

La radicale s'allonge et prend l'aspect d'un filament blanchâtre sur lequel apparaissent des racines secondaires. Les deux premières vraies feuilles découpées apparaissent vers le 11ème jour. Elles ne sont bien développées que vers le 20ème jour. Au

Chapitre 1.....Généralités sur la tomate et la pomme de terre

bout de un mois environ, il y a 3 à 4 paires de feuilles découpées. Le jeune plant a 15 à 20 cm de hauteur en moyenne et c'est le moment de le repiquer, directement en place.

✓ Phase de floraison

Durant la phase de floraison, la croissance continue et la première inflorescence apparait. Les autres inflorescences vont apparaitre au-dessus de la première, avec entre chaque inflorescence un nombre variable de feuilles: de une à quatre. La floraison s'échelonne donc de base en haut.

La floraison dure un mois à un mois demi, c'est à dire de deux mois et à trois mois et demi quatre mois après le semis.

✓ Phase de fructification/maturation

La fructification débute durant la phase de floraison. Elle commence par la nouaison des fruits de l'inflorescence de base et se poursuit par les inflorescences supérieures au fur et à mesure de l'apparition des inflorescences et de la fécondation des fleurs. Les fleurs se développent, grossissent et après avoir atteint leur taille définitive, elles commencent par perdre leur coloration verte au profit du jaune, puis au rouge de plus en plus accentué.

La figure 1 suivante résume les différents stades de développement de la tomate.

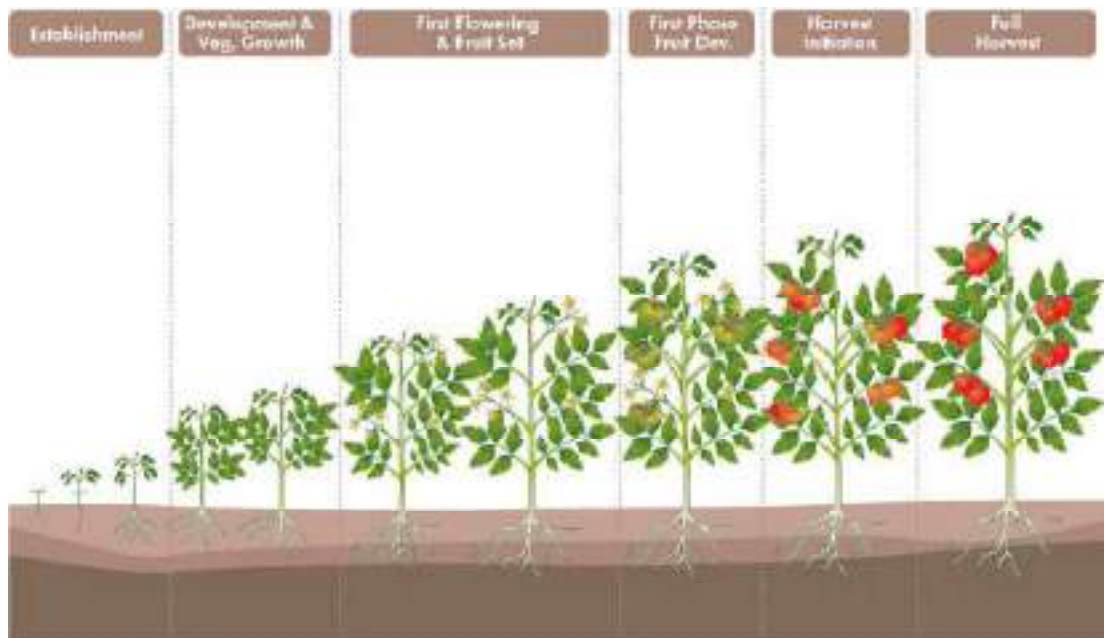


Figure 1: Cycle de développement de la tomate (ANONYME, 2016).

1.1.5. Valeurs nutritionnelles

La tomate est un aliment diététique riche en eau et pauvre en calories. Le fruit renferme aussi beaucoup d'éléments minéraux et de vitamines (tableau 1), dont la plus importante en quantité est la vitamine C (ou acide ascorbique). Lorsque le fruit est mur, il contient aussi des pigments de la famille des caroténoïdes. Le B-carotène possède une activité de provitamine A. le lycopène, aussi présent en grande quantité dans le fruit mur (entre 3 et 8 mg/100 g de matière fraîche) mais surtout dans les concentrés de tomate (30 mg pour 100 g de concentré) (ZIDANI, 2009).

Tableau 1: Composition biochimique de la tomate crue (ZIDANI, 2009).

Tomate crue (Teneur par 100 g)	
Energie (kcal)	18
Energie (kJ)	77
Eau	93.3
Glucides disponibles (g)	3.2
Fibres alimentaires (g)	1.3
Lipides (g)	0.2
Protéines (g)	0.9
Sodium (g)	6
Potassium (g)	245
Magnésium (g)	11
Phosphore (g)	25
Calcium (g)	10
Fer (g)	0.4
Carotène (µg)	600
Lycopène (mg)	6

1.1.6. Variétés de la tomate

Il existe plus de cinq cents variétés fixées (conservent les qualités parentales). Leurs fruits sont plus ou moins réguliers, sensibles aux maladies, mais donnent en général des fruits d'excellente qualité gustative (POLESE, 2007).

Les variétés hybrides sont plus nombreuses. Elles sont relativement récentes, puisqu'elles n'existent que depuis 1960 (POLESE, 2007).

- Classification variétale selon le mode de croissance

Il existe de très nombreuses variétés cultivées de tomates. La sélection faite par les hommes a privilégié les plantes à gros fruits. On distingue cependant, plusieurs catégories de tomates qui sont classées selon leurs caractères botaniques, morphologiques et selon le mode de croissance de la plante (la formation des feuilles, inflorescences et bourgeons), qui déterminent l'aspect et le port que revêt le plant. Ainsi, la plupart des variétés ont un port dit indéterminé, à l'opposé des autres dites à port déterminé et des variétés buissonnantes (SHANKARA *et al.*, 2005).

- **Variétés déterminées**

Dans ce groupe, on trouve des variétés dont la tige émet un nombre donné de bouquets à fleurs. Mais cette tige principale est terminée par un bouquet à fleurs, comme d'ailleurs les rameaux anticipés, il en résulte que faute de bourgeon terminal la croissance de la tige s'arrête d'elle-même. Ce groupe est donc à retenir lorsque l'on souhaite disposer d'une récolte élevée en tonnage, mais dans un éventail de production peu étendu, de 6 à 7 semaines environ. Elles sont utilisées généralement lors de la culture en plein champs (LAUMONNIER, 1979). En Algérie on trouve des variétés fixées (AICHA) et des variétés hybrides. Ces dernières sont les plus utilisées, elles contiennent essentiellement: FAROUNA, JUKER, LUXOR, SUPER RED, TOP 48, TOMALAND, SUZANA, et ZIGANA ZERALDA (SNOUSSI, 2010).

- **Variétés indéterminées**

Ces variétés présentent une tige principale poussant avec régularité et formant un bouquet à fleurs toutes les trois feuilles généralement. Il en résulte que la production des fruits est prolongée. On peut l'arrêter par un pincement du bourgeon terminal à la souhaitée. Ce groupe se caractérise par un rendement important qui s'étale sur une longue période (LAUMONNIER, 1979). En Algérie les variétés hybrides sont les plus utilisées citant quelques une ACTANA, AGORA, BOND, NEDJMA, TAFNA, TAVIRA, TOUFAN, TYERNO et ZAHRA (SNOUSSI, 2010).

1.1.7. Importance économique

La tomate (*Lycopersicon esculentum*) est devenue un des légumes les plus importants du monde. Comme c'est une culture à cycle assez court qui donne un haut rendement, elle a de bonnes perspectives économiques et la superficie cultivée s'agrandit

de jour en jour. La tomate appartient à la famille des Solanaceae (SHANKARA et *al.*, 2005).

La tomate, est cultivée dans tout les pays sous toutes les latitudes, de l'équateur à quasiment le cercle polaire. Les fruits sont destinés à la consommation en frais ou à la transformation (LATERROT et *al.*, 1992). C'est aujourd'hui le légume d'intérêt commercial le plus important (FERRERO, 2009).

1.1.8. Principales maladies et ravageurs de la tomate

Selon BLANCARD (2009), le nombre des maladies et ravageurs affectant la tomate est important, plusieurs centaines de bioagresseurs, plus de 50 affections non parasitaires, sans compter les nouvelles pathologies émergeant avec une fréquence inquiétante.

A. Principales maladies de la tomate

Le tableau suivant présente les principales maladies de cette culture.

Tableau 2: Les principaux maladies de la tomate (ANONYME, 1999; SNOUSSI, 2010).

Type de maladie	Maladie	Agent	Symptômes
Maladies fongiques	Mildiou	<i>Phytophthora infestans</i>	Grandes taches brunes sur les feuilles et les tiges.
	Alternariose	<i>Alternaria solani</i>	Taches noires de taille variables sur les feuilles.
	Oïdium	<i>Oïdium neolycopersici</i>	Feutrage blanc sur feuilles.
	Fusariose	<i>Fusarium oxysporum</i>	Flétrissement des feuilles avec brunissement des vaisseaux et pourriture des racines.
	Verticilliose	<i>Verticillium albo-atrum</i>	Flétrissement des feuilles accompagné d'un jaunissement. Unilatéral suivi de dessèchement des feuilles de la base.
	Anthraxose	<i>Colletotrichum cocodes</i>	Taches circulaires de 05 à 10 mm sur les fruits rouges
	Botrytis (Pourriture grise)	<i>Botrytis cinerea</i>	Feutrage gris sur les feuilles et sur les fruits.
Maladies bactériennes	Chancres bactérien	<i>Clavibacter michiganensis</i>	Tiges spongieuses avec présence de cavités d'air. Petites taches chancereuses sur les folioles de couleur blanc marron. Jaunissement de la moelle en bordure des vaisseaux sur les fruits.
	Moucheture bactérienne	<i>Pseudomonas syringae</i>	Taches nécrotiques noires sur les feuilles et sur les fruits.
	Gale bactérienne	<i>Xanthomonas campestris</i>	Apparition des taches jaunâtres qui brunissent rapidement.

Maladies virales				
CMV (Cucumber Mosaic Virus)	/		Lorsque l'infection est précoce, on peut observer une stérilité des plantes ou une mal formation des fruits.	
TICV (Tomato Infectious Chlorosis Virus)	/		Une jaunisse généralisée et un retard du développement de la plante avec apparition de nécroses ce qui entraîne de grandes pertes de rendement.	
TMV (Tobacco Mosaic Virus)	/		Le virus de la mosaïque du tabac est caractérisé par une mosaïque verte ou blanche, de folioles gaufrées devenant filiformes qui ont tendance à s'enrouler, les fruits encore vert présentent une surface légèrement bosselée avec des plages nécrotiques brunes. Les fruits murs sont parsemés de plages vertes.	
TOCV (Tomato Chlorosis Virus)	/		Le virus de la jaunisse de la tomate est caractérisé par un jaunissement généralisé à l'ensemble des folioles un retard du développement de la plante.	
TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus) ou maladie des feuilles jaunes en cuillères de la tomate	/		La croissance des plantes atteintes est fortement perturbée. Les feuilles sont de tailles réduites et présentent un jaunissement et/ou un enroulement en forme de cuillères. En cas d'infection précoce, les plantes sont naines et ne produisent plus de fruits	

B. Principales ravageurs de la tomate (SNOUSSI, 2010)

- La mineuse de la tomate (*Tuta absoluta*)
- Les noctuelles (*Heliothes armigera*)
- Les aleurodes (*Trialeurodes vaporariorum Westwood*)
- Les pucerons (*Myzus persicae Sulzer*)
- Les thrips (*Frankliniella occidentalis*)
- Les acariens (*Tetranychus evansi*)

1.2. Pomme de terre (*Solanum tuberosum*)

1.2.1. Origine de la pomme de terre

Le centre de domestication des espèce de pomme de terre se situe au cœur des Andes (Pérou), où plus de 100 espèces sauvages ont été décrites, et où l'on connaît plus de 400 cultivars de pomme de terre indigènes (ROUSSELLE et *al.*, 1996).

En Algérie, la pomme de terre a probablement, été introduite une première fois au XVIème siècle par les Maures andalous qui ont propagé les autres cultures dans la région: tomate, poivron, mais, tabac puis elle est tombée dans l'oubli n'ayant pas suscité d'intérêt. Dans la deuxième moitié du XIXème siècle, les colons ont la cultivé pour leur usage, car les Algériens y sont réticents malgré les disettes successives. C'est la dernière grande famine des années (1930 et 1940) qui viendra à bout de cette opposition (MEZIANE, 1991).

1.2.2. Classification botanique

La position systématique de la pomme de terre est (BOUMLIK, 1995):

Embranchement:.....Angiospermes
Classe:.....Dicotylédones
Sous-classe:Gamopétales
Ordre:.....Polémoniales
Famille:.....Solanacées
Genre:.....Solanum
Espèce:.....*Solanum tuberosum*.

1.2.3. Description morphologique de la plante de la pomme de terre

✓ **Partie aérienne**

Chaque plante est composée d'une ou plusieurs tiges herbacées de port plus ou moins dressé et portant des feuilles composées (ROUSSELLE et al., 1992), comme les tiges et les feuilles, le fruit contient une quantité significative de solanine, un alcaloïde toxique caractéristique du genre.

Les inflorescences sont des cimes axillaires, les fleurs sont autogames: ne contiennent pas de nectar, elles sont donc peu visitées par les insectes et la fécondation croisée est presque inexistante dans la nature (ROUSSELLE et al., 1992).

Certaines fleurs sont souvent stériles. La production de fruits est généralement rare parfois nulle. On connaît des variétés de pommes de terre qui fleurissent abondamment mais qui ne fructifient pas (SOLTNER., 1988).

✓ **Partie souterrain**

Le système souterrain représente la partie la plus intéressante de la plante puisqu'on trouve les tubercules qui confèrent à la pomme de terre sa valeur alimentaire (BERNHARDS, 1998).

Cette partie composant le tubercule mère desséché, avec des racines et des stolons qui prennent naissance au niveau des nœuds basaux des tiges (MAZOYER, 2002).

Les racines de la pomme de terre sont constituées par des entre nœuds, courts et portent des bourgeons ce qu'on appelle les <yeux> situés dans des petites dépressions. Ces bourgeons se développent et donnent les germes et les futures tiges aériennes. Les racines prennent, naissance au niveau des nœuds enterrées par des tiges feuillées, et au niveau des nœuds des stolons ou au niveau des yeux du tubercule (CHABAH, 2016).

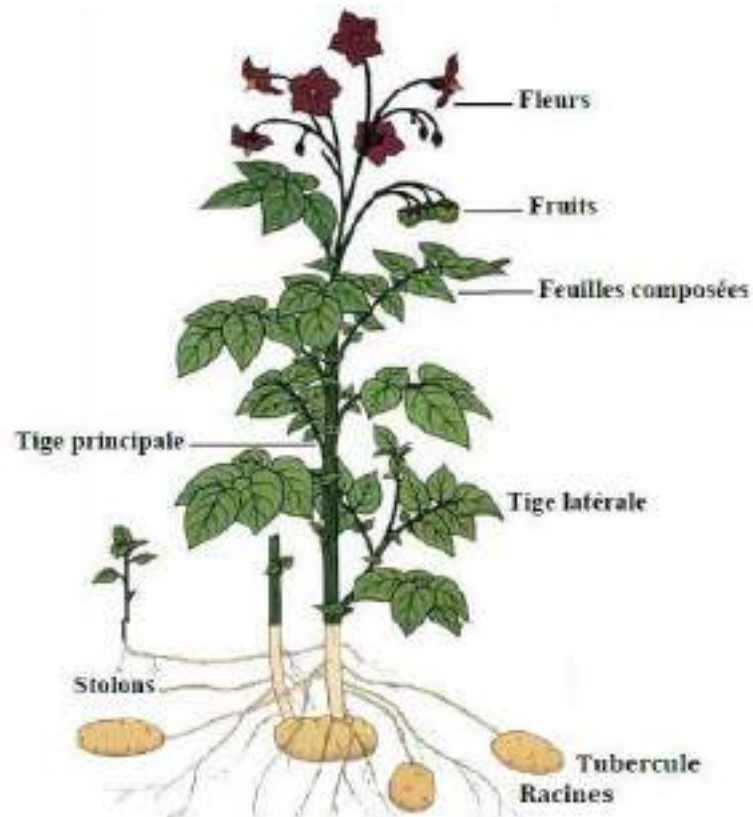


Figure 2: Caractéristiques morphologiques de la pomme de terre
(BERNHARDS, 1998).

1.2.4. Cycle de vie et mode de reproduction

La pomme de terre peut se reproduire soit par graine (reproduction sexuée) ou par multiplication végétative.

- **Cycle sexué**

Le fruit est une baie sphérique ou ovoïde de 1 à 3 centimètres de diamètre, il contient généralement plusieurs dizaines de graines (BERNHARDS, 1998), et peut aller jusqu'à 2000 graines (ROUSSELLE et *al.*, 1992).

La pomme de terre est très peu reproduite par graines dans la pratique agricole, cependant la graine est l'outil de création variétale.

La germination est épigée et les cotylédons sont portés au-dessus du sol par le développement de l'hypo cotyle. En conditions favorables, quand la jeune plante a seulement quelques centimètres de hauteur, les stolons commencent à se développer d'abord au niveau des cotylédons puis aux aisselles situées au-dessus, et s'enfoncent dans le sol pour donner des tubercules (BERNHARDS, 1998).

- **Cycle végétatif**

Le cycle de développement de la pomme de terre varie de 85 à 165 jours, selon que la variété soit précoce, semi tardive. Ce cycle comprend 4 phases différentes (MADEC et PERENNEC, 1980).

A. Dormance

Après la récolte, la plupart des variétés de pomme de terre traversent une période de dormance où le tubercule ne germe pas, quelle que soient les conditions climatiques (T, H, ...), et sa durée dépend beaucoup de la variété et des conditions d'entreposage, et surtout de la température. Pour accélérer la germination, on peut traiter les tubercules de semence par des produits chimiques ou les exposer alternativement à des températures élevées et basses (LAHOUEL, 2016).

B. Germination

Le tubercule est placé dans des conditions favorables (16-20°C, 60-80% d'humidité relative) instantanément après la fin de son repos végétatif, il commence à germer. Les tubercules deviennent capables d'émettre des bourgeons d'après une évolution physiologique interne, ce qui conduit à un seul germe qui se développe lentement et issu du bourgeon terminal qui inhibe les autres bourgeons c'est la dominance apicale (KECHID, 2005). Puis un petit nombre de germes à croissance rapide se développent. Ensuite un nombre de plus en plus élevé de germes démarrent, traduisant la perte de la dormance apicale. Ils s'allongent lentement, se ramifient, deviennent filiformes et finalement tubérisés.

C. Tubérisation

La tubérisation commence par un arrêt d'élongation des stolons après une période de croissance. Ce phénomène se réalise que le diamètre des ébauches est le double de celui des stolons qui les portent. Le grossissement des ébauches de tubercules s'effectue par accumulation dans les tissus des substances de réserve synthétisées par le feuillage. Ce grossissement ralentit puis s'arrête au cours de l'affaiblissement du feuillage (CHABBAH, 2016).

Les différents stades de développement de la pomme de terre sont présentés dans la figure suivante:

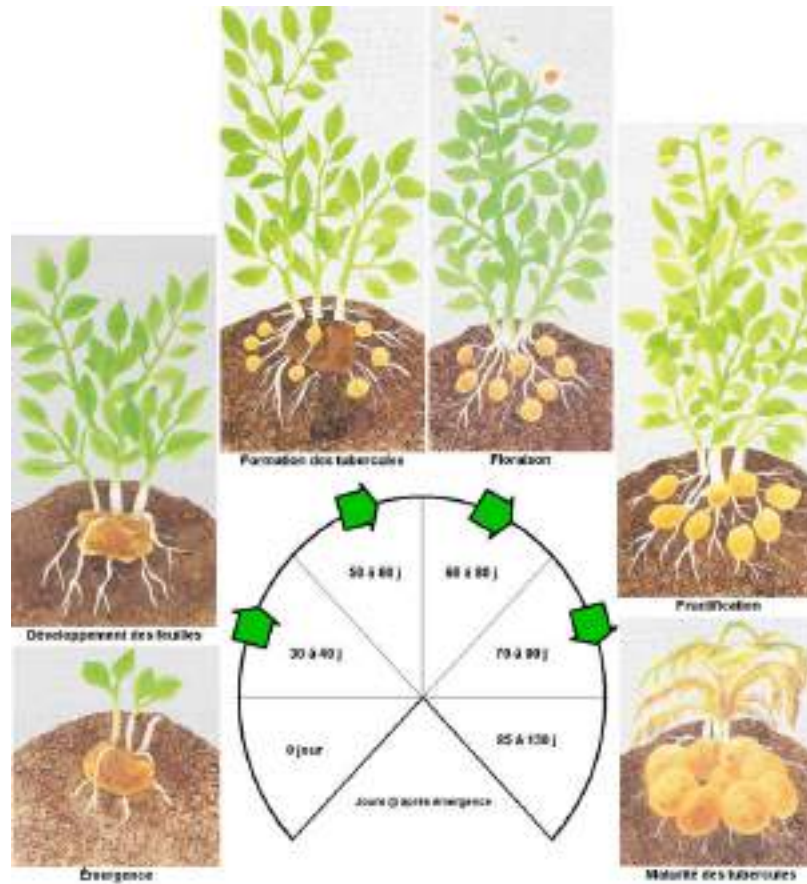


Figure 3: Cycle végétatif de pomme de terre (KOTCHI OLIVIER, 2004).

1.2.5. Valeurs nutritionnelles

Dans sa présentation la plus simple, la pomme de terre apporte des principaux nutritifs qui en font un produit presque indispensable à notre alimentation, elle est également la base du régime alimentaire de plusieurs groupes cultureux (KECHID, 2005). Sa valeur nutritionnelle est liée à sa composition, principalement à sa teneur en matière sèche (OCDE, 2002).

Sa valeur calorique est modeste, s'établissant entre 80 et 90 kcal (334 à 376 kJ) pour 100 g de pomme de terre. Et elle est composée de 78% d'eau ainsi que de 22% de matière sèche (ANONYME, 2000).

Le taux des composés minéraux et organiques pour 100 g de pomme de terre à l'eau est présenté dans les tableaux suivants:

Chapitre 1.....Généralités sur la tomate et la pomme de terre

Tableau 3: Les constituants minéraux de la pomme de terre pour 100 g de pomme de terre à l'eau (ANONYME, 2001).

Calcium	10 mg
Phosphore	50 mg
Magnésium	25 mg
Potassium	450 mg

Tableau 4: Les constituants organiques de la pomme de terre pour 100 g de pomme de terre à l'eau (ANONYME, 2000).

Protéine	2000 mg (1/10 de matière sèche)
Amidon	15000 à 16000 mg (4/5 de matière sèche)
Sucres	500 mg
Lipides	100 mg

Vitamine B: Comme tous les aliments faisant partie des féculents, la pomme de terre apporte des quantités notables en vitamines du groupe B.

Vitamine C: De 5mg à 10mg. La teneur en vitamine C dépend de la maturité de la pomme de terre. Plus on la conserve longtemps, plus sa vitamine C diminue (Anonyme, 2001).

Fibres: La pomme de terre en apporte environ 2g par ration de 100g, ce qui équivaut à 15% des besoins quotidiens de fibres. Ce pourcentage peut se situer entre 20 et 25% si la peau est consommée (ANONYME, 2000).

La figure suivante résume la composition moyenne de la pomme de terre en éléments nutritifs:



Figure 4: Valeurs nutritionnelles de pomme de terre (CIQUAL, 2013)

1.2.6. Variétés de la pomme de terre

Bien que la pomme de terre cultivée dans le monde entier appartienne à la même espèce botanique *S. tuberosum* L., il existe des milliers de variétés qui sont très différentes de par leur taille, leur forme, leur couleur, leur usage culinaire et leur goût (ANONYME, 2008).

Chaque variété possède une description officielle basée sur de nombreux caractères morphologiques et quelques caractères physiologiques, lui permettant d'être toujours identifiable, différenciable visuellement des autres variétés (PERON, 2006).

Parmi les variétés les plus cultivées au monde nous pouvons citer: Elodie, Amandine, Annabelle, Belle de fontenay, BF 15, Blanche, Charlotte, Chérie, Pompadour, Nicola, Rosabelle, Roseval, Burene, Désirée (ISABELLE, 2016).

Cent vingt variétés sont inscrites au catalogue algérien des espèces et variétés cultivées. Cette inscription est obligatoire pour leur commercialisation. Les principales variétés cultivées en Algérie sont citées dans le tableau suivant:

Chapitre 1.....Généralités sur la tomate et la pomme de terre

Tableau 5: Liste de quelques variétés homologuées en Algérie (CNCCSP, 2010; ISABELLE, 2016).

Variétés	Caractéristiques	Consistance de la chaire
Bintje	Peau jaune, forme arrondie, tubercule ferme, oblongue, régulier, demi précoce, conservation moyenne	Chaire jaune claire farineuse, petit gout d'amande grillée
Spunta	Grosseur souvent exceptionnelle, tubercule oblongue, peau jaune, conservation assez faible, très productive, précoce	Chaire jaune
Samba	Tubercule oblongue de forme allongée et régulière, peau légèrement cuivrée, précoce, bonne conservation	Chaire jaune, fondante
Monalisa	Peau jaune, tubercule allongé, demi précoce, bonne conservation	Chaire jaune, fondante
Early rose	Peau lisse et rose pâle	Chaire blanche avec une auréole rosée légèrement farineuse
Atlas	Forme oblongue, peau jaune assez régulière	Chaire jaune pâle
Kondor	Forme oblongue, peau rouge assez régulière	Chaire jaune pâle
Aida	Forme oblongue, allongé, couleur jaune, yeux peu profonds	Chaire jaune clair
Agria	Forme oblongue, couleur jaune, yeux très peu profonds, demi tardive	Chaire jaune foncé
Ailsa	Forme oblongue, couleur jau ne, les yeux très peu profonds	Chaire jaune clair
Ambo	Forme oblongue, courte, jeune, les yeux rouges	Chaire blanche
Ajax	Forme oblongue, couleur jaune	Chaire jaune pâle
Famosa	Forme oblongue, couleur de la peau jaune clair, les yeux sont superficiels	Chaire jaune pâle

1.2.4. Importance économique de la pomme de terre

Dans le monde

En terme monétaire la culture de pomme de terre arrive après le riz, le blé, et le maïs, au quatrième rang des cultures vivrières des pays en voie de développement (HORTON, 1987).

La pomme de terre s'adapte à des situations très diverses du cercle polaire à l'équateur en jouant sur les saisons, les variétés, l'altitude (BOUFARES, 2012).

En Algérie

La pomme de terre est l'un des produits les importants pour l'alimentation de la population algérienne. Elle occupe la deuxième place après le blé (KECHID, 2005).

Le secteur de cette plante en Algérie est une activité économique significative. Il a considérablement gagné une importance au cours des six dernières années, grâce à la politique d'incitation gouvernementale (AISSAT, 2013).

Le même auteur ajoute que la production de la pomme de terre en Algérie est passée de 1,5 millions de tonnes en 2007 à 4,22 millions de tonnes en 2012. Une croissance continue est anticipée, le gouvernement ayant l'ambition d'atteindre une production de 5 millions en 2015. Par ailleurs, la surface cultivée a augmenté rapidement, atteignant 60000 ha au cours des six dernières années.

1.2.5. Principales maladies et ravageurs de la pomme de terre

La pomme de terre est soumise à l'attaque de plusieurs ravageurs et maladies fongiques ou bactériennes qui affectent tout ou une partie de la plante (racines, tiges, feuilles, tubercules) pendant la phase de végétation et/ou pendant la phase de conservation des tubercules; occasionnant par fois des dégâts importants. (Maladie et ravageurs pris en compte dans le cadre du contrôle officiel des plants de pomme de terre, 2006; les principales maladies bactériennes et cryptogamiques de la pomme de terre, 1984).

A. Principales maladies de la pomme de terre

Le tableau suivant présente les principales maladies de la pomme de terre:

Tableau 6: Les principales maladies de la pomme de terre

Type de maladie	Maladie	Agent	Symptomes	Lutte
Maladies fongiques	Mildiou de la pomme de terre	<i>Phytophthora infestans</i>	Sur les feuilles: apparition de petites taches brunes entourées d'un halo jaune sur la face supérieure, le dessèchement conduit rapidement à la destruction des feuilles. Sur les tiges et bouquets terminaux des taches brunes, parfois nécrotiques et sur le tubercule (des taches au couleur brune ou gris bleuâtre).	La lutte doit être préventive: utilisation des plants sains, bonne buttage et protection fongicide. Les produits efficaces contre le Mildiou sont les produits à base de cuivre.
	Alternariose	<i>Alternaria solani</i> <i>Alternaria alternata</i>	Sur les feuilles: des taches nécrotiques, bien délimitées, de taille variable, situées sur les feuilles du bas. Sur les tubercules: pourritures brunes à noires, très sèches avec une dépression.	Pour la lutte éviter les stress accélérant l'affaiblissement des plantes, utiliser les fongicides anti mildiou (Chlorothalonil, Fluazinam,....)
	Rhizoctone brun	<i>Rhizoctonia solani</i>	Des levées irrégulières ou tardives des plants, les stolons et les racelles présentent des taches brunes profondes. Le rhizoctone se traduit par un enroulement et un jaunissement de feuillages; le tubercule contaminé porte à la surface de petits amas noirs très durs (Sclérotés)	Se fait par l'utilisation de plant sain, rotations longues, plantation en sol réchauffé et bien préparé et l'utilisation de fongicides en traitement des plans comme (Monceren, Dithane, Oscar,....).
	Fusariose (la pourriture sèche)	<i>Fusarium roseum</i> var. <i>sambucinum</i> <i>Fusarium solani</i> var. <i>coeruleum</i>	Sur le tubercule; les tissus touchés brunissent et dépriment présente des sites concentriques, la coupe de tubercule montre une pourriture marron qui se développe vers l'intérieur.	Eviter les blessures des tubercules lors de manipulations, bien sécher les tubercules à la récolte ; traiter peu de temps après la récolte par un fongicide à base (Thiabendazole + Imazalil)

		<p><i>Verticillium dahliae</i> <i>Verticillium albo-atrum</i></p>	<p>Le jaunissement des feuilles suivi par flétrissement du feuillage qui se généralise à l'ensemble de la plante, les feuilles tombent ou restent fixées à la tige qui conserve une couleur verte ; sur les tiges mortes ; la présence de petites sclérotés noirs ou de mycélium suivant l'espèce de champignon et les tubercules on note des taches brunes au niveau de l'anneau vasculaire.</p>	<p>La rotation minimale de trois ans entre les cultures solanacées, l'utilisation des plants certifiés et traiter par les fongicides avant la plantation.</p>
	<p>Gale commune</p>	<p><i>Streptomyces scabies</i></p>	<p>Sur tubercule; l'infection commence au niveau des lenticelles, les lésions sont de forme et de dimension très variables (superficielles, réticulaires, profondes, en cratère ou protubérantes) et en se joignant, peuvent couvrir toute la surface du tubercule</p>	<p>Utiliser des variétés résistantes, des plantes saines, la rotation.</p>
	<p>Jambe noire</p>	<p><i>Erwinia phytophthora</i></p>	<p>Se provoque des pourritures noires sur les tiges, le jaunissement et le flétrissement des feuilles ; sur le tubercule des pourritures molles internes et dégrade les tissus de tubercule</p>	<p>Il faut éviter les fumures azotées excessives, limités les blessures de tubercules lors de la manipulation.</p>
<p>Maladies bactériennes</p>	<p>Virus X</p>	<p>/</p>	<p>Provoque des symptômes faciles à distinguer (apparition de mosaïques limitées par les nervures).</p>	<p>Il faut utiliser des semences certifiées exemptes de maladie, des cultivars résistants et supprimer les plantes, les tubercules infectés de pomme de terre.</p>
	<p>Virus M</p>	<p>/</p>	<p>Enroulement mou des feuilles, une ondulation des bords et la formation de taches en mosaïque.</p>	<p>Utilisation des plantes saines et certifiées, et des variétés résistantes. Traitement avec des huiles minérales pour réduire la transmission des virus.</p>

B. Principales ravageurs de la pomme de terre

- La teigne (*Phthorimea opercullela*)
- Les doryphores (*Leptinotarsa decemlineata*)
- Les nématodes gallicoles (*Meloidogyne* ssp)
- Noctuelles (*Spodoptera littoralis*, *Spodoptera exigna*)

Chapitre 2.

Présentation des champignons phytopathogènes (Botrytis et Alternaria)

Chapitre 2. Présentation des champignons phytopathogènes (Botrytis et Alternaria)

2.1. Généralité sur les champignons phytopathogènes

Les champignons sont des organismes eucaryotes qui ne constituent pas une entité monophylétique mais forment au contraire un groupe très hétérogène dont la caractéristique essentielle commune est la nutrition hétérotrophe par absorption, celle-ci pouvant prendre la forme du saprophytisme, du parasitisme ou de la symbiose. (NASRAOUI, 2006).

Selon LEPOIVRE (2003), les champignons phytopathogènes sont responsables de près de la moitié des maladies connues à ce jour chez les plantes cultivées, et présentent des structures et des caractéristiques biologiques extrêmement diversifiées. (KIRK et *al.*, 2001). L'ensemble de ces microorganismes provoquent des maladies sur diverses cultures: maraîchères, céréales, plantes ornementales,....etc.(AGRIOS, 2005).

2.1.1. *Botrytis cinerea*

2.1.1.1. Présentation du pathogène

Botrytis cinerea est un champignon polyphage capable d'attaquer plus de 230 espèces de plantes (JARVIS, 1980). Ce pathogène est responsable de la pourriture grise. Il affecte de nombreuses productions végétales d'importance économique en culture sous serre ou en plein champ. Ce champignon est responsable de lourdes pertes économiques sur de nombreuses cultures (GULLINO, 1992).

2.1.1.2. Systématique

Le *Botrytis* a été reconnu comme un genre par Micheli en 1729 où il a été répertorié dans son livre « *Nova Plantarum Genera* ». Le nom *Botrytis cinerea* a été donné par Persoon en 1801 à un agent pathogène de la vigne. Ce champignon comme beaucoup d'autres connaît une double classification:

- forme parfaite (téleomorphe), *Botryotinia fuckeliana* (de Barry) Wetzl. C'est un Ascomycète, de la classe des Discomycètes, de l'ordre des Léotiales, famille des Sclerotiniaceae.
- Une forme imparfaite (anamorphe), *Botrytis cinerea* Pers. C'est un Deutéromycète de la classe des Hyphomycètes, de l'ordre des Moniliales, famille des Moniliaceae.

La position systématique de *Botrytis cinerea* (Giraud, 2018) est la suivante:

Règne:.....Eumycota
Embranchement:.....Ascomycota
Classe:.....discomycotina
Ordre:.....Leotiales
Famille:.....Sclerotiniaceae
Genre:.....Botryotinia
Espèce:.....*Botryotinia fuckeliana*

Selon (VIENNOT-BOURGIN, 1967), la forme parfaite de *Botrytis cinerea*, *Botryotinia fuckeliana* est extrêmement rare dans la nature (BARRAKA, 2002 et DEDJELL, 2000).

2.1.1.3. Caractéristiques morphologies

Sur milieu PDA, ce champignon se présente sous forme de colonies blanches qui prennent ensuite une teinte grise. Les conidies sont ovoïdes ou rondes, hyalines et d'une taille comprise entre 11 et 15 µm. Elles sont produites dans des bouquets à l'extrémité de conidiophores ramifiés. Ce champignon peut produire également des sclérotés à contours irréguliers et noirs (1-5 mm de diamètre). La sporulation est provoquée par l'exposition à la lumière (ROSENBERGER, 1990).

Le mycélium de *Botrytis.cinerea* comprend des filaments articulés, grisâtres ou olivâtres, cylindriques, quelquefois vésiculeux au niveau de la cloison médiane, dont le diamètre varie considérablement suivant les conditions de développement des hyphes. Lorsque le mycélium est au stade de fructification, il produit des touffes de conidiophores grisâtres. Parfois, ce mode de multiplication peut disparaître et laisser place à une prolifération mycélienne blanche qui correspond à l'élongation d'hyphes grêles, hyalins qui se répandent sous forme de "toile" (DAUGAARD et *al.*, 2003).

2.1.2.4. Symptomatologie

Botrytis cinerea est un agent d'une maladie appelée pourriture grise. Une moisissure grise s'observe alors sur les différents organes de la plante.

Au niveau des blessures contaminées, *B. cinerea* a une évolution d'autant plus rapide que les fruits sont plus mûrs. Si l'atmosphère du local de conservation est très humide, un mycélium blanc et dense peut apparaître en surface et contaminer les fruits sains adjacents provoquant la formation de 'nids' de pourriture dans les caisses (BONDOUX, 1992). Les symptômes qui sont les plus typiques pour les feuilles et les

Chapitre 2..... Présentation des champignons phytopathogènes

petits fruits sont l'apparition de taches brunes, suivis par l'apparition de feutrage grisâtre, qui sont en fait les conidies (WILLIAMSON *et al.*, 2007).

Le pathogène peut ensuite contaminer l'ensemble de la plante. Il se manifeste sous forme de taches spectrales, c'est à dire des auréoles pâles avec un petit point brun noir en leur centre. Le champignon se présente ensuite sous forme d'un duvet gris, d'où son nom de pourriture grise (BARDIN *et al.*, 2008).

✓ Les photos suivantes présentent les symptômes causés par l'agent pathogène *Botrytis cinerea* sur quelques cultures maraîchères.



Photo 1: Symptômes de *B. cinerea* sur les fruits de la tomate (GOOGLE, 2020a).



Photo 2: Symptômes de *B. cinerea* sur les feuilles de la tomate (GOOGLE, 2020b).



Photo 3: Infection de *B. cinerea* sur feuille de laitue (GOOGLE, 2020c).



Photo 4: Fruit d'aubergine infecté par *B. cinerea* sur les (GOOGLE, 2020d).



Photo 5 Symptôme *B. cinerea* sur les poivres (GOOGLE, 2020e).

2.1.1.5. Biologie du pathogène

Selon AJOUZ (2009), le *Botrytis cinerea* possède un cycle infectieux sexué et asexué. Il peut produire des spores asexuées (conidies), des spores sexuées (dans des apothécies), et parfois des sclérotos.

Le cycle de développement de *B. cinerea* est résumé dans la Figure 5.

Durant l'hiver, *B. cinerea* survit dans les débris des végétaux sous diverses formes: mycélium, conidies et sclérotes, ces derniers ont la propriété de persister dans le sol plusieurs années (KLAUS, 2007).

Lorsque les conditions deviennent favorables, les conidies apparaissent leur développement se manifeste par la production de conidiophores dressés en touffes, constituant un feutrage intense gris .Elles ont une part importante dans la dissémination du champignon. Elles sont produites dès le printemps dans le cas de culture en plein champ et peuvent être produites continuellement dans le cas de cultures sous abris. Leur libération est favorisée par un climat humide, puis elles sont transportées par le vent, la pluie et les insectes (HOIZ et *al.*, 2004).

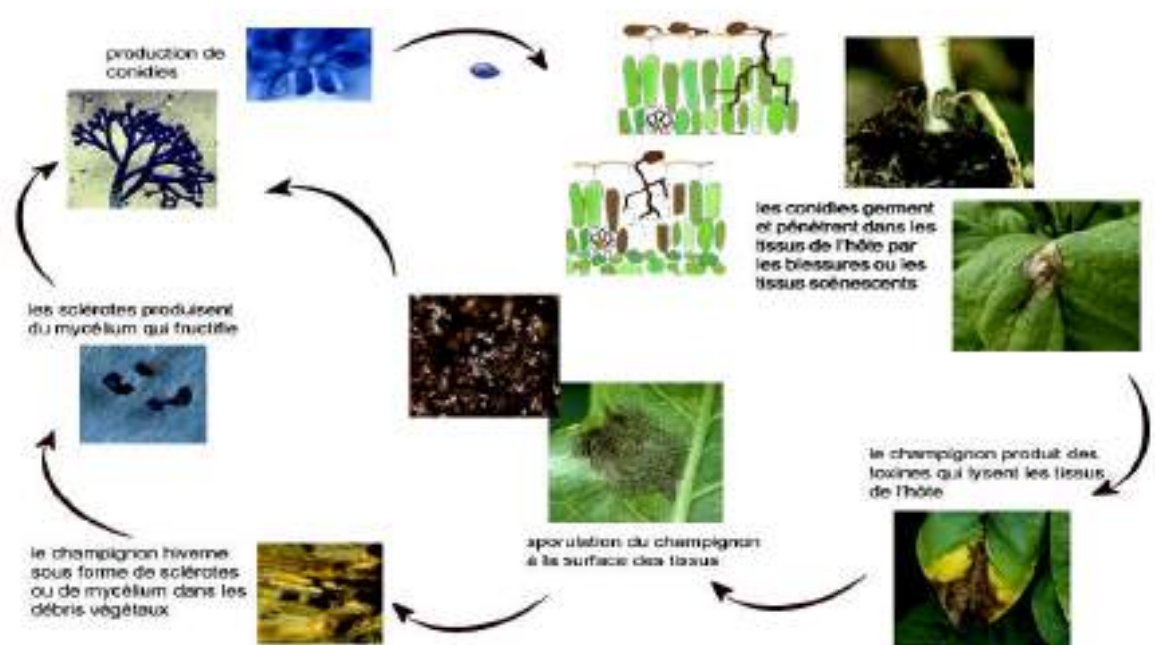


Figure 5: Cycle de développement (production asexuée) de *Botrytis cinerea* sur différentes cultures (AGRIOS, 2005. modifié).

2.1.1.6: Facteurs favorables du développement de maladie.

Pour *B. cinerea*, différents facteurs d'origines extérieures ou dépendants de la plante interviennent dans les premiers stades d'infection, dans le développement de la maladie et dans la sporulation du champignon (Elad et Yunis, 1993; Yunis et *al.*, 1990). Il apparaît donc important de faire le point sur les connaissances actuelles afin de mettre en lumière les facteurs favorisant le Botrytis, tant pour expliquer les variations d'infections

sur des sites d'essais que pour définir des indicateurs pouvant nous aider à définir et piloter des stratégies de lutte.

➤ **Température**

Les conditions environnementales, en particulier la température, jouent un rôle clef pour l'infection de la plante par *B. cinerea* et le développement de la maladie. La température optimale pour la croissance mycélienne varie selon les souches de *B. cinerea* mais dans l'ensemble elle est comprise entre 18 et 23°C (JARVIS, 1977). Tandis que la température optimale pour la germination des conidies était comprise entre 20 et 30 °C. (SHIRAISHI et *al.*, 1970a). Selon SIRRY (1957), ont constaté qu'à 21°C, les conidies de *B. cinerea* germent à 100%.

➤ **L'humidité**

La production et la germination des conidies ainsi que la croissance du mycélium sont en fonction de la température et de l'humidité relative, avec un optimum entre 15 et 20°C, et une humidité relative supérieure à 90 % (BLANCARD et *al.*, 2012).

➤ **Qualité de la lumière**

La germination des conidies de *B. cinerea* se produit aussi bien à la lumière qu'à l'obscurité, pourvu qu'il y ait de l'eau et des nutriments en quantité suffisante (BLAKEMAN, 1980). NICOT et *al.*, (1996) ont montré que le taux de germination de spores des *B. cinerea* sur un milieu PDA (Potato dextrose Agar) n'est pas différent quand les spores sont placées sous un film sélectif filtrant les rayons ultraviolets (UV) ou quand elles sont placées sous un film qui n'absorbe pas les UV. La sporulation de *B. cinerea* est par contre dépendante de la qualité de la lumière reçue et surtout des UV (ELAD, 1997; NICOT et *al.*, 1996; WEST et *al.*, 2000).

La survie des conidies dans l'air est également influencée par la qualité de la lumière. D'après ROTEM et AUST (1991), les rayons UV influencent fortement la mortalité des conidies; la longévité sous UV a été réduite à 3 minutes.

➤ **Exigences nutritives**

Afin de pouvoir germer, croître et sporuler, les spores de *B. cinerea* ont des besoins nutritifs. Du fait du peu de réserves énergétiques endogène présentes dans les conidies de *B. cinerea*, ce champignon a besoin d'une source exogène de nutriments pour se développer (KOSUGE et HEWITT, 1964). Les nutriments sont nécessaires à la

germination des spores, au développement du mycélium, et à la formation des appressoria (LI *et al.*, 2004).

De nombreuses expériences ont montré que la germination de *B. cinerea* dans l'eau était significativement plus faible que dans une solution nutritive (KOSUGE et HEWITT, 1964). La germination des spores de *B. cinerea* dans l'eau (absence de nutriments) a cependant été observée pour certaines souches (DOEHLEMANN *et al.*, 2006). La présence de nutriments tels que le glucose et le fructose favorise la germination et l'élongation du filament germinatif (CLARK et LORBEER, 1977; KOSUGE et HEWITT, 1964) et permettent à des conidies âgées de retrouver leur pouvoir germinatif (SHIRAIISHI *et al.* 1970a). Ainsi une addition de saccharose, maltose, lactose, mannose, galactose ou xylose stimule la germination de conidies de *B. cinerea* âgées de plus de 40 jours (SHIRAIISHI *et al.*, 1970b).

➤ **Etat physiologique de la plante, fertilisation**

Les quantités d'engrais et la composition de la solution nutritive utilisée influencent la sensibilité de la plante hôte à la pourriture grise. Cependant, les résultats sont parfois contradictoires dans ce domaine (DIK et WUBBEN, 2004). Un taux d'azote élevé, par exemple, augmente la croissance des plantes et la densité du feuillage mais en même temps sa sensibilité à *B. cinerea* (PITCHAY *et al.*, 2007).

2.1.1.7. Importance économique de la maladie

Botrytis cinerea est l'agent responsable de la pourriture grise. Cet agent pathogène peut entraîner la destruction partielle ou totale de la plante hôte, et dans certains cas de la récolte. Sur le plan économique, ce champignon est considéré comme un problème phytosanitaire majeur en viticulture dans le monde (MARTINEZ *et al.*, 2005). Il peut s'attaquer à différents stades de développement de la vigne et l'infection par les conidies peut se produire durant toute la saison de croissance: début d'inflorescence, floraison, véraison, stade végétatif et grappe (KRETSCHMER *et al.*, 2007). On estime les pertes mondiales dues à *B. cinerea* sur vigne à 2 milliards \$ par an (ELMER et MICHAILIDES, 2004).

En cultures sous abris, les risques d'attaque par ce champignon pathogène sont permanents sur différentes cultures, la tomate, le poivron, la laitue ou la fraise (JARVIS, 1992). Dans une étude effectuée sur 15 serres du sud de la France, NICOT et

BAILLE (1996) ont montré que l'incidence de *B. cinerea* entre mai et juin 1991 variait de 32 à 100%, et que la mortalité des plantes atteignait 46% dans certaines serres.

2.1.1.8. Méthode de lutte

La pourriture grise réduit considérablement le rendement des cultures. Pour lutter efficacement contre cette maladie, on peut utiliser séparément et conjointement diverses méthodes de lutte, y compris:

2.1.1.8.1. Lutte culturale

Une gestion culturale maîtrisée peut être un moyen puissant pour réduire de façon drastique les maladies chez les végétaux. Dans le cas de *Botrytis cinerea*, ces mesures consistent à une meilleure gestion de l'humidité et de la température autour des végétaux, à maîtriser l'entrée et l'accumulation d'inoculum (ELAD et SHTIENBERG 1995). Afin de lutter contre *B. cinerea*, certains points peuvent être considérés comme une lutte culturale:

➤ **Choix du site et type de plantation**

Le site et la méthode de plantation doivent faire en sorte d'assurer un séchage rapide du feuillage et des fleurs afin de limiter le développement du champignon. Ainsi, il faut choisir un site où l'air circule facilement, avec une bonne exposition au soleil, sur un sol qui se draine bien. Il est préférable d'orienter les rangs dans le sens des vents prédominants, toujours pour assurer un séchage rapide du feuillage WILCOX (1993).

➤ **Irrigation**

Les conditions environnementales, en particulier l'humidité relative, joue un rôle clef pour l'infection de la plante par *B. Cinerea* et le développement de la maladie. Ainsi, le CPVQ (1985) recommande d'irriguer de préférence le jour et lorsque la température dépasse 20 °C. HOFSTETTER (1990) recommande quant à lui d'irriguer tôt le matin par journée ensoleillée de façon à accélérer le séchage de la surface du sol et donc réduire la sporulation du champignon.

➤ **Rotation**

Une façon simple d'éviter les problèmes de pourriture grise est de faire une rotation courte, c'est-à-dire de ne faire la récolte qu'une année (HAMAIIDIA, 2017).

➤ Variétés résistantes

Pour l'ensemble des cultures attaquées par le champignon, il n'existe aucune variété commerciale résistante à la pourriture grise (DIK et WUBBEN, 2004). Cependant, il existe une différence importante dans la sensibilité à la pourriture grise pour certaines plantes (HAMAIDIA, 2017).

2.1.1.8.2. Lutte biologique

Le terme "lutte biologique" recouvre différents concepts selon les disciplines impliquées dans la protection des cultures (NORDLUND, 1996). La définition officielle par l'OILB (Organisation Internationale de la Lutte Biologique) stipule que la protection biologique est « *l'utilisation d'organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par des ravageurs* ». Cette méthode vise donc à identifier des auxiliaires efficaces et optimiser leur utilisation afin de lutter contre des espèces invasives et contre des organismes pathogènes difficilement maîtrisables par les luttes classiques. D'après la définition de COOK et BARKER (1984), la lutte biologique consiste à réduire la densité d'un agent pathogène et/ou l'activité de celui-ci = (le potentiel infectieux) en mettant en œuvre un ou plusieurs organismes autres que l'homme.

La protection conférée par un agent biologique peut être basée sur un ou plusieurs mécanismes d'action: la compétition pour les éléments nutritifs ou l'espace, le parasitisme, la production de substances toxiques pour le pathogène (antibiose) et/ou la stimulation des défenses de la plante (THOMASHOW et WELLER, 1996; YEDIDA et *al.*, 1999 ; HAAS et *al.*, 2000).

Le champignon le plus largement étudié est le *Trichoderma* spp. Les travaux sur le biocontrôle de *B. cinerea* à l'aide de ce champignon ont débuté il y a 30 ans (DUBOS et *al.*, 1978, 1982). Des produits à base de *T. harzianum* et *T. viride* ont été formulés afin d'être commercialisés en tant qu'anti-Botrytis.

Tableau 7: Exemple de produits de lutte biologique commercialisés dans le monde pour la lutte contre *Botrytis cinerea* (d'après ELAD et STEWART, 2004 ; FRAVEL, 2005).

Nom de produit	Antagoniste	Utilisation
Trichodex	<i>Trichoderma harzianum</i>	En vignes et cultures sous serre
Binab	<i>Trichoderma. h</i> et <i>Trichoderma polysporum</i>	Culture de fraise

Mycostop	<i>Streptomyces griseoviridis</i>	En serre sur concombre, tomate, poivron, laitue et plantes ornementales
Plantshield	<i>Trichoderma harzianum</i>	Culture sous serre
Botry-Zen	<i>Ulocladium oudemansii</i>	Vignes
Aspire	<i>Candida oleophila</i>	Fruits après récolte
Yield Plus	<i>Cryptococcus albidus</i>	Fruits après récolte
Bio-save	<i>Pseudomonas syringae</i>	Fruits après récolte
Serenade	<i>Bacillus subtilis</i>	Cultures sous serre et de plein champ

2.1.1.8.3. Lutte chimique

La lutte chimique se définit par l'utilisation de fongicides pour détruire, affaiblir ou réprimer le champignon. A partir des années 1950, il y a eu une expansion rapide de l'emploi de produits phytopharmaceutiques, liée à l'essor de la chimie de synthèse. Les fongicides anti-*Botrytis* utilisés en végétation ont largement évolué depuis le début des années 1970, où les premières matières actives apparues sur le marché pour lutter contre la pourriture grise furent le folpel, le captafol, l'euparène (dichlofluanide) et le thirame. Des progrès ont été réalisés dans les années 1970 avec la commercialisation des benzimidazoles, des thiophanates, et des dicarboximides à partir de 1976 (LEROUX et *al.*, 1999). Actuellement, les fongicides restent des outils indispensables pour lutter contre *B. cinerea* en pré- et post-récolte et assurer une production suffisante (LEROUX, 2004). La plupart des fongicides affectent directement des fonctions essentielles, comme par exemple la respiration, la biosynthèse des stérols ou la division cellulaire (LEROUX, 2004). La plupart des fongicides anti-*Botrytis* utilisés ont une action directe sur le champignon. Les substances actives comme le folpel, le thirame, le fluazinam et le dichlofluanide inhibent la respiration mitochondriale. En altérant la synthèse de l'acide désoxyribonucléique (ou ADN), l'iprodione, le procymidone, le vinchlozoline et le fludioxonil entraînent une instabilité mitotique qui conduit à une perturbation de la croissance des hyphes mycéliens. Le carbendazime, le bénomyl et le thiophanate de méthyle sont également capables d'inhiber la synthèse d'ADN et perturbent la réplication et la formation de microtubules. La biosynthèse des stérols est affectée chez le champignon soumis au fenhexamide, quant celle de la méthionine est perturbée suite à l'application du pyriméthanol, du cyprodinil et du mépanipyrin (ELAD et *al.*, 1992; ROSSLENBROICH et STUEBLER, 2000).

1.2. *Alternaria solani*

2.1.2.1. Présentation du pathogène

Les *Alternaria* sont des champignons fréquents dans notre environnement. Ils appartiennent aux moisissures atmosphériques, comprend près de 275 espèces (SIMMONS, 2007). Avec des modes de vie saprophytes et phytopathogènes qui peuvent affecter les cultures sur champ ou les produits végétaux pendant la récolte et post- récolte (LOGRIECO et *al.*, 2009). Ils peuvent se retrouver sur des substances très variées: plante, sols, textiles, graines (LINAS et *al.*, 1999).

Alternaria solani est un champignon phytopathogène de la famille des *Pleosporaceae*. Il est signalé depuis plusieurs décennies comme pathogène des Solanacées et a longtemps été décrit comme affectant la tomate, l'aubergine, la pomme de terre, ainsi que plusieurs espèces de cette famille botanique (BLANCARD et *al.*, 2012). Il provoque une maladie appelée « Alternariose » ou « Brûlure alternarienne ».

2.1.2.2. Systématique

La classification des champignons a longtemps été uniquement basée sur des critères morphologiques et le mode de reproduction. Selon cette nomenclature, Nees décrit pour la première fois en 1816, un champignon qu'il nomme *Alternaria tenuis*. Le genre *Alternaria*, par la suite été décrit par NEERGAARD (1945), JOLY (1964) et SIMMONS (1967, 1986, 1992). Il est classé parmi les *Deuteromycetes Dematiaceae*, formant un mycélium cloisonné brun ne présentant aucun mode de reproduction sexuée connu.

La complexité taxonomique des *Alternaria* liée à leur diversité et leur hétérogénéité a généré de nombreuses classifications. L'émergence de la taxonomie moléculaire basée sur la comparaison des séquences nucléotidiques, a abouti au classement du genre parmi les *Ascomycètes* au sein de la classe des *Dothideomycètes* (Annexe 5).

Selon SORAUEUR, 1896, la classification du genre *Alternaria* s'établi comme suit:

Règne:Fungi
Division:Ascomycota
Classe:Dothideomycetes
Ordre:Pleosporales
Famille:Pleosporaceae
Genre:*Alternaria*
Espèce:*A. solani*

Dans le genre *Alternaria*, les espèces sont principalement définies par les caractéristiques des conidies. Plus de 100 espèces présentes dans le monde ont été décrites (SIMMONS, 1992). Toutefois, des erreurs dans la taxonomie des espèces *Alternaria* ont surgi en raison de la variabilité de ses caractères morphologiques, qui ne sont pas seulement affectés par des facteurs intrinsèques, mais également par les conditions environnementales (ROTEM, 1994).

2.1.2.3. Caractéristiques morphologiques

A. solani qui se distingue par son niveau de virulence est identifiable par la forme caractéristique de ses spores (SPIGA, 2016). D'après plusieurs auteurs (MATHUR et KONGSDAL, 2003; RADTKE et RICKMAN, 1991; ELLIS, 1971 et CHAMPION, 1997), Les conidies d'*A. solani* sont elliptiques, oblongues ou en forme de massue, de couleur noirâtre, transversalement cloisonnées. Elles sont souvent sans cloisons longitudinales, et se terminent par une longue cellule terminale. Elles sont de taille microscopique de 15 à 20 µm de large et de 150 à 300 µm de long. La cellule terminale se rétrécit en direction de son extrémité de 2,5 à 5,0 µm. Le montage et l'examen microscopique des conidies dans une goutte d'eau permettent d'identifier les spores (IDNURM et HEITMAN, 2005).

2.1.2.4. Symptomatologie

L'alternariose (aussi appelée brûlure alternarienne) est une maladie causée par des champignons du genre *Alternaria*: *Alternaria solani* très répandue chez la famille des solanacées. Il a longtemps été décrit comme pathogène de la tomate, de l'aubergine, de la pomme de terre, ainsi que plusieurs espèces de cette famille botanique (BLANCARD et al., 2012).

➤ Symptômes sur feuilles

Les attaques débutent à partir des feuilles basses, âgées, et déjà séniles. Les premiers symptômes de la maladie dans les champs sont précoces et se traduisent par l'apparition de petites lésions ovales et circulaire noires de 1 mm de diamètre sur les tiges et les feuilles. Par la suite elles s'étendent progressivement et s'auréolent d'un halo jaune souvent bien marqué. Atteignant plusieurs millimètres, elles révèlent souvent de discrets anneaux concentriques d'un brun plus foncé (BLANCARD et al., 2012). Dans des conditions favorables, les infections graves peuvent éventuellement entraîner la mort des feuilles voir la plante. Les lésions sont d'abord superficielles et deviennent déprimées au fur

et à mesure qu'elles se développent. Les feuilles atteintes jaunissent et au final toute la surface du limbe se dessèche. En plus des taches foliaires. Une chlorose suivie de la mort des feuilles est observée quant une lésion de la tige se trouve à l'aisselle de la feuille (LOPES et BOITEUX LS, 1994).

➤ Sur fruits et tubercules

Le pathogène induit l'apparition de chancres sur fruit, en creux à l'aisselle du calice à partir de lésions sur sépales (MESSIAEN et *al.*, 1991). Une fois les fruits verts ou murs sont envahis, les tissus colonisés prennent progressivement une couleur noirâtre occasionnant de larges lésions circulaires concaves, parfois plissés en surface à la texture plutôt dure. Un dense feutrage les recouvre à terme correspondant à la sporulation d'*Alternaria* (BLANCARD et *al.*, 2012).

➤ Sur tige et collet

Quand des conditions météorologiques sont favorables, les lésions se développent sur les tiges et les pétioles (GROGAN et al, 1975 ; VLOUTOGLOU et KALOGERAKIS, 2000 ; VERMA et VERMA, 2010). Le dépérissement est généralement commun par temps sec, les lésions sur tige blanchissent et se fissurent (OSIRU, 2008). Les tissus sous les chancres présentent une pourriture sèche brune en particulier au niveau du xylème, celui-ci est décoloré d'une façon discontinue à brun et peut se développer dans les tissus adjacents au xylème primaire d'environ 4 à 7 mm au-dessus et en dessous et en dessous des chancres (GROGAN et al 1975).

✓ Les photos suivantes présentent les symptômes causés par l'agent pathogène *Alternaria solani* sur la tomate et la pomme de terre.



Photo 6: Lésions d'*Alternaria solani* sur les fruits de tomate (GOOGLE, 2020f).



Photo 7: Taches sur la foliole de tomate provoquée par *Alternaria solani* (GOOGLE, 2020g).



Photo 8: Symptômes d'alternariose sur tige et collet de plant de tomate (GOOGLE, 2020h).



Photo 9: Forme des lésions provoquée par *Alternaria solani*: sur la feuille de pomme de terre (GOOGLE, 2020i).



Photo 10: Symptômes causés par l'agent pathogène *Alternaria solani* sur tubercule (GOOGLE, 2020j).



Photo 11: Taches de l'alternariose sur les feuilles de pomme de terre (GOOGLE, 2020k).

2.1.2.5. Biologie de pathogène

Le cycle d'infection des champignons du genre *Alternaria* passe par plusieurs stades: la conservation, la pénétration et l'invasion, la sporulation puis la dissémination.

Le pathogène se conserve dans les débris des plantes, dans les tubercules de semence...ect (JACOBSEN et ZIDACK, 2010).

Une fois que les spores entrent en contact avec les cellules végétales, leur germination peut se produire en 2 heures quand l'air est saturé en humidité a une large gamme de température (de 8 a 32 °C) (EVANS et *al.*, 1992). La pénétration dans les tissus végétaux à travers les cellules de l'épiderme se fait directement à l'aide d'appressoria non mélanisées (OTANI et *al.*, 1998; CRAMER et LAWRENCE, 2003), La pénétration peut se produire à des températures ente 10 et 25 °C (SHERF et MACNAB, 1986). Le champignon envahit rapidement les tissus, les lésions deviennent visibles 2 à 3 jours après l'infection, et la production de spores se produit 3 à 5 jours plus tard (SHERF et MACNAB, 1986; BLANCARD et *al.*, 2012).

Sur les tissus colonisés, quand les conditions climatiques sont humides, *Alternaria* ne tard pas à produire de courts conidiophores. Les spores sont disséminées par le vent, mais aussi par la pluie à la suit d'arrosages par aspersion (MESSIAEN et *al.*, 1991). Les travailleurs, notamment via leurs outils, contribuent également à la dissémination de l'alternariose. Les conidies produites assurent des contaminations secondaires et par la suite plusieurs cycles parasites pourront avoir lieu dans la culture

(SHERF et MACNAB, 1986; ANDERSEN et FRISVAD, 2004; LEIMINGER et *al.*, 2010; BLANCARD et *al.*, 2012).

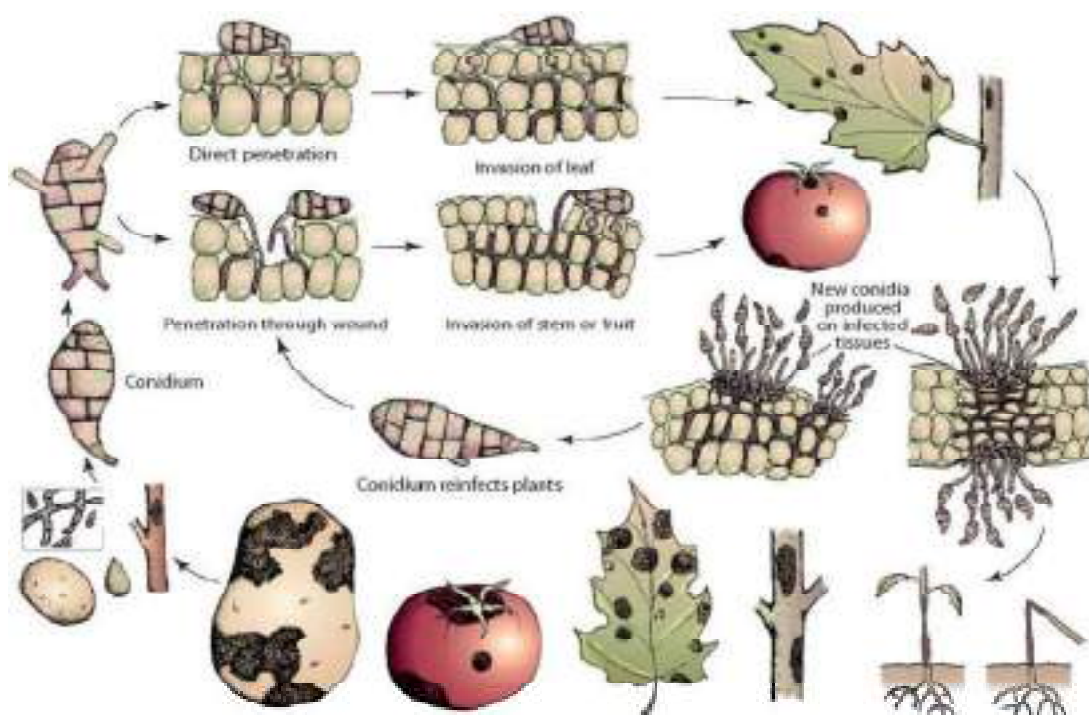


Figure 6: Cycle évolutif d'*Alternaria solani* sur tomate et pomme de terre (GOOGLE, 2020l).

2.1.2.6. Facteurs favorables du développement de maladie

L'alternariose est favorisée par des hygrométries élevées et des températures comprises entre 18° et 30° C, les rosées, de faibles précipitations continues (5 mm) ou des irrigations par aspersion suffisent à son extension (BESSADAT, 2013). Dès que les températures sont comprises entre 18° et 25° C, des pluies légères suffisent à déclencher la contamination des plantes (SPIGA, 2016).

La plupart des travaux en aeromycology démontrent que le rapport des spores d'*Alternaria* dans des échantillons d'air dans les climats tempérés et humides, diffère de quelques-uns à plusieurs dizaines de pour cent (ROSAS et *al.*, 1990; MITAKAKIS et *al.*, 1997; STEN-NETT et BEGGS, 2004; MAYA-MANZANO et *al.*, 2012). La formation de spores est optimale quand les nuits sont au-dessous de 15°C, avec une forte rosée ou une pluie. La brûlure hâtive se diffuse rapidement lorsqu'il y a alternance de temps sec et humide, les conditions sèches favorisent la dispersion des spores par le vent (KABA, 2017).

Les plantes stressées, mal fumées ou très chargées en fruits seraient plus sensibles. La maladie ne prend jamais un caractère explosif mais s'accroît progressivement avec les temps, au fur et à mesure du vieillissement des plantes, et devient grave en fin de saison (BLANCARD *et al.*, 2012).

2.1.2.7. Importance économique de la maladie

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 (ZACHMANN, 1982; 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). Les espèces d'*Alternaria* ont été signalés à causer des maladies dans près de 400 espèces de plantes (SIMMONS, 1992; ROTEM, 1994). Les pertes de rendement allant jusqu'à 79% de dégâts entraînés par *A. solani* ont été signalés on provenance du Canada, de l'Inde, les Etats-Unis et le Niger (BASU, 1974; DATAR *et al.*, 1981; SHERF *et al.*, 1986; GWARY *et al.*, 1998; GRIGOLLI *et al.*, 2011). Les infections au niveau du collet peuvent causer des pertes de semis de 20% à 40% dans le champ cultivé (SHERF *et al.*, 1986). Ces pertes peuvent aller jusqu'à 60 % si la maladie ne fait l'objet d'aucun contrôle (SIKORA *et al.*, 2004).

2.1.2.8. Méthode de lutte

L'alternariose des solanacées réduit considérablement le rendement à la fois qualitativement et quantitativement. La gestion efficace de cette maladie nécessite la mise en œuvre d'une approche intégrée, principalement par l'utilisation des plusieurs méthodes, y compris:

2.1.1.8.1. Lutte culturale

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'hôte intermédiaires (BLANCARD *et al.*, 2012). 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 *A. solani* (NASRAOUI, 2006).

2.1.1.8.2. Lutte biologique

Elle vise à contrôler les agents pathogènes aux moyens d'agents de lutte biologique (Biological control agent: BCA) ainsi que les produits qu'ils en dérivent (LEPOIVRE, 2003). Plusieurs antagonistes potentiels sont signalés dans la littérature: des bactéries (*Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus* spp., etc) comme des champignons (*Trichoderma polysporum*, *Chaetomium globosum*...); leurs performances ne semblent toutefois pas importantes en situation d'épidémie naturelle (BLANCARD *et al.*, 2012).

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; PAPAIVIZAS *et al.*, 1982). 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).

Un autre exemple de travaux menés sur *Bacillus* spp. autant qu'agents de lutte contre les pathogènes de 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 et WILSON (1984); depuis, beaucoup d'antagonistes ont été identifiés et utilisés pour le contrôle de l'Alternariose sur différents fruits et légumes (Tableau 8). L'inoculation artificielle par des agents antagonistes est plus efficace pour le contrôle de l'Alternariose sur fruits et légumes que d'autres moyens.

Tableau 8: Quelques antagonistes microbiens utilisés pour le control des *Alternaria* spp. sur fruits et légumes.

Antagoniste	Pathogène	Fruits / Légumes	Référence (s)
<i>Aureobasidium Pullulans</i>	<i>Alternaria solani</i>	Tomate	BRAME et FLOOD (1983)
<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	Litchi	JIANG et al. (1997, 2001)
<i>Bacillus</i> sp.	<i>Alternaria solani</i>	Tomate	SABRIYE et al. (2011)
<i>Cryptococcus Laurentii</i>	<i>Alternaria alternata</i> et <i>Penecillium expansum</i>	Jujube	QIN et TIAN (2004) TIAN et al. (2005)
<i>Entrobacter Aerogenes Homaech & Edwards</i>	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	Cerise	UTKHEDE et SHOLBERG (1986)
<i>Debaryomyces Hansentii</i>	<i>Alternaria</i> sp	Tomate	CHALUTZ et al. (1988)
<i>Pichia guilliermondii</i>	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	Tomate	CHALUTZ et al. (1988)
<i>Rhodosporidium paludigenum</i>	<i>Alternaria alternata</i>	Tomate cerise	YIFEI et al. (2008)
<i>Rhodotorula glutinis</i>	<i>Alternaria alternata</i>	Jujube	TIAN et al. (2005)
<i>Streptomyces Longisporus</i>	<i>Alternaria solani</i>	Pomme de terre	CHATTOPADHYAY et NANDI (1982)
<i>Trichoderma Harzianum</i>	<i>Alternaria solani</i>	Tomate	EI-FAENAWANY (2006)
<i>Trichoderma</i> spp.	<i>Alternaria alternata</i>	Cerise	QIN et al. (2004)

2.1.1.8.3. Lutte chimique

A côté des méthodes de lutes culturales, génétiques et biologiques, les traitements chimique sont largement utilisés pour combattre les maladies fongiques. Le chiffre d'affaire mondiale des produits phytosanitaires avoisine les 44015 millions de dollars est en hausse de 15% en 2011, la part de fongicides s'élevé à 25.8% (UIPP, 2011).

Chapitre 2..... Présentation des champignons phytopathogènes

Le procédé de contrôle le plus courant et le plus efficace contre l'alternariose est l'application de fongicides foliaires. Ces derniers recommandés en préventif pour le contrôle du mildiou tels le manèbe, le mancozèbe, le chlorothalonil et triphényl hydroxyde d'étain sont également efficaces contre l'Alternariose, lorsqu'ils sont appliqués à des intervalles de 7 à 10 jours (ABU-EL SAMEN et AL SHUDIFAT, 2011). Les fongicides spécifiques au site sont composés à base de strobilurine s'avèrent très efficace au début, mais la résistance a été identifiée pour un certain nombre de champignons, y compris les agents l'Alternariose (BARTLETT et *al.*, 2002; PASCHE et *al.*, 2004).

L'application de fongicides foliaires n'est pas nécessaire sur les plants au stade végétatif, quand ils sont relativement résistants. En conséquence, la pulvérisation devrait commencer au premier signe de maladie ou immédiatement après la floraison. La fréquence des pulvérisations ultérieures devrait être déterminée selon le génotype et la résistance du cultivar liée à l'âge (FAIRCHILD et *al.*, 2013).

D'autre part, une pulvérisation de bicarbonate de soude sur plantes de tomate réduirait la germination des conidies d'*A. salani* et *A. tomatophila* et présenterait une certaine efficacité pour contrôler l'alternariose (IVANOVIC et *al.*, 2002; BLANCARD et *al.*, 2012). Différentes matières actives appartenant aux familles des Triazoles, inhibiteurs de stérols, et carbamates sont utilisées comme par pulvérisation en cours de végétation (Tableau 9).

Pour éviter ou éliminer la présence de champignons résistants, la meilleure stratégie consiste à: 1) Mélanges des fongicides systémiques de contact s'ils sont compatibles; 2) Alterner l'utilisation de ces deux grands groupes de fongicides; 3) Cesser l'utilisation de fongicides inefficaces ou dont le champignon été testé résistant (GILBERT, 1999).

Tableau 9: Les matières actives recommandées pour les cultures de tomate et pomme de terre (TTCMI, 2010).

Matière active	Famille chimique	Spécialité commerciale	Pathogènes
Tétrachloroisophthalonitrile	Chloronitriles Triazoles	Bravo	<i>Phytophthora infestans</i> <i>Botrytis cinera</i>

Chapitre 2..... Présentation des champignons phytopathogènes

			<i>Septoria sp</i>
Fénamidone + Propamocarbe	Imidazolinones + Carbamates	Consento	<i>Phytophthora infestans</i> <i>Alternaria sp</i>
Métalaxyl-M (Méfénoxam)	Dithiocarbamates Phénylamides	Ridomil	<i>Phytophthora infestans</i> <i>Alternaria sp</i>

Chapitre 3.

Utilisation des plantes en protection des végétaux

Chapitre 3. Utilisation des plantes en protection des végétaux

3.1. Introduction

La plante constitue un grand potentiel pour nos sociétés. Outre le rôle alimentaire, médicinal, social, culturel et socio-économique, la plante ou les produits dérivés des plantes sont utilisés pour la conservation ou pour protection des récoltes et des végétations (BONZI, 2007).

Les plantes indigènes ou acclimatées à partir desquelles on peut facilement extraire des substances efficaces pour la protection des cultures, sont en fait très nombreuses (REGNAULT-ROGER et *al.*, 2002). Contrairement aux pesticides chimiques, ces substances naturelles n'ont pas d'impact violent sur l'environnement, et elles se dégradent totalement et rapidement. Un coût écologique raisonnable s'additionne ainsi à un très faible coût économique (MOULAI, 2014).

Les études *in vitro* ont démontré que les substances bioactives provenant de diverses espèces végétales présentent un spectre large d'activité sur une gamme de flore fongique dont inclus les champignons pathogènes (MOHAMMEDI, 2013).

En effet, diverses méthodes de lutte ont été élaborées dans la stratégie de contrôle des maladies. Face aux nombreux problèmes socio-économiques et environnementaux liés à la lutte chimique, des méthodes de lutte basées sur la résistance variétale ont été explorées (KRA et *al.*, 2009). Dans ce contexte, des méthodes alternatives de lutte contre les phytopathogènes ont été étudiées en mettant l'accent sur de nouveaux composés dérivés de sources végétales (GARIBALDI et *al.*, 1990; ALABOUVETTE, 1999). En effet, les plantes médicinales et leurs extraits ont également été signalés comme agents antimicrobiens efficaces contre les champignons de stockage des aliments et de céréales, contre les agents pathogènes foliaires, les pathogènes du sol et dans le contrôle de la fusariose vasculaire de plusieurs cultures (BOWERS et LOCKE, 2000 ; KRA et *al.*, 2009; SORO et *al.*, 2010; HADIAN et *al.*, 2011; DOUMBOUYA et *al.*, 2012).

Les traitements à base d'extraits végétaux et d'autres méthodes de lutte biologique existaient depuis longtemps, mais ces pratiques ancestrales ont largement été oubliées avec l'avènement de la chimie de synthèse, essentiellement dans la seconde moitié du XXème siècle (PINTUREAU, 2009).

3.2. Domaine d'application

Les substances naturelles issues des végétaux ont des intérêts multiples dans l'industrie, en alimentation, en cosmétologie et en pharmacie. La pharmacie utilise encore une forte proportion de médicaments d'origine végétale et la recherche trouve chez les plantes des molécules actives nouvelles, ou des matières premières pour la semi synthèse (BAHORUN, 1997) ainsi que l'assaisonnement des boissons, des colorants et des composés aromatiques, les épices et les herbes aromatiques utilisés dans l'alimentation sont pour une bonne part responsable des plaisirs de la table (DELAVEAU, 1987). Il y a eu donc un réveil vers un intérêt progressif dans l'utilisation des plantes médicinales dans les pays développés comme les pays en voie de développement, parce que les herbes fines guérissent sans effet secondaire défavorable (MOHAMMEDI, 2006).

3.3. Huiles essentielles et extraits des plantes dans protection des végétaux

Le contrôle des bioagresseurs par des extraits végétaux a longtemps été réalisé de manière traditionnelle et donc leur utilisation repose souvent sur des bases empiriques. La meilleure connaissance des mécanismes d'action mis en œuvre par ces produits offre des perspectives nouvelles pour la protection des cultures, en raison de leurs nombreux avantages écologiques. Plusieurs approches se distinguent actuellement : l'utilisation de formulations phytosanitaires spécifiques ou mixtes (association avec des pesticides organiques de synthèses). Ces deux démarches ouvrent des possibilités de développement commercial à ces substances d'origine végétale pour lutter contre les maladies des plantes (SAKHR, 2009). L'utilisation des extraits de plantes et produits naturels est très encouragée, car ces produits sont sans danger pour la santé et ne cause pas de pollution (MAMGAIN *et al*, 2013).

3.2.1. Huiles essentielles

Les huiles essentielles (HE) sont des extraits végétaux volatiles et odorants appelés également substances organiques aromatiques liquides, qu'on trouve naturellement dans diverses parties des arbres, des plantes et des épices (BESSEDIK et KHENFER, 2015). Elles sont extraites à partir de la matière végétale à l'aide de vapeur d'eau ou des techniques de distillation hydrauliques. La plupart de ces produits naturels volatils appartiennent aux composés monoterpénoïdes (HANSON, 2003).

3.2.1.1. Localisation des huiles essentielles

Les HE sont largement répartis dans le règne végétal. Certaines familles sont particulièrement riches comme les Conifères, les Myrtacées et les Ombellifères. Elles peuvent se rencontrer dans tous les organes végétaux : sommités fleuries, écorce, racines, rhizomes, fruit, bois,...etc. Dans une même plante, elles peuvent être présentes dans différents organes. La composition des HE peut alors varier d'un organe à l'autre (RHAYOUR, 2002).

3.2.1.2. Activités biologiques

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques. Dans des préparations pharmaceutiques, les terpènes phénoliques, comme le thymol et le carvacrol sont souvent utilisés comme antiseptiques, antibactériens et antifongiques.

Dans les domaines phytosanitaires et agro-alimentaires, les huiles essentielles ou leurs composés actifs pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant les denrées alimentaires (MOHAMMEDI, 2013). Elles sont importantes en raison de leurs propriétés antibactériennes, antifongiques, anti-oxydantes et anti-cancérogènes (TZORTZAKIS et ECONOMAKIS, 2007)

3.2.2. Extraits aqueux des plantes

Tout comme les HE, des travaux de recherches scientifiques attestent par leurs résultats que les extraits de plantes ont des propriétés intéressantes contre les microorganismes (BONZI, 2007).

Les screening sur les plantes pour des activités antimicrobiennes possibles commencent généralement par extraits brut, aqueux ou d'alcools, suivis par différentes méthodes de fractionnement organiques. Le choix de la procédure d'extraction dépend de la nature de matériel source et des composés à isoler (HANSON, 2003).

Comme la plupart des composants identifiés à partir de plantes, actifs contre les microorganismes sont des composés organiques aromatiques ou saturés ; ils sont le plus souvent obtenus par extraction initiale par l'éthanol ou le méthanol (COWAN, 1999).

Des combinaisons synergiques des mélanges ont été détectées contre différents agents pathogènes, indiquant la grande efficacité des combinaisons par rapport aux traitements en monothérapie (TAHANY et *al.*, 2010).

Plusieurs travaux au laboratoire menés sur différentes tissus végétaux, tels que les racines, les feuilles, et les graines ont démontré que les extraits de plantes possèdent des propriétés inhibitrices contre les bactéries, les champignons et les insectes (DAVICINO et al, 2007). Ces produit non conventionnels ont été testés avec plus ou moins de succès afin d'induire chez la tomate une résistance, notamment à l'alternariose. Dans le même registre, divers extraits de plantes, des huiles végétales (*Acacia concinna*, *Bassia latifolia* «syn. *Madhuca longifolia* var. «*Latifolia*»), ail, *Azadiracchta indica*...) permettraient de limiter le développement de ce parasite (BLANCARD et al., 2012).

Quelques études de cas menés par DELLAVALLE et al. (2011) sur des espèces végétales criblées *in vitro* pour leur effet antifongique contre *Alternaria* spp. pour l'évaluation antifongique avec des tests microspectro-photométriques. La concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration fongicide minimale (MFC) de 29 extraits ont été évalués, 31% des extraits ont inhibé la croissance, semblable aux effets d'un fongicide chimique contre *Alternaria* spp., les valeurs de CMI des extraits ont été comprises entre 1,25 et 25 pg ml⁻¹, Les valeurs MFC des extraits variaient entre 1,25 pg ml⁻¹ avec *Rosmarinus officinalis* L. et 10 pg ml⁻¹ avec *Cynara scolymus* L.. Les valeurs de CMI et MFC obtenues à partir des feuilles de *Salvia officinalis* L. et *R. officinalis*, et des extraits des graines de *Salvia sclarea* L. étaient tout à fait comparables aux valeurs obtenues avec le fongicide Captane classique (2,5 ug ml⁻¹). Les extraits de *Salvia sclara*, *S.officinale* et *S.officinalis* et *R. officinalis* pourraient être considérés comme des sources potentielles de composés antifongique pour le traitement des maladies des plantes. Ces extraits ont montré une activité, même à des concentrations très faibles avec les mêmes effets fongicides qu'un fongicide chimique.

En ce qui concerne *B. cinerea*, un extrait de feuilles de la Renouée de Sakhaline (*Reynoutria sachalinensis*, nom commercial Milsana) a été décrit comme un éliciteur de défense de la vigne contre *B. cinerea* (CARLEN et al., 2003).

En conclusion, les extraits de plantes propriétés fongicides étonnantes qui soutiennent leur utilisation traditionnelle comme antiseptique.

3.4. Métabolites secondaires des végétaux

Tous les êtres vivants ont un métabolisme primaire qui fournit les molécules de base (acides nucléiques, lipides, protéines, acides aminés et glucides). Les plantes produisent, en plus, un grand nombre de composés qui ne sont pas issus directement lors de la

photosynthèse, mais résultent des réactions chimiques ultérieures. Ces composés sont appelés métabolites secondaires (MOHAMMEDI, 2013) (Annexe 2).

Les métabolites secondaires sont des molécules ayant une répartition limitée dans les parties de la plante. Ils ne sont pas essentiels à la croissance et au développement de base des plantes, mais ils jouent un rôle important dans la survie des plantes en fournissant une protection contre les herbivores et contre les maladies (NABORS, 2009). Ils sont un groupe de molécules qui interviennent dans l'adaptation de la plante à son environnement. (JUDD *et al.*, 2002).

Les métabolites secondaires sont divisés principalement en trois grandes familles : les composés phénoliques, les terpènes et les alcaloïdes (BRUNETON, 1993).

➤ **Phénoliques**

Les composés phénoliques, constituent le groupe le plus nombreux et le plus largement distribué dans le royaume des végétaux, avec plus de 8000 structures phénoliques connus (LUGASI *et al.*, 2003) (Annexe 3). Désignation générale « composés phénoliques » concerne à la fois les mono, les di et les polyphénols dont les molécules contiennent respectivement une, deux, ou plusieurs fonctions phénoliques (MACHEIX *et al.*, 2005).

Les composés phénoliques sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs : racine, tiges, feuilles, fleurs et fruits (BOIZOT et CHARPENTIER, 2006). Ils participent activement aux interactions de la plante avec son environnement en jouant soit le rôle des signaux de reconnaissance entre les plantes (Allélopathie) et les symbioses, ou bien lui permettant de résister aux diverses agressions vis-à-vis des organismes pathogènes. Ils participent de manière très efficace à la tolérance des végétaux à des stress variés, donc ces composés jouent un rôle essentiel dans l'équilibre et l'adaptation de la plante au sein de son milieu naturel (MACHEIX *et al.*, 2005).

➤ **Terpènes**

Les terpénoïdes constituent probablement la plus large classe de composés secondaires. Ils sont des hydrocarbures naturels, de structure soit cyclique soit à chaîne ouverte. Le terme terpénoïde désigne un ensemble de substances présentant le squelette des terpènes avec une ou plusieurs fonctions chimiques (alcool, aldéhyde, cétone, acide...ect) (MALECKY, 2005).

➤ Les Alcaloïdes

Le terme alcaloïde a été introduit par W. Meisner en 1818 il est utilisé pour désigner des substances naturelles réagissant comme des bases, ce sont des substances azotées, basiques, leur atome d'azote est inclus dans un système hétérocyclique (BRUNETON, 1999).

Les alcaloïdes sont classés en alcaloïdes « vrais » lorsqu'ils possèdent un azote intra-cycle, en proto-alcaloïdes lorsqu'ils dérivent de l'acides aminés dont l'azote est extra-cycle (L phénylalanine, acides aminés aliphatiques), et en pseudo-alcaloïdes lorsque leur squelette ne provient pas d'acides aminés (dérivés xanthiques, terpéniques, stéroïdiens, pipéridiniques) (NACOULMA, 2013) (Annexe 4).

Les alcaloïdes constituent un des plus grands groupes de métabolites secondaires avec près de 10 000 à 12 000 structures différentes (BRUNETON, 1999). Le premier alcaloïde d'origine végétale qui a été décrit est la nicotine, sa principale source est *Nicotiana Rustica* L, sa principale cible est le récepteur à l'acétylcholine (BENNER, 1993).

3.5. Biofongicides à base des extraits végétaux

L'utilisation des produits chimiques contre les espèces fongiques responsables des maladies des plantes posent des graves problèmes à l'environnement en raison de leur grande toxicité. Selon DEFERERA et *al.*, (2000) un sérieux problème se pose quant à l'efficacité à long terme de ces produits qui se manifeste par un développement de la résistance des champignons pathogènes. Il est devenu très indispensable de rechercher de nouvelles molécules en prenant avec d'autres critères que l'efficacité. Cette recherche s'est orientée vers la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles antifongiques pouvant constituer une solution alternative aux produits chimiques.

A l'état actuel, la commercialisation des produits fongicides à base d'extraits des plantes reste embryonnaire, moins de 01% du marché. Cela est dû principalement aux niveaux de contrôle fournis par ces produits qui sont insatisfaisants, à l'exception de la spécialité Timorex Gold™ préparée à base de l'arbre à thé *Melaleuca alternifolia*, qui donne le même niveau de contrôle que les fongicides de synthèse spécifiques, contre les mildious, les oïdiums et l'alternariose, sur vigne, tomate, pomme de terre et cucurbitacée, ainsi la cercosporiose noire sur banane (REUVENI, 2010). L'utilisation des fongicides chimique cette dernière décennie est devenue très répandue car elle s'est révélée efficace

Chapitre 3.....Utilisation des plantes en protection des végétaux

de 50 à 70% dans la réduction de la maladie une fois appliqué aux temps appropriés (DAMMER et *al.*, 2011).

Cependant, la majorité de ces biofongicides (Tableau 10) montre des efficacités instables, qui obligent les producteurs bio à les intégrer adéquatement dans les programmes de lutte intégrés (CAO et *al.*, 2010).

Tableau 10: Biopesticides à base d'extraits végétaux commercialisés aux Etats-Unis pour le contrôle des maladies des plantes (CAO et *al.*, 2010).

Extrait	Maladies ciblées	Hôtes	Dénomination du produit	Commercialisé
L'huile de neem	Oïdium, la rouille, l'antracnose, l'alternariose, et d'autres maladies	Hôtes	Dénomination du produit commercialisé	Compagnies
L'huile de neem	Alternaria, anthracnose, Botrytis, chute des fruits après la floraison, Oïdium, les croûtes, les rouilles	Cultures maraichères	Triact® 70EC	Certis USA
Huile du thym	maladies fongiques, essentiellement causées par <i>Phytophthora sp</i>	Tout type de cultures, plantes ornementale et gazon	Promax™	Bio Huma Netus, Inc.
<i>Chenopodium quinoa saponins</i>	Alternariose, pourriture racinaire et fonte de semis	Soja, pomme de terre, tomate, petit pois, haricots et blé	Heads Up® Plant Protectant	Heads Up Plant Protectants

3.6. Avantage des extraits des plantes

En effet, les plantes constituent une source de substances naturelles qui présente un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites des plantes et du monde animal (BONZI, 2007).

Chapitre 3.....Utilisation des plantes en protection des végétaux

L'emploi des extraits de plantes comporte des avantages certains. Avec l'augmentation des prix des produits chimiques et la rareté de ces produits sur les marchés locaux, les produits biodégradables provenant de plantes constituent une bonne alternative qui permet aux producteurs de pouvoir assurer la protection de leurs semences à un coût relativement faible (BOUDA et *al.*, 2001). La réduction de l'emploi des pesticides chimiques due à l'utilisation des extraits de plantes contribue énormément à la réduction de la pollution de l'environnement et cela permet également d'améliorer la santé publique des populations (WEAVER et *al.*, 2000). L'emploi des extraits des plantes dans la lutte contre les champignons est prometteur compte tenu de leur efficacité et de leur innocuité sur l'environnement (WEAVER et SUBRAMANYAM, 2000).

Partie II.

Etude expérimentale

Chapitre 1.

Matériel et Méthodes

Chapitre 1. Matériel et méthodes

Pouvoir mettre à la disposition des producteurs des produits naturels efficaces en traitement de culture constitue une grande préoccupation étant donné les coûts très élevés des produits chimiques, leur nocivité et la rareté de certains produits phytopharmaceutiques sur les marchés (BOUDA et *al.*, 2001).

De ce contexte, nos travaux qui consistent à l'importance de quelques extraits végétaux sahariens dans la lutte contre deux champignons phytopathogènes (*Alternaria solani* et *Botrytis cinerea*) des cultures maraîchères, nous avons pris comme objectif principal d'étudier l'effet antifongique des extraits aqueux des tiges, des feuilles et des fleurs de huit plantes spontanées du Sahara septentrional et la région de Mesâad envers le *Botrytis* et l'*Alternariose*. Cette approche est expérimentée *in vitro* sous des conditions contrôlées. Nous développons la présentation des modèles biologiques, d'autre part les techniques appliquées suivies de la méthode de traitement par les extraits de plantes choisies sont présentés aussi dans ce chapitre.

1.1. Matériel biologique

1.1.1. Matériel fongique

Les espèces des champignons que nous avons testées sont *Botrytis cinerea* et *Alternaria solani*. Ces champignons ont été tous isolés à partir des plantes de tomate et la pomme de terre, qui ont été acquises au niveau du laboratoire de l'Institut National de la Recherche Agronomique Algérien de Touggourt (INRAAT). Ces souches sont déposées en laboratoire de microbiologie où ils ont été conservés dans une température à 4°C jusqu'à leur utilisation.



Photo 12: Symptôme de pourriture grise sur le fruit de tomate (HAMIDOUCHE et BOULHOUT, 2013).



Photo 13: Symptôme de pourriture grise sur tige de tomate (HAMIDOUCHE et BOULHOUT, 2013).



Photo 14: Symptôme de l'alternariose sur les feuilles de pomme de terre (GOOGLE, 2020n).



Photo 15: Aspect des colonies de *Botrytis cinerea* (HAMIDOUCHE et BOULHOUT, 2013).



Photo 16: Aspect des colonies d'*Alternaria* (HAMIDOUCHE et BOULHOUT, 2013).

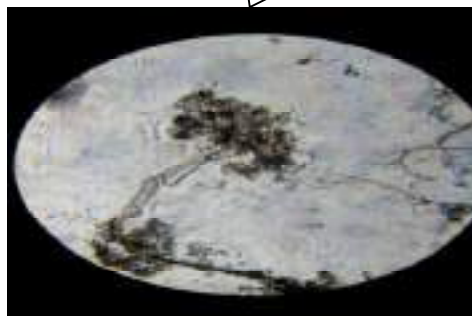


Photo 17: Disposition en grappe des spores de *Botrytis cinerea* (sous le microscope optique: G10X40), (HAMIDOUCHE et BOULHOUT, 2013).



Photo 18: Blastospores pluricellulaires brunes de grande taille, cloisonnées, bec apical filiforme spécifique (sous le microscope optique: G10X40) (HAMIDOUCHE et BOULHOUT, 2013).

Figure 7: Présentation du matériel fongique.

1.1.2. Matériel végétale

Concernant les extraits végétaux, huit espèces sont utilisées pour les traitements. Ces plantes testées ont été récoltées à partir de trois régions (Touggourt, Marrara et Masâad) entre novembre et décembre 2019. La partie aérienne des plantes (tige, feuilles et fleurs) ont été séchées à l'ombre dans un endroit sec et aéré à une température ambiante pendant 2 à 4 semaines. Les plantes séchées réduites en poudres à l'aide du broyeur électrique type Retsch qui ont été passées par la suite sur un tamis fin. Les poudres ont été conservées séparément dans des sacs papiers à une température ambiante et l'abri de la lumière et l'humidité jusqu'à leur utilisation.

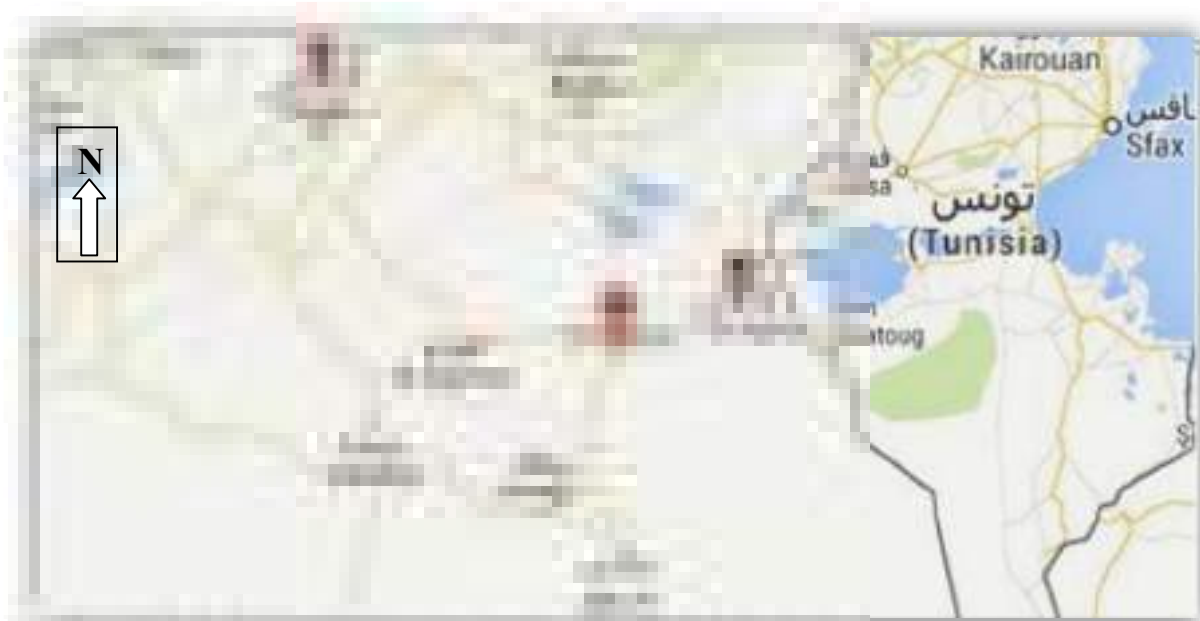










Figure 8: Situation géographique de trois régions de récolte (GOOGLE, 2020o).

Tableau 11: Présentation des plantes testées.

Nom scientifique	Nom commun	Famille	Région de récolte	Date de récolte	Photo
<i>Zygophyllum album</i>	Agga	Zygophyllaceae	Touggourt	Novembre 2019	

<i>Artemesia herba-alba</i>	Chih	Asteraceae	Masâad	Novembre 2019	
<i>Pistacia atlantica</i>	Betom	Anacardiaceae	Masâad	Novembre 2019	
<i>Cotula cinerea</i>	Gartoufa	Asteraceae	Masâad	Novembre 2019	
<i>Atriplex halimus .</i>	Guetaf	Amarathaceae	Marrara	Décembre 2019	
<i>Anvillea radiata.</i>	Nougd	Asteraceae	Masâad	Décembre 2019	
<i>Haloxylon scoparium</i>	Remth	Amarathaceae	Marrara	Décembre 2019	

<i>Salix alba</i>	Safsaf	Salicaceae	Marrara	Décembre 2019	
-------------------	--------	------------	---------	---------------	---

1.1.3. Matériel du laboratoire

Cette étape nécessite le matériel suivant:

Tableau 12: Matériel accessoires et produits de laboratoire

Matériel de laboratoire		Produits
Matériel nécessaire	Boîte de Petri	Eau distillée
	Bécher	Eau de Javel
	Porte-pièce	Agar
	Flacon hermétique	Glucose
	Pipette pasteur	Alcool
	Pince	/
	Scalpel	/
Matériel exigence	Bec Benzène	/
	Erlenmeyer	/
	Papier filtre N°1Whatman	/
	Papier aluminium	/
	Coton ou morceau de linge	/
	Tissu mousseline	/
	Réchaud, Marmite	/
	Incubateur	/
	Agitateur	/
	Frigidaire	/
	Autoclave (120°C/20mn)	/
	Centrifuge	/

Pour la deuxième étape nous avons utilisé les matériels nécessaires pour la préparation des extraits aqueux et aussi la loupe binoculaire pour l'observation et connaître l'aspect de chaque champignon.

✓ Matériel utilisé pour la préparation des extraits végétaux et l'observation des champignons.



Photo 19: Papier filtre, un flacon



Photo 20: Une Balance électrique



Photo 21: Microscope optique

1.2. Méthodes

Notre objectif de travail, était d'étudier l'effet antifongique des extraits aqueux des tiges, des feuilles et des fleurs de huit plantes spontanées du Sahara septentrional et la région de Mesâad envers le Botrytis et Alternariose. Cette approche est expérimentée in vitro sous des conditions contrôlées.

1.2.1. Préparation des extraits aqueux

La préparation d'extrait aqueux à base de la partie aérien (tige, feuille et fleur) de huit espèces des plantes étudiées ont été réalisées au niveau du laboratoire de microbiologie de l'université Kasdi Merbeh Ouargla.

1.2.1.1. Préparation de poudre

La préparation de la poudre à base des huit plantes a été réalisée en trois étapes, (Figure 9).

A. Récolte

Les plantes ont été récoltées dans la saison de l'hiver, du mois de Novembre à Décembre 2019.

B. Séchage

Le séchage est un procédé qui consiste à abaisser la teneur en eau, afin que les réactions d'altération ne puissent plus se reproduire et la prolifération des micro-organismes est limitée. Les plantes sont séchées à l'ombre dans un endroit sec et aéré, à l'abri de la chaleur et de la lumière pendant 2 à 4 semaines. Chaque plante a une durée de séchage selon le tableau ci-dessous:

Tableau 13: Duré de séchage de chaque plante

Plante	Temps de séchage
<i>Zygophyllum album</i> (Agga)	4 semaines
<i>Artemisia herba-alba</i> (Chih)	3 semaines
<i>Pistacia atlantica</i> (Betom)	3 semaines
<i>Cotula cinerea</i> (Gartoufa)	2 semaines
<i>Atriplex halimus</i> (Guetaf)	3 semaines
<i>Anvillea radiata</i> (Noug)	4 semaines
<i>Haloxylon scoparium</i> (Remth)	3 semaines
<i>Salix alba</i> (Safsaf)	2 semaines

C. Broyage et conservation de poudre

A l'aide d'un broyeur électrique, les plantes sont broyées en poudre fine et conservée à l'abri de l'air, de l'humidité et de la lumière afin d'éviter tout risque de dégradation ou de dénaturation. Le stockage des poudres des plantes se fait dans des sacs papiers fermés à une température ambiante.

La méthode de la préparation de poudre est récapitulée dans la figure suivant :

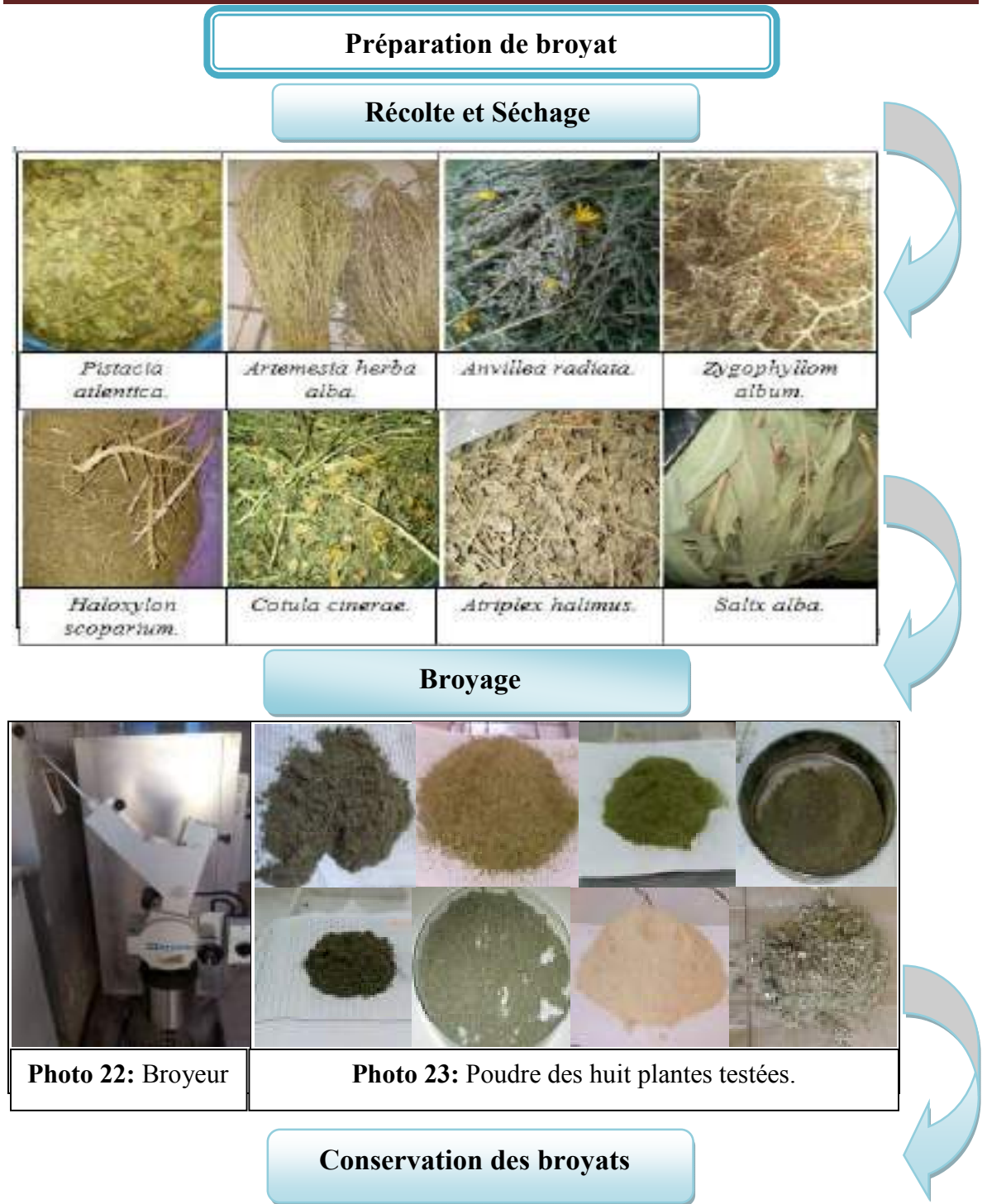


Figure 9: Protocole expérimental pour la préparation des broyats

1.2.1.2. Préparation des macéras (Extraction par macération)

La macération (extraction solide / liquide) est une opération qui consiste à laisser séjourner la matière végétale (broyat) dans un solvant (eau dans notre cas) pour extraire les principes actifs (composés phénoliques et flavonoïdes).

Cette méthode d'extraction peut être effectuée selon le protocole suivant:

- ✓ Peser 20 g de la matière végétale;
- ✓ Mettre la matière végétale 20g dans un flacon contenant 100 ml d'eau distillée stérile. Les quantités sont changeables à condition qu'elles restent entre 10 à 20 % de la matière végétale par rapport le solvant;
- ✓ Le flacon est bien fermé et mis en agitation sur un agitateur;
- ✓ Ce dernier laissé macérer pendant huit heures, ensuite filtrer sur un tissu mousseline;
- ✓ Récupérer le filtrat dans un Becher;
- ✓ Répéter la procédure une autre fois (fraction retenue par le filtre dans 100 ml eau distillée);
- ✓ Les 2 macéras sont placés dans un seul récipient;
- ✓ Les filtrats sont centrifugés pendant 20 min à 4000 t/min à température ambiante, filtrés avec papier filtre N°1 et un entonnoir afin d'avoir l'extrait aqueux. Par la suite, nous avons étiqueté les bocaux des extraits et conservés à 4°C jusqu'à l'utilisation.

La méthode de la préparation d'extrait aqueux est récapitulée dans la figure suivante:

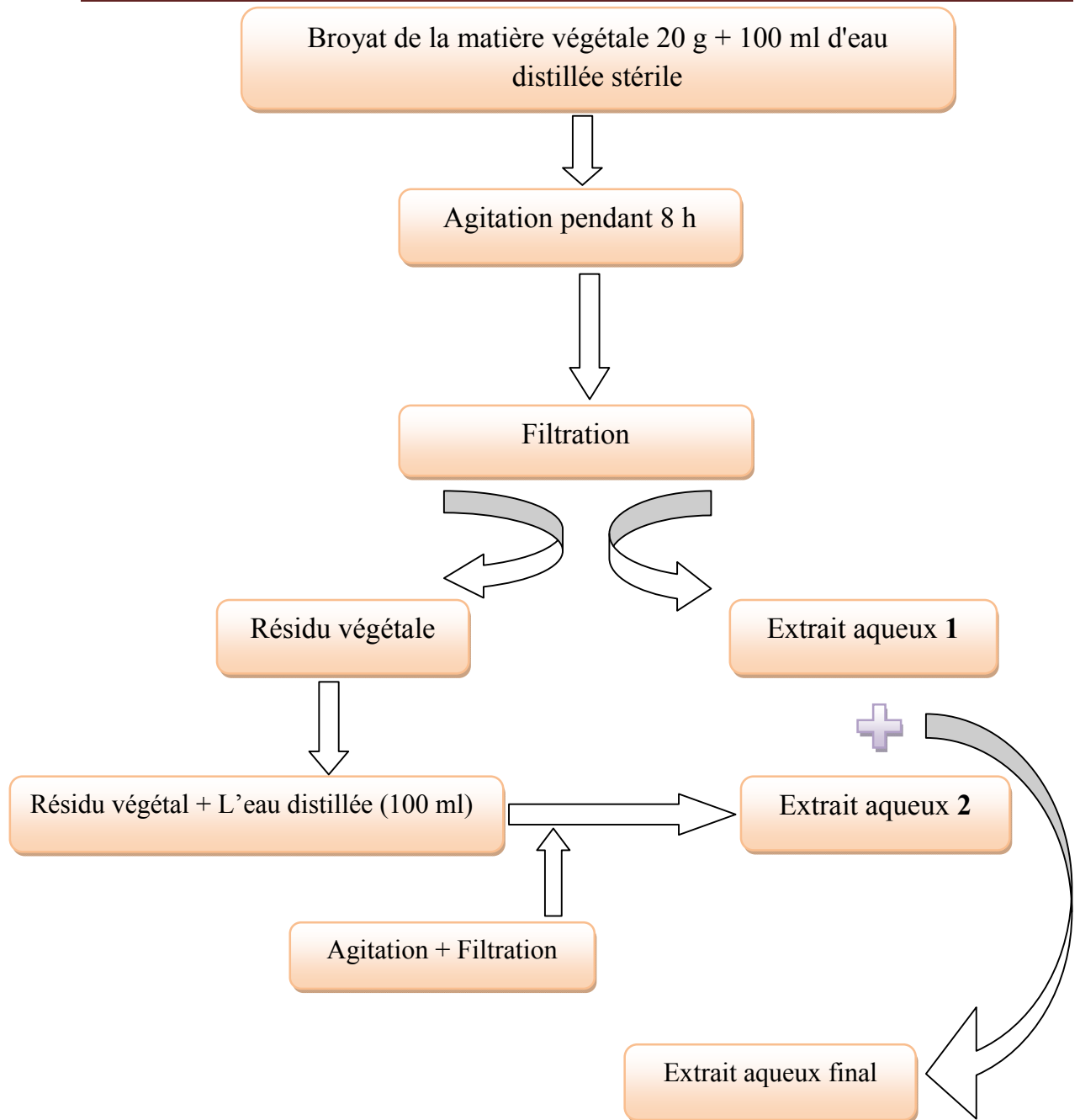


Figure 10: Méthode de préparation d'extraction aqueuse des plantes.

1.2.2. Préparation de milieu de culture

Au cours de notre expérimentation on a utilisé le milieu PDA.

Le choix d'un milieu de culture est basé sur son adéquation pour un bon développement du pathogène. La composition du milieu PDA est la suivante:

- ❖ Pomme de terre.....200g
- ❖ Glucose.....20g
- ❖ Agar agar.....15g

❖ Eau distillé..... 1000 ml

Laver, couper en morceaux les pommes de terre, les faire cuire dans 700 ml d'eau distillé, ensuite filtrer et ajouter les autres ingrédients (Glucose, Agar agar). Puis ajuster la quantité d'eau à 1000 ml par l'eau distillée. Ces derniers déposés en Autoclave pendant 20 min à 120°C et couler dans des boîtes de Petri directement. Par la suite, ils sont conservés à 4°C pour une utilisation ultérieure.

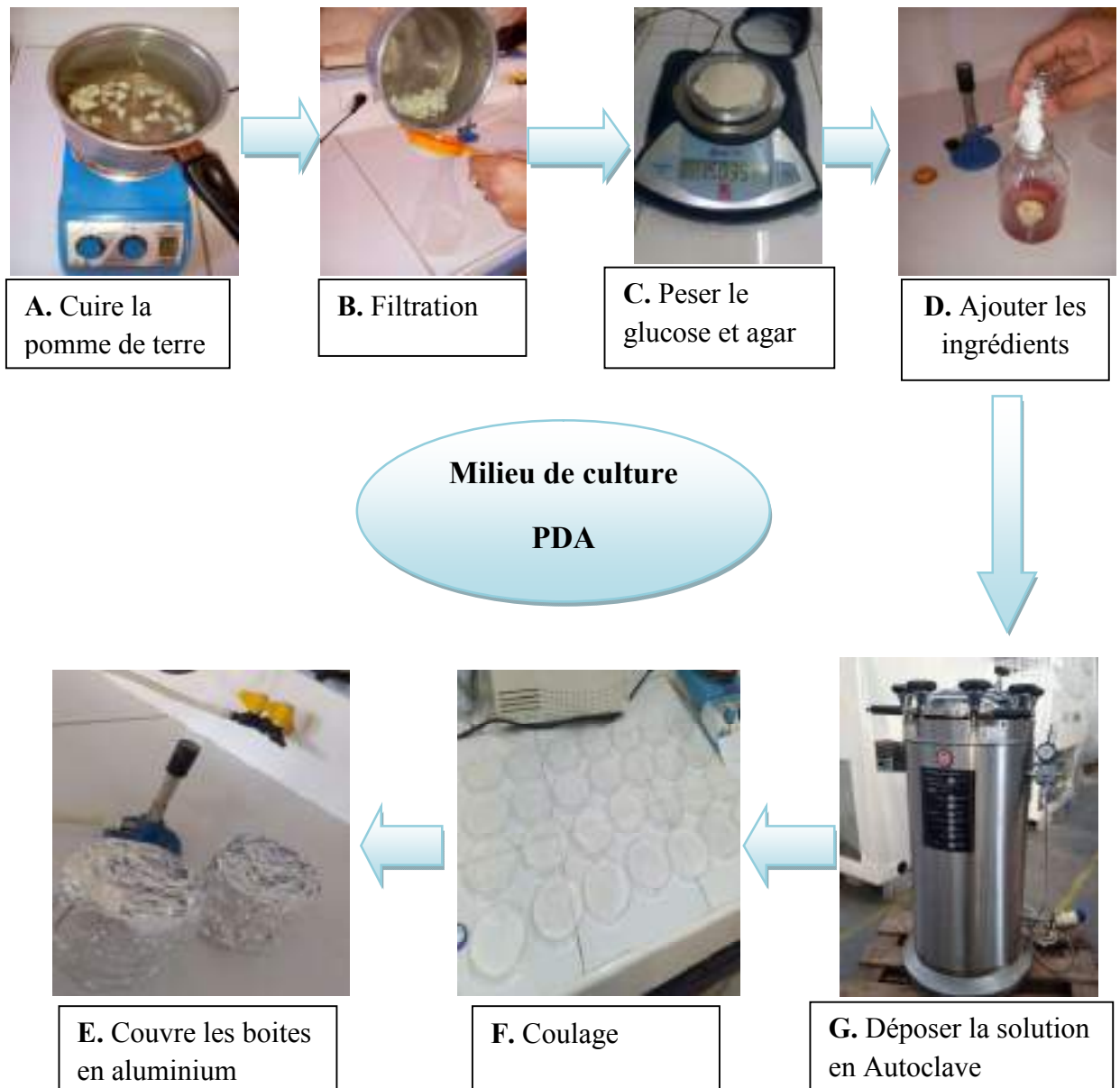


Figure 11: Méthode de préparation de milieu de culture PDA.

1.2.3. Etude de l'activité antifongique «in vitro» de huit extraits aqueux vis-à-vis deux phytopathogènes (Botrytis et Alternaria)

L'activité antifongique des extraits végétaux à l'égard des isolats obtenus sera évaluée d'abord par un test in vitro.

Les manipulations sont réalisées au niveau du laboratoire de microbiologie de l'ITAS de l'université Kasdi Merbah Ouargla.

1.2.3.1. Confrontation direct sur milieu de culture

La méthode utilisée consiste à cultiver le champignon dans un milieu de culture (PDA) contenant de l'extrait végétale. Ainsi, dix (10) ml de l'extrait brut est ajoutée à 90 ml du milieu, juste avant d'être coulé dans des boîtes de Petri, à une température de 45°C. Après solidification, un disque mycélien issu d'une culture fongique jeune découpé à l'aide d'un emporte-pièce de 6 mm de diamètre est déposé au centre de la boîte de Petri. Le témoin négatif est constitué de boîtes contenant le milieu PDA avec le même volume d'eau distillée stérile et réaliser dans les mêmes conditions; chaque traitement est répété 05 fois; Les boîtes ont été incubées à température de 25°C.

L'activité antifongique des extraits bruts à l'égard des isolats testés, est estimée en mesurant le diamètre des colonies du champignon en mm après 07 jours.

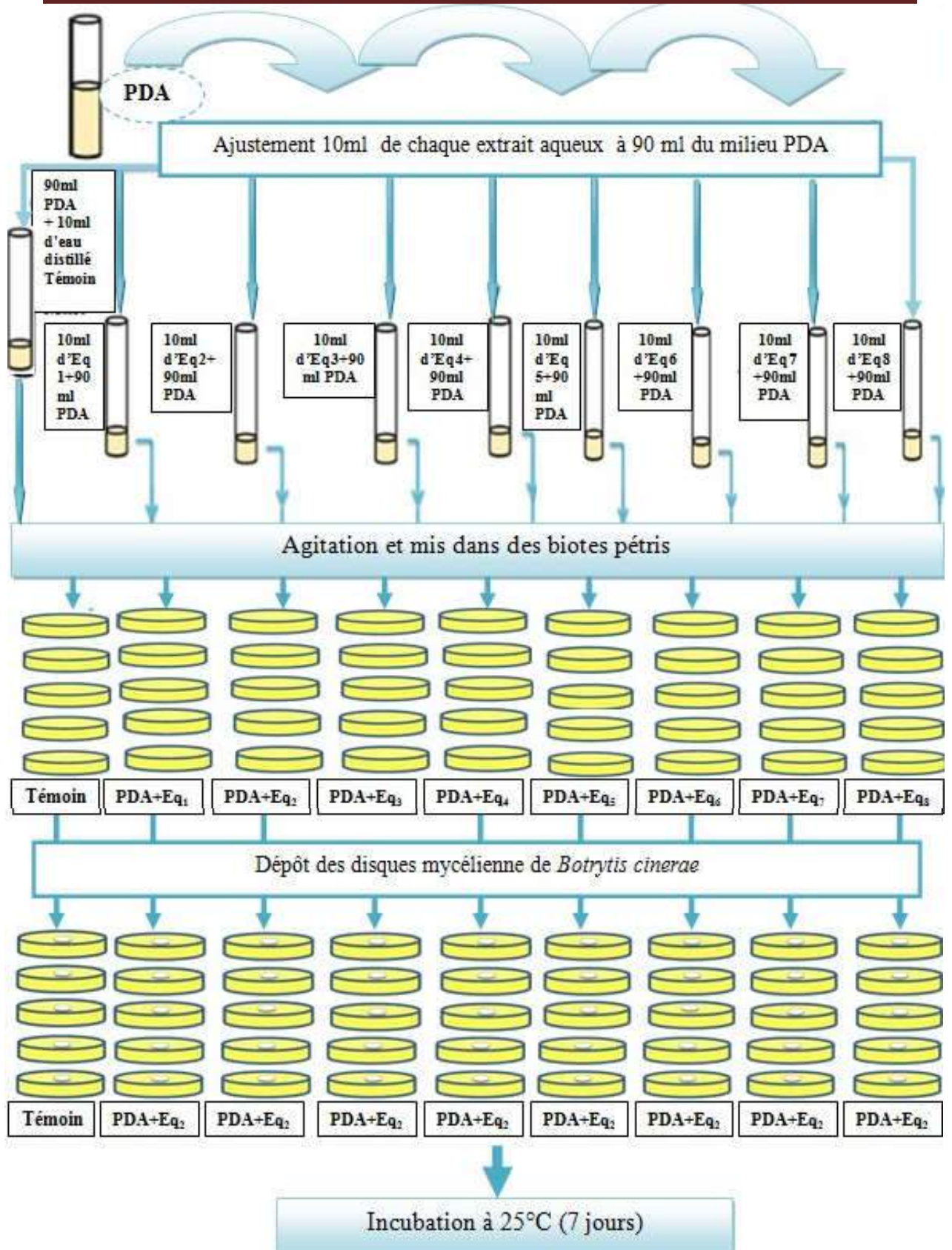


Figure 12: Les étapes de la confrontation directe.

➤ Le même dispositif expérimental pour *Alternaria solani*.

1.2.3.2. Evaluation de la croissance mycélienne de *Botrytis* et *Alternaria*

La croissance mycélienne serait évaluée toutes les 24 heures pendant sept jours en mesurant la moyenne de cinq diamètres (cinq répétitions) pour chaque extrait, les cultures sont réalisées en comparaison avec les témoins. Afin de déterminer, le taux d'inhibition.

A. Détermination du taux d'inhibition de la croissance mycélienne

La croissance radiale est exprimée en pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne, cette technique est consiste à mesurer les diamètres des différentes colonies de champignon après le temps d'incubation requis (après sept jours) en utilisant la formule décrite par PANDEY *et al.*, 1982.

$$TI\% = (Dc - Dt) / Dc . 100$$

Où:

- **TI%**: Taux d'inhibition de la croissance mycélienne des champignons testés;
- **Dc**: le diamètre moyen de la croissance mycélienne du champignon (en mm) dans les boites de Petri non traité (Témoin);
- **Dt**: le diamètre moyen de la croissance mycélienne du champignon (en mm) dans les boites de Petri traité (extrait pur ou dilutions)

L'extrait est qualifié de:

- Très active lorsqu'elle possède une inhibition comprise entre 75 et 100 % ; la souche fongique est dite très sensible ;
- Active lorsqu'elle possède une inhibition comprise entre 50 et 75 % ; la souche fongique est dite sensible ;
- Moyennement active lorsqu'elle possède une inhibition comprise entre 25 et 50% ; la souche est dite limitée ;
- Peu ou pas active lorsqu'elle possède une inhibition comprise entre 0 et 25% ; la souche est dite peu sensible ou résistante.

1.2.4. Analyse statistique

Les résultats expérimentaux des données doivent être exploités par le logiciel Excel Stat. afin de déterminer en signification de chaque extrait sur les maladies (utilisation d'ANOVA).

Chapitre 2.

Résultats et Discussion

Chapitre 2. Résultats et Discussion de quelques synthèses et travaux similaires

2.1. Quelque exemple d'application des travaux similaires

2.1.1. Exemple "1" utilisation de l'extrait de la plante *Salvia officinalis* sur *Botrytis cinerea*

Selon BOULADJERAF (2017), l'étude a permis de dévoiler l'activité antifongique *in vitro* de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de sauge contre le champignon de *Botrytis cinerea*. Les résultats obtenus sont les suivants :



Photo 24: Lésions causées par le *Botrytis cinerea* sur les feuilles de la tomate (BOULADJERAF, 2017).



Photo 25: Lésions causées par le *Botrytis cinerea* sur le fruit de la tomate (BOULADJERAF, 2017).



Figure 13: Effet de l'extrait de la sauge sur la croissance mycélienne de *B. cinerea* (BOULADJERAF, 2017)

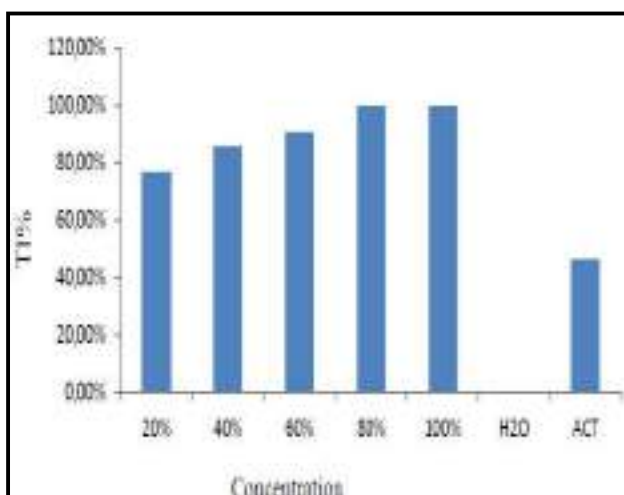


Figure 14: Histogramme représentant le taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *B. cinerea* sous l'effet de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de *Salvia officinalis* (BOULADJERAF, 2017).

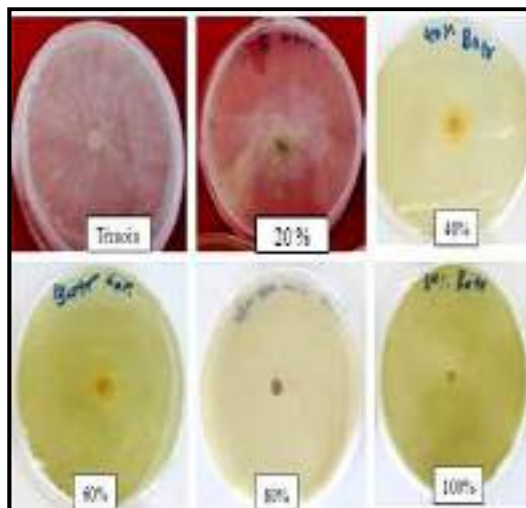


Figure 15: Activité antifongique de l'extrait méthanoïque de *Salvia officinalis* sur *Botrytis cinerea* (BOULADJERAF, 2017).

A partir des résultats de cette étude de la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea* en présence de l'extrait méthanoïque des feuilles et des fleurs de *Salvia officinalis*, il montre une diminution de la croissance mycélienne synchronisée avec l'augmentation de la concentration de l'extrait (Figure 13). De même sous l'effet de l'extrait on remarque que plus la concentration augmente, l'inhibition est importante par rapports aux témoins (Figure 14). Ces résultats montrent clairement que les deux paramètres étudiés (la croissance mycélienne et le taux d'inhibition) sont fortement influencés par l'ajout d'un extrait riche en substances actives dans le milieu de culture. Donc d'une manière générale, le degré d'activité antifongique est proportionnel à la concentration de l'extrait.

2.2.2. Exemple "2" utilisation des extraits de quatre espèces des plantes contre l'*Alternaria solani*

MOULAI en 2014 a réalisé une étude de l'activité antifongique "in-vitro" des extraits d'*Allium sativum*, d'*Allium cepa*, de *Thymus* sp. et d'*Inula viscosa* contre l'*Alternaria solani*. Les résultats obtenus sont les suivants :



Photo 26: Lésions causées par l'*A. solani* sur les feuilles de la pomme de terre (MOULAI, 2014).

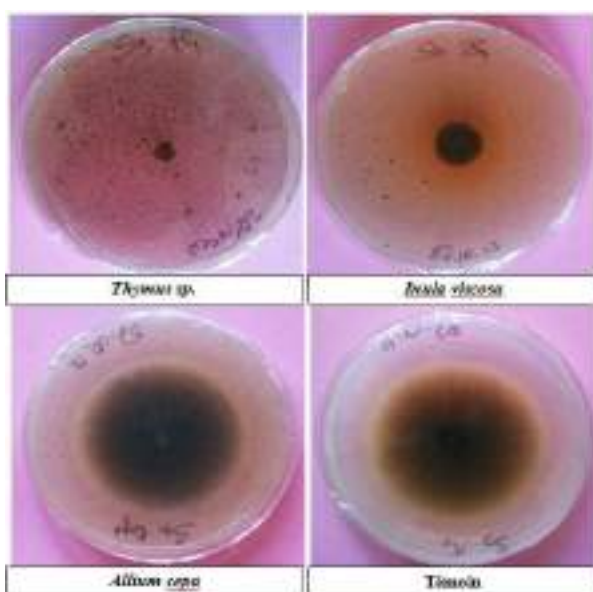


Figure 16: Résultats des traitements non dilués des extraits végétaux sur la croissance mycélienne d'*A. solani* (MOULAI, 2014).

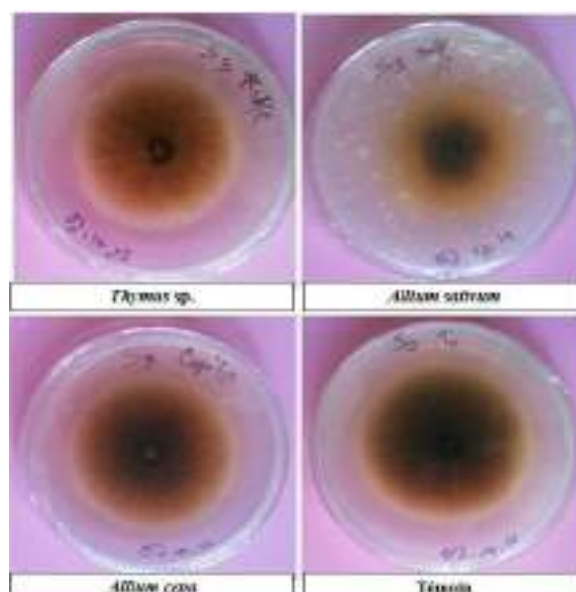


Figure 17: Résultats des traitements dilués des extraits végétaux sur la croissance mycélienne d'*A. solani* (MOULAI, 2014).

Tableau 14: Test de Newman et Keuls pour le pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne d'*A. solani* par les extraits végétaux (MOULAI, 2014)

N°	Extrait végétal	Moyenne	1	2	3	4
2	<i>A. cepa</i> (C°)	1.0586	****			
4	<i>A. cepa</i> (délution)	5.8632	****			
5	<i>Tymus</i> sp. (délution)	9.4463	****			
6	<i>A. sativum</i> (délution)	21.8241		****		
1	<i>Inula viscosa</i> (C°)	70.3683			****	
3	<i>Tymus</i> sp. (C°)	100.0000				****

**** : Très significatifs ; 1, 2, 3, 4 : Groupes des boites traités.

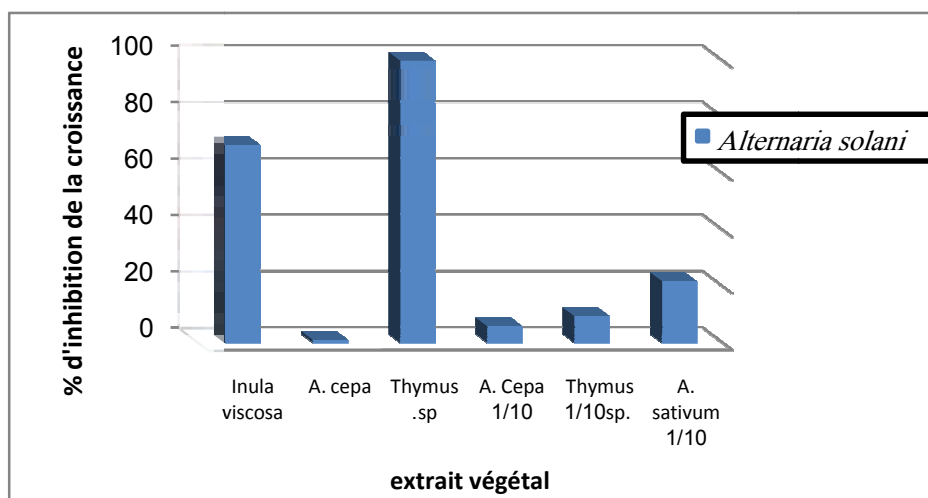


Figure 18: Histogramme représentant le pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne d'*Alternaria solani* De chaque extrait végétal (MOULAI, 2014).

A partir des résultats obtenus révèlent aussi un effet remarquable des concentrations initiales de la plupart des espèces végétales testées à l'égard de *A. solani*. Ainsi, la concentration (C_0) de *Thymus* sp. a donné le taux d'inhibition le plus élevé (100%), confirmant son activité antibiotique généralisée.

La comparaison entre l'effet de la concentration initiale (C_0) et la dilution de chaque traitement, indique la présence d'un gradient d'action variable selon la dose. Ce gradient diffère d'un traitement à un autre, et il permet de déduire que les substances employées et leur mode d'action diffèrent d'une plante à une autre.

Ainsi, la concentration (C_0) de l'extrait d'*Allium cepa* et sa dilution ne montrent aucun effet sur la croissance mycélienne d'*Alternaria*. Ce comportement révèle l'absence totale d'effet antifongique à l'égard d'*Alternaria* spp pour l'extrait de cette plante.

En revanche, la dilution de l'extrait d'*A. sativum* montre l'effet le plus élevé par rapport des autres dilutions, ce qui suggère que son effet persiste même avec de faibles doses.

2.2.3. Exemple "3" utilisation des extraits de deux espèces des plantes "*Cotula cinerea* et *Anvillea radiata*" contre le champignon "*Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*".

Selon MEBARKI (2016), l'étude a permis de proposer de cibler les flavonoïdes (molécules présentant à la fois un rôle défensif chez les végétaux et des activités antimicrobiennes diverses) de deux plantes médicinales (*Anvillea radiata* et *Cotula cinerea*,

Chapitre 2.....Résultats et Discussion de quelques synthèses et travaux similaires

espèces de la famille des Astéracées) et de les évaluer pour leurs activités antifongiques vis-à-vis *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. Les résultats obtenus sont suivants:



Photo 27: Symptômes typiques fréquents de *Foa* sur les palmes (MEBARKI, 2016).



Photo 28: Symptômes atypiques moins fréquents de *Foa* sur les palmes (MEBARKI, 2016).

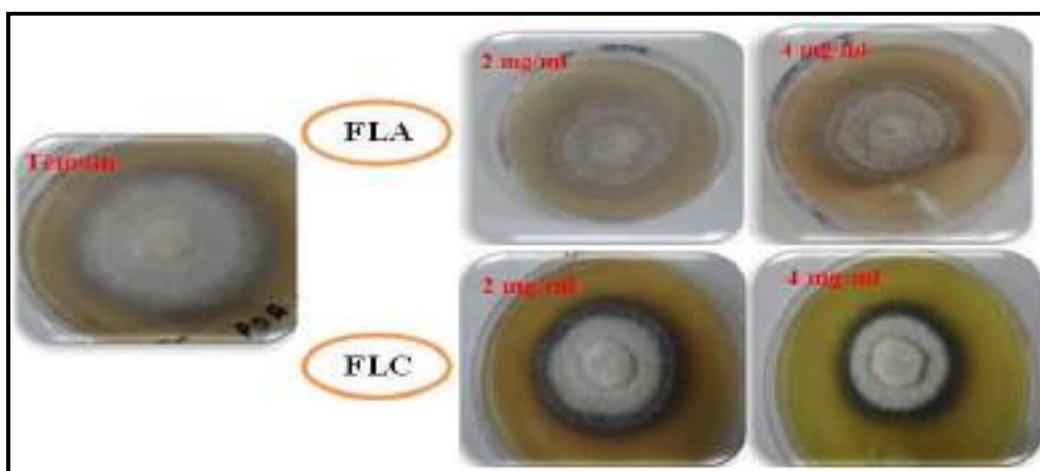


Figure 19: Résultats de la croissance radiale du *Foa* en présence des flavonoïdes (MEBARKI, 2016).

Il ressort de ces résultats que les différents extraits flavonoïdes testés ont présenté une action inhibitrice sur la croissance mycélienne de ce champignon, avec des degrés variables en fonction du matériel végétal et de la concentration, ainsi que l'efficacité n'est pas toujours proportionnelle à la concentration. Ces extraits ont montré également une efficacité sur la croissance mycélienne.

La réduction de la croissance mycélienne allant jusqu'à 2,61 cm en comparaison avec le témoin, avec un équivalent en taux d'inhibition de l'ordre de 50,38% sous l'effet des flavonoïdes foliaires de *C. cinerea* à 4 mg/ml.

Tous les extraits flavonoïdiques étudiés ont présenté un effet inhibiteur sur le développement radial du pathogène. Le champignon a été inhibé presque de manière similaire par les extraits flavonoïdiques de toutes les espèces dont le meilleur taux d'inhibition était de l'ordre de 52,54% sous l'effet des flavonoïdes foliaires de *C. cinerea* à 4 mg/ml.

2.2.4. Exemple "4" utilisation de l'extrait de la plante *Artemisia herba alba* contre *Alternaria* spp. et *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*

SALHI et al., en 2019 ont réalisés une étude pour révéler l'activité antifongique d'*Artemisia herba-alba* en testant son extrait aqueux sur certains champignons de stockage; *Alternaria* spp. et *Fusarium* spp



Photo 29: Partie aériennes et racines d'*Artemisia herba-alba* (Asteracées) (SALHI et al., 2019).

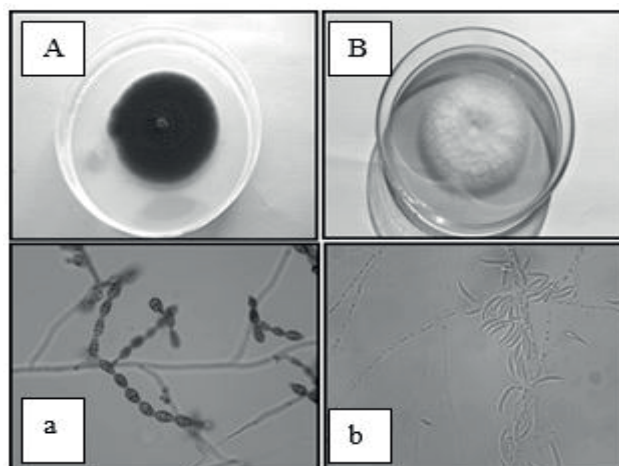


Figure 20: L'aspect macro et microscopique de l'isolé souches de graines de blé dur (A,a: *Alternaria infectoria*, B,b: *Fusarium* spp.) (SALHI et al., 2019)

Tableau 15: L'effet de l'extrait aqueux d'*Artemisia herba-alba* sur le pourcentage d'inhibition (PI) d'*Alternaria* spp. et *Fusarium* spp.

Paramètre	PI (%)	
	<i>Alternaria</i> spp	<i>Fusarium</i> spp
Souche fongique		
Traitement %		
Contrôle	-	-
Extrait aqueux		
20	94,32 ± 4.65	57,44 ± 1.22
25	97,16 ± 2.84	62,40 ± 0.70
30	100 ± 0	71,27 ± 0.62

Les résultats obtenus montrent que l'activité antifongique de l'extrait aqueux d'*Artemisia herba alba* était principalement active sur les deux souches, notamment à la concentration de 30% d'extrait aqueux. De plus, *Alternaria* spp a présenté une grande sensibilité à l'extrait aqueux avec une inhibition totale.

Pour les tests phytochimiques, les résultats ont montré la richesse de l'extrait aqueux d'*Artemisia herba-alba* en métabolites secondaire composés comme les alcaloïdes, les stéroïdes, les tanins, les flavonoïdes, saponines et absence d'anthocyanines. Ces substances jouent un rôle déterminant dans l'activité antifongique.

Enfin, leurs résultats indiquent que l'extrait aqueux d'*Artemisia herba-alba* présente une bonne activité antifongique qui peut être considérée comme très prometteuse

Conclusion

Conclusion

De ce contexte, nos travaux qui consiste à l'importance de quelque extraits végétaux sahariens dans la lutte contre deux champignons phytopathogènes (*Alternaria solani* et *Botrytis cinerea*) des cultures maraîchères. Notre objectif est 'étudier l'effet antifongique des extraits aqueux des tiges, des feuilles et des fleurs de huit plantes spontanées du Sahara septentrional et la région de Mesâad envers le Botrytis et Alternariose. Cette approche est expérimentée in vitro sous des conditions contrôlées.

Nous avons effectué une recherche bibliographique de travaux similaires afin de donner un aperçu des résultats généraux et convergents auxquels nous devons nous attendre.

A partir de cette recherche bibliographique. Nous pouvons dire que:

- L'utilisation des extraits des végétaux ont une action inhibitrice très significative sur les champignons étudiés (*Botrytis cinerea* et *Alternaria solani*);
- Que le Botrytis et Alternaria peuvent être combattus par des plantes spontanées ou cultivées.
- Nous aurions pu assister à des résultats similaires dans notre étude, si les conditions de réalisation étaient réunies.

Nous espérons par cette modeste étude que nous avons pu ouvrir une voie de recherche pour mieux se prononcer sur l'approche de la lutte biologique et rendre plus efficace une stratégie de lutte intégrée respectueuse de l'environnement.

Notre étude nous parait suffisamment intéressant pour nous recommander qu'il méritet d'être approfondi à travers des études plus détaillées avec des protocoles plus appropriés et des conditions sanitaires plus favorable.

Ce travail s'inscrit dans la protection des plantes, car il offre la possibilité de lutter contre les phytopathogènes efficacement, de diminuer les pertes quantitatives et qualitatives des cultures tout en étant naturel et économique.

Comme perspectives dans la continuité de ce travail, il serait intéressant de:

- ✓ D'encourager et de proposer des thèmes de recherche sur la lutte biologique à base de plantes contre ces champignons phytopathogènes.
- ✓ De pratiquer une lutte intégrée contre ces phytopathogènes.

- ✓ Vérifier l'effet antifongique de ces plantes dans des conditions *in vivo*
- ✓ De tester l'efficacité des biopesticides sur les phytopathogènes.
- ✓ Etudier la composition des extraits aqueux par des analyses plus poussées (HPLC) pour détecter et identifier les substances actives responsables de l'activité antifongique sur les phytopathogènes.
- ✓ Etudier plus en détail la biologie des pathogènes afin de mieux maîtriser leur prolifération.
- ✓ De vulgariser l'utilisation des biopesticides, pour laisser un environnement sain aux générations à venir.

Enfin, il ne fait aucun doute que la nature renferme encore beaucoup de molécules susceptibles d'aider l'espèce humaine dans sa recherche de solutions acceptables pour lutter efficacement contre les organismes nuisibles. Pour qu'on puisse réussir à identifier les organismes contenant de telles molécules, il faut absolument mettre sur pied des équipes multidisciplinaires qui veilleront à la fois à préserver le patrimoine végétal contenant ces molécules, et à les développer tout en assurant que l'Homme et l'environnement en reçoivent les pleins bénéfices (SPIGA, 2016).

**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

1. **ABU-EL SAMEN F. M. et AL SHUDIFAT A. M., 2011.** Sensitivity of tomato early blight isolates (*Alternaria solani*) from Jordan to mancozeb, chlorothalonil and azoxystrobin fungicides. Short communication. *APS-IPPC Joint Meanding*. Honolulu, Hawaii.49: 120-116.
2. **AGRIOS G. N., 2005.** Plant pathology. 5th Ed. Elsevier, Academic Press, USA UK.London. 922: 455p.
3. **AISSAT A., 2013.** Etude de secteur de la pomme de terre en Algérie. Amélioration la culture, la manutention post-récolte et les pratiques de commercialisation de la pomme de terre en Algérie de point de vue néerlandais. *Agri plan*, 2-30p.
4. **AJOUZ S., 2009.** Estimation du potentiel de résistance de *Botrytis cinerea* à des biofungicides. PhD. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, Avignon, France, 198p.
5. **ALABOUVETTE C. 1999.** *Fusarium* wilts suppressive soils: an example of diseasesuppressive soil. *Australasian Plant Pathology*. 28: 57-64.
6. **AMSELEM J. C. A., CUOMO J. A. L., VAN KAN M., VIAUD E. P., BENITO A., ANESIADIS. T, GEORGE KARAOGLANIDIS K. et TZAVELLA-KLONARI, 2003.** Protective, Curative and Eradicant Activity of the Strobilurin Fungicide Azoxystrobin against *Cercospora beticola* and *Erysiphe betae*. *Journal of Phytopathology* 151(11-12): 647–651.
7. **ANDERSEN D., FRISVAD JC., 2004.** Natural occurrence of fungi and fungal metabolites in moldy tomatoes. *J. Agricul. Food Chem*. 52: 7507–7513.
8. **ANONYME., 1999.** Tomate sous serre. *Bulletin mensuel D'information et de liaison de PNTTA*, 57: 4p.
9. **ANONYME., 2001.** La pomme de terre, in KECHID M., 2005. *Physiologie et biotechnologie de la microtubérisation de la pomme de terre Solanum tuberosum L.* Mém. Magister Biotechnologie Vég. Univ. Mentouri Constantine, pp 25-26.
10. **BAHORUN. 1997.** Substances naturelles actives: La flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle, *Food and Agricultural Research council Mauritius*, pp 83–94.
11. **BAKER KE.et COOK RY., 1974.** *Biological control of plant pathogens*, Freeman, San Fransisco. pp 433.
12. **BARAKA., 2002.** Contribution a l'étude du pouvoir antagoniste « in vitro » de *Trichoderma harzianum* et *T. viride* sur *Botrytis (B. Fubal et B. cinerea)* agent responsable de la maladie dite « tache chocolat » sur fève. <http://dspace.univ.guelma.dz:8080/xmlui/handle:123456789/1565>
13. **BARDIN M., FARGUES J. et NICOT P.C., 2008.** Compatibility between biopesticid esused to control greymould, powdery mildew and whitefly on tomato. *Biological Control* 46: 476-483.

14. **BARTLETT DW., CLOUGH JM., GODWIN JR., HALL AA., HAMER M., PARR – DOBRZANSKI B., 2002.** The stroblurin fungicides. *Pest Manag. Sci.* 58: 649–662.
15. **BASU PK., 1974.** Measuring early blight, its progress and influence on fruit losses in nine tomato cultivars. *Can Plant Dis Surv.* 54: 45–51.
16. **BENNER JILL P., 1993.** Pesticidal compounds from higher plants, *.Pestic.Sci*, 39: 95-102.
17. **BERNHARDS., 1998.** Comportement de trois variétés de pomme de terre (Spunta, Désirée Et Chubaek) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique. Mémoire de Magister, Université Aboubekr Belkaid, Tlemcen, 78p.
18. **BERNINGER E., 1990** Cultures florales de serres en zone méditerranéenne française (éléments climatiques et physiologiques), Ed. INRA. Paris, 201p.
19. **BESSADAT N., 2013.** Isolement, identificatin et caractérisatin des *Alternaria* sp responsable de la détérioration des plantes maraichères par des systèmes enzmatiques et moléculaires. Thèse Doc. Uni. Oran, 22p.
20. **BESSEDIK. M et KHENFER. B., 2015.** Etude de l'activité antifongique des huiles essentielles d'Eucalyptus globulus et *Thymus algeriensis* contre quelques champignons phytopathogènes des palmes du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L). Mém. Mas. Agro. Université Kasdi Merbah Ouargla, 51p.
21. **BISBY GR., 1939.** *Trichoderma viride* Pers. Ex. Fries and notes on Hypocrea, *Br. Mycol. Soc.* 33: 149–169.
22. **BLAKEMAN J. P., 1980.** Behaviour of conidia on aerial plant surfaces, in: *The biology of Botrytis.* J. R. Coley-smith, K. Verhoeff and W. R. Jarvis, Ed. Academic Press, London, UK. pp 115-151
23. **BLANCARD D., 2009.** Les maladies de la tomate : identification, connaitre, maitriser. Ed. Quae, France, 679p.
24. **BLANCARD D., LATERROT H., MARCHOUX G. et CANDRESSE, T. 2012.** A colour Handbook - Tomato Diseases : identification, biology and control. Manson Publishing Ltd, 688p.
25. **BOIZOT N. et CHARPENTIER J. P., 2006.** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Le Cahier des Techniques de IINRA, Numéro spécial 2006 : Méthodes et outils pour l'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques*, pp 79-82.
26. **BONDOUX P., 1992.** Maladies de conservation des fruits à pépins: pommes et poires. INRA. Paris, France, 173p.
27. **BONZI S., 2007.** Efficacité des extraits aqueux de quatre plantes dans la lutte contre les champignons transmis par les semences de sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moenh) : Cas particulier de *Colletotrichum graminicola* (Ces.) *Wilson et Phoma sorghina* (Sacc.) Boerema, Dorenbosch et Van Kesteren. *Dip. Ges. Int. Res. Nat.*, Univercité Pol Yiechinique de BOB – Dioulasso (UPB), pp 7–8.
28. **BOUDA H., TAPONDJOU L. A., FONTEM D. A. et GUMEDZOE M.Y.D., 2001.** Effect of essential oils from leaves of *Ageratum conizoides*, *Lantana camara* and *Chromolaena odorata* on the mortality of *Stophilus zeamais* (Coleoptera, Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*, 37: 103-109.

29. **BOUFARES K., 2012.** Comportement de trois variété de pomme de terre (spunta, désirée et chubaek) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique. Mémoire de magister, Université Aboubekrr Belkaid, Tlemcen, 78p.
30. **BOUGHALLEB N., DEBBABI N., JANNET H.B., MIGHRI Z. et MAHJOUB M., 2005.** Antifungal activity of volatile components extracted from leaves, stems and flowers of four plants growing in Tunisia. *Phytopathol. Mediterr.*, 44: 307-312.
31. **BOULADJERAF N., 2017.** Etude *in vitro* et *in vivo* l'efficacité de l'extrait phénolique de *Salvia officinalis* sur *Botrytis cinerea* et *Rhizoctonia solani*. Mém. Mas. académique, Dép. Agro. Université de Mostaganem, pp 50-51-52-53.
32. **BOUMLIK., 1995.** Systématique des spermaphytes. Edition Office des Publications Universitaire Ben Aknoun, Alger, 80p.
33. **BOWERS J H et LOCKE J C. 2000.** Effect of botanical extracts on the population density of *Fusarium oxysporum* in soil and control of *Fusarium* wilt in the greenhouse. *Plant Dis.* 84: 300-305.
34. **BRAME C., FLOOD J., 1983.** Antagonism of *Aureobasidium pullulans* towards *Alternaria solani*. *Transactions of the British Mycological Society.* 81(3): 621 – 624.
35. **BRUNETON J., 1993.** Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales. 2^{ème} Edition TEC et DOC., Paris, 915p.
36. **BRUNETON J., 1999.** Pharmiognosie, phytochimie, plantes médicinales. France: Ed. Lavoisier. 1120p.
37. **CAO C., PARK S. et GARDENER B. B., 2010.** Biopesticide controls of plant diseases resources and products for organic farmers in Ohio. *Ohio State University Extension.* 10p.
38. **CARLEN C., FABY R., KARJALAINEN R., POMMIER J.J. et STEFFEK R., 2003.** Control of air borne diseases in strawberries with natural and synthetic elicitors. *Acta Horticulturae.* 649: 237-240.
39. **CHABAH A., 2016.** Contribution à l'étude de la production de quelques variétés de pomme de terre dans la région de Tlemcen. Mémoire master, Université de Tlemcen, 63p.
40. **CHALUTZ E., BEN-ARIE R., DROBY S., COHEN L., WEISS B., WILSON CL., 1988.** Yeasts as biocontrol agents of postharvest diseases of fruit. *Phytoparasitica.* 16: 69–75.
41. **CHAMPION R., 1997.** Identification des champignons transmis par semence. INRA Paris. 398 p.
42. **CHATTOPADHYAY SK. et NANDI B., 1982.** Inhibition of *Helminthosporium oryza* and *Alternaria solani* by *Streptomyces longisporius* (Krasil nikov). *Waksman. Journal of Plant and Soil.* (69): 171–175.
43. **CLARK C.A. et LORBEER J. W., 1977.** Comparative nutrient dependency of *Botrytis squamosa* and *Botrytis cinerea* for germination of conidia and pathogenicity on onion leaves. *Phytopathology.* 67: 212-218.
44. **CNCCSP, 2010.** Bulletin de variétés de pomme de terre, centre national de contrôle et Certification des Semences et Plants.

45. **COOK R. J. et BARKER K F., 1984.** The nature and practice of biological control of plant pathogens, APS Press, St. Paul, MN, 539p.
46. **COWAN M.M., 1999.** Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev.*, 12(4): 564-581.
47. **CPVQ (Conseil des Productions Végétales du Québec) 1985.** Petits fruits. Culture. Agdex 230/20. Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec, Québec. 35p.
48. **CRAMER RA., LAWRENCE CB., 2003.** Cloning of a gene encoding an *Alt a I* isoallergen differentially expressed by the necrotrophic fungus *Alternaria bassicicola*. *Appl. Environ. Microbiol.* 69: 2361–2364.
49. **DAMMER K.H., MO'LLER B., RODEMANN B. et HEPPNER D., 2011.** Detection of head blight (*Fusarium spp.*) in winter wheat by color and multispectral image analyses. *Crop Protection* 30: 420-428p.
50. **DATAR VV., MAYEE CD., 1981.** Assessment of loss in tomato yield due to early blight. *Indian Phytopathology.* 34: 191–195.
51. **DAUGARD H., SORENSEN L. et LOSCHENKOHL B., 2003.** Effect of plant spacing, nitrogen fertilisation, post-harvest defoliation and finger harrowing in the control of *Botrytis cinerea* Pers. in strawberry. *European Journal of Horticultural Science.* 68: 77-82.
52. **DAVICINO R., MATTAR MA., CASALI YA., GRACIELA S. MARGARITA E. et MICALIZZI B. 2007.** Antifungal activity of plant extracts used in folk medicine in Argentina. *Revista Peruana de Biología.* 14: 247–251.
53. **DEACON J., 2005.** Fungi as plant pathogens. Chapter 14. Ed. Blackwell Publishing. 384p.
54. **DEDJELL A., 2000.** Contribution à l'étude de la maladie tache chocolat « sur fève ». Causée par *Botrytis cinerea* Pers et *Botrytis fabae*. Sard dans L'Ouest Algérien, caractérisation morphologique et culturel de l'agent pathogène. Université de Dgardaia, 29p.
55. **DEFERERA D. J., ZIOGAS B. N. et POLISSIOU M.G., 2000.** GC-MS Analysis of essential oil from some Greek aromatic plants and their fungi toxicity on *Penicillium digitatum*. *J. Agric. Food Chem.*, 48(6), 2576-2581.
56. **DELAVEAU P., 1987.** Histoire, description et usage des différents épices, aromates et condiments ; Editions Albin Michel, 371 p.
57. **DELLAVALLE D. P., CABRERA A., ALEM D., LARRANAGA P., FERREIRA FM. et RIZZA D., 2011.** Antifungal activity of medicinal plant extracts against phytopathogenic fungus *Alternaria spp.* *Chilean Journal of Agricultural Research.* 71 (2): 231–239.
58. **DIK A. J., et WUBBEN J. P., 2004.** Epidemiology of *Botrytis cinerea* diseases in greenhouses, in: *Botrytis: biology, pathology and control*. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen, eds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 319-331p.
59. **DOEHLEMANN G., BERNDT P. et HAHN M., 2006.** Trehalose metabolism is important for heat stress tolerance and spore germination of *Botrytis cinerea*. *Microbiology.* 152: 2625-2634.

60. **DOUMBOUYA M, ABO K, LEPENGUE A, CAMARA B, KANKO K, AIDARA D et KONE D. 2012.** Activités comparées in vitro de deux fongicides de synthèse et de deux huiles essentielles, sur des champignons telluriques des cultures maraîchères en Côte d'Ivoire, *Journal of Applied Biosciences*, 50: 3520–3532.
61. **DUBOS B, BULIT J, BUGARET Y et VERDU D., 1978.** The possibilities of using *Trichoderma viride* for the biological control of *Botrytis cinerea* and *Phomopsis viticola* on grapevines. *Comptes Rendus des Seances de l'Academie d'Agriculture de France*, 14, 1159-68.
62. **DUBOS B., JAILLOUX F. et BULIT J., 1982.** Microbial antagonism in the control of grey mould of grapevine. *EPPO Bulletin*, 12, pp 171-175.
63. **DUMORTIER P., EVRAD M., MAICHE M., NICOLAS A., DE RIDDER C., COSTA SANTOS BALTAZAR S., 2010.** Biodiversité chez la tomate, stratégie de conservation et valorisation de collection (luc fichot). Rapport final, *Phytotechnie et horticulture. Gembloux agro. bio. tech.*, 105p.
64. **DUPONT F., GUIGNARD J. L., 2012.** Botanique les familles de plante. Ed. Elsevier Masson. France, 300p.
65. **ELAD Y. et SHTIENBERG D., 1995.** *Botrytis cinerea* in greenhouse vegetables: chemical, cultural, physiological and biological controls and their integration. *Integrated Pest Management Reviews*, 1, pp 15-29.
66. **ELAD Y., 1997.** Effect of filtration of solar light on the production of conidia by field isolates of *Botrytis cinerea* and on several diseases of greenhouse-grown vegetables. *Crop Protection*. 16: 635-642.
67. **ELAD Y., YUNIS H. et KATAN T., 1992.** Multiple fungicide resistance to benzimidazoles, dicarboximides and diethofencarb in field isolates of *Botrytis cinerea* in Israel. *Plant Pathol.* 41: 41-46.
68. **ELAD Y. et YUNIS H., 1993.** Effect of microclimate and nutrients on development of cucumber gray mold (*Botrytis cinerea*). *Phytoparasitica*. 21: 257-268.
69. **ELAD, Y. et STEWART A., 2004.** Microbial control of *Botrytis* spp, in: *Botrytis: biology, pathology and control*. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen, Ed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. pp 223-241.
70. **EL-FRANAWANY MA., 2006.** Effect of seed treatment with *Trichoderma harzianum* on reducing tomato early blight incidence. *Assiut – Journal – of – Agricultural – Sciences*. 37 (1): 201–216.
71. **ELLIS M. B., 1971.** Dematiaceous hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. 608p.
72. **ELMER P. A. G. et MICHAILIDES T. J., 2004.** Epidemiology of *Botrytis cinerea* in orchard and vine crops, in: *Botrytis: biology, pathology and control*. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen, Eds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp 243-272.
73. **EVANS KJ., NYQUIST WE., LATIN RX., 1992.** A model based on temperature and leaf wetness duration for establishment of *Alternaria* leaf blight of muskmelon. *Phytopathology*. 82: 890–895.

74. **FAIRCHILD K.L., MILES T. D., et WHARTON P. S. 2013.** Assessing fungicide resistance in populations of *Alternaria* in Idaho potato fields. *Crop Protection*. 49: 31-39.
75. **FERRERO M., 2009.** Etude de la variabilité des comportements alimentaires du prédateur et conséquences pour la lutte biologique. Thèse doctorat, Montpellier Sup. Agro., 228p.
76. **FRAVEL D.R., 2005.** Commercialization and implementation of biocontrol. *Annual Review of Phytopathology*. 43: 337-359.
77. **GARIBALDI A, GUGLIELMONE L ET GULLINO ML. 1990.** Rhizosphere competence of antagonistic *Fusaria* isolated from suppressive soils. *Symbiosis*. 9: 401–404.
78. **GARRIDO C., FERNANDEZ - ACERO FRANCISCO J., CARBU M., Gonzalez -RODRIGUEZ VICTORIA E., LINEIRO EVA et CANTORAL JESUS M., 2012.** “Molecular Microbiology Applied to the Study of Phytopathogenic Fungi”, dans Sameh Maghdeldin, Gel Electrophoresis- Advanced Techniques. pp 139-156.
79. **GILBERT G., 1999.** La résistance des champignons aux fongicides. Ministère de l’agriculture et des pêcheries et de l’alimentation. Québec. pp 801-810.
80. **GRIGOLLI JFJ., KUBOTA MM., ALVES DP., RODRIGUES GB., CARDOSO CR., HENRIQUES DA SILVA DJ., MIZUBUTI ESG., 2011.** Characterization of tomato accessions for resistance to early blight. *Crop Breed Appl. Biotechnol*. 11: 174–180.
81. **GROGAN RG., KIMBLE KA., MISAGHI I., 1975.** A stem canker disease of tomato caused by *Alternaria alternata* f. sp. *Lycopersici*. *Phytopathology*, 65: 880–886.
82. **GULLINO M. L., 1992.** Chemical control of *Botrytis* spp, , in: Recent advances in *Botrytis* research. K. Verhoeff, N. E. Malathrakis and B. Williamson, Ed. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, The Netherlands, pp 217-222.
83. **GWARY DM. NAHUNNARO H., 1998.** Epiphytotics of early blight of tomatoes in Northeastern Nigeria. *Crop Protection*, 17: 619–624.
84. **HAAS D, BLUMER C et KEEL C., 2000.** Biocontrol ability of fluorescent *Pseudomonas* genetically dissected: importance of positive feedback regulation. *Current Opinion in Biotechnology*. 11: 2907p.
85. **HADIAN S, RAHNAMA K, JAMALI S et ESKANDARI A. 2011.** Comparing Neem extract with chemical control on *Fusarium oxysporum* and *Meloidogyne incognita* complex of tomato. *Advances in Environmental Biology*. 5(8): 2052-2057.
86. **HAMAIDIA C., 2017.** Les effets de trois fongicides de synthèse sur le pouvoir germinatif de *Botrytis cinerea*. Mem. Mas. Scie. de la terre et de l’Univers. Université 8 Mai 1945 Guelma, 19p.
87. **HAMIDOUCHE et BOULHOUT, 2013.** Contribution au suivi phytosanitaire des cultures de tomate sous serre à la wilaya de Tipaza. Mémoire Master, Ecologie Microbienne et Environnement, Univ. Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 26-27-41p.

88. **HANSON J.R., 2003.** Natural products: the secondary mandabolites. *Royal Sociandy of Chemistry*, UK, pp 1-33.
89. **HOFSTETTER B., 1990.** Nature's fungicides may banish Botrytis. *New Farm*, mai-juin. 1990: 31-32, 41.
90. **HOLZ G., COERTZE S. et WILLIAMSON B., 2004.** The ecology of *Botrytis* on plant surfaces, in: *Botrytis: biology, pathology and control*. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen, Ed. Kluwer Academic Press, Dordrecht, the Netherlands, pp 9-27.
91. **HONDT-DEFrancQ M., 1984.** Les principales maladies bactériennes et cryptogamiques de la pomme de terre. *Expert F.A.O. en Protection des Végétaux*, Cambérène, 1984, 1-20p.
92. **HORTON D.E., 1987.** Potatoes in the third word. *The courier* 102. 82-48p.
93. **HUAT J., 2008.** Diagnostic sur la variabilité des modes de conduits d'une culture et de leurs conséquences agronomiques dans une agriculture fortement soumise aux incertitudes: cas de la tomate de plein champ à Mayotte. Thèse doctorat. L'Institut des Sciences et Industries de Vivant et de l'Environnement, Agro. Paris, Tech., 264p.
94. **IDNURM A. et HEITMAN J. 2005.** Light controls growth and development via a conserved pathway in the fungal Kingdom. *PLoS Bio*, 13: 615-626.
95. **INDREA, 1989.** Lucariva practice de legumi cultura partea, 2 tipo agronomica cly cy napoca, 18p.
96. **ISABELLE C., 2016.** Pomme de terre. Panorama des variétés. Gerbeaud. Société Nationale d'horticulture de France et de l'association de journalistes de jardin et de l'horticulture.
97. **ITCMI., 2010.** Fiche technique valorisée des cultures maraîchères et Industrielles: La culture de tomate: Institut Technique Des Cultures Maraîchères et Industrielles. Staoueli–Alger. <https://docplayer.fr/15611517-Fiche-techniques-valorisees-des-cultures-maraicheres-et-industrielles.html>
98. **IVANOVIC M., MIJATOVIC M., ANTONIJEVIC D., 2002.** Effect of sodium bicarbonate on *Alternaria solani* in tomato. *Acta Horticulturae*. pp 535–539.
99. **JACOBSEN B. et ZIDACK N., 2010.** Potato Disease Management Suggestions for July. 5p.
100. **JARVIS W. R., 1977.** Botryotinia and Botrytis species: Taxonomy, Physiology, and Pathogenicity. Research Branch, Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada, 195p.
101. **JARVIS W. R., 1980.** Epidemiology, in: *The biology of Botrytis*. J. R. Coley-Smith, K. Verhoeff and W. R. Jarvis, eds. Academic Press, London, UK., pp 219-50.
102. **JARVIS W.R., 1992.** Managing diseases in greenhouse crops. *American Phytopathological Society*, St. Paul, MN. 288p.
103. **JIANG YM., CHEN F., LIU SX., 1997.** A preliminary study on the biological control of litchi fruit. *Journal of fruit scinc*. 14 (3): 185–186.
104. **JIANG YM., ZHU XR., LI YB., 2001.** Postharvest control of litchi fruit *rot Bacillus subtilis*. *Lebensmittel Wissenschaft Technology*. 34 (7): 430–436.
105. **JOLY, P. 1964.** Le genre *Alternaria*. *Encyclopédie Mycologique*, Ed. J.P. lechevalier. Paris, 25p.

106. JUDD W. S., CAMPBELL C. S., KELLOGG E. A., et SSTEVENS P., 2002. Botanique systématique : une perspective phylogénétique. DEBOECK. pp 84-336.
107. KABA H., 2017. Prospection, isolement et purification d'isolats d'*alternaria sp.*, Sur la culture de pomme de terre de saison dans la wilaya de Mostaganem. Mém. Mas. Agr. Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 15p.
108. KECHID M., 2005. Physiologies et biotechnologies de la micro tubérisation de la pomme de terre, *Solanum tuberosum L.* Mémoire de Magister, Université Mentouri de Constantine, 154p.
109. KIRK W. W., FELCHER K. J., DOUCHES D. S., COOMBS J., STEIN J. M., BAKER K. M., ET HAMMERSCHMIDT R., 2001. Effect of host plant resistance and reduced rates and frequencies of fungicide application to control potato late blight. *Plant Disease*, 85(10), 1113-1118.
110. KLAUS B.T., 2007. Morphology and cellular organisation in Botrytis Interactions with plants in: Mechanisms involved in the biological control of *Botrytis cinerea* incited diseases. Elad, Y., et al. Ed. Springer, pp 67-84.
111. KOKIBALI IKOKO L., 2009. Etude et mise en œuvre du choix variétal impact sur l'industrie: cas de la tomate. Diplôme d'ingénieur en biotechnologie végétales. Département de biologie, Université de Guelma, pp 2-3.
112. KOSUGE T. et HEWITT W. B., 1964. Exudates of grape berries and their effect on germination of conidia of *Botrytis cinerea*. *Phytopathology*, 54: 167-172.
113. KOTCHI OLIVIER S., 2004. Détection du stress hydrique par thermographie infrarouge. Application à la culture de la pomme de terre. Chapitre III Matériel et méthodes. Mémoire du grade de Maitre ès Sciences (M.Sc.), Université Laval, 32p.
114. KRA KD., DIALLO HA. et KOUADIO YJ., 2009. Activités antifongiques de l'extrait de *Chromolaena odorata* (L.) King & Robinssur deux isolats de *Fusarium oxysporum* (E.F. Sm.) responsables du jaunissement mortel des feuilles des bananiers. *Journal of Applied Biosciences*, 24: 1488–1496.
115. KRETSCHMER M., KASSEMAYER H.H. et HAHN M., 2007. Age-dependent grey mould susceptibility and tissue-specific defence gene activation of grapevine berry skins after infection by *Botrytis cinerea*. *Journal of Phytopathology*, 155: 258-263.
116. LAHOUEL Z., 2016. Etude diagnostique de la filière pomme de terre dans la région de Tlemcen: Cas de deux fermes pilotes Hamadouche et Belaidouni. Thèse de Master en Agronomie «Amélioration végétale», Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 38p.
117. LATERROT H., PHILOUZE J., GALLAIS A. et BANNEROT H., 1992. Amélioration des espèces végétales cultivées. Objectif et critère de sélection, Paris, INRA, 771p.
118. LATIGUI A., 1984. Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse Magister, INA El-Harrach, 180p.
119. LAUMONNIER R., 1979. Cultures légumières et maraichère. Tome III. Ed. Bailliere, Paris, 279p.

120. LEIMINGER J., BAHNWEIG G., HAUSLADEN H., 2010. Population genetics – consequences on early blight disease. Twelfth Euro Blight workshop Arras (France), *PPO – Special Report*. 14: 171–178.
121. LEPOIVRE P., 2003. *Phytopathologie*. De Boek et Lancier, Bruxelles. 427: 320.
122. LEPOIVRE P., 2003. *Phytopathologie*. 1st edition, De Boeck, Bruxelles (Belgium), pp 111-159.
123. LEROUX P., 2004. Chemical control of Botrytis and its resistance to chemical fungicides, in: *Botrytis: biology, pathology and control*. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen, eds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp 195-222.
124. LEROUX P., CHAPELAND F., DESBROSSES D. et GRETT M., 1999. Patterns of cross-resistance to fungicides in *Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*) isolates from french vineyards. *Crop Protection*, 18: 687-697.
125. LI G.Q., HUANG H.C., ACHARYA S.N., et ERICKSON R.S., 2004. Biological control of blossom blight of alfalfa caused by *Botrytis cinerea* under environmentally controlled and field conditions. *Plant Disease*, 88: 1246-1251.
126. LINAS MD., MORASSIN P. et RECC O., 1999. Actualités sur *Alternaria*: écologie, *Revue Française d'allergologie*, pp 346–355.
127. LOGRIECO A., MORETTI A. et SOLFRIZZO M., 2009. *Alternaria* toxins and plant diseases: an overview of origins, occurrence and risks. *World Mycotoxin Journal*. 2 (2): 129-140.
128. LUGASI A., HOVARI J., SAGI K. V. et BIRO L., 2003. The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta Biologica Szegediensis*, 47 (1-4), 119p.
129. MACHEIX J., FLEURIET A. et JAY-ALLEMEND C., 2005. Les composés phénoliques des végétaux : Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Ed. Presses polytechniques, 192p.
130. MADEC P., 1980. Age physiologique du plant de pomme de terre. Incidence sur la germination et répercussions sur le comportement des plantes. *Potato Res.* 23-183-199p.
131. **Maladies et ravageurs pris en compte dans le cadre du contrôle officiel des plants de pomme de terre., 2006**, Fiches descriptives des maladies et ravageurs de la pomme de terre ,FNPPPT (Fédération nationale des producteurs de plants de pomme de terre). 1-3, 5, 13-14, 17-19, 24, 27, 29, 33-35p.
132. **Maladies et ravageurs pris en compte dans le cadre du contrôle officiel des plants de pomme de terre., 2000**, Fiches descriptives des maladies et ravageurs de la pomme de terre, FNPPPT (Fédération Nationale des Producteurs de Plants de Pomme de Terre). 88p.
133. MAMGAIN A., ROYCHOWDHURY R., TAH J., 2013. *Alternaria* pathogenicity and its strategic controls. *Research Journal of Biology*. 1: 01–09.
134. MARTINEZ F., DUBOS B., et FERMAUD M., 2005. The role of saprotrophy and virulence in the population dynamics of *Botrytis cinerea* in vineyards. *Phytopathology*. 95: 692-700.

135. **MATHUR S. B. et KONGSDAL O., 2003.** Common Laboratory Seed Health Testing Methods for Detecting Fungi. 1st Edition. *International Seed Testing Association*, Danemark. 425p.
136. **MAYA – MANZANO JM., FERANDEZ – RODRIGUEZ S., HERNANDEZ – TREJO F., DIAZ – PEREZ G., GONZALO – GARIJO A., SI LVA – PALACIOS I., MUNOZ – RODRIGUEZ AF., TORMO – MOLINA R., 2012.** Seasonal Mediterranean patterns for airborne spores *Alternaria*. *Aerobiologia*. 28 (4): 515–526.
137. **MAZOYER M., 2002.** Larousse agricoles. Ed. I.N.P.G. pp 374-375.
138. **MEBARKI L., 2016.** Recherche d'activité biologique de molécules végétales pour la lutte contre *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis*. Thèse Doctorat sci. Dép. Biotechnologie, Univ. Oran Mohamed Boudiaf, 21-84-87p.
139. **MESSIAEN CM., BLANCARD D., ROUXEL F. et LAFON R., 1991.** Les maladies des plantes maraichères, INRA. Paris, 552p.
140. **MEZIANE D., 1991.** Histoire de la pomme de terre. *Detitique* n°25, 29p.
141. **MITAKAKIS T., ONG EK., STEVENS A., GUEST D., KNOX RB., 1997.** Incidence of *Cladosporium*, *Alternaria* and total fungal spores in the atmosphere of Melbourne (Australia) over 3 years. *Aerobiologia*, 13: 83–90.
142. **MOHAMMEDI Z., 2006.** Etude de pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. Thèse de Magistère En Biologie, Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen, Algérie, 105p.
143. **MOHAMMEDI Z., 2013.** Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud Ouest de l'Algérie. Thèse Doc. Univ. Abou Bakr Belkaid Tlemcen, 21-22-23p.
144. **MOULAI Y., 2014.** Recherche sur des méthodes alternatives de contrôle d'*Alternaria alternata* et *A. solani*, agents de l'alternariose de la pomme de terre. Thèse Magister, Inst. Nati. Agro. El – Harrach, 18-49-52-53-55-63p.
145. **NABORS M., 2009.** Biologie végétale, structure, fonctionnements, écologie et biotechnologies. Paris : nouveaux horizons, 614p.
146. **NACOULMA A. P., 2013.** Reprogrammation métabolique induite dans les tissus hyperplasiques formés chez le tabac infecté par *Rhodococcus fascians*: aspects fondamentaux et applications potentielles. Thèse de Doctorat en Sciences Biomédicales et Pharmaceutiques, 187p.
147. **NASRAOUI B. 2006.** Les champignons parasites des plantes cultivées. Centre de publication. universitaire, Tunisie, 456: 41.
148. **NEERGAARD, P. 1995.** danish species of *Alternaria* and *Stemphylium*: taxonomy, parasitism, economic significance. Oxford University Prees, London, pp 260-287.
149. **NICOT P.C., MERMIER M., VAISSIERE B.E., et LAGIER J., 1996.** Differential spore production by *Botrytis cinerea* on agar medium and plant tissue under near-ultraviolet lightabsorbing polyethylene film. *Plant Disease*, 80: 555-558.
150. **NICOT P.C. et BAILLE A., 1996.** Integrated control of *Botrytis cinerea* on greenhouse tomato es, in: *Aerial plant surface microbiology*. C. E. Morris, P. C. Nicot and C. Nguyen-The, Eds. Plenum Press, New York, USA., pp 169-189.

151. **NORDLUND D.A., 1996.** Biological control, integrated pest management and conceptual models. *Biocontrol News and Information*. 17: 35-44.
152. **NOUIRA A., DUCHEMIN M., BENMANSOUR M., GALLICHAND J., BOUKSIRATE H., 2007.** “Efficacité du semis direct à contrer l'érosion hydrique en milieu agricole: mise en évidence à l'aide des techniques de radioéléments, de modélisation et de mesures aux champs (Maroc et Canada)”. Actes des JSIR de l'AUF, Hanoi, 6-9 novembre 2007, pp 1-6.
153. **OCDE, 2002.** Consensus Document on compositional considerations for new varieties of potatoes key food and feed nutrients anti-nutrients and toxicants OCDE, 15p.
154. **OSIRU M., 2008.** Distribution, variability and pathogenicity of *Alternaria* leaf petiole and stem blight disease of sweetpotato in Uganda. PhD. Thesis. Makerere University, Kampala, pp 33–61.
155. **OTANI H., KOHNOBE A., KODAMA M., KOHMOTO K., 1998.** Involvement of host factors in the production of a protein host - specific toxin produced by *Alternaria brassicicola*. *Molecular genetics of host specific toxins in plant disease*, 13: 63–69.
156. **OUAKALA N., 2014.** Etat sanitaire des cultures de tomate sous serre et étude de l'impact des pratiques culturales sur le développement de la pathologie dominante. Mém. Magister, Dép. Microbiologie, Univ. A. MIRA-BEJAIA. 65.
157. **PANDEY D. K., TRIPATHI N. N., TRIPATHI R. D., DIXIT S. N., 1982.** Fungitoxic and phytotoxic properties of the essential oil of *Caesulia axillaris* Roxb. (Compositae). *Angerwandte Botanik*, 56: 256-257.
158. **PAPAVIZAS GC., LEWIS JA., ABD – EI MOITY TH. 1982.** Evaluation of new biotypes of *Trichoderma harzianum* for tolerance to benomyl and enhanced biocontrol capabilities. *Phytopathology*, 72: 126–132.
159. **PASCHE JS., WHARAM, CM., GUDMESTAD NC., 2004.** Shift in sensitivity of *Alternaria solani* in response to QoI fungicides. *Plant Dis*, 88: 181–187.
160. **PERON J.Y., 2006.** Références productions légumières, 2^{ème} édition. Synthèse Agricole. pp 538-547.
161. **PINTUREAU B., 2009.** La lutte biologique. Application aux arthropodes ravageurs et aux adventices. INRA., Lyon, 267p.
162. **PITCHAY D.S., FRANTZ J.M., LOCKE, J.C., KRAUSE, C.R., et FERNANDEZ G.C.J., 2007.** Impact of applied nitrogen concentration on growth of elatior begonia and new guinea impatiens and susceptibility of begonia to *Botrytis cinerea*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 132: 193-201.
163. **POLESE J. M., 2007.** La culture de la tomate. Ed. Arrtémis, 95p.
164. **PUSEY PL. et WILSON CL., 1984.** Postharvest biological control of stone fruit brown rot of *Bacillus subtilis*. *Plant diseases*, 68: 753–756.
165. **QIN GZ et TIAN SP., 2004.** Biocontrol of postharvest diseases of jujube fruit by *Cryptococcus laurentii* combined with a low doses of fungicides under different storage conditions. *Plant Diseases*. 88 (5): 497–501.

166. QIN GZ., TIAN SP. et XU Y., 2004. Biocontrol of postharvest diseases on sweet cherries by four antagonists yeasts in different storage conditions. *Postharvest biology and technology*. 31 (1): 51–58.
167. RADTKE W. et RICKMANN W., 1991. Maladies and ravageurs de la pomme de terre. *Th. Mann. GelsenkirChen-Buer*. Canada, 120p.
168. REGNAULT-ROGER C., BERNARD J. R. PHILOGENE, VINCENT C., 2002. Biopesticides d'origine végétale. Ed. Tec. et Doc. Lavoisier, Saint-Germain, Paris, 338p.
169. REUVENI M., 2010. New generation of broad spectrum plant extract fungicides. Communication. 30p.
170. RHAYOUR K., 2002. Etude du mécanisme de l'action bactéricide des huiles essentielles sur *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* et sur *Mycobacterium phlei* et *Mycobacterium fortuitum*. Présentée en vue de l'obtention du Doctorat National. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah.
https://scholar.google.com/scholar?as_vis=0&q=Rhayour+K.,+2002&hl=ar&as_sdt=0.5&lookup=0#d=gs_qabs&u=%23p%3DOqTEjwnd6U8J.
171. ROSAS I., ESCAMILLA B., CALDERON C., MOSINO P., 1990. The daily variations of airborne fungal spores in Mexico City. *Aerobiologia*. 6: 153–158.
172. ROSENBERGER D. A., 1990. Postharvest diseases (Blue mold-Gray mold), in: *Compendium of Apple and Pear Diseases*, A.L. Jones and H.S. Aldwinkle, Eds., APS Press The American Phytopathological Society, USA., pp 53-58.
173. ROSSLENBROICH H. J. et STUEBLER D., 2000. *Botrytis cinerea* - history of chemical control and novel fungicides for its management. *Crop Protection*. 19: 557-561.
174. ROTEM J. et AUST H. J., 1991. The effect of ultraviolet and solar radiation and temperature on survival of fungal propagules. *Journal of Phytopathology*. 133: 76-84.
175. ROTEM J., 1994. *The Genus Alternaria: Biology, Epidemiology and Pathogenicity*. American Phytopathological Society, St. Paul (US), 326p.
176. ROUSSELLE P., ROBERT Y., CROSNIER J. C., 1996. La pomme de terre-production, amélioration, ennemis et maladies, utilisation. INRA édition -ITPT -ITCF, coll. (Mieux comprendre), Paris, 640p.
177. ROUSSELLE P., ROUSSELLE-BOURGEOIS., ELLISSECHE D., 1992. La pomme de terre. In *amélioration des espèces végétales cultivées*. Gallais A., Bannerot H. 1992., 303-314pp.
178. SABRIYE Y., YANAR Y., KARAMAN I., 2011. Evaluation of bacteria for biological control of early blight disease of tomato. *African journal of biotechnology*. 10 (9): 1573–1577.
179. SAKHR A., 2009. Estimation du potentiel de résistance de *Botrytis cinerea* à des biofongicides. Thèse Doc. Sci., Université d'Avignon et des Bays de Vaucluse, 24p.
180. SALHI N., RAHMANI B., MEHANI M., TERZI V., BENOUAAR M., AMRAOUI K. and BISSATI S., 2019. The antifungal activity of *Artemisia herba-alba* aqueous extract and essential oil against storage fungus *Alternaria* spp and *Fusarium* spp. *Art. Univ. Kasdi Merbah Ouargla, Pub. Journal of Applied Biological Sciences*, 2146-0108 13(2): 108-111p.

181. SHANKARA J., 2005. Recombinant glutathione –S- transterase a major allergen form alternaria clinical use allergy patients. *Molecular Immonology*. 43(12): 1927-1932p.
182. SHANKARA N., JEUDE J.V.L., GOFFAU M., HILMI M. et DAM B.V., 2005. La culture de la tomate production, transformation et commercialisation. Ed. Prota, Wageningen, 6, 18-20,105p.
183. 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.
184. SHERF AF., MACNAB AA., 1986. *Vegetable diseases and their control*. Wiley, New York. 736p.
185. SHIRAISHI M., FUKUTOMI M. et AKAI S., 1970a. Effects of temperature on the conidium germination and appressorium formation of *Botrytis cinerea* Pers. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 36: 234-236.
186. SHIRAISHI M., FUKUTOMI M. et AKAI S., 1970b. Recovery of germinability of aged conidia of *Botrytis cinerea* Pers. by several saccharides. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 36: 297-303.
187. SID ROUHOU D., 2006. Contribution à l'étude Technico-économique de la plasticulture dans la région de Ouargla. *Mém. Ing. Agro. Univ. Ouargla*, 1p.
188. SIKORA E., et EDWARDS P., 2004. *Plant Disease Notes: Early Blight of Potato*. Alabama A&M University and Auburn University, the Alabama Cooperative Extension System. 2p.
189. SIMMONS EG., 1967. Typification of *Alternaria*, *Stemphlium* and *Ulocladium*. *Mycologia*, 59: 67–92.
190. SIMMONS EG., 1986. *Alternaria* terms and variation. (22-26). *Mycotaxon. (Pleosporal/ Stemphylium and Lewia/Aternaria)*, 25: 287–308.
191. SIMMONS EG., 1992. “*Alternaria* taxonomy: current status, vie wpoint, change,” in *Alternaria* Biology, Plant Disease and Metabolites, J. Chelkowski and A. Visconti, Eds. Elsevier, Amsterdam. The Netherlands, pp 1-35.
192. SIMMONS EG., 2007. *Alternaria*. An Identification Manual. : CBS Biodiversity Series No. 6. CBS Fungal Biodiversity Centre, Utrecht, the Netherlands, 775p.
193. SNOUSSI S. A., 2010. Etude de base sur la tomate en Algérie. Rapport de mission. Programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche-Orient. Rome, pp 52-53.
194. SNOUSSI SA., 2009. Etude de base sur la tomate en Algérie. Programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche – Orient. www.ipm-neareast.com.
195. SOLTNER., 1988. Comportement de trois variétés de pomme de terre (Spunta, Désirée et Chubaek) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique. Mémoire de magister, Université Aboubekr belkaid, Tlemcen, 78p.
196. SORAUEUR, 1867. Catalogue of life
197. SORO S, OUATTARA D, ZIRIHI GN, KANKO C, N'GUESSAN EK, KONE D, KOUADIO JY et AKE S. 2010. Effet Inhibiteur in Vitro et in Vivo de l'extrait de Poudre et de l'huile Essentielle de *Xylopia Aethiopica* (Dunal) A. Rich. (Annonaceae) sur *Fusarium oxysporum* f. sp. *Radicis-lycopersici* (Forl),

- Champignon Parasite des Cultures de Tomate, European Journal of Scientific Research, pp 279-288.
198. **SPICHTER R. E., VINCENT V., FIGEAT S. M. et JEANMONOD D., 2004.** Botanique systématique des plantes à fleurs: une approche phylogénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérées et tropicales. 3^{ème} édition. Lausanne: presses polytechniques et universitaires romandes, Français, 413p.
 199. **SPIGA N., 2016.** Effet *in vitro* de l'extrait méthanolique des feuilles et des tiges de *Ruta chalepensis*, *Ruta angustifolia* et *Aplophyllum tuberculatum* vis-à-vis de *Fusarium oxysporum f. sp. Radicis lycopersici*, *Alternaria solani*, *Botrytis cinerea* et *pectobacterium cacarotovororum*. Mém. Mas. Agr., Univ. Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 27-28-79p.
 200. **STAATS M. P., VAN BAARLEN et. VAN KAN J. A. L., 2005.** Molecular phylogeny of the plant pathogenic genus *Botrytis* and the evolution of host specificity. *Molecular Biology and Evolution* 22 (2):333-346.
 201. **STEN - NET PJ. et BEGGS PJ., 2004.** *Alternaria* spores in the atmosphere of Sydney, Australia, and relationships with meteorological factors. *Int. J. Biometeorol.* 49: 98–105.
 202. **TAHANY M., HEGAZY A., SAYED A.M., KABEL H., EL-ALFY T. et EL-KOMY S., 2010.** Study on combined antimicrobial activity of some biologically active constituents from wild *Moringa peregrina* Forssk. *J. Yeast Fungal Res.*, 1: 15-24.
 203. **THOMASHOW L. S. et WELLER D. M., 1996.** Current concepts in the use of introduced bacteria for biological disease control: mechanism and antifungal metabolites. In: Stacey G, Keen NT, Eds. *Plant-microbe interactions*. New York, USA: Chapman & Hall, pp187-235.
 204. **TIAN SP., QIN GZ. et XU Y., 2005.** Synergistic effects of combining biocontrol agents with silicon against postharvest diseases of Jujube fruit. *Journal of Food protection.* 68 (3): 544–550. 100 (4), 797-801.
 205. **TYMON L., CUMMINGS T. F. et JOHNSON D. A., 2013.** Pathogenicity and aggressiveness of *Alternaria solani*, *A. alternata*, and *A. triticina* on potato. APS-MSA Joint Meeting. Austin, Texas.
 206. **TZORTZAKIS N.G. et ECONOMAKIS C.D., 2007.** Antifungal activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) essential oil against key postharvest pathogens. *Innov. Food Sci. Emerging Tech.*, 8: 253-258.
 207. **UIPP., 2011.** Rapport annuel 2011–2012 édité par la Direction de la communication de l'Union des industries de la protection des plantes (UIPP), 43p.
 208. **UTKHEDE RS. et SHOLBERG PL. 1986.** *In vitro* inhibition of plant pathogens : *Bacillus subtilis* and *Enterobacter aerogenes* *in vivo* control of two postharvest cherry diseases. *Canadian Journal of Microbiology*, 32: 963–967.
 209. **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.

210. VIENNOT-BOURGIN., 1967. Encyclopédie mycologique XXVII. Lechevalier, Paris, 350p.
211. VLOUTOGLOU I., KALOGERAKIS SN., 2000. Effects of inoculum concentrations, wetness duration and plant age on development of early blight (*Alternaria solani*) and on shedding of leaves in tomato plants. *Plant PATHOL.* 49: 339–345.
212. WEAVER D. K., F. V., DUNKEL L., NTEZURUBANZA L. L., JACKSON D. et STOCK. T., 2000. The efficacy of linalool, a major component of freshly-milled *Ocimum canum* Sims (Lamiaceae), for protection against postharvest damage by certain stored product Coleoptera. *J. Stored Prod. Res.* 27:213–220.
213. WEAVER D.K. et SUBRAMANYAM B., 2000. Botanical. *In: Alternance to pesticide in stored product*, Subramanyam B., Hangstrum D. W. (Editors), I.P.M. Kluwer Academic Publisher, Massachusetts, USA, pp 303-320.
214. WEST J. S., PEARSON S., HADLEY P., WHELDON A. E., DAVIS F. J., GILBERT A. et HENBEST R.G.C., 2000. Spectral filters for the control of *Botrytis cinerea*. *Annals of Applied Biology.* 136: 115-120.
215. WILCOX W.F., 1993. Control of gray mold of strawberry through cultural manipulations of fruiting-zone microclimate. Reports pertinent to the IPM effort at Cornell University, New York State IPM Publication. 208: 83-85.
216. WILLIAMSON B., TUDZYNSKI B., TUDZYNSKI P. et VAN KAN JAL., 2007. *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. *Molecular Plant Pathology.* 8: 561–580.
217. YEDIDA I, BENHAMOU N et CHET I., 1999. Induction of defense responses in cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) by the biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. *Applied and Environmental Microbiology.* 65: 1061-1070.
218. YEDIDIA I., BENCHAMOU N., KAPULNIK Y., CHET I., 2000. Induction and accumulation of PR proteins activity during early stages of root colonization by the mycoparasite *Trichoderma harzianum* strain T – 203. *Plant physiol. Biochem.* 38: 863–873.
219. YIFEI W., YIHONG B. DANHONG S., Wu F., TING Y., JIA W., XIAO DZ., 2008. Biocontrol of *Alternaria alternata* on cherry tomato fruit by use of marine yeast *Rhodosporidium paludigenum* Fell & Tallman. *International journal of food microbiology.* 123: 234–239.
220. YUNIS H., ELAD Y. et MAHRER Y., 1990. Effects of air temperature, relative humidity and canopy wetness on gray mold of cucumbers in unheated greenhouses. *Phytoparasitica.* 18: 203-215.
221. ZACHMANN R., 1982. Early blight of potato; *Alternaria solani*. *Technical Information Bulletin 17. International Potato Center*, Lima, Peru. 13p.
222. ZIDANI S., 2009. Valorisation des pelures de tomate séchées en vue de leur incorporation dans la margarine. Mémoire de Magister, Faculté des sciences de l'Ingénieur, Algérie. Université M'hamed Bougara, Boumerdes, 74p.
223. ZIRI S., 2011. Contribution à la lutte intégrée contre *Tuta absoluta* sur tomate en plein champ. Diplôme de magister, El Harrach, Option: Entomologie appliquée à la protection des végétaux, 92p.

Références électroniques.

1. ANONYME., 2000. Valeur nutritionnelle de la pomme de terre. Fédération des Producteurs de Pomme de Terre de Québec (FPPTQ): www.fpptq.qc.ca
2. ANONYME., 2008. Variétés de pomme de terre cultivées en semences en Grande Bretagne. Informations fournis par la base de données des variétés de pomme de terre britannique, Ed. Potato Council.
<https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2008/4/29/AGRP0810530A/jo/texte>
3. ANONYME., 2016. Cycle de développement de la tomate.
(<https://www.google.dz/search?q=cycle>)
4. CIQUAL A., 2013. La pomme de terre. Un trésor nutritionnel. Cnipt pomme de terre de France. <https://www.lespommesdeterre.com/nutrition>. Date accès: 21/09/2020.
5. GIRAUD M., 2018 Systématique de Botrytis cinerea
<http://ephytia.inra.fr/fr/C/21622/Pomme-Botrytis-cinerea-Botrytis-de-l-oeil>
6. GOOGLE., 2020a. Symptômes de *B. cinerea* sur les fruits de la tomate,
https://www.bayer-agri.fr/fileadmin/_processed_/b/6/csm_botrytis-tomate3_fl_4842822bed.jpg
7. GOOGLE., 2020b. : Symptômes de *B. cinerea* sur les feuilles de la tomate,
<https://media.gerbeaud.net/2014/07/640/botrytis-tomate-feuille.jpg>
8. GOOGLE., 2020c. Infection sur feuille de laitue,
<http://ephytia.inra.fr/fr/Images/view/7222>
9. GOOGLE., 2020d. Fruit d'aubergine infecté,
<https://images.app.goo.gl/trgaCufyuoXehRjH9>
10. GOOGLE., 2020e. symptome de potrytis cinerea sur le poivrant,
https://www.google.com/search?q=les+poivrons&client=ms-android-condor&prmd=ivn&sxsr=ALEkk01Zop3HK-uyY5ICCqE1iFHOzimGUw:1588404583946&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjp5PCX1JTpAhUBuRoKHfyXB9sQ_AUoAXOECawQAQ&biw=320&bih=488#imgrc=ts420EeGcry0JM&imgdii=Kg9WFzgEX6YauM.
11. GOOGLE., 2020f. Lésions d'*Alternaria solani* sur les fruits de tomate.
https://www.les-tomos.fr/tomowiki/doku.php/documents_de_synthese/etajb/et/lmca/l_alternariose
12. GOOGLE., 2020g. Taches sur la foliole de tomate provoquée par *Alternaria solani*. <https://in.pinterest.com/pin/545357836109328613>
13. GOOGLE., 2020h. Symptômes d'Alternariose sur tige et collet de plant de tomate;
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8e/Alternaria_solani_-_stem_lesions.jpg
14. GOOGLE., 2020i. Forme des lésions provoquée par *Alternaria solani*: sur la feuille de pomme de terre
<https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fephytia.inra.fr%2Ffr%2F12%2F29549%2FAlternaria6&imgrefurl=http%3A%2F%2Fephytia.inra.fr%2Ffr%2FD%2F8371&tbnid=KVuf819E3X7IKM&vet=1&docidmADB-A4jYdY3DM&w=700&h=520&q=les%20sur%20pomme%20de%20terre%20C3A9>

- [sions%20caus%C3%A9es%20%par%20Alternaria%20solani&source=sh%2Fx%2Fim](#)
15. GOOGLE., 2020j. Symptômes causés par l’agent pathogène *Alternaria solani* sur tubercule. <https://images.app.goo.gl/T9RgcMdyXP5iN3ob7>
 16. GOOGLE., 2020k. Taches de l’Alternariose sur les feuilles de pomme de terre https://www.agro.basf.fr/Pictures/pictures_fr/pomme_de_terre/maladies_pomme_de_terre/alternaria_pomme_de_terre_1_560x315.jpg
 17. GOOGLE., 2020l. Cycle évolutif d’*Alternaria solani* sur tomate et pomme de terre https://www.researchgate.net/publication/332670175_The_Process_of_Early_Blight_Disease_Development_in_Tomato
 18. GOOGLE., 2020m. Symptôme de l’alternariose sur les feuilles de pomme de terre <http://www.action-agricole-picarde.com/actualites/flashdiag-alt-un-outil-de-diagnostic-de-l-alternariose-de-la-pomme-de-terre:CSBSNNLZ.html>
 19. GOOGLE., 2020n. Situation géographique de trois régions de récolte <https://images.app.goo.gl/6jHzqavKN1ikB9Eq6>
 20. GOOGLE., 2020o. Photo de centrifuge https://www.globalspec.com/learnmore/manufacturing_process_equipment/filtration_separation_products/centrifuges_industrial_process

Annexe

Annexe

Annexe 1: Matériels Appareils de laboratoire

			
Broyeur	Etuve	La hotte	Autoclave
			
Balance	Centrifuge	Frigidaire	Agitateur

Annexe 2.

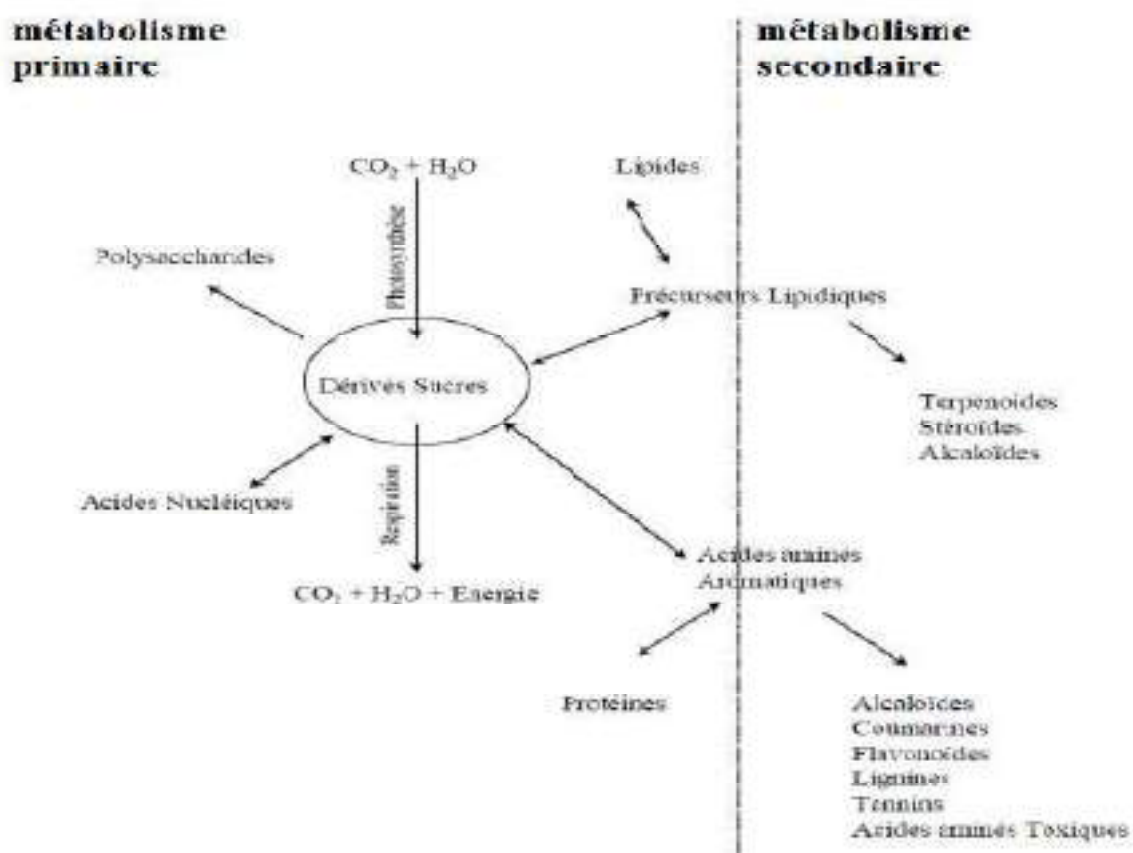


Figure 21: Origine biosynthétique des métabolites primaires et secondaires

Annexe 3.

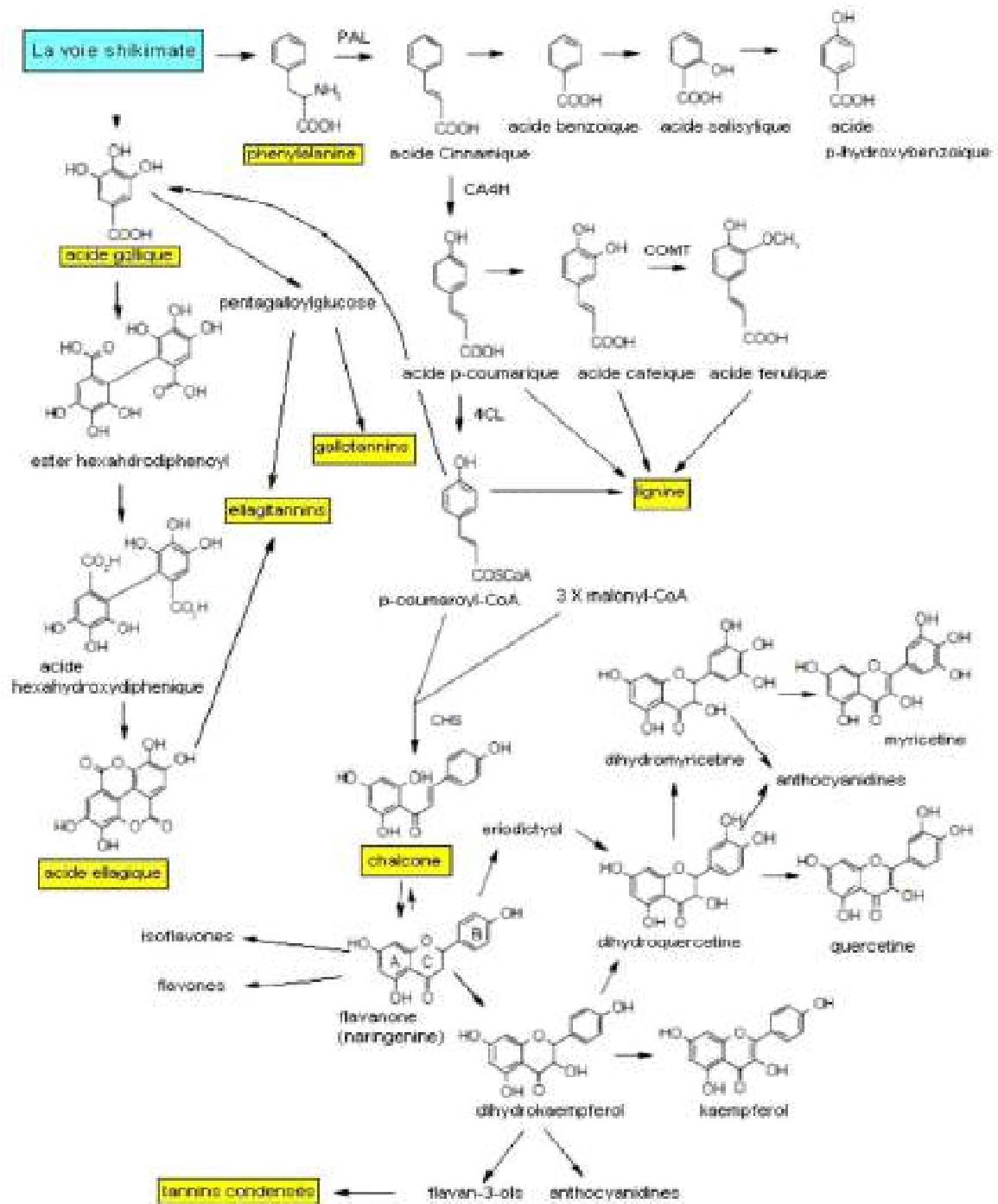


Figure 22: Biosynthèse des composés phénoliques.

Annexe 4.

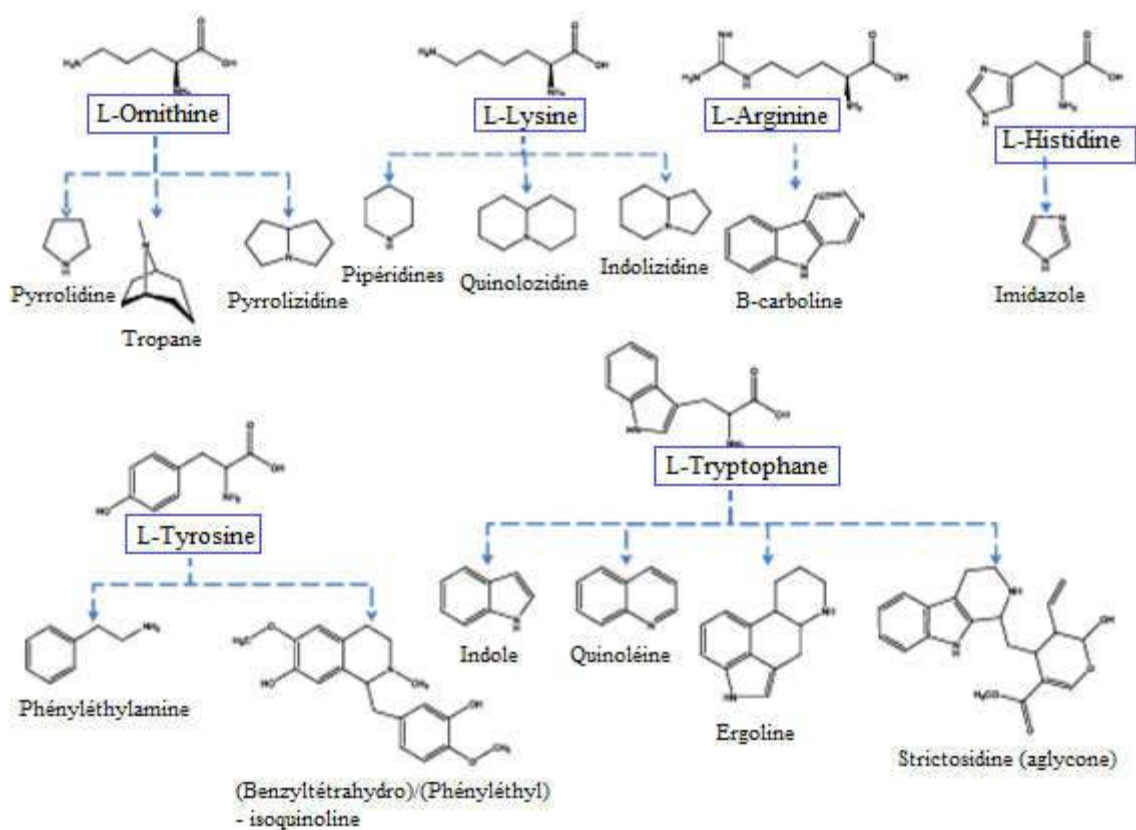


Figure 23: Origine biosynthétique de différentes classes d'Alcaloïdes.

Annexe 5.

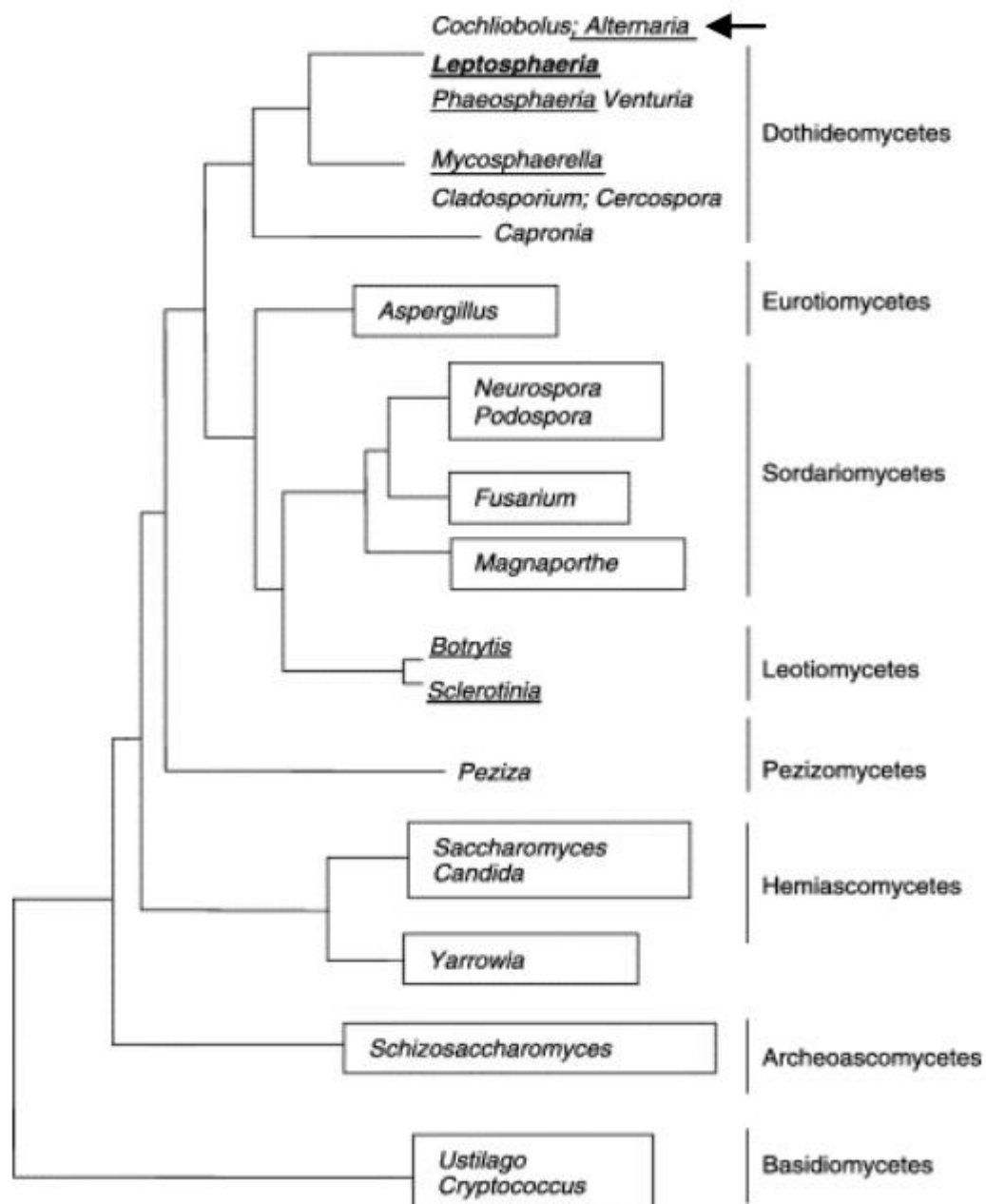


Figure 24: Phylogénie des champignons *Ascomycètes* déduite de l'analyse des séquences protéiques de la sous-unité 2 de l'ARN polymérase II. Le genre *Alternaria* (indiqué par une flèche) appartient à la classe des *Dothideomycètes*.

Importance de quelques extraits végétaux sahariens dans la lutte contre les principales maladies des cultures maraichères (Botrytis et Alternaria)

Résumé:

Notre travail porte sur l'étude in vitro de l'effet antifongique d'extrait aqueux des tiges, des feuilles et des fleurs de huit espèces des plantes spontanées sahariennes récoltées dans trois régions différentes du Sahara (Touggourt, ElOued Souf, Djelfa), il s'agit de : *Zygophyllum album*, *Artemisia herba-alba*, *Pistacia atlantica*, *Cotula cinerea*, *Atriplex halimus*, *Anvillea radiata*, *Haloxylon scoparium* et *Salix alba* sur les deux champignons *Botrytis cinerea* et *Alternaria solani* de la tomate et de la pomme de terre.

L'extraction d'extrait aqueux de la poudre de huit plantes a été réalisée par la méthode de macération dans des conditions contrôlées. Les résultats escomptés n'ont pas eu lieu compte tenu de la situation sanitaire que traverse notre pays (Covid19). Aucun travail au laboratoire n'a pas pu être possible. Nous nous sommes contentés de prendre trois exemples se rapprochant du contexte de notre étude afin de mieux illustrer le document.

Pour protéger les cultures maraichères contre les principales maladies fongiques, il serait intéressant de refaire le travail dans les années à venir.

Mots clés: *Botrytis cinerea*, *Alternaria solani*, extrait aqueux, tomate, pomme de terre, antifongique, Touggourt.

Importance of some Saharan plant extracts in the fight against the main diseases of vegetable crops (Botrytis and Alternaria)

Summary:

Our work relates to the in vitro study of the antifungal effect of aqueous extracts from the stems, leaves and flowers of eight species of Saharan spontaneous plants collected in three different regions of the Sahara (Touggourt, ElOued Souf, Djelfa), these are: *Zygophyllum album*, *Artemisia herba-alba*, *Pistacia atlantica*, *Cotula cinerea*, *Atriplex halimus*, *Anvillea radiata*, *Haloxylon scoparium* and *Salix alba* on the two fungi *Botrytis cinerea* and *Alternaria solani* of tomato and potato.

The extraction of aqueous extract from the powder of eight plants was carried out by the maceration method under controlled conditions. The expected results did not take place given the health situation our country is going through (Covid19). No work in the laboratory could be possible. We have contented ourselves with taking three examples which come close to the context of our study in order to better illustrate the document.

To protect vegetable crops against the main fungal diseases, it would be interesting to redo the work in future years.

Key words: *Botrytis cinerea*, *Alternaria solani*, aqueous extract, tomato, potato, antifungalm Touggourt.

أهمية بعض المستخلصات النباتية الصحراوية في مكافحة الأمراض الرئيسية لمحاصيل الخضر (*Alternaria* و *Botrytis*)

الملخص:

يركز عملنا على الدراسة المخبرية لتأثير المضاد الفطريات للمستخلصات المائية من سيقان، أوراق وأزهار لثمانية أنواع من النباتات الصحراوية العفوية التي تم جمعها من ثلاث مناطق مختلفة من الصحراء (تقرت، الواد سوف، الجلفة)، وهي: *Zygophyllum album* و *Artemisia herba-alba* و *Pistacia atlantica* و *Cotula cinerea* و *Atriplex halimus* و *Anvillea radiata* و *Haloxylon scoparium* و *Salix alba* على الفطرين *Botrytis cinerea* و *Alternaria solani* للبطاطم والبطاطس.

تم استخلاص المستخلص المائي من مسحوق ثمانية نباتات بطريقة النقع تحت ظروف خاضعة للرقابة. لم تتحقق النتائج المتوقعة في ضوء الوضع الصحي الذي يمر به بلدنا (كوفيد 19) فلم يكن العمل في المختبر ممكناً. ومنه اكتفينا بأخذ أربعة أمثلة تقترب من سياق دراستنا من أجل توضيح الوثيقة بشكل أفضل.

لحماية محاصيل الخضروات من الأمراض الفطرية الرئيسية، سيكون من المثير للاهتمام إعادة العمل في السنوات المقبلة.

الكلمات المفتاحية: *Alternaria solani*، *Botrytis cinerea*، مستخلص مائي، بطاطم، بطاطس، مضاد للفطريات، تقرت.