



République Algérienne démocratique et populaire
Université de Mostaganem
Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département de sciences agronomiques



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE
POUR L'OBTENTION DU DIPLOME
DE MASTER ACADEMIQUE

Option : protection des cultures

Présentée par

M^{elle} BOULADJERAF Nabila

Thème

**Etude *in vitro* et *in vivo* l'efficacité de l'extrait
phénolique de *Salvia officinalis* sur *Botrytis cinerea*
et *Rhizoctonia solani*.**

Soutenu le : 04/07 /2017

Devant le Jury :

M.BENKAD Y.	Président	MCA Univ. Mostaganem
Mme BENOURED F.	Examinatrice	M.A Univ-Mostaganem
Mme SAIAH F. .	Encadreur	MCB Univ-Mostaganem

Année Universitaire : 2016/2017

Remerciements

Dans un premier lieu, j'exprime ma profonde gratitude à DIEU pour m'avoir permis de réaliser ce travail et pour m'avoir guidé tout au long de mon trajet.

Je remercie également l'ensemble des enseignants et des enseignantes qui ont veillé à notre formation durant notre parcours universitaire.

Je désire exprimer mes profonds remerciements à mon encadreur Mme SAIAH F. pour avoir acceptée de m'encadrer pour sa patience et ses précieux conseils.

Mes plus vifs remerciements vont à M.YOUCEF BENKADA.M. D'avoir eu l'amabilité d'accepter de présider ce jury. Je suis aussi particulièrement honorée par la présence de Mme BENOURAD F. qui a accepté d'examiner ce travail.

Je remercie également ma mère, mon père, pour l'aide et leur soutien durant la préparation de ce travail.

Je n'oublie pas de remercier également tous mes amis, qui par leurs aides, leurs conseils et leurs encouragements m'ont aidé à terminer ce travail. Je ne citerai pas de noms, pour ne pas oublier certains.

Enfin je remercie toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Nabila

Résumé

La tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill. Est fréquemment sujette aux risques permanents d'attaques par les champignons pathogènes. *Rhizoctonia Solani* et *botrytis cinerea* pouvant causer d'énormes dégâts, sur tomate, du semis jusqu'à sa commercialisation. Cette étude vise à tester l'activité biofongicide de l'extrait phénolique des feuilles de *Salvia officinalis* sur deux isolates de champignons phytopathogènes telluriques (*Rhizoctonia solani*) et aériens (*botrytis cinerea*). Des concentrations ascendantes ont été préparées à partir de l'extrait acétonique produit par la méthode Soxhlet (20-40-60-80 et 100% vs un témoin). Les résultats montrent que l'inhibition de la croissance mycélienne et la sporulation des deux isolats est proportionnellement dépendante de la concentration de l'extrait appliquée ; l'augmentation de la concentration entraîne un accroissement de l'effet inhibiteur et par conséquent une diminution de la vitesse de croissance. Un taux d'inhibition de 100% a été noté à forte concentration (100%), contre les deux pathogènes.

in vivo, les traitements ont montré une efficacité très importante, dont l'ensemble des plants traités ont résisté par rapport aux témoins non traités et ceci pour les deux maladies.

Mots clés : Tomate - *Salvia officinalis* – Extrait phénolique - *Rhizoctonia solani* -*Botrytis cinerea*.

Summary

The tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. Is frequently subject to permanent risks of pathogenic fungal attack. *Rhizoctonia Solani* and *Botrytis cinerea* can cause enormous damage, on tomato, from sowing until its commercialization. This study aims to test the biological fungicidal activity of the phenolic extract of the leaves of *Salvia officinalis* on two isolates of soil and aerial phytopathogenic fungi (*Rhizoctonia solani* and *botrytis cinerea*). Ascending concentrations were prepared from the acetone extract produced by the Soxhlet method (20-40-60-80 and 100% vs a control). The results show that inhibition of mycelial growth and sporulation of the two isolates is proportionally dependent on the concentration of the applied extract; The increase in concentration leads to an increase in the inhibitory effect and consequently a decrease in the growth rate. A 100% inhibition rate was noted at high doses (100%), against both pathogens.

In vivo, the treatments showed a very high efficacy, of which all the treated plants resisted compared to the untreated controls and this for the two diseases.

Key words: Tomato - *Salvia officinalis* - Phenolic extract - *Rhizoctonia solani* - *Botrytis cinerea*.

Liste des figures

Fig.1 : Diffusion de la tomate dans le monde.....	01
Fig.2: Fig.2 : Production des principaux pays producteurs de la tomate	02
Fig.3 : Appareil végétatif de la tomate : A : Système racinaire B : Tige de tomate ; C:Feuille de tomate.....	03
Fig. 4: Appareil reproducteur de la tomate. A: Fleur de tomate. C : Section transversale et longitudinale d'une tomate.....	04
Fig.5 : La sauge fleurs et feuilles	19
Fig.6: Cycle de développement de <i>Botrytis cinerea</i> sur différentes	25
Fig07 :les hyphes <i>Rhizoctonia solani</i>	33
Fig.8 : A : les feuilles et fleur de la sauge B : la poudre des feuilles et fleurs de la plante.....	40
Fig.9 : Montage soxhlet.....	42
Fig. 10: Montage rotavapour.....	42
Fig.11 Les différentes concentrations d'EPP de <i>Salvia officinalis</i>	43
Fig.13. L'extrait Récupéré après L'extraction	49
Fig.14 : Aspect macroscopique du <i>R.solani</i> sur le milieu PDA.....	49
Fig.15: aspect microscopique de la souche <i>R. solani</i>	50
Fig.16 : Aspect macroscopique du <i>b.cinerea</i> sur le milieu PDA.....	50
Fig.17 : Aspect microscopique de <i>Botrytis cinérea</i>	51
Fig. 18 : Effet de l'extrait de la sauge sur la croissance mycélienne de <i>B.cinerea</i>	52
Fig. 19 : Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de <i>B.cinerea</i>	52
Fig.20: Activité antifongique d'extrait polyphénolique de la sauge sur <i>B.cinerea</i>	53
Fig.21 : Taux d'inhibition des différentes concentrations de l'EPP de la sauge sur sporulation de la souche <i>B.cinerea</i>	54
Fig.22 : Activité antifongique d'extrait polyphénolique de la sauge sur <i>R.solani</i>	55
Fig23: Effet de l'extrait de la sauge sur la croissance mycélienne de <i>R.solani</i>	56
Fig24 : Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de <i>R.solani</i>	54
Fig.25 : Degré d'attaque de la souche <i>R.solani</i> vis-à-vis des trois traitements appliqués sur tomate.....	63
Fig.26 : Degré d'attaque de la souche <i>B.cinereavis</i> -à-vis des trois traitements appliqués sur tomate.....	63
Fig.27: Préparation du milieu PDA (Potatoes Dextrose Agar).....	ANNEXE01
Fig.28 : Préparation duSolution KNOP.....	ANNEXE01
Fig.39 : Quadrillage de l'Hématimètre de Malassez pour le comptage de nombre des spores.....	ANNEXE02

Liste des tableaux

Tableau01:Évolution de la production de la tomate en Algérie entre 2000.....	03
Tableau 02: Production de tomate dans la wilaya de Mostaganem.....	04
Tableau 03 : Principales plantes aromatiques consommées en Algérie.....	22
Tableau04 : degré d'attaque de deux souches étudiées vis-à-vis deux traitement appliqué sur tomate.....	62

Liste des planches

Planche 1.les plantules de la tomate stade 4 feuilles.....	41
Planche 2. Les étapes de l'extraction.....	42
Planche 3. L'extrait récupéré à l'aide d'un rotavapour.....	43
Planche 4. Teste in vitro de l'activité antifongique des extraits naturels de sauge.....	44
Planche 5. Les étapes de trempage racinaire (traitement préventive sur plantules).....	46
Planche 6 : les différentes étapes de l'inoculation de l'agent phytopathogene.....	47
Planche 7: Effet de différents traitements à base des extraits de la sauge sur la <i>R.solani</i>	57
Planche 8: Effet de différents traitements à base des extraits de la sauge sur la <i>B.cinerea</i>	59
Planche09 : Notation des symptômes de <i>R.solani</i> vis-à-vis le traitement appliqué.....	60.61
Planche10 : Notation des symptômes de <i>B.cinerea</i> vis-à-vis le traitement appliqué.....	62

Liste des abréviations

AC : acétone

ACTA: Association de Coordination Technique Agricole

CMI : inhibition de la croissance mycélienne

Cu : cuivre

D.S.A.S.I : Direction des Statistiques Agricoles et des Systèmes Informatiques.

ED : Eau Distillé

EPP : Extrait Polyphénolique

FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

Fe: Fer

M.A.D.R : Ministère d'Agriculture et de Développement Rural.

Mn : Magnésium

OILB : Organisation Internationale de la Lutte Biologique

PNDA : Plan national de développement agricole

T : témoin

UV : ultra violet

Zn : Zinc

\$: Dollar

Table Des Matières

Résumé

Abstract

Introduction

Partie bibliographie

Chapitre N°01

La Plante hôte : la tomate *Lycopersicon esculentum* Mill

1. Historique et origine de latomate.....	01
I.2.Importance économique de la tomate.....	02
I.2.1 La production dans le monde	02
I.2.2.La production en Algérie.....	03
I.2.3.La production à Mostaganem.....	04
1.3. Classification de latomate.....	04
1.4. Caractéristique morphologique de latomate.....	05
1.4. 1. L'appareilvégétatif.....	05
1.4. 1.1. Le système racinaire.....	05
1.4.1.2. La tige.....	05
1.4.1.3. La feuille.....	05
1.4. 2 L'appareilreproducteur.....	06
1.4.2.1. La fleur.....	06
1.4. 2.2. Le fruit.....	06
1.4.2.3. La graine.....	07
1.5. Caractéristiques physiologiques de latomate.....	08
1.5.1 Le cycle biologique de latomate.....	08
1.5.1.1. Lagermination.....	08
1.5.1.2. Lacroissance.....	08
1.5.1.3. Lafloraison.....	08
1.5.1.4. Lapollinisation.....	09
1.5.1.5. La fructification et nouaison desfleurs.....	09
1.5.1.6. La maturation dufruit.....	09
1.6. Les exigences édapho-climatiques de latomate.....	09
1.6.1 Les exigencesclimatiques.....	09
1.6.1.1. La température del'air.....	09
1.6.1.2. Lalumière.....	10

1.6.1.3 L'humidité de l'air.....	10
1.6.2 Exigences édaphiques.....	10
1.6.2.1 La nature du sol.....	10
1.6.2.2. La température du sol.....	11
1.6.2.3 .Le pH du sol.....	11
1.6.2.4. L'humidité du sol.....	11
1.6.2.5. La salinité du sol.....	12
1.6.2.6. L'aération du sol.....	12
1.7. Exigences nutritionnelles.....	12
1.7.1. Exigences hydrique.....	12
1.7.2. Exigences en éléments fertilisants.....	12
1.8. Maladies et ravageurs de la tomate.....	12
1.8.1 Les maladies.....	13
1.8.1.1. Les maladies virales.....	13
1.8.1.2. Les maladies bactériennes.....	13
1.8.1.2.1. Chancre bactérien de la tomate.....	13
1.8.1.2.2. Gale bactérienne.....	13
1.8.2. Principaux ravageurs de la tomate.....	13
1.8.2.1. Les Nématodes.....	13
1.8.2.2. Les acariens.....	14
1.8.3. Les insectes.....	14
1.8.3.1. La mouche blanche.....	14
1.8.3.2. Les pucerons.....	14
1.8.3.3. Les thrips.....	15
1.8.3.4. Mouche mineuse.....	15
1.8.3.5. La mineuse de la tomate.....	15
1.8.4. Les maladies fongiques.....	16
1.8.4.1. Les Fusarioses.....	16
1.8.4.2. Mildiou de la tomate.....	16
1.8.4.3. Cladosporiose.....	16
1.8.4.4. L'oïdium.....	16
1.8.4.5. La pourriture grise.....	17

I.8.4.6. Rhizoctone brun <i>Rhizoctoniasolani</i>	17
I.8.4.7. <i>Sclerotiniasclerotiorum</i>	17

Chapitre N°02

La plante aromatique : *Salvia officinalis L*

1. Généralité sur la plante aromatique.....	19
2. Classification taxonomique.....	19
3. Biologie de la plante.....	20
3.1 Tige.....	20
3.2 Feuille.....	20
3.3 Fleur.....	20
4. Mode de multiplication et culture.....	20
5. propriétés et usage de la sauge.....	21
6. Les Principales plantes consommées en Algérie.....	22

Chapitre N°03

1. Le champignon : *Botrytis cinerea*

1. Généralités sur le pathogène.....	24
2. La systématique de l'espèce <i>botrytis</i>	24
3. Importance économique de la maladie.....	24
4. Cycle de développement de la pourriture grise.....	25
5. Gamme d'hôte.....	26
6. Symptômes sur tomate.....	26
7. Les Facteurs favorisants.....	26
-Exigences nutritives.....	27
-Etat physiologique de la plante, fertilisation.....	27
-Facteurs climatiques.....	27
-Qualité de la lumière.....	27
-Agressivité sur plante.....	28
-Sensibilité aux fongicides.....	28

8. Stratégies de protection des cultures contre <i>B. cinerea</i>	28
1. Méthodes prophylactiques.....	28
2. Protection biologique.....	29
2.1. Composés minéraux et organiques.....	29
2.2. Extraits de plantes.....	29
3. Lutte chimique.....	30
2. Le champignon :<i>Rhizoctoniasolani</i>	
1. Généralités	31
2. Position systématique.....	31
3. Caractères morphologiques.....	32
4. Symptomatologie de la maladie.....	33
5. Hôte.....	34
6. Epidémiologie de <i>Rhizoctoniasolani</i>	34
Conservation, sources d'inoculum.....	34
Pénétration, invasion.....	34
Sporulation, dissémination.....	35
7. Conditions favorables à son développement.....	35
8. Méthodes de lutte vis-à-vis de de <i>Rhizoctoniasolani</i>	36
8.1. Méthodes prophylactiques.....	36
8.2. Méthodes génétiques.....	37
8.3. Méthodes biologiques.....	37

Partie Expérimentale

Chapitre N°04 :Matériels et Méthodes

I. Matériel et Méthodes.....	40
I.1. Objectif.....	40
I.2. Matériels et méthodes	40
I.2.1. Matériels végétal	40
I.2.1.1. La plante aromatique.....	40
I.2.1.2. La plante hôte	40
I.2.2. Matériels fongique.....	41
I.2.3. Extraction:.....	41
I.2.3.1. Principe.....	41
I.2.3.2. Conservation de l'extrait méthanoïque.....	43
I.2.3.3. Préparation des dilutions de l'extrait méthanoïque.....	43

Chapitre N°05 : Résultat et discussion

I.2.4. Evaluation de l'activité antifongique "in vitro" de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de <i>Salvia officinalis</i> vis-à-vis des deux phytopathogènes.....	44
I.2.4.1. L'activité antifongique.....	44
I.2.4.2. Evaluation de la croissance mycélienne et du taux d'inhibition.....	45
I.2.4.3. Evaluation du pourcentage d'inhibition de la sporulation	45
I.2.5. Evaluation de l'activité antifongique "in vivo" de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de <i>Salvia officinalis</i> vis-à-vis des deux phytopathogènes.....	46
I.2.5.1. Traitement préventive des plantules par l'extrait méthanoïque des fleurs et feuilles de la sauge.....	46

1.2.5.2 Inoculation des agents phytopathogènes.....	47
I.2.5.3. L'incidence de la maladie (%).....	48
II- Résultats et interprétations (<i>in vivo</i>).....	49
II.1. Rendement.....	49
II.2. Identification des souches fongiques.....	49
II.2.1 Identification de <i>Rhizoctoniasolani</i> par les caractères morphologiques.....	49
A. Étude de l'aspect macroscopique.....	49
B. Étude de l'aspect macroscopique.....	50
II.2.2. Identification du <i>Botrytis cinerea</i> par les caractères morphologiques.....	50
A. Étude de l'aspect macroscopique.....	50
B. Étude de l'aspect microscopique.....	50
II.3. Evaluation de l'activité antifongique "in vitro" de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de <i>Salvia officinalis</i> vis-à-vis des deux phytopathogènes.....	51
II.3.1. Evaluation de l'activité antifongique "in vitro" de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de <i>Salvia officinalis</i> vis-à-vis de <i>Botrytis cinerea</i>	51
II.3.1.1. Effet de l'extrait méthanoïque sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> ...51	
II.3.1.2. Effet de l'extrait méthanoïque sur la sporulation de <i>B. cinerea</i>53	
II.3.2. Evaluation de l'activité antifongique "in vitro" de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de <i>Salvia officinalis</i> vis-à-vis de <i>Rhizoctoniasolani</i>	54
II.3.2.1. Effet de l'extrait méthanoïque sur la croissance mycélienne de <i>R. solani</i>54	
III Efficacité biofongicide " <i>in vivo</i> " de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de <i>Salvia officinalis</i>	57
III.1 L'effet de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de <i>Salvia officinalis</i> sur l'agressivité de <i>Rhizoctoniasolani</i>	57
III.4.2. L'effet de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de la <i>Salvia officinalis</i> sur l'agressivité de <i>Botrytis cinerea</i>	58
III .4.3 Notation des symptômes.....	60

Discussion	65
Conclusion.....	66
Références bibliographiques	
Annexe	

Introduction

La tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill de la famille des solanacées est une plante herbacée annuelle originaire des Andes et d'Amérique, très cultivée pour son fruit consommé à l'état frais ou transformé (chaux et foury, 1994).

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. Parmi ces substances naturelles les extraites des plantes aromatiques.

Les plantes aromatiques constituent une richesse naturelle très importante dont la valorisation demande une parfaite connaissance des propriétés à mettre en valeur. Les propriétés des plantes dépendent de la présence d'agents bioactifs variés et appartenant à différentes classes chimiques (Mailhebiau, 1994).

L'Algérie, par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse. Un grand nombre de plantes aromatiques y pousse spontanément.

A cet effet, on s'est intéressé à une espèce qui appartient à la famille des lamiacées : *Salvia officinalis* c'est un arbuste indigène sur les terres de la méditerranée très prisé en phytothérapie.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail, ayant pour l'objectif de mettre en évidence l'activité antifongique *in vitro* et *in vivo* d'extraits polyphénolique de cette plante.

Il s'agit d'étudier leurs actions sur la croissance mycélienne et sporulation des champignons phytopathogènes.

I.1. Historique et origine de la tomate

La tomate est une plante cultivée dans le monde entier pour son fruit. Elle est originaire des régions andines côtières du nord-ouest de l'Amérique du sud, dans une zone allant du sud de la Colombie au nord du Chili et de la côte pacifique, aux contreforts des Andes (équateur, Pérou). C'est en effet seulement dans ces régions, qu'on a retrouvées des plantes spontanées de diverses espèces, du genre *lycopersicon*, notamment *solanum lycopersicum ceraciforme* (la tomate cerise). Cette dernière est actuellement répandue dans toutes les régions tropicales du globe, mais il s'agit d'introduction récente.

C'est au XVI^{ème} siècle au Mexique actuel que la tomate à gros fruits a été découverte et domestiquée (fig.1). Les indigènes l'appelaient « tomati » ; ce nom provient d'un nom aztèque « zitomate »

Elle fut introduite en Europe au XVI^{ème} siècle par les Espagnols avant même la pomme de terre et le tabac. Au début, les Européens l'exploitèrent pour un usage purement ornemental et évitèrent sa consommation, à cause des liens de parenté botanique très étroits avec certaines espèces végétales connues comme plantes vénéneuses, (Kolev, 1976). Selon Menard (2009), elle a été longtemps considérée comme une plante toxique, au même titre que sa cousine « la mortelle belladone ». Ce n'est que vers les années 1920 à 1930, qu'elle commença à être largement commercialisée.

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).



Fig.1 : Diffusion de la tomate dans le monde (Gallais et Bannerot, 1992).

- 1-Pérou: Centre de diversification.
- 2-Mexique : Premier centre de domestication.
- 3-Europe : Deuxième centre de domestication.
- 4-Etats Unis : Troisième centre de domestication.

I.2. Importance économique de la tomate

I.2.1 La production dans le monde

La tomate est parmi les légumes les plus cultivés dans le monde, près de 170 pays la produisent sous différents climats et même dans les régions relativement froides et cela grâce au développement des cultures sous serre. C'est le deuxième légume le plus consommé dans le monde (De Broglie et Guérout, 2005).

A l'échelle mondiale, la tomate est classée 2^{ème} culture légumière après la pomme de terre par son volume de production. En effet, près de cinq millions d'hectares (4,98 million ha) sont réservés annuellement à cette culture avec une production plus de 140 millions de tonnes et un rendement moyen de 28,3 tonnes à l'hectare (FAO STAT, 2012).

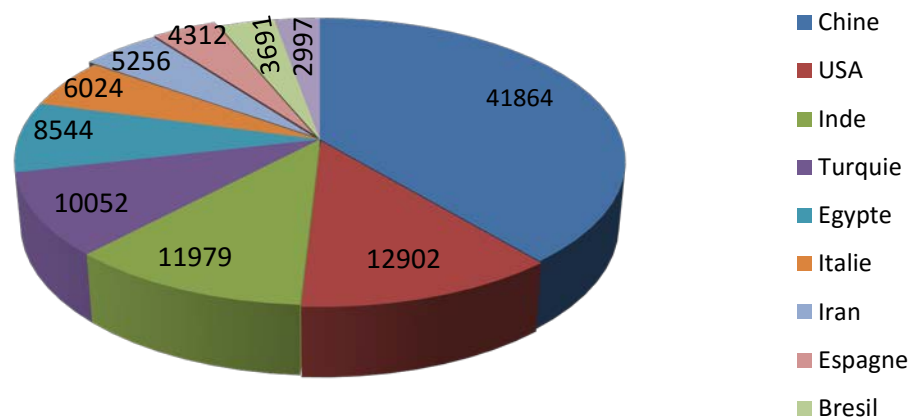


Fig.2 : Production des principaux pays producteurs de la tomate (Million de tonnes) (FAO STAT, 2014)

Selon la (figure 2), les deux premiers pays producteurs mondiaux sont la Chine avec 28,7% suivie des États-Unis avec 8,8%. L'Inde occupe le troisième rang mondial avec plus de 10 millions de tonnes de tomates produites chaque année.

De nombreux pays, tels que la Turquie, l'Égypte, l'Iran, le Brésil, l'Espagne produisent également chaque année plus d'un million de tonnes de tomates. Enfin, des pays comme les Pays-Bas et la France ont une production plus modeste de quelques centaines de milliers de tonnes.

I.2.2. La production en Algérie

La consommation des légumes frais a beaucoup augmenté en Algérie à la suite de l'essor démographique et à la relative amélioration des niveaux de vie.

Pour l'année 2014, la tomate maraîchère dite fraîche est cultivée sur l'ensemble du territoire nationale en vivrière, en plein champ sur près de 20 000 ha et de 2 700 ha de tomate cultivée sous serres. Elle a fourni près de 450 000 tonnes qui ont engrangé près de 13 milliards de dinars. Quant à la tomate industrielle, bien que la culture ne soit développée que dans dix-sept wilaya (Skikda, Annaba, El Taraf, Guelma, Jijel, Batna, Souk-Ahras, Bejaïa, Boumerdès, Chlef, Alger, Blida, Aïn-Defla, Tipaza, Mostaganem, Mascara et Sidi-Bel-Abbès) et couvrant une superficie de 12 000 hectares. Elle a généré quatre milliards de dinars tout en générant plus de 40 000 emplois dont 10 000 sont directement liés à la culture de tomate fraîche (MADR, 2014).

Tableau 01: Évolution de la production de la tomate en Algérie entre 2000-2010 (FAO, 2011)

Année	Superficie (ha)	Production (tonnes)	Rendement (kg/ha)
2004	43910	816839	186025
2005	39830	830531	208518
2006	42510	814941	191705
2007	45730	887097	193985
2008	46739	1 092 273	233696
2009	42354	1 023 445	241640
2010	31005	796160	256784
2011	31293	820137	262083
2012	30000	800000	266666
2013	20789	641034	308352
2014	19100	57870	302984

En consultant le tableau 1, on constate que la production de tomate en Algérie a évolué différemment d'une année à l'autre. En effet, la production la plus importante a été enregistrée pendant les années 2008 et 2009 avec un tonnage respectif de 1 092 273 et 1 023 445 tonnes.

I.2.3. La production à Mostaganem

La région de Mostaganem a une vocation agricole où les cultures maraîchères solanacées occupent des superficies appréciables. La culture de tomate en 2013 a occupé une superficie de 2427 ha avec une production de 813313 qx (D.S.A, 2014).

Tableau 02: Production de tomate dans la wilaya de Mostaganem (DSA, 2014)

Année	Superficie (ha)	Rendement (qx /ha)	Production (qx)
2003	2123	239,4	508202
2004	2170	222,3	482330
2005	2340	197,4	462000
2006	2011	212,0	426260
2007	2026	240,7	487650
2008	1680	290,0	487200
2009	1957	258,1	505050
2010	2336	291,2	680143
2011	2298	288,4	662643
2012	2512	310,4	779695
2013	2427	335,1	813313

1.3. Classification de la tomate

La tomate dont l'appartenance à la famille des Solanacées avait été reconnue par les botanistes, a été classée par Linné en 1753, comme *Solanum lycopersicon*.

D'autres botanistes lui ont attribué différents noms: *Solanum lycopersicum*, *Solanum esculentum*, *Lycopersicon lycopersicum*; c'est finalement *Lycopersicon esculentum* attribué par Philip Miller en 1754, qui a été retenue (Munroe et Small, 1997).

Cronquist (1981); Gaussen et *al.* (1982) rappellent que la tomate appartient à la classification suivante :

Règne.....Plantae.
Sous-règne.....Trachenobionta
Division.....Magnoliophyta
Classe.....Magnoliopsida
Sous classe.....Asteridae.
Ordre.....Solonales.
Famille.....Solanaceae
Genre.....*Lycopersicon*
Espèce..... *Lycopersicon esculentum*Mill.

1.4. Caractéristique morphologique de la tomate

La tomate est une plante vivace dans sa région d'origine mais en culture on la considère comme une plante annuelle (Chaux et Foury, 1994).

1.4. 1.L'appareil végétatif:

1.4.1.1.Le système racinaire

Le système racinaire est puissant, très ramifié à tendance fasciculée. Il est très actif sur les 30 à 40 premiers centimètres. En sol profond, on peut trouver des racines jusqu'à 1 mètre de profondeur (Chaux et Foury, 1994).

1.4.1.2. La tige

La tige est de forme anguleuse, épaisse aux entre nœud pubescent (couvert de poil), de consistance herbacée en début de croissance, se lignifie en vieillissant.

Cette croissance monomodale au début après 4 ou 5 feuilles devient sympodiale, c'est à dire que les bourgeons axillaires donnent naissance à des ramifications successives. Par contre, les bourgeons terminaux produisent des fleurs. Ces rameaux issus des bourgeons axillaires produisent des feuilles à chaque nœud et se terminent par une inflorescence (Chaux et Foury, 1994). La tige porte 2 types de poils, simple ou glanduleux.

1.4.1.3. La feuille

Les feuilles sont composées de 5 à 7 folioles principales, longues de 10 à 25cm et d'un certain nombre de petites folioles intercalaires ovales, un peu dentés sur les bords, grisâtre à la face inférieure. Elles sont souvent repliées en forme de cuillères ou même à bords roulés en dessus. Ces feuilles sont alternées sur la tige

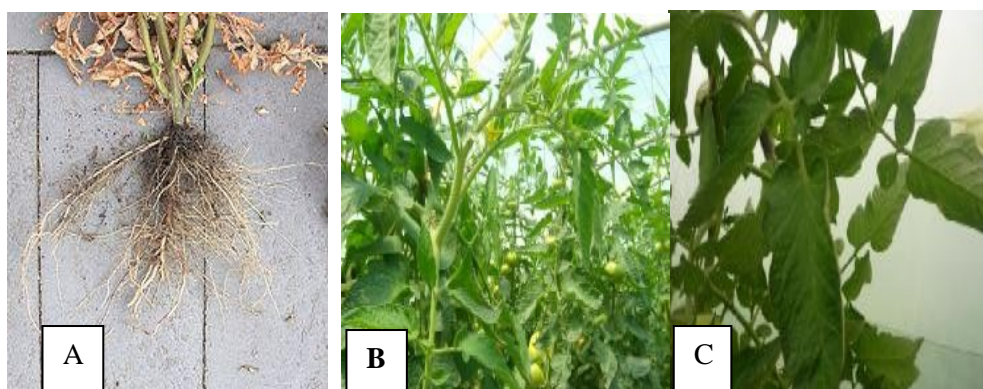


Fig. 3 : Appareil végétatif de la tomate (Raemaekers, 2001).

A : Système racinaire ; B : Tige de tomate; C:Feuille de tomate

1.4. 2 L'appareil reproducteur

1.4.2.1.La fleur

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). Elles s'épanouissent du printemps à l'été (de fin Mai à Septembre) dans l'hémisphère Nord. La fleur est actinomorphe à un système pentamère.

Le calice comporte 5 sépales verts, il est persistant après la fécondation et subsiste au sommet du fruit.

La corolle comporte 5 pétales d'un jaune vif soudé à la base, réfléchis en arrière en formant une étoile à 5 pointes.

L'androcée comporte 5 étamines à déhiscence latérale, les anthères allongées forment un cône resserré autour du pistil; celui-ci est constitué de deux carpelles soudées formant un ovaire super biloculaire à 2 loges et à placenta central. Chez certaines variétés l'ovaire est pluriloculaire (Dore et Varoquaux, 2006).

Rey et Costes (1965) rappellent que la formule florale de la fleur est la suivante: 5 sépales + 5 pétale+ 5 étamines + 2carpelles.

1.4.2.3. La graine

Selon Chaux et Foury(1994), chaque fruit contient un nombre important de graines qui varie de 80 à 500 graines par fruit. Elles sont recouvertes d'un mucilage qui présente à maturité un albumen et embryon à courbe, à germination épigée. La graine est petite (250 à 350 graines par gramme) et velue. Après le stade cotylédonaire, la plante produit 7 à 14 feuilles composées avant de fleurir (Dore et Varoquaux, 2006).

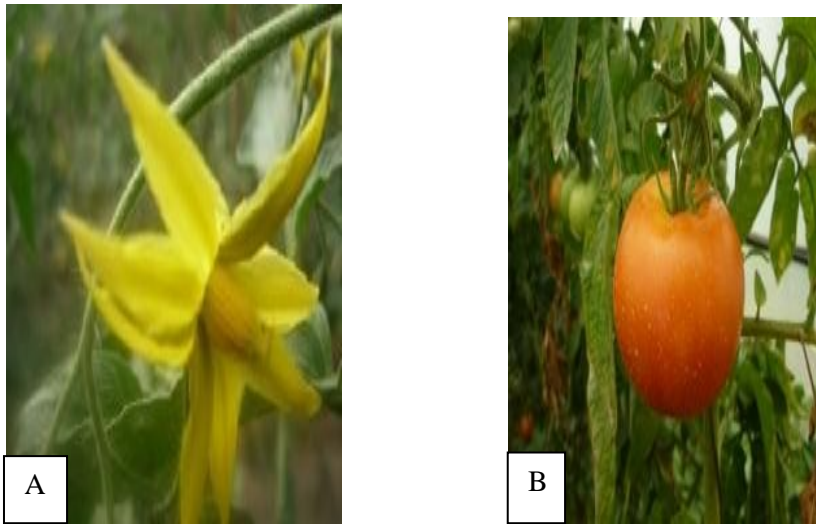


Fig. 4 : Appareil reproducteur de la tomate. (Raemaekers, 2001).

A : Fleur de tomate

B : fruit de tomate

1.4.3. Le fruit (Fig. 4B)

Le fruit de la tomate est une baie charnue. L'épiderme est lisse brillant et peut présenter sur des fruits mûrs des colorations très diverses, selon la variété.

Le fruit présente en principe 2 loges. En section méridienne le fruit peut revêtir des formes très variées, ellipsoïdales, plus ou moins aplaties, globuleuses, ovales, plus ou moins allongées, voir cylindriques ou piriformes. La taille est extrêmement variable, allant de 1,5 cm de diamètre pour la tomate cerise à plus de 10 cm (Rick, 1986).

La couleur du fruit varie du rouge foncé, rose, bleuâtre, orange, jaune et même blanche (Chaux et Foury, 1994). Selon le même auteur cette diversité de coloration est due à la présence de 2 principaux pigments: carotène; jaune et le lycopène; rouge

1.5. Caractéristiques physiologiques de la tomate

De nombreux travaux ont été faits sur la tomate, ce qui nous permet de connaître assez bien son cycle biologique, ses exigences ainsi que ses conditions de milieu, lui permettant un développement optimum et une bonne productivité (Heller, 1978).

1.5.1 Le cycle biologique de la tomate

D'après Gallais et Bannerot (1992), le cycle végétatif complet de la graine à la graine

de tomate varie selon les variétés, l'époque et les conditions de culture; mais il s'étend généralement en moyenne de 3,5 à 4 mois du semis, jusqu'à la dernière récolte (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de la fleur au fruit). Le cycle comprend six phases qui sont les suivantes:

1.5.1.1. La germination

La germination est le stade de levée qui mène la graine jusqu'à la jeune plante capable de croître normalement (Corbineau et Core, 2006).

La germination chez la tomate est épigée. A ce moment une température ambiante d'environ 20°C et une humidité relative de 70 à 80% sont nécessaires (Chaux et Foury, 1994).

1.5.1.2. La croissance

La croissance est l'augmentation de dimension d'un végétal. Selon Laumonier (1979), la croissance du plant de tomate se déroule en 2 phases et en 2 milieux différents.

En pépinière: De la levée jusqu'au stade 6 feuilles, on remarque l'apparition des racines non fonctionnelles et des pré-feuilles.

En plein champ: Après l'apparition des feuilles à photosynthèse intense et des racines fonctionnelles, les plantes continuent leur croissance. La tige s'épaissit et augmente son nombre de feuilles.

1.5.1.3. La floraison

C'est le développement des ébauches florales par transformation du méristème apical de l'état végétatif, à l'état reproducteur.

A un certain moment de la croissance de la plante qui dure environ 1 mois, la tomate entre dans la mise à fleur. Ces fleurs étaient auparavant des boutons floraux. La floraison dépend de la photopériode, de la température et des besoins en éléments nutritifs de la plante, car celle-ci ne peut fleurir que si elle reçoit la lumière pendant une durée qui lui est propre, en plus d'un apport équilibré sous serre.

1.5.1.4. La pollinisation

La pollinisation nécessite l'intervention des agents extérieurs, le vent ou certains insectes comme le bourdon qui est capable de faire vibrer les anthères et de libérer le pollen (Chaux et Foury, 1994).

La libération et la fixation du pollen reste sous la dépendance des facteurs climatiques. Si la température nocturne est inférieure à 13°C, la plupart des grains de pollen seraient vides, et une faible humidité dessèche les stigmates et de cela résulte la difficulté du dépôt du pollen

(Pesson et Louveaux, 1984).

1.5.1.5. La fructification et nouaison des fleurs

La nouaison est l'ensemble de gamétogenèse, pollinisation, croissance du tube pollinique, la fécondation des ovules et le développement des fruits « fructification ».

La température de nouaison est de 13°C à 15°C. Les nuits chaudes à 22°C sont défavorables à la nouaison (Rey et Costes, 1965).

Le zéro de germination est de 12°C, l'optimum de la croissance des racines est de 15°C à 18°C.

En phase grossissement du fruit, l'optimum de la température ambiante est de 25°C le jour et 15°C la nuit.

1.5.1.6. La maturation du fruit

La maturation du fruit se caractérise par un grossissement du fruit, un changement de couleur, du vert au rouge. La lumière intense permet la synthèse active de matière organique qui est transporté rapidement vers les fruits en croissance, pour cela il faut une température de 18°C la nuit et 27°C le jour (Rey et Costes, 1965).

1.6. Les exigences édapho-climatiques de la tomate

1.6.1 Les exigences climatiques

La tomate s'adapte à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide (Naika et *al.*, 2005).

1.6.1.1. La température de l'air

La tomate est une plante des saisons chaudes, elle est exigeante en chaleur pour assurer son cycle végétatif complet. Les températures optimales pour la plupart des variétés sont de 18°C le jour et 15 à 25°C la nuit. Pendant cette période, la fécondation s'arrête à des températures inférieures à 15°C. En dessous de 10°C et en dessus de 38°C, les tissus végétaux sont endommagés (Naika et *al.*, 2005).

L'équilibre et l'écart entre température diurne et nocturne, semblent nécessaires pour obtenir une bonne croissance et une bonne nouaison de la tomate (Fury, 2002).

Selon Naika et *al.* (2005), durant la croissance la température nocturne a une grande importance, puisque la majeure partie de la croissance quotidienne de la tige (70 à 80%) se produit pratiquement à l'obscurité (Longuenesse, 1982).

1.6.1.2. La lumière

La tomate n'est pas sensible au photopériodisme, cependant son développement exige de fortes quantités de lumière.

La longueur de l'obscurité est essentielle pour le contrôle de la croissance et le développement de la tomate. Le développement reproducteur de la tomate est fortement influencé par la quantité totale d'énergie que reçoit la plante quotidiennement (Kinet, 1985). Cette quantité dépend à la fois de la photo période et de l'intensité lumineuse

La lumière intervient sur la croissance et la fructification de la tomate par sa durée, son intensité et sa qualité. 1200 heures d'insolation sont nécessaires pendant les 6 mois de végétation, un éclairage de 14 heures par jour est nécessaire pour une bonne nouaison.

1.6.1.3L'humidité de l'air

La tomate est très sensible à l'hygrométrie, il semble qu'une hygrométrie relativement ambiante de 60% à 65% soit la meilleure. L'humidité de l'air joue un rôle important dans la fécondation Si l'humidité est trop élevée, le pollen est difficilement libéré. Par ailleurs, le développement des maladies cryptogamiques est lié à des fortes humidités accompagné de la chaleur (Laumonier, 1979).

Selon Benchaalal(1983), l'humidité atmosphérique doit être de 76% lors de la germination, 75-80% durant l'élevage des plantes et 70-80% lors du développement des fruits.

1.6.2 Exigences édaphiques

1.6.2.1La nature du sol

Des propriétés physiques du sol dépendent l'enracinement des plantes, ce qui conduit des prélèvements d'eau et d'éléments nutritifs par celles-ci.

La tomate peut convenir et s'adapter à toutes les textures, allant des sols argileux, aux sables dunaires, à conditions que les travaux du sol soient effectués convenablement.

Selon Khorsi (1993), les recherches effectuées par le centre d'aptitude des sols aux cultures maraîchères, ont montré que la production de tomate peut être augmentée de près de 50% en passant des sols sableux légers, à des sols limoneux plus lourds.

Laumonier (1979), atteste que la tomate pousse bien sur la plupart des sols, ayant en général une bonne capacité de rétention d'eau et une bonne aération. Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées, légères, meubles, riches en humus, s'échauffant rapidement et plus facilement. La couche superficielle du terrain doit être perméable. Une profondeur de sol de 15 à 20 cm est favorable à la bonne croissance d'une culture saine.

1.6.2.2. La température du sol

La température du sol est le premier facteur dont dépendent le pourcentage de levée et la vitesse de germination. Cette dernière augmente avec la température jusqu'à une valeur optimale de 25°C, et entre 15°C et 20°C on aura un meilleur pourcentage de levée (Rey et Costes, 1965). Kolev (1976), rappelle qu'à des basses températures (au dessous de 12°C), la végétation est très faible et les inflorescences sont anormales et portent peu de fleurs.

1.6.2.3 .Le pH du sol

La culture de la tomate tolère une large gamme de pH. Néanmoins sur des sols à pH basique, certains microéléments (Fe, Mn, Zn, Cu) restent peu disponibles pour la plante.

Selon Chauv et Foury (1994), ce taux de pH toléré varie de 4,5 à 8,5. Le meilleur équilibre nutritionnel est assuré à des pH compris entre 6 et 7.

1.6.2.4. L'humidité du sol

La tomate est exigeante en humidité du sol. L'humidité optimale du sol pour des terres argilo-siliceuses est de 75 à 80% de la capacité au champ, et l'abaissement de l'humidité et de la température du sol crée un déficit hydrique, et par conséquent réduit la photosynthèse et la transpiration (Heller, 1981).

1.6.2.5. La salinité du sol

La tomate est moyennement sensible à la salinité du sol, elle peut supporter des teneurs en sels, allant de 2 à 4g/l. La période pendant laquelle la tomate est plus sensible à la salinité, correspond à la germination et au début du développement de la plante (Bentvelsen, 1980).

Des recherches ont été menées afin de produire des tomates transgéniques aptes à être cultivées en sol salin. Ces plantes transgéniques régénérées ont montré la faculté de pouvoir croître sur des sols riches en sels.

De plus, ces plantes accumulent le sel dans les feuilles et non dans les fruits, qui restent donc comestibles (Dore et Varoquaux, 2006).

1.6.2.6. L'aération du sol

Un sol bien aéré détermine un pourcentage élevé de levée des plantules, mais exerce par contre un effet défavorable sur les racines durant la période de croissance végétative. L'aération est indispensable à la maturité des fleurs (Chauv et Foury, 1994).

Les mêmes auteurs ajoutent qu'il convient d'éviter les sols battants mal aérés et mal structurés en profondeur, cela ralentit la germination et la levée des jeunes plantes en pépinières, de même qu'ils réduisent le nombre de boutons floraux en plein champ.

1.7. Exigences nutritionnelles

1.7.1. Exigences hydrique

La tomate paraît être l'une des cultures les plus exigeantes en eau. Les besoins de tomate en plein champ se situent entre 4000 et 5000 m³/ha. L'évolution des besoins en eau de la tomate est fonction de l'environnement, de la plante, mais aussi des stades de développement de celle-ci (Bentvelsen, 1980).

Doorenbos (1975), affirme qu'un manque d'eau pendant la phase de maturation des fruits destinés à la transformation est bénéfique pour leur qualité, qui se traduit par une augmentation du taux d'extrait sec.

Mouhouche(1983), estime que les irrigations fréquentes et régulières, suivies par un binage permettent l'obtention des rendements élevés. Par contre, les irrigations trop copieuses pendant la floraison provoquent les chutes de fleurs et une croissance trop exubérante, d'où un retard de la maturité des fruits.

1.7.2. Exigences en éléments fertilisants

La quantité d'engrais à fournir varie d'une région à une autre, en fonction notamment de la richesse du sol, du climat et de la technique d'irrigation. En général, on estime les exigences en fumure des plantes en fonction de l'exportation globale de la culture.

1.8. Maladies et ravageurs de la tomate

Malgré l'utilisation de variétés hybrides, résistantes aux nématodes et aux maladies vasculaires (fusariose et verticilliose), la tomate demeure sujette aux attaques d'autres maladies et ravageurs occasionnant parfois des dégâts très importants. Les principaux symptômes et dégâts des maladies et ravageurs ainsi que leurs moyens de lutte sont récapitulés dans les tableaux 04, 05, 06, 07 et 08.

1.8.1 Les maladies

D'après BLANCARD (1988), les maladies de la tomate sont classées en deux groupes :

- Maladies parasitaires (causées par des Champignons, des Bactéries, et des Virus).
- Maladies non parasitaires (physiologiques).

1.8.1.1. Les maladies virales

TYLCV (*Tomato Yellow Leaf Curl Virus*), est un dangereux virus pour les plantes de la famille des solanées et plus particulièrement les cultures de tomates, il est exclusivement transmis par *Bemisia Tabaci*. Sur tomate, le TYLCV provoque un jaunissement et/ou un enroulement des feuilles. Infectée, le développement de la plante est bloqué et la plante ne produit plus de fruits. Les mesures de lutte se font par l'utilisation de variétés résistantes (Barbier *et al.*, 2010).

1.8.1.2. Les maladies bactériennes

1.8.1.2.1. Chancre bactérien de la tomate

L'agent causal est *Clavibacter michiganensis*. Elle se caractérise par un flétrissement unilatéral de la feuille sans jaunissement, le plus souvent à partir du sommet de la plante ; suivi d'un dessèchement total. Sur fruits se forment des taches blanchâtres dont le centre brunit et s'entoure d'un halo jaune clair (Blancard, 1988; ACTA, 1990).

1.8.1.2.2. Gale bactérienne

C'est une maladie bactérienne due à *Xanthomonas vesicatoria* qui s'attaque aux feuilles, tiges et fruits. Les symptômes sont de petites taches noires de 2mm de diamètre environ, entourées parfois d'un halo jaune provoquant le dessèchement des feuilles (Marchoux *et al.* 1998).

1.8.2. Principaux ravageurs de la tomate

1.8.2.1. Les Nématodes

Les nématodes sont des vers de très petite taille et qui vivent dans le sol en se nourrissant sur les racines de plantes. Ils peuvent survivre dans le sol tant que celui-ci reste humide.

I.8.2.2 Les acariens

Les

acariens qu'il ne faut pas confondre avec les insectes, sont des arachnides de petite taille invisibles à l'œil nu proche des araignées. Ils causent surtout des dégâts aux feuilles, provoquant des décolorations. Une attaque sévère provoque la chute des feuilles (Bijlmakers et Verhoek, 1995). Parmi les acariens qui se trouvent sur tomate en Algérie, le *Tetranychus cinnabarinus*.

I.8.3. Les insectes

I.8.3.1. La mouche blanche

La mouche blanche est un insecte ravageur mesurant de 1 à 2 mm de long à l'âge adulte. Polyphage, il occasionne des dégâts directs qui fragilisent les plantes. Il est porteur de nombreux virus dont le plus dangereux est le TYLCV.

I.8.3.2. Les pucerons

Les pucerons restent le groupe le plus redoutable à cause de leur grande polyphagie et de l'importance de leur potentiel biotique qui est particulièrement élevé dans les conditions du Sud Méditerranéen (Guentaoui, 1988). Ils affectent de façon sérieuse les cultures en place qui se succèdent dans le temps (Dedryver, 1983). Leurs dégâts sont causés directement par prélèvement de sève provoquant ainsi l'affaiblissement de la plante hôte et des déformations induisant une baisse de production (Csizinszky *et al.*, 2005). Selon Bollet *al.* (1994) *Aphis gossypii* provoque des dégâts considérables, notamment en serre où une culture peut être détruite en l'espace de trois semaines, *Myzus persicae* (Sulzer) et *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) sont aussi considérés comme ravageurs redoutables de la tomate (Csizinszky *et al.*, 2005).

I.8.3.3. Les thrips

Les thrips sont des insectes très petits, ils ne mesurent que 0,5 à 2 mm de long, l'espèce la plus connue sur tomate est *Frankliniella occidentalis*. Ils se retrouvent le plus souvent à l'abri des pesticides, pour lesquels ils développent rapidement de la résistance.

Ils se cachent partout : dans les tissus foliaires (œufs), au cœur des fleurs et des jeunes bourgeons (larves et adultes) et même dans le sol (pupes). Ils sont vecteurs des virus TSWV et INSV (Bégin, 2000). La lutte se fait par des lâchés de la punaise prédatrice *Orius* sp.

I.8.3.4. Mouche mineuse

Les mouches mineuses sont des déprédateurs très polyphages, signalées aussi bien en plein champ qu'en serre sur cultures maraîchères, ainsi que différentes familles de mauvaises herbes. En Algérie, les principales espèces de mouches mineuses des feuilles sur tomate sont: *Liriomyza sativae* (Blanchard); *L. trifolii* (Burgess); *L. bryoniae* (Kaltenbach); et *L. huidobrensis* (Blancard) (Badaoui, 2000). Les dégâts de ces mineuses sont localisées au niveau du feuillage. Les dégâts sont importants au niveau de la pépinière et lors de la transplantation (Badaoui, 2000, Chaput, 2000).

I.8.3.5. La mineuse de la tomate

L'hôte principal de cette mineuse est la culture de tomate (*Lycopersicon esculentum*). Cet insecte peut s'attaquer également à d'autres solanacées cultivées (pomme de terre, aubergine, etc.) et des plantes vivaces (*Datura stramonium*, *Solanum nigrum*, etc.).

Ce déprédateur est un micro-lépidoptère de la famille des *Gelechiidae*, apparu dans le Bassin méditerranéen pour la 1^{ère} fois en Espagne en 2006 (EPPO, 2007; Urbaneja et al. 2007). Sa présence dans les pays du Maghreb a été signalée en 2008 d'abord en Algérie, en mars 2008 (Guentaoui, 2008; EPPO, 2008), puis au Maroc en mai 2008 ensuite en Tunisie en octobre 2008 (EPPO, 2008). Ce ravageur est considéré pour l'instant comme redoutable pour la culture de tomate et d'autres solanacées, touche toutes les parties de la plante et cause des pertes considérables (Guentaoui, 2008).

I.8.4. Les maladies fongiques

I.8.4.1. Les Fusarioses

La fusariose est une maladie vasculaire, cette maladie est causée par *Fusarium oxysporum* Schlechtensp. *Radicalycopersici*, qui se conserve bien dans le sol sous forme de chlamydospores. Celles-ci se disséminent facilement dans l'air ou l'eau (Blancard, 1988). Les jeunes plantules infectées se rabougrissent avec une chute des anciennes feuilles. Le premier symptôme sur les plantes âgées est le jaunissement des feuilles anciennes, qui

atteint une partie des tiges et des feuilles. Graduellement, le feuillage jaunit entraînant le flétrissement et la mort de la plante surtout lorsqu'il fait chaud (Blancard, 1988; Csizinszky et al. 2005).

I.8.4.2. Mildiou de la tomate

L'agent de cette maladie est *Phytophthora infestans* (Csizinszky et al. 2005). Il s'attaque à tous les organes aériens de la tomate, caractérisé par le développement de taches d'abord humides sur les folioles qui confèrent localement aux tissus touchés une teinte vert pâle à vert brun. On lutte par l'élimination des déchets de récolte ainsi que les organes et les plants malades ; avec l'application d'une rotation, d'une irrigation localisée et d'une aération de la culture (Anonyme, 2001).

I.8.4.3. Cladosporiose

L'agent causal est *Fulvia fulva*, cette maladie provoque des taches jaunes angulaires sur la face supérieure de la feuille avec un duvet brun violacé à la face inférieure. La lutte se fait par une bonne aération de la culture et l'effeuillage de la base des plants (Trottin et al., 1995).

I.8.4.4. L'oïdium

Due à *Leveillula taurica*, les symptômes se résument par l'apparition de taches jaunes sur la face supérieure des feuilles, et d'un duvet blanc sur la face inférieure. Après jaunissement des feuilles, elles se dessèchent et tombent. Une malnutrition minérale accentue la maladie. La maladie ne se manifeste jamais sur fruit ; il est conseillé de traiter avec le soufre (Ryckmans, 2008).

I.8.4.5. La pourriture grise

La pourriture grise provoquée par *Botrytis cinerea*, s'attaque notamment aux fruits en provoquant leur pourriture aussi bien en plein champ que sous serre (Csizinszky et al., 2005) (Figure 4.C). La maladie peut aussi affecter toutes les parties de la plante. Les lésions foliaires peuvent s'étendre au pétiole et à la tige. Les lésions sur fruits représentent une pourriture grise avec des secteurs abimés d'une couleur blanchâtre. Les symptômes peuvent toucher le fruit entier causant sa momification (Blancard, 1988 ;

Csizinszk et *al.* 2005).

I.8.4.6. Rhizoctone brun *Rhizoctonia solani*

Largement répandu dans le monde et en Algérie, est très fréquent, voire quasi permanent dans de nombreux sols maraîchers. Il peut être considéré comme un marqueur biologique de sols dits « fatigués ». Il n'est donc pas étonnant qu'il affecte la tomate, sur laquelle il peut occasionner divers symptômes, sur pratiquement tous les organes.

I.8.4.7. *Sclerotinia sclerotiorum*

Cette espèce provoque la pourriture blanche sur tomate. Elle est largement répartie dans le monde et affecte de nombreuses espèces. Le *Sclerotinia sclerotiorum* s'attaque aussi bien aux cultures de plein champ à plat ou tuteurées qu'à celles produites sous abri. Comme *Botrytis cinerea*, ce champignon est un parasite opportuniste qui colonise aisément les blessures et les tissus végétaux sénescents.

1. Généralité sur la plante aromatique

D'après la 1^{ère} histoire, une variété de sauge appelait « Chia » était cultivée par les mexicains. Les grecs, les romains et les arabes ont utilisé la sauge comme tonique, et en compresse contre les morsures de serpent. Au 18^{ème} siècle, les feuilles de la sauge ont été roulées comme des cigarettes pour les fumer contre l'asthme et surtout au printemps.

Salvia Officinalis est une plante annuelle et d'origine méditerranéenne de la famille des labiées (Djerroumi, Nacef 2004). Il existe environ 900 espèces identifiées autour du monde (Maksinovic et al 2007 ; Longaray et al 2007). En Algérie les espèces qui ont été déterminées sont dans l'ordre d'une trentaine. Plusieurs appellations ont été données à la sauge. Selon Ibn El Beytar, les andalous la nomment "essalma" qui ajoute qu'elle est appelée "salbia" par les botanistes en Espagne. El djazairi indique l'expression "souek ennebi" comme synonyme de Saleme.

En France on l'appelle grande, sauge officinale, sauge commune, herbe sacrée, thé de France, thé de Grèce, thé d'Europe.



Fig.5 : La sauge fleurs et feuilles(original2017)

2. Classification taxonomique : La sauge suit la classification suivante:

Règne :Plantae

Division :Magnoliophyta

Classe :Magnoliopsida

Ordre :Lamiales

Famille :Lamiaceae

Genre : *Salvia*

Espèce : *Salvia officinalis* L

3. Biologie de la plante

La sauge officinale est une plante vivace, dont la durée de vie peut s'étaler de 3 à 10 ans (Cuy Gilly, 2005), ligneuse, atteignant un développement analogue à celui du romarin (Charles-marie Messiaen et al.2010), de 40 à 60 cm de haut, à racines ramifiées et lignifiées (bernard boullard, 2001).

3.1 Tige

Les tiges sont quadrangulaires dressées et tres ramifiées, blanches, et tomenteuses.

3.2 Feuille

Les feuilles persistantes recouvertes d'un duvet, pétiolées, de 3 à 10 cm de long et 1,6 cm de large (Y.Mahmoudi, 1982), opposées, lancéolées et aigues, gris-verdâtres, épaisses et très odorantes.

3.3 Fleur

Elles sont bleu-clairs à bleu-violets, groupées en épis terminaux ; elles sont assez grandes et atteignent entre 2 à 3 cm de long. Se présentant en verticilles un peu lâches, les fleurs sont pédicellées ; bilabiées avec la lèvre supérieure tridentée. Les bractées sont ovales-acuminées.

La sauge ne fleurit qu'à partir de la deuxième année, ses fleurs sont riches en nectar et attirent beaucoup les abeilles domestiques (Ernest small et al,2001).

4. Mode de multiplication et culture

Toutes les *S. officinalis* sont fertiles (Guy Gilly,2005) quoique a rencontrée sur la côte d'Azur, des écotypes locaux qui ne se multiplient que par bouturage lorsqu'on cherche à conserver les qualités d'un clone. La multiplication végétative est évidemment préférable. Que l'on pratique un repiquage de jeune plante issu de semis ou de bouture racinée, il importe de ne mettre en place que des individus ayant un système racinaire trapue et puissant. Donc le bouturage est aussi à privilégier dans le cas où les graines ne donnent pas les résultats escomptés.

La sauge préfère les sols bien drainés, riches en azote, à texture équilibrée mais plutôt argileux, Elle peut tolérer un pH de 4,9 à 8,2. Sa protection par une ligne de brise vent l'aide à supporter convenablement les hivers rigoureux. C'est une plante de plein soleil bien qu'elle peut s'accommoder d'une ombre légère. Il est conseillé d'éviter de trop arroser car cela peut inhiber la croissance ou même tuer la plante

5. propriétés et usage de la sauge

La saveur aromatique et amère des feuilles de sauge est é l'origine de ses propriétés apéritives et digestives.

Des extraits hydro-alcooliques, des flavonoïdes et une solution saturée en huiles essentielle sont antispasmodique : les flavonoïdes isolés de la sauge diminuent les spasmes induits par du BaCl₂ sur le duodénum isolé du rat ; des résultats semblables ont été obtenus sur iléon de cobaye, en utilisant comme agents spasmogènes de l'acétylcholine, de l'histamine ou de la sérotonine.

Sous forme d'extrait, la sauge développe des propriétés antisudorales (réduction de 18 à 52% de transpiration), démontrées sur 18 sujets sains ayant absorbé une préparation de feuilles fraîches. Ces effets se manifestent entre 1^{er} et le 4^{eme} jour du traitement, mais disparaissent au bout de 9 jours. Des études cliniques ont également montré qu'une sudation excessive (tuberculeux) pouvait être réduire après consommation de sauge.

Les extraits et l'huile essentielle sont également antimicrobiens. L'activité antivirale d'extraits observée *in vitro*, essentiellement liée à leur teneur en acide rosmarinique et en phénols diterpéniques, ne se manifeste probablement que par voie topique.

Les extraits de sauge sont de bons antioxydants et inhibent la peroxydation lipidique en raison de leur contenu en phénols diterpéniques, en acide rosmarinique et en flavonoïdes qui agissent à la fois comme donneurs d'hydrogène et capteurs de radicaux libre. Ils sont ainsi capables de ralentir le rancissement des graisses éventuellement présentes dans des aliments carnés.

L'action anti-inflammatoire, régénératrice des tissus, au moyen de pansements, de lavages ; et aussi de gargarismes contre les angines, abcès et autres maux de gorge (Djerroumi et Ncef, 2004). Les infusions de la sauge sont appliquées pour le traitement de plusieurs maladies de la circulation sanguine et les troubles digestifs et les problèmes du système nerveux. Et en usage extrême pour le nettoyage et la cicatrisation des plaies (Nacef, 2004).

Elle est considérée comme un stimulant pour les gens anémiques, aussi pour les personnes stressées et déprimées, et conseillée pour les étudiants en période d'examen. Cette herbe aromatique est employée dans la cuisine, pour son gout puissant, légèrement amer et camphre (Longaray *et al* 2007).

6. Les Principales plantes consommées en Algérie.

- Les plantes médicinales et aromatiques les plus demandées en Algérie
- **Tableau 03 : Principales plantes aromatiques consommées en Algérie (Ministère de l'agriculture, 2015)**

Espèces	Noms scientifiques	Parties utilisées	Importance
Fenugrec	<i>Trigonella foenum graecum. L</i>	Graines	XXX
Verveine	<i>Verbena citriodora HB et K</i>	Feuilles	XXX
Queue de cerise	<i>Prunus cerasus . L</i>	Queues	XXX
Globulaire	<i>Globularia alypum. L</i>	Sommités fleuries	XXX
Menthe verte	<i>Mentha veridis . L</i>	Feuilles	XXX
Origan	<i>Majorana hortentis Moeneli</i>	Sommités fleuries	XXX
Nigelle	<i>Nigella sativa . L</i>	Graines	XXX
Cumin	<i>Cuminum Cyminum L.</i>	Graines	XXX
Réglisse	<i>Glycyrrhiza globra. L</i>	Racines	XX
Romarin	<i>Rosmarinus officinalis . L</i>	Sommités fleuries	XX
Tyum	<i>Thymus vulgaris</i>	Sommités fleuries	XX
Bigaradier	<i>Citrus aurantium</i>	Feuilles et fleurs	XX
Sauge	<i>Salvia officinalis L</i>	Sommités fleuries	XX
Lavande	<i>Lavandula officinalis L</i>	fleurs	XX
Noyer	<i>Juglans regia L</i>	Feuilles et écorce	XX
Myrte	<i>Myrtus communis . L</i>	Feuilles et fruits	XX
Alaterne	<i>Rhammus alaternus. L</i>	Feuilles	XX
Menthe pouliot	<i>Menta pulegium. L</i>	Sommités fleuries	XX
Tym serpolet	<i>Tyymus serpillum . L</i>	Sommités fleuries	XX
Aubépine	<i>Carataegus monogyna Jacq</i>	Fleurs	XX
Camomille	<i>Matricaria camomilla. L</i>	Fleurs	XX
Anis vet	<i>Pimpinella anisum. L</i>	Graines	XX
Ortie	<i>Urtica urens L</i>	Sommités fleuries	X
Frêne	<i>Faxinus exelsior L</i>	Feuilles	X
Lentisque	<i>Pistacia lentiscus. L</i>	Feuilles	X
Basilic	<i>Ocinum basilicum. L</i>	Sommités fleuries	X
Pétale de rose	<i>Rosa canina . L</i>	Pétales et fruit	X
Fenouil	<i>Foeniculum vulgare</i>	Graines	X

Botrytis cinerea**1. Généralités sur le pathogène :**

À la frontière du saprophytisme et du parasitisme, le champignon phytopathogène ubiquiste *Botrytis cinerea*, responsable de la pourriture grise, est un microorganisme polyphage qui cause d'énormes dégâts en agriculture. La maladie causée par cet agent pathogène est économiquement redoutable et importante car ce champignon attaque plus de 230 espèces de plantes. Sur cultures maraîchères, viticoles et horticoles, cette maladie conduit à des pertes importantes de rendement.

2. La systématique de l'espèce *botrytis cinerea* appartenant au genre *botrytis* est la suivante :

Règne : Eumycota

Embranchement : Ascomycota

Classe : Deuteromycota

Ordre : Moniliales

Famille : Moniliaceae

Genre : *Botrytis* micheli

Espèce : *Botrytis cinerea* pers.

Selon (Viennot-Bourgin, 1967), La forme parfaite de *Botrytis. Cinerea*, *Botrytinia fucheliana* est extrêmement rare dans la nature (Barraka, 2002 et Dedjel, 2000)

3. 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 surtout en viticulture dans le monde (Martinez *et al.*, 2005). Il peut s'attaquer à des différents stades de développement 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 and Michailides, 2004).

En cultures sous abris, les risques d'attaque par ce champignon pathogène sont permanents sur , le poivron, la laitue ou la fraise (Jarvis, 1992). Dans une étude effectuée sur 15 serres, (Nicot et Baille, 1996) ont montré que la mortalité des plantes atteignait 46% dans certaines serres.

Pour combattre la maladie, l'utilisation de fongicides entraîne des coûts financiers importants. Le marché mondial des produits de contrôle de *B. cinerea* est estimé à 15-25 millions de dollars par an (Elad and Stewart, 2004).

4. Cycle de développement de la pourriture grise

B. Cinerea peut produire du mycélium, des spores asexuées ou conidies, des spores sexuées ainsi que des sclérotés. Le mycélium de *B. cinerea* comprend des filaments articulés, grisâtres ou olivâtres, cylindriques, quelquefois vésiculeux. Lorsque le mycélium est au stade de fructification, il produit des touffes de conidiophores grisâtres (Viennot- Bourgin, 1967). Le mycélium peut se conserver dans les débris des plantes de la culture précédente (figure06).

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 (Holz *et al.*, 2004).

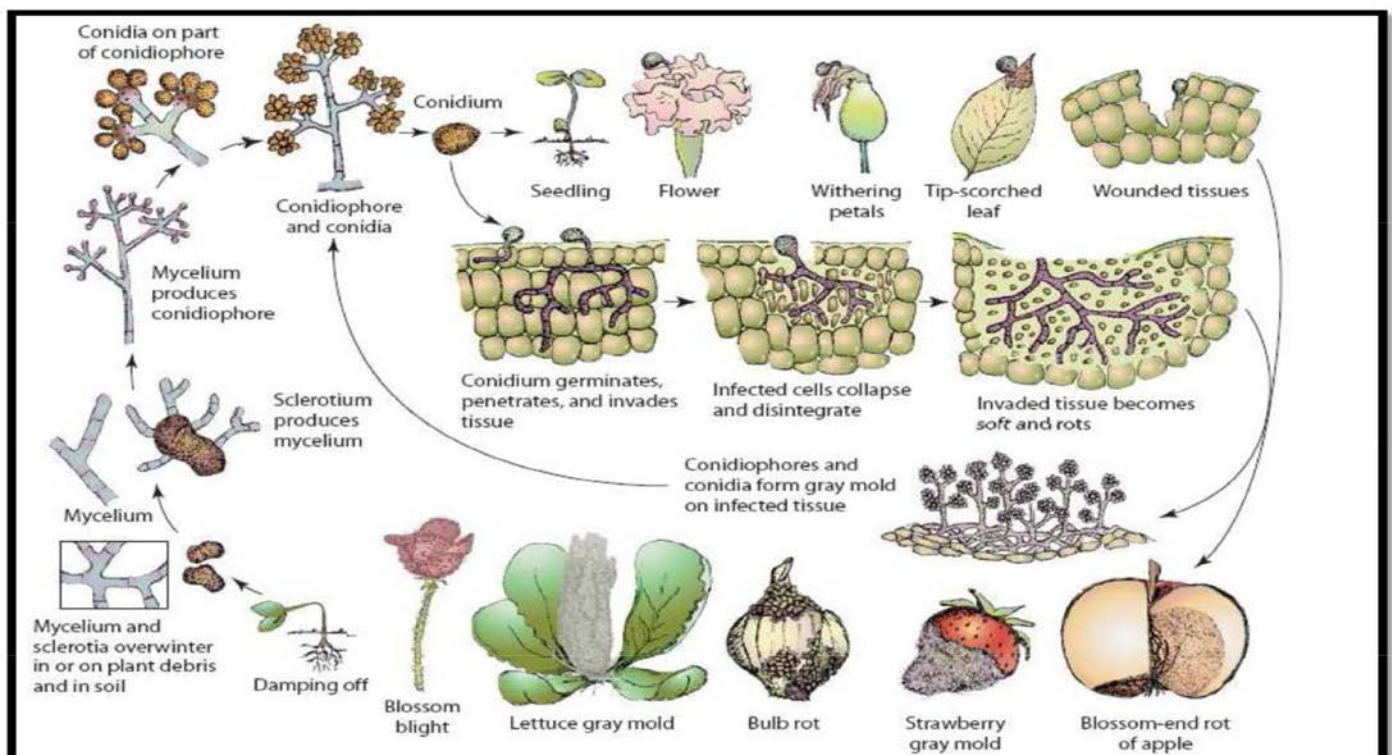


Fig.6: Cycle de développement de *Botrytis cinerea* sur différentes Cultures (d'après Agrios, 2005)

5. Gamme d'hôte

Botrytis cinerea est un champignon polyphage. Il affecte de nombreuses productions végétales d'importance économique en culture sous serre ou en plein champ, comme par exemple: le raisin, la pomme, la poire, la cerise, la fraise et le kiwi en production fruitière, l'aubergine, la carotte, la laitue, le poivron, la tomate, la courgette en production légumière ou des plantes ornementales comme la rose, le gerbera ou le cyclamen. Ce champignon est responsable de lourdes pertes économiques sur de nombreuses cultures (Gullino, 1992).

6. Symptômes sur tomate

La maladie de la tache spectrale est causée par *Botrytis cinerea*, sur les tomates cultivées à l'extérieur, ou en serre, quand l'humidité est élevée. Elle apparaît sur le fruit sous forme d'une marque annulaire pâle superficielle ayant en son centre un petit point brunâtre. Sur les fruits verts, le cercle peut être vert pâle ou argenté et, à l'intérieur de l'anneau, la peau est d'un vert plus pâle.

B. cinerea peut aussi causer la pourriture grise des feuilles, des pétioles, des tiges et des fruits, en particulier en serre. Sur les fruits, l'infection commence à la pointe florale ou au bout du pédoncule. Quand l'humidité est forte, une couche de champignon grisâtre se forme rapidement, et une pourriture molle aqueuse gâte le fruit.

Sur les tiges, l'infection commence d'habitude par la prise du champignon sur le tissu malade à la base des pétioles de la feuille ou à la souche des pétioles après la chute des feuilles. Une fois implanté sur le tissu atteint, le champignon envahit la tige, le cerne souvent complètement et fait mourir le plant. Le champignon cause fréquemment des lésions à divers nœuds sur la tige de la plante. Le ceinturage concentrique de la lésion constitue un symptôme courant.

7. Les Facteurs favorisants

Comme pour beaucoup de pathogènes, la contamination, le développement et la sévérité finale des dégâts de *Botrytis* sont fortement influencés par l'environnement, notamment le climat et les caractéristiques de la plante hôte, aussi bien innées que liées à son état physiologique. Il apparaît donc important de faire le point sur les connaissances actuelles afin de mettre en lumière les facteurs favorisants 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.

- **Exigences nutritives**

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; Yoder et Whalen, 1975). Les nutriments sont nécessaires à la germination des spores, au développement du mycélium, et à la formation des appressoria (Li et al., 2004). D'après Blakeman (1975), la présence à la fois de carbone et d'azote est nécessaire à la germination des spores du champignon. La germination des conidies de différents isolats de *B. cinerea* est significativement plus faible dans l'eau que dans une solution nutritive (Clark et Lorbeer, 1977). Dans l'eau, le filament germinatif cesse de croître presque immédiatement après l'émergence du tube germinatif de la conidie (Clark et Lorbeer, 1977).

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 and Hewitt, 1964) et permettent à des conidies âgées de retrouver leur pouvoir germinatif (Shiraishi et al. 1970).

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 (Shiraishi 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).

- **Facteurs climatiques**

Le climat est le facteur prépondérant. Il va influencer d'une part directement le développement du Botrytis : La production et la germination des conidies ainsi que la croissance du mycélium sont 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, 2013). Le vent va lui aussi avoir un effet mécanique sur la dissémination des conidies mais défavoriser leur développement (Thomas et al., 1987).

- **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).

- **Agressivité sur plante**

L'ensemble des isolats naturels de *B. cinerea* ne présentent pas le même niveau d'agressivité sur une même plante hôte. Par exemple, (Tiedemann,1997), rapporte une différence d'agressivité d'isolats sur le haricot vert, *Phaseolus vulgaris*.

- **Sensibilité aux fongicides**

Diverses études ont mis en évidence des niveaux différents de résistance aux fongicides dans les populations naturelles de *B. cinerea* (Moorman et Lease, 1992).

Par exemple, Corbaz (1993) a montré que sur 38 souches de *B. cinerea* isolées de cultures maraîchères en Suisse (tomate et laitue principalement), 44,7% sont résistantes aux dicarboximides, 73,6% aux benzimidazoles et 31,8% présentaient une double résistance.

8. Stratégies de protection des cultures contre *B. cinerea*

1. Méthodes prophylactiques

Selon Bernard et Bugaret (2002), la prophylaxie en matière de protection des végétaux représente l'ensemble des mesures pouvant être conseillées afin de prévenir ou défavoriser l'installation d'un organisme nuisible et son développement dommageable sur un territoire déterminé. La prophylaxie repose sur des moyens directs visant à éloigner ou à combattre l'organisme indésirable en situation de nuire ou sur des mesures indirectes ayant pour objectif de minimiser ou de rendre impossible l'expression de la nuisibilité de l'organisme considéré. Ces mesures prophylactiques occupent une place importante dans la lutte contre les maladies fongiques des plantes. Elles passent par une meilleure gestion de l'humidité et de la température. L'utilisation de systèmes de protection et de prévention (pratique de la rotation des cultures, graines saines, etc.) reste aussi indispensable.

➤ Pour lutter contre *B. cinerea*, certaines mesures sont préconisées :

- Retirer de la parcelle ou de la serre les feuilles sénescentes et les organes infectés afin de réduire les sources d'inoculum (Richard and Boivin, 1994).
- Réduire la densité de plantes afin de limiter les zones de confinement entraînant l'accroissement de l'humidité relative et de la condensation dans les serres (Daugaard *et al.*, 2003; Jarvis, 1992).
- Raisonner la fertilisation afin de limiter le développement de *B. cinerea*. L'apport de certains composés dans le sol peut limiter le développement de la maladie sur la plante. L'efficacité de cette méthode est confirmée par plusieurs études et sur plusieurs cultures (Daugaard *et al.*, 2003; Elad et Volpin, 1993; Vancon, 1992; Volpin et Elad, 1991).

2. Protection 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 stipule que la protection biologique est « **l'utilisation d'organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par des ravageurs** »

D'après la définition de Cook et Baker (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.

2.1. Composés minéraux et organiques

Les composés minéraux et organiques peuvent être utilisés comme fongicides d'origine naturelle pour le contrôle des agents pathogènes des plantes (Tripathi et Dubey, 2004). Par exemple, le chitosan qui est une forme soluble de la chitine et ses dérivés ont des propriétés de protection des plantes contre certains champignons phytopathogènes (Bautista-Banos et al., 2006). Sur des plantes traitées, ce produit déclenche une cascade de réactions de défense contre les attaques d'agents pathogènes. Le chitosan a surtout été utilisé comme agent de lutte contre *B. cinerea* en protection post-récolte.

2.2. Extraits de plantes

Le contrôle des bio-agresseurs 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 (biopesticides d'origine végétale), 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.

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).

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 de puis 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, ou la division cellulaire (Leroux, 2004). L'utilisation de produits phytopharmaceutiques peut entraîner le développement de souches résistantes à ces fongicides (Latorre et al., 2002; Leroux, 2004; Sergeeva et al., 2002).

Rhizoctonia solani**1. Généralités**

Rhizoctonia solani J.G. Kühn [téléomorphe *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk Sneh et al., (1995), Sarma & Singh (2002)], est une espèce où coexistent un pouvoir saprophytique important et une pathogénicité relativement peu spécialisée. C'est un champignon, dont la polyphagie est variable et sa reproduction asexuée est prédominante (Wicker, 2001).

R. solani est la forme asexuée (ou anamorphe) du basidiomycète filamenteux *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk. Il cause la maladie dite "rhizoctone brun" sur une large gamme de plantes, dans une grande partie du monde (Baker & Martinson, 1970; Budge et al., 2009).

C'est un champignon du sol qui attaque de nombreuses plantes cultivées dont la tomate, la pomme de terre, la betterave sucrière, le maïs.... il induit des pertes de rendement et une dépréciation de la qualité des récoltes de la tomate (perte de rendement et/ou de qualité de présentation jusqu'à 40 %).

Présent dans de nombreux sols et dans certains substrats, il est responsable de fontes de semis et d'altérations racinaires. *Rhizoctonia solani* est surtout présent en pépinière. cette espèce est très fréquente, voire quasi permanente dans de nombreux sols maraîchers. Il peut être considéré comme un marqueur biologique de sols dits «fatigués». Il n'est donc pas étonnant qu'il affecte la tomate, sur laquelle il peut occasionner divers symptômes, sur pratiquement tous les organes (Camporota, 1984).

2. Position systématique

Rhizoctonia solani est classé comme suit :

Règne	Fungi
Division	Basidiomycota
Classe	Basidiomycetes
Sous-classe	Agaricomycetidae
Ordre	Cantharellales
Famille	Ceratobasidiaceae
Genre	<i>Rhizoctonia</i>
Espèce	<i>Rhizoctonia</i> sp.

Les souches de *R. solani* peuvent être classées dans des groupes biologiquement distincts sur la base de la présence ou l'absence d'anastomoses entre leurs hyphes en culture gélosée (Parmeter et al. 1969). C'est la compatibilité végétative des souches les unes par rapport aux autres qui permet de former les groupes d'anastomose. Lorsque deux thalles fusionnent leurs hyphes, il n'y a formation d'un hétérocaryon viable que si les deux partenaires sont compatibles végétativement. L'incompatibilité se caractérise par la vacuolisation et mort rapide des cinq à six cellules adjacentes à la zone de fusion (Wicker, 2001)..

La diversité génétique de l'espèce *Rhizoctonia solani*, est telle que l'on peut la structurer en 13 groupes différents, chacun d'eux pouvant provoquer des dégâts sur une ou plusieurs cultures.

Une plante hôte est une plante permettant au rhizoctone de survivre et parfois même de se multiplier. Une plante peut être hôte d'un ou de plusieurs groupes d'anastomose et exprimer ou non des symptômes. Ainsi, le maïs et la betterave sont attaqués par des souches de *Rhizoctonia solani* appartenant aux mêmes groupes d'anastomose (AG4 pour les fontes de semis au stade plantule puis essentiellement AG2-2 pour les pourritures des racines). Le processus infectieux sur tomate est provoqué par AG 3 (Nikraftar et al., 2013). Sur la pomme de terre, les dégâts sur tiges, stolons et tubercules (chancres et sclérotés) sont essentiellement provoqués par des souches du groupe AG3, même si d'autres AG sont parfois isolés. Les céréales sont attaquées par des souches AG8 que l'on trouve en Australie et aux USA mais pas en France où l'on retrouve d'autre type d'anastomose (MacNish et al., 1993; Bains et Bisht, 1995).

En Europe, existent 4 principaux groupes d'anastomose: AG1 à AG4 (AG : Anastomosis Grouping), possédant une spécificité parasitaire plus ou moins marquée : très forte pour AG3 (souches inféodées aux Solanées et surtout à la pomme de terre), faible à moyenne pour AG2 (souches généralement agressives sur Crucifères mais aussi sur le maïs et la betterave sucrière), presque nulle pour AG1 et AG4 dont les souches sont polyphages (Camporota, 1989).

3. Caractères morphologiques

Thalle blanc à marron foncé de croissance rapide, de segments 100-250 µm x 7-12 µm, mycélium sclérotique et moniliforme de diamètre 30 µm. On trouve de fréquentes constriction au niveau des septa, et des ramifications. Les ramifications forment des angles de 45° à 90°, et sont souvent coenocytiques.

Rhizoctonia est un genre de champignons anamorphes de l'ordre des Cantharellales. Ces espèces ne produisent pas de spores, mais sont constituées d'hyphes et de sclérotés.

Parmeter et Whitney (1970) ont défini un certain nombre de critères morphologiques pour déterminer *R. solani*. Cette forme végétative stérile correspond à un basidiomycète: *Thanatephorus cucumeris* (Frank-Donk). Les souches qui lui sont rattaché, possèdent plus de deux noyaux par article mycélien (Camporota et *al.*, 1984).



Fig07 :les hyphes *Rhizoctonia solani* X100 (originale2017)

4.Symptomatologie de la maladie

La pourriture racinaire causée par *Rhizoctonia solani* induit des pertes de rendement et une dépréciation de la qualité des récoltes de la tomate, touchant jusqu'à 40 % de la récolte.

Comme les *Pythium* spp., ce champignon tellurique apprécie particulièrement les jeunes plantules après semis et occasionne des fontes de semis. Avant comme après émergence, des lésions brunes, brun rougeâtre à noires, sont visibles sur les plantules affectées. Une fois ces dernières sorties de terre, les altérations sont surtout localisées sur le collet, entraînant la mort des jeunes plantules.

Il est capable de s'attaquer au collet de la tomate (*Rhizoctonia basal stem canker*). Sur ce dernier, il occasionne des lésions apparaissant soit après plantation, soit plus tard sur des plantes produites dans des conditions défavorables. D'abord humides, brunâtres, parfois brun rougeâtre, leur contour est bien délimité. À terme, ces chancre peuvent ceinturer la base de la tige et prennent souvent une apparence plutôt sèche. Bien souvent, ces dégâts s'étendent aussi à la partie supérieure du système racinaire. Rappelons que le mycélium cloisonné, hyalin à brun caractéristique de ce champignon tellurique est aisément observable sur les tissus affectés, ceci grâce à une loupe binoculaire (figure 3).

On peut également observer très ponctuellement sur tomate la présence de la forme parfaite de *R. solani* ; *Thanatephorus cucumeris* (Basidiomycète). A cette occasion, on peut constater sur divers organes de la tomate, notamment sur le collet, une lésion humide noirâtre, recouverte d'un épais hyménium blanchâtre. *R. solani* et son téléomorphe peuvent aussi affecter la tige, les feuilles et les fruits de la tomate.

5. le Cycle de vie

En l'absence de plante hôte, *Rhizoctonia solani* se conserve pendant de nombreuses années dans le sol sous la forme de petites structures de survie de couleur brune à noire appelées « sclérotés ». Dans certains cas, il peut aussi survivre sous la simple forme de mycélium sur des débris de plantes en décomposition. Lorsque la température du sol atteint un certain seuil (environ 15°C), au contact de sécrétions des plantes hôtes, les sclérotés s'activent et se mettent à produire un amas (le « mycélium ») de longs filaments (les « hyphes »). Celui-ci va entrer en contact avec la racine et s'attacher à sa surface. Le mycélium prolifère ensuite sur la racine et produit des structures particulières en forme de T appelées « coussinets d'infection ». A l'aide d'enzymes spécifiques capables de digérer les parois cellulaires, ceux-ci permettent au champignon de pénétrer et de coloniser les espaces inter- et intra- cellulaires du tissu racinaire. En se développant, le champignon détourne les réserves cellulaires de la plante pour sa propre croissance. Progressivement, le mycélium du champignon envahit les cellules qu'il tue, tout en y produisant des structures de survie. La plante commence à dépérir lorsque ses vaisseaux conducteurs sont attaqués.

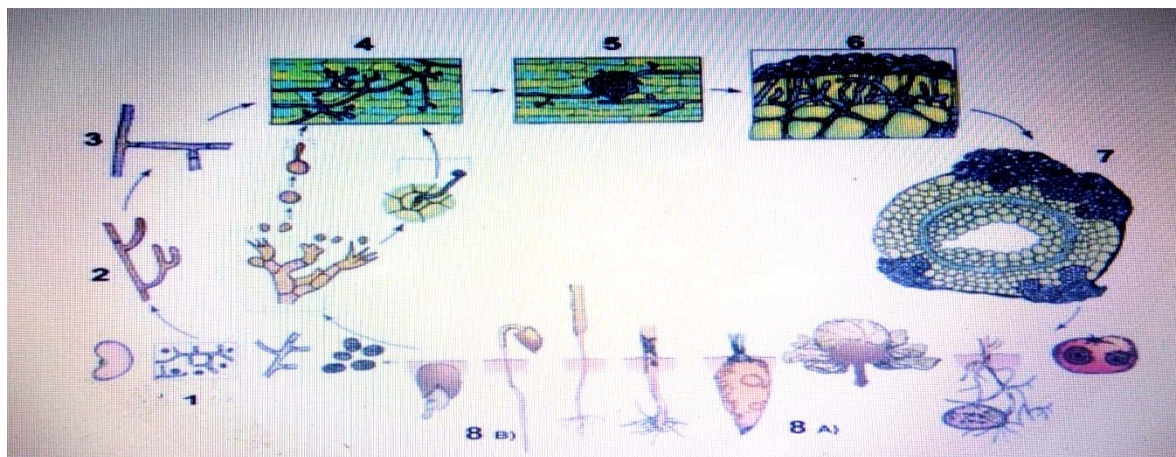


Fig10 : le cycle de vie de *Rhizoctonia solani*.

1. Le mycélium et les sclérotés
2. Jeunes hyphes se développent Progressivement
3. Vieux mycélium
4. Colonisation la surface de la plante
5. Produire des coussinets d'infection
6. Le mycélium va pouvoir envahir l'hôte
7. Des nécrose et sclérotés se forment sur et dans les tissu de l'hôte
8. Pourriture du collet et de la racine

6. Hôte

A l'instar de la tomate, *Rhizoctonia solani*, s'attaque à de nombreuses plantes cultivées dont la betterave sucrière, le maïs et la pomme de terre, l'aubergine, l'endive, la féverole, la laitue, la luzerne, le pois, le radis, tabac, et le tournesol (Sneh et *al.*, 1995, Sarma & Singh, 2002).. Pour ce qui est des adventices hôtes de ce pathogène, on rencontre, le chénopode, le chiendent, l'épilobe, le mélilot jaune, le pissenlit, le ray-grass, l'avoine, la moutarde et le trèfle (Blancard, 2016).

7. Epidémiologie de *Rhizoctonia solani*

Conservation, sources d'inoculum

Thanatephorus cucumeris (*Rhizoctonia solani*) est fréquemment retrouvé dans de nombreux sols ayant porté à plusieurs reprises des cultures légumières. Il dispose de potentialités saprophytiques lui permettant de se conserver dans le sol en absence d'hôtes sensibles. On le retrouve à l'état de mycélium et de pseudo-sclérotés, souvent dans la matière organique et les débris végétaux les plus divers qu'il colonise aisément. Il se développe facilement dans le sol, surtout si celui-ci a été désinfecté et débarrassé des microorganismes antagonistes potentiels (Grosch et *al.*, 2005 Villeneuve et *al.*, 2001 Rivera et *al.*, 2013).

C'est un champignon parasite très polyphage qui peut s'attaquer et se maintenir sur les hôtes les plus divers et sur leurs débris (Rivera et *al.*, 2013. Il peut être présent dans certains substrats et composts, parfois dans certaines tourbes ou sur quelques plants achetés. Il n'est pas rare qu'il pollue du matériel non désinfecté servant en pépinière (Scherwinski et *al.*, 2008a)

Pénétration, invasion

Les contaminations ont lieu par l'intermédiaire du mycélium présent dans le sol ou issu des sclérotés. Celui-ci colonise superficiellement les feuilles au contact du sol. Par la suite, il pénètre le limbe directement à travers la cuticule, via les stomates ou par l'intermédiaire de blessures diverses. Son évolution inter et intracellulaire est souvent très rapide, surtout s'il rencontre des conditions climatiques favorables. Ce processus parasitaire est à l'origine des fontes de semis et des pourritures basales sur salade (Scherwinski et *al.*, 2008b).

Sporulation, dissémination

A partir des tissus lésés, le champignon forme du mycélium qui va cheminer sur les tissus et sur le sol et gagner d'autres salades saines. Ces sclérotés, en mélange avec des particules de sol souillant différents matériaux, contribuent également à sa dissémination. Il dispose aussi d'une forme sexuée qui peut assurer sa dissémination aérienne. Celle-ci est rapportée chez d'autres plantes; elle fait intervenir des basidiospores. Ces spores sont formées sur des basides présentes à la surface d'un hyménium que l'on rencontre parfois sur le sol ou les feuilles. Ces spores peuvent être disséminées par le vent et les courants d'air, sur des distances assez importantes (Johnk et al., 1993; Rivera et al., 2013).

8. Conditions favorables à son développement

Thanatephorus cucumeris peut se développer aussi bien dans les sols humides et lourds que dans des sols plus légers et plus secs, à des pH acides ou basiques et à des températures comprises entre 5 et 36°C. Les sols trop secs ou trop humides paraissent l'inhiber. Il s'attaque surtout aux plants à proximité de la récolte car il trouve à ce stade de leur développement des conditions très propices. En effet, les plantes couvrent alors totalement le sol et le microclimat sous le couvert végétal est ainsi modifié. Le manque d'aération au pied des plants entraîne une augmentation de l'hygrométrie; on dispose alors d'une véritable chambre humide. De l'eau libre sur les feuilles n'est pas indispensable. Contrairement à *Botrytis cinerea* et aux *Sclerotinia* spp., les attaques de *Thanatephorus cucumeris* ont lieu plutôt lorsque les températures sont clémentes, de l'ordre de 23-27°C, et en présence d'humidité. Certains auteurs signalent des souches "froides" se développant à basses températures. La température minimale requise pour des infections est de 9°C. A cette température, la durée d'incubation est de 11 à 15 jours alors qu'elle ne dure que 3 jours à 20°C. Devant la diversité des souches présentes sur le terrain, il est difficile de préciser des conditions optimales de développement de ce champignon (Scherwinski et al., 2008 ; Villeneuve et al., 2001 Rivera et al., 2013)

9. Méthodes de lutte vis-à-vis de de *Rhizoctonia solani*

Rhizoctonia solani est omniprésents avec une large gamme d'hôtes (Sneh et *al.*, 1995, Sarma & Singh, 2002). Ils survivent en formant des structures de repos qui restent libres ou intégrés dans les débris végétaux (Shlevin et *al.*, 2003). Mycélium développées à partir de sclérotés initie une infection causant un dumping off (Bedendo, 1995 ; Rivera et *al.*, 2013).

9.1. Méthodes prophylactiques

Lors des attaques de *Rhizoctonia solani* en pépinière, il est conseiller d'éliminer les plants malades et ceux à proximité. Et de réaliser un traitement fongicide localisé au niveau des foyers avec une des matières actives réputées efficaces sur ce champignon.

Il convient aussi de maîtriser au maximum le climat afin d'éviter les excès d'humidité et de température. L'irrigation des plants sera optimale. Elle ne devra pas être excessive et permettra un bon ressuyage du substrat.

Les attaques sur plantes adultes ne sont jamais dommageables et ne nécessitent donc pas de mesures particulières. Dans tous les cas, les débris végétaux et les plantes malades seront éliminés en cours et en fin de culture.

Pour éviter d'introduire ce champignon parasite dans une plantation de tomate. Il sera indispensable d'utiliser un substrat sain et des plants de qualité. Les plants produits en mini mottes ou sur d'autres substrats ne seront pas posés à même le sol, tout particulièrement si celui-ci n'a pas été désinfecté; un film plastique devra les isoler (Rivera et *al.*, 2013).

Dans les sols fortement contaminés, une désinfection du sol avec un fumigeant pourra être envisagée. Les matières actives classiquement employées (métam-sodium, dazomet) et la vapeur sont efficaces à l'égard de *T. cucumeris*. Il conviendra d'être particulièrement vigilant pour éviter la réinfection des sols après traitement. Signalons que l'association de métam-sodium et de formol s'est avérée très performante pour contrôler les attaques telluriques de *T. cucumeris*

Dans les zones de production où elle est envisageable, une désinfection solaire du sol (solarisation) peut être réalisée. Des résultats assez spectaculaires ont été enregistrés notamment dans certains pays méditerranéens: le sol à désinfecter est soigneusement préparé et humidifié, puis recouvert avec un film de polyéthylène de 35 à 50 µm d'épaisseur maintenu en place au moins un mois à une période très ensoleillée de l'année. Cette méthode économique, efficace, permet de se débarrasser de ce champignon colonisateur superficiel du sol (Scherwinski, et *al.*, 2008a).

De plus, les sols lourds et humides doivent être drainés et un labour avant plantation doit être réalisé afin d'enfouir une partie des sclérotés qui sont plus rapidement détruits en profondeur (Villeneuve et *al.*, 2001).

Des rotations culturales peuvent être effectuées avec des céréales, des graminées fourragères et des oignons. Les tomates doivent être plantées sur des buttes et elles seront tuteurées. On paillera le sol afin d'éviter que les organes de la tomate (en particulier les fruits) ne soient en contact avec le sol et l'eau parfois présente en surface. En outre, cela favorisera dans certains cas une meilleure aération du collet des plantes et de la végétation. La fertilisation devra être équilibrée, en aucun cas trop faible en azote.

9.2. Méthodes génétiques

Il n'existe pas actuellement de variété résistante. Des travaux de sélection sont en cours afin d'obtenir des variétés à fruits résistants.

9.3. Méthodes biologiques

Signalons aussi d'autres solutions ayant révélé quelques potentialités à l'égard de ce champignon: des amendements à base d'*Azadirachta indica* notamment, des huiles essentielles de *Callistemon lanceolatus* et d'*Ocimum canum* (Villeneuve et *al.*, 2001 ; Scherwinski et *al.*, 2008a ; Scherwinski et *al.*, 2008b).

Plusieurs micro-organismes antagonistes ont été expérimentés pour contrôler *T. cucumeris*: *Bacillus lentimorbus*, *B. subtilis*, *Burkholderia cepiacea*, *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, *Streptomyces* sp., *Paenibacillus lentimorbus*, *Pochonia chlamydosporia*, *Chaetomium globosum*, *Glomus mosseae*, *Tolypocladium niveum*, *Trichoderma viride*, *T. harzianum*, *T. koningii*... Bien que prometteuse dans certains cas, l'utilisation de ces micro-organismes n'est pas encore suffisamment fiable pour pouvoir les préconiser sur le terrain (Scherwinski et *al.*, 2008a ; Scherwinski et *al.*, 2008b).

I. Matériel et Méthodes

I.1. Objectif :

Le but de cette étude est de démontré *in vitro* et *in vivo* l'effet antifongique de l'extrait méthanoïque des feuilles et des fleurs de: *Salvia officinalis* sur deux germes phytopathogènes, *Botrytis cinerea* et *Rhizoctonia solani* de la tomate.

I.2. Matériels et méthodes :

I.2.1. Matériels végétal :

I.2.1.1. La plante aromatique :

Le matériel végétal utilisé comme source des extraits naturels est la partie aérienne (feuilles et fleurs) de *Salvia officinalis* récoltées la fin de mois de mars,

Les feuilles et fleurs ont été nettoyées, lavées avec de l'eau, séché à l'ombre et à l'abri de l'humidité, pesées et coupées.

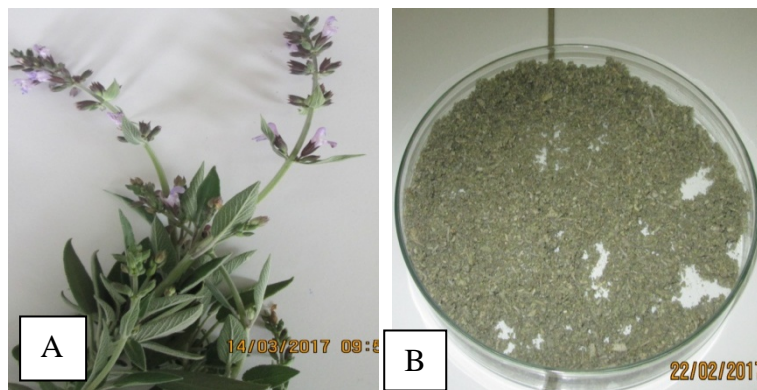


Fig.8 : Partie aérienne de *Salvia officinalis* (originale2017)

A : feuilles et fleurs fraîches

B : la poudre des feuilles et fleurs sèche

I.2.1.2. La plante hôte :

Afin de disposer de plants de tomate pour évaluer l'activité antifongique "*in vivo*" de l'extrait des feuilles et fleurs de la sauge. Nous avons mis en place une culture de tomate en pots.

Pour cela des semences de tomate, variété Saint Pierre, ont été désinfectées dans une solution d'hypochlorite de sodium à 1% (eau de javel) suivi de trois rinçages dans l'eau distillée stérile. Le semis a été effectué dans un plateau à alvéoles contenant le terreau. Au

stade quatre feuilles, les plants ont été traités puis transférés dans des tubes contenant la solution KNOP, juste après le traitement et pour une durée de 48 heures (Planche01).



Planche 1 : les plantules de la tomate stade 4 feuilles (originale2017)

I.2.2. Matériels fongique

Les deux isolats *Rhizoctonia solani* et *Botrytis cinerea* utilisées dans cette étude, nous ont été fournies par le laboratoire de protection des végétaux, (Université de Mostaganem). La ré identification macroscopique et microscopique des souches est effectuée après transfert des explants dans des boîtes de Pétri contenant le milieu PDA, incubé à 25°C pendant 7 jours.

I.2.3. Extraction:

I.2.3.1. Principe:

L'extraction est effectuée en utilisant le montage soxhlet (Fig.9), la poudre des sommités fleuries et des feuilles est pesée et placées dans une capsule cellulosique (cartouche), cette dernière est installée dans le réservoir de l'extracteur.

Au cours du premier cycle de l'extraction le solvant (méthanol) contenant la matière à extraire retourne dans le ballon par déversements successifs à travers le siphon situé dans le coude latéral. Après plusieurs cycles d'extraction en continu, l'extrait récupéré doit être concentré par évaporation à sec à une température de 60°C à l'aide d'un rotavapour (Fig.10), le résidu récupéré est solubilisé dans de l'acétone à raison de 1/10. L'extrait méthanoïque obtenu est conservé à 4°C et à l'obscurité.



Fig.9 : Montage du dispositif soxhlet **Fig10** : Montage du rotavapeur(original2017)



Planche :2 Les étapes de l'extraction par le dispositif Soxhlet(original2017)

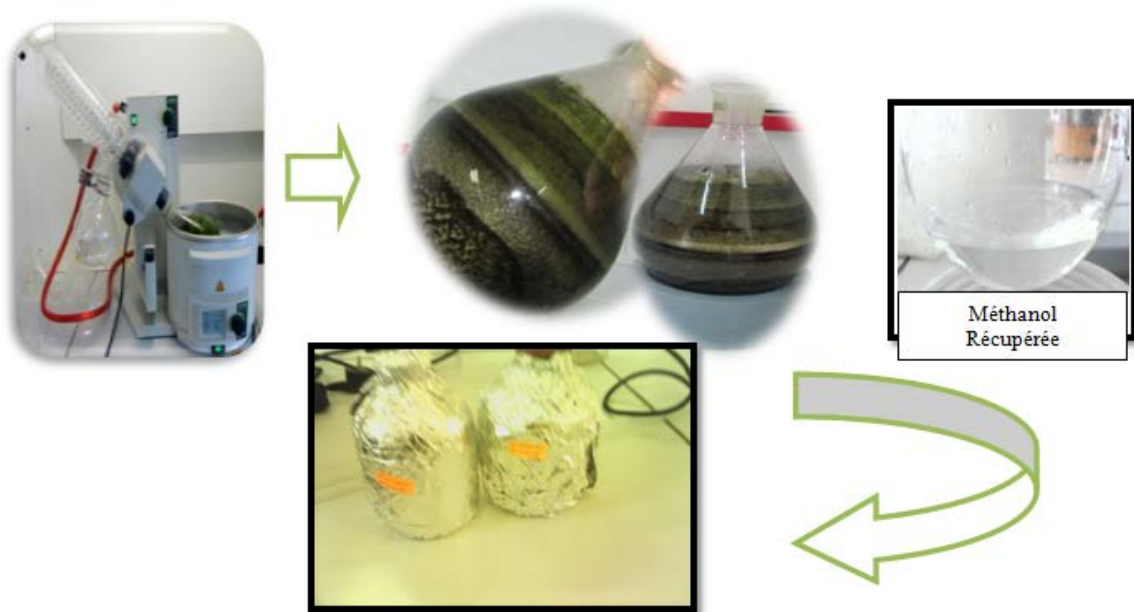


Planche :3 L'extrait concentré à l'aide d'un rotavapour. (originale2017)

I.2.3.2. Conservation de l'extrait méthanoïque:

L'extrait méthanoïque a été conservé dans des tubes protégés de la lumière par du papier aluminium et conservés à une température de 4 °C.

I.2.3.3. Préparation des dilutions de l'extrait méthanoïque:

Des dilutions de différentes concentrations de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de sauge ont été préparées afin de pouvoir tester leur effet antifongique. Pour ce faire nous avons obtenus les concentrations suivantes, 0% 20% 40% 60% 80% 100%



Fig.11: Les différentes concentrations de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de *Salvia officinalis* (originale2017)

I.2.4. Evaluation de l'activité antifongique "in vitro" de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de *Salvia officinalis* vis-à-vis des deux phytopathogènes

I.2.4.1. L'activité antifongique:

L'étude du pouvoir antifongique de l'extrait est évalué "in vitro", sur milieu P.D.A, (méthode de contact direct) vis-à-vis des deux isolats fongiques: *Rhizoctonia solani* et *Botrytis cinerea*.

1 ml de chaque dilution de l'extrait méthanoïque est ajouté aseptiquement à 15 ml de milieu de culture P.D.A. Après solidification, Des disques mycéliens de 5mm de diamètre, issues de jeunes cultures de *Rhizoctonia solani* et de *Botrytis* sont déposés au centre des boîtes. Trois répétitions sont effectuées pour chaque concentration 3 boîtes témoin (ne contenant pas d'extrait) sont retenus. Les boîtes sont ensuite incubées à 25°C pendant 7 jours.

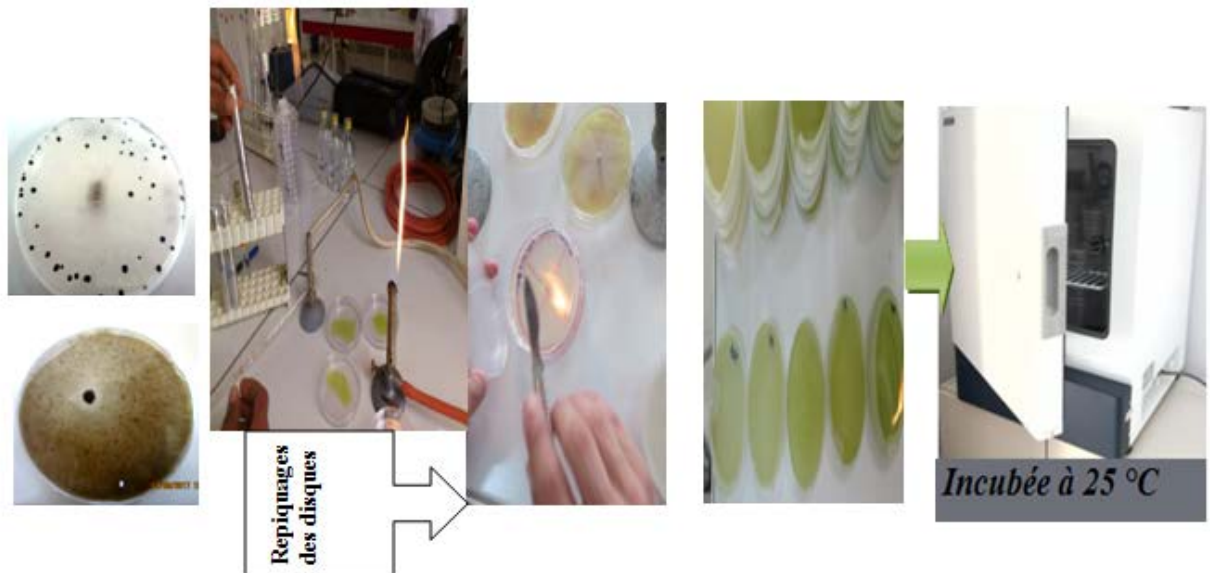


Planche4 : Test "in vitro" de l'activité antifongique de l'extrait méthanoïque de la sauge vis-à-vis de *Botrytis cinerea* et *Rhizoctonia solani*. (originale2017)

I.2.4.2. Evaluation de la croissance mycélienne et du taux d'inhibition:

La technique utilisée est celle décrite par Brewer (1960) ; celle-ci consiste à mesurer la croissance linéaire et diamétrale en utilisant la formule suivante :

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

Où :

L : croissance mycélienne ;

D : diamètre de la colonie ;

d: diamètre de l'explant.

Le taux d'inhibition de la croissance est évaluée par le pourcentage de réduction de la croissance mycélienne, par rapport au témoin, calculée par la formule de Doumbouya *et al.*, (2012).

$$T I\% = [(D_T - D) / D_T] \times 100$$

Où:

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

D_T : diamètre moyenne de la croissance mycélienne du champignon (en cm) dans la boîte de Pétri sans extrait (témoin).

D : diamètre moyenne de la croissance mycélienne du champignon dans la boîte Pétri qui contient la dilution préparée.

I.2.4.3. Evaluation du pourcentage d'inhibition de la sporulation :

Selon Hassikou *et al* (2002), trois rondelles de 5 mm de diamètre sont découpées à l'aide d'une pipette pasteur des cultures âgées de 14 jours et ayant servi à la croissance mycélienne. Elles sont placées dans un tube à vis contenant 1ml d'eau distillée stérile. Les tubes sont agités au vortex pendant 30 secondes, ce qui permet le détachement des spores des conidiophores.

Le comptage du nombre total de spores est effectué à l'aide de la cellule de Mallassez à raison de 3 comptages par suspension et par concentration de l'extrait de sauge testé. Les valeurs sont exprimées en nombre de spores par unité de volume en ml.

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

$$P I s\% = [(N_0 - N_c) / N_0] \times 100$$

Ou:

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

N₀ : nombre de spores estimées chez le témoin.

N_c : nombre de spores estimées en présence de l'extrait

1.2.5. Evaluation de l'activité antifongique "in vivo" de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de *Salvia officinalis* vis-à-vis des deux phytopathogènes

1.2.5.1. Traitement préventif des plantules par l'extrait méthanoïque des fleurs et feuilles de la sauge :

Les plantules ont été trempées dans des béciers contenant 3 doses de l'extrait méthanoïque, des feuilles et fleurs de la sauge (20%, 60% et 80%) pendant 10min.

Les plantules (témoins) ont été trempées dans des béciers contenant: l'eau, et d'autre de l'acetone à 70% pendant 10min.

les plantules ont été transférées après le traitement préventif dans des tubes contenant la solution de KNOP pendant 48heures (Alvarez *et al.*, 1995), pour minimisé le stress des plantules traitées, avant l'inoculation de l'agent phytopathogene.

Le traitement est réalisé avec trois répétitions pour chaque concentration.



Lavage des racines

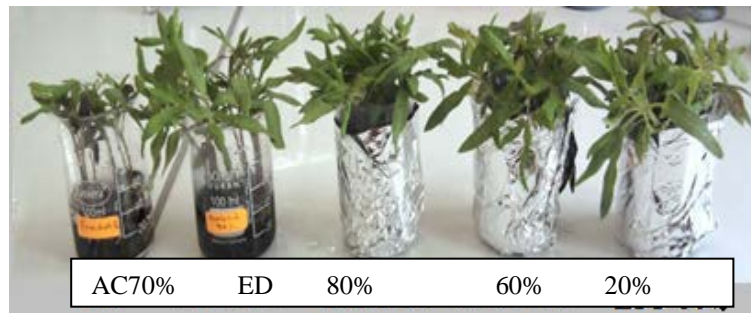


Planche 5 : Les étapes du traitement préventif sur plantules par trempage racinaire. (originale2017)

1.2.5.2 Inoculation des agents phytopathogènes:

Les spores des deux isolats ont été récoltées suite à l'ajout de 10 ml d'eau distillée stérile dans les boîtes de Pétri contenant des cultures de *Rhizoctonia solani* et *Botrytis cinerea* âgées de deux semaines. Ces colonies sont grattées et filtrées sur mousseline. La densité des suspensions conidiennes sont ajustée à 10^6 spores/ml à l'aide d'une cellule de Malassez. (Mouaragadja et M'Batchi., 1998).

Les plants ont été inoculés au stade 5 feuilles par :

Trempage des racines de tomate dans la suspension conidienne de *Rhizoctonia solani* pendant 10 min.

Et pulvérisation de la suspension conidienne de *Botrytis cinerea*.

Des témoins inoculés non traité et d'autres témoins sains sont réalisées (Planche06).

La lecture finale des symptômes est réalisée 30 jours après l'inoculation des plants. (Woo et *al.*, 1996).

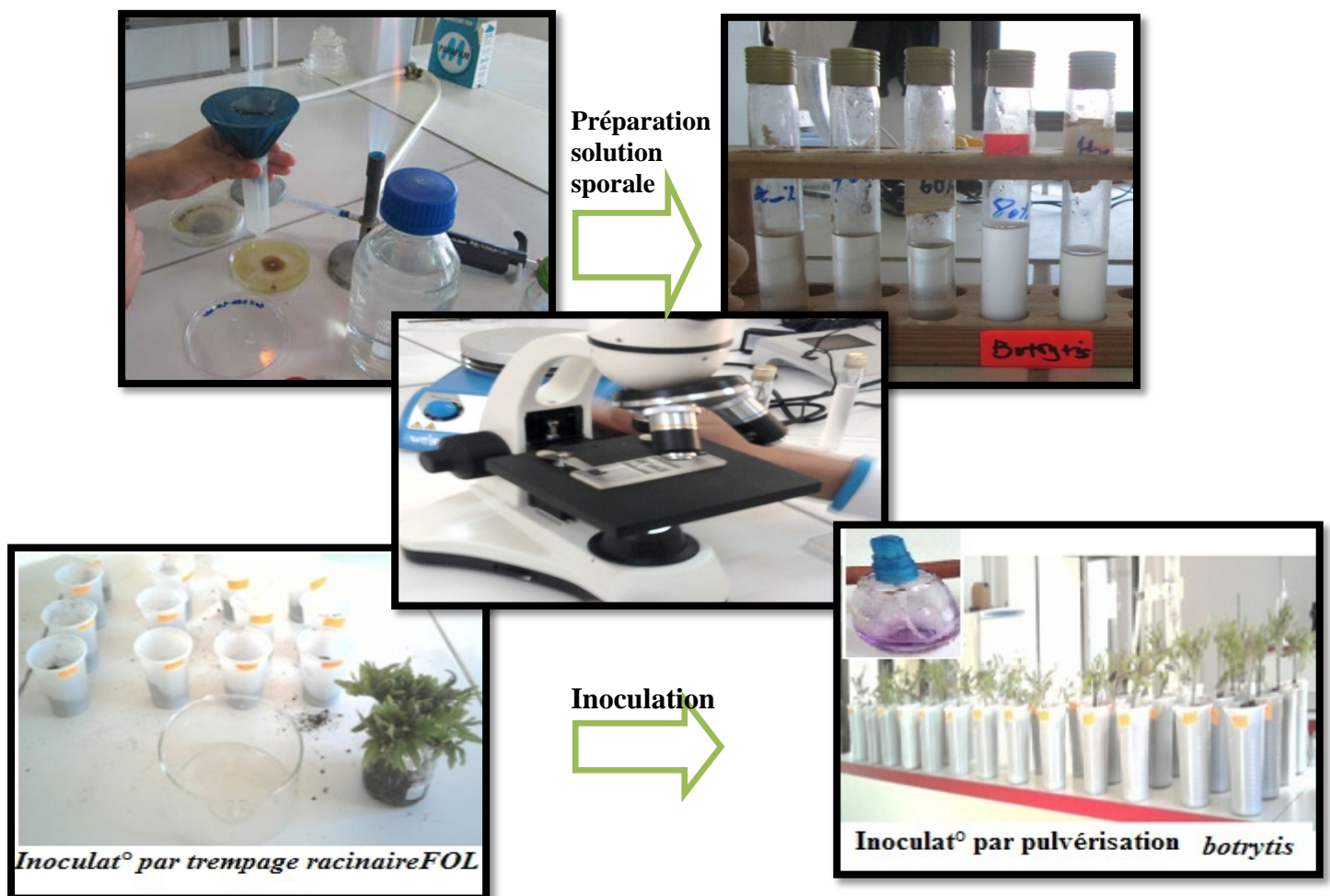


Planche 6 : Les différentes étapes de l'inoculation des agents phytopathogènes

I.2.5.3. L'incidence de la maladie (%)

L'évaluation des symptômes est réalisée 30 jours après inoculation des plantules (Woo *et al.*, 1996) en se basant sur une échelle de notation de symptômes proposée par Vakalounakis et Fragkiadakis (1999) et qui comprend quatre valeurs allant de 0 à 3 :

0 : plante saine ;

1 : léger jaunissement, légère pourriture du pivot et des racines secondaires et pourriture du collet ;

2 : jaunissement important des feuilles avec ou sans flétrissement, rabougrissement des plantes, pourriture sévère du pivot et des racines secondaires, pourriture importante du collet et brunissement des vaisseaux de la tige ;

3 : mortalité totale de la plante.

L'incidence de la maladie (%) est calculée en utilisant la formule suivante (Song *et al.*, 2004) :

$$\frac{(\sum \text{Valeurs} \times \text{Nombre de plants infectés})}{(\text{La valeur la plus élevée} \times \text{Nombre total des plants})} \times 100$$

II- Résultats et interprétations (*in vivo*)

II.1. Rendement

Une quantité suffisante a été récupérée (poids total de l'extrait méthanoïque sec est égale à 25.5g)



Fig.12. L'extrait Récupéré après L'extraction. (originale2017)

II.2. Identification des souches fongiques:

II.2.1 Identification de *Rhizoctonia solani* par les caractères morphologiques

A. Étude de l'aspect macroscopique :

La figure13 représente la colonie de *Rhizoctonia solani*. Cette dernière est de couleur brune, à croissance rapide.



Fig.13. Aspect macroscopique du *Rhizoctonia solani* sur le milieu PDA. (originale2017)

B. Étude de l'aspect macroscopique

L'observation microscopique laisse apparaître un mycélium abondant, de couleur brunâtre à brun foncé. Il est constitué d'hyphes de couleur grisâtre relativement épais. (Figure14)

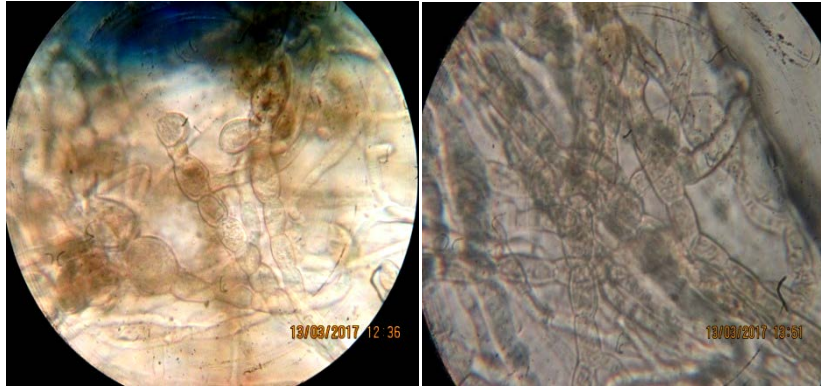


Fig.14: Aspect microscopique du *Rhizoctonia solani* X100 (originale2017)

II.2.2. Identification du *Botrytis cinerea* par les caractères morphologiques

A. Étude de l'aspect macroscopique:

La colonie, montre un mycélium comprenant des filaments articulés, grisâtres, cylindriques, quelquefois vésiculeux au niveau de la cloison médiane, Lorsque le mycélium est au stade de fructification, il produit des touffes de conidiophores grisâtres et parfois une prolifération mycélienne blanche qui correspond à l'élongation d'hyphes grêles, hyalins qui se répandent sous forme de "toile" (Viennot-Bourgin., 1965).



Fig.15. Aspect macroscopique du *b.cinerea* sur le milieu PDA. (Originale2017).

B. Étude de l'aspect microscopique:

Les observations microscopiques ont montré la présence des conidies aux différents stades de développement



Fig.16 Aspect microscopique de *Botrytis cinerea*.X100 (originale2017)

II.3.Evaluation de l'activité antifongique "in vitro" de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de *Salvia officinalis* vis-à-vis des deux phytopathogènes

L'analyse des résultats des tests antifongiques réalisés "in vitro", montre une efficacité remarquable vis-à-vis des isolats étudiés. On a remarqué une sensibilité très élevée de *Botrytis* vis-à-vis les différentes concentrations de l'extrait méthanoïque. des feuilles et fleurs de la sauge

II.3.1.Evaluation de l'activité antifongique "in vitro" de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de *Salvia officinalis* vis-à-vis de *Botrytis cinerea*

II.3.1.1. Effet de l'extrait méthanoïque sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*:

La figure 19, représente la vitesse de croissance mycélienne de *Botrytis cinerea* sous l'influence de différentes concentrations de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de *Salvia officinalis*. Elle démontre que la croissance mycélienne diminue avec l'augmentation des concentrations de l'extrait de sauge.

La figure18, elle montre les taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*, il en ressort que l'extrait méthanoïque a réussi à inhiber significativement la croissance mycélienne de *Botrytis cinerae*, proportionnellement à l'augmentation de la dose.

En effet, même les plus faibles concentrations; ont présentées une inhibition très importante de la croissance. Aucune inhibition n'a été observée sur les boîtes témoins. Par contre, une inhibition non négligeable a été notée sur le témoin positif, ce qui exhibe l'effet toxique de l'acétone sur l'isolat fongique.

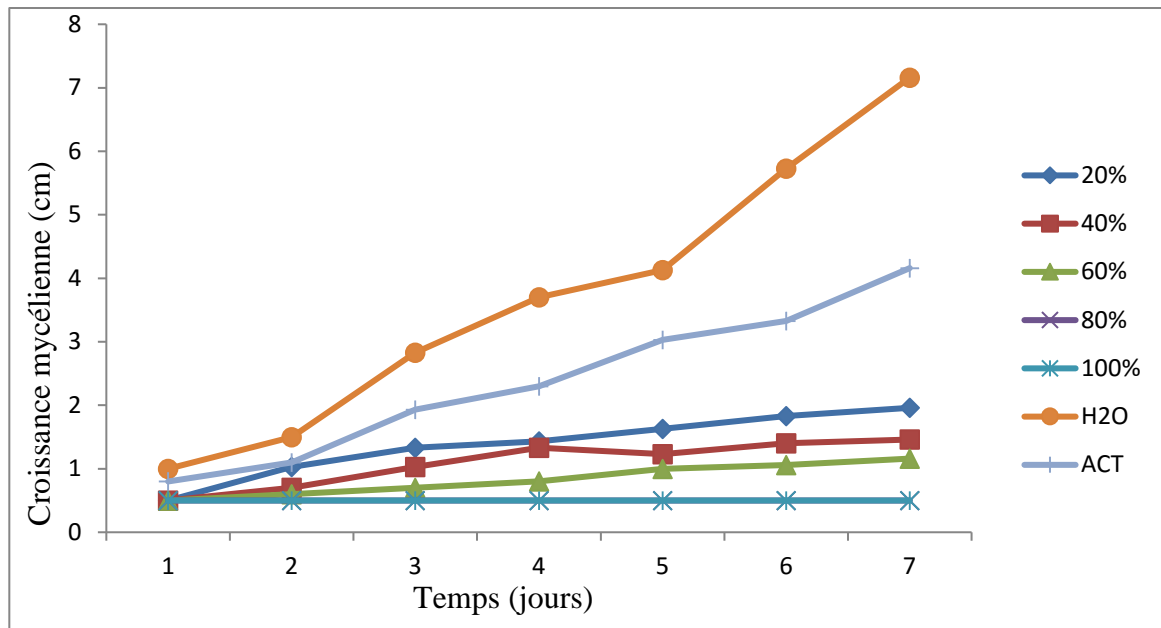


Fig.17 : Effet de l'extrait de la sauge sur la croissance mycélienne de *B. cinerea*

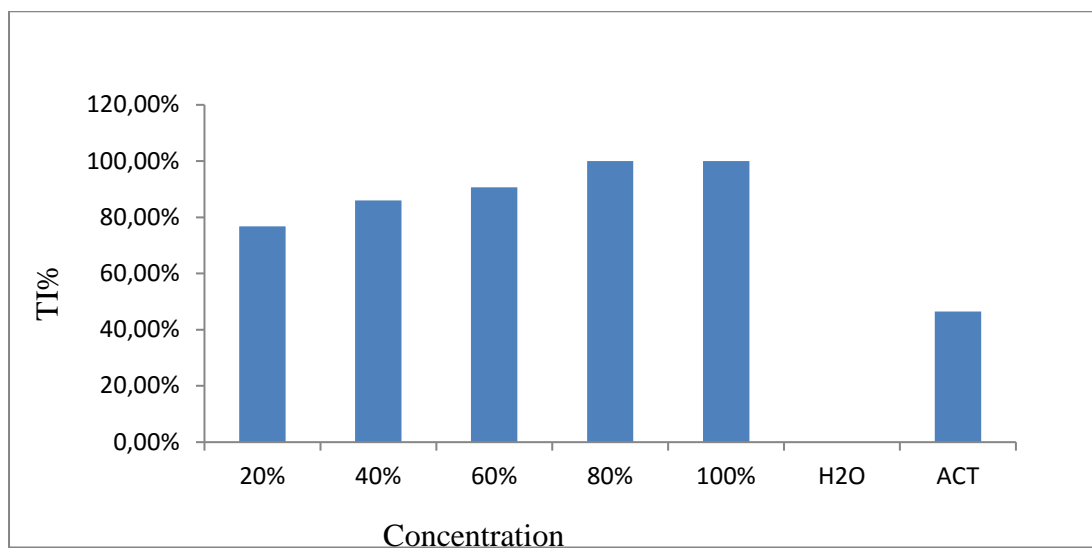


Fig.18: Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *B.cinerea*. sous l'effet de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de *Salvia officinalis*

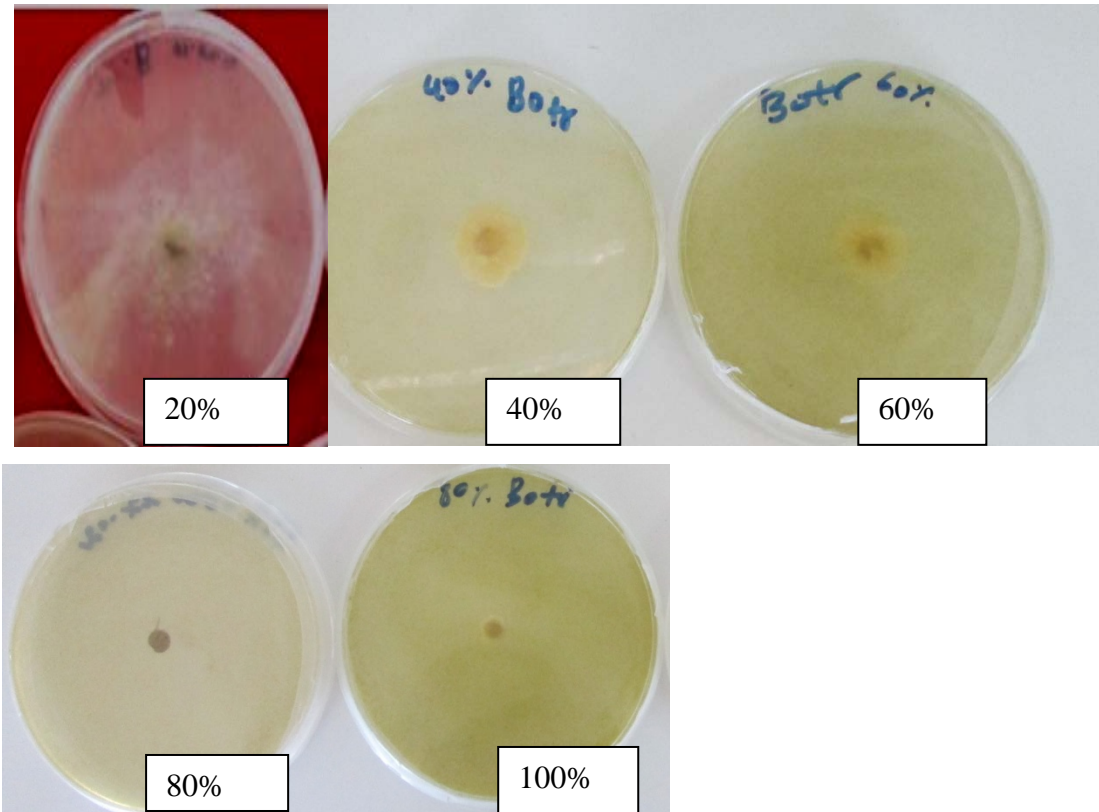


Fig.19: Activité antifongique de l'extrait méthanoïque de *Salvia officinalis* sur *Botrytis cinerea*. (originale2017)

II.3.1.2. Effet de l'extrait méthanoïque sur la sporulation de *B.cinerea*.

D'après les résultats obtenus (fig20), on remarque que l'inhibition de l'isolat de *B.cinerea* est proportionnelle à la concentration. En effet, plus la concentration augmente, plus l'effet inhibiteur est plus important. Une inhibition totale de la sporulation est remarquée aux doses de 80% et 100%.

Ce test met en évidence, la sensibilité très marquée de l'isolat de *Botrytis*, qui a été inhiber par les plus faibles concentrations.

Selon Weinder-Borner et *al*, (1990). Les polyphénols ont une activité antifongique élevée sur la croissance et la sporulation.

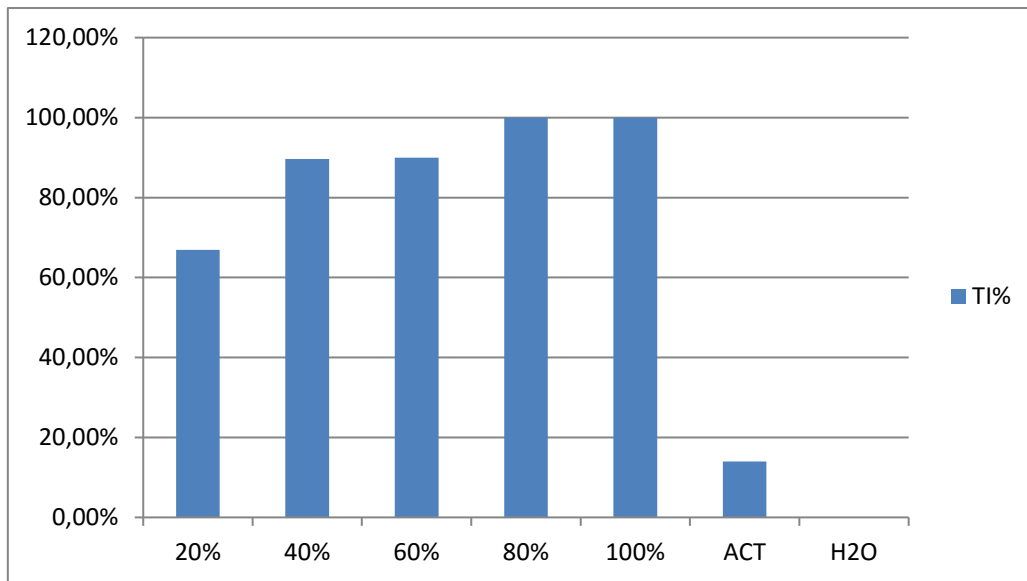


Fig.20. Taux d'inhibition de la sporulation de *B.cinerea*. sous l'effet de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de *Salvia officinalis*

II.3.2.Evaluation de l'activité antifongique "in vitro" de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de *Salvia officinalis* vis-à-vis de *Rhizoctonia solani*

II.3.2.1. Effet de l'extrait méthanoïque sur la croissance mycélienne de *R.solani*

D'après les figures (Fig.21. et 22), On remarque que l'inhibition de la croissance mycélienne de la souche *Rhizoctonia solani* est proportionnelle aux concentrations de l'extrait étudié. Il est clair que le développement mycélien du champignon ralentit, lorsque les concentrations de l'extrait augmentent.

D'autre part, on remarque que, comparativement au témoin cet extrait a démontré une réelle efficacité à ralentir le développement mycélien.

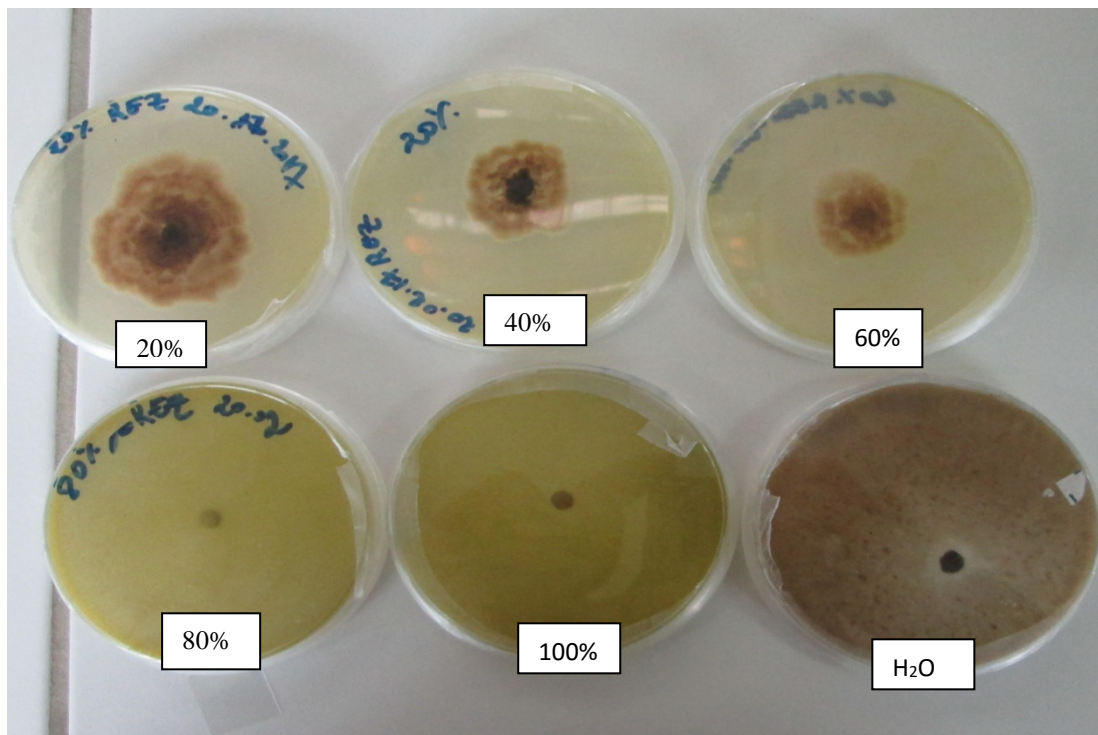


Fig.21: Activité antifongique de l'extrait méthanoïque de *Salvia officinalis* sur la croissance de *Rhizoctonia solani*(originale2017)

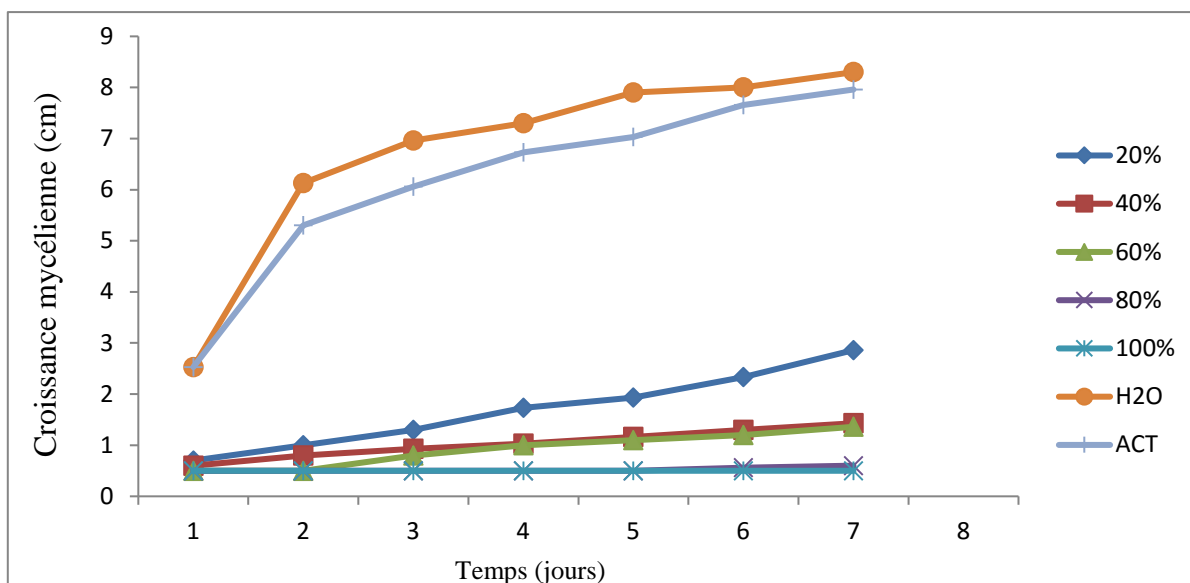


Fig22. Effet de l'extrait de la sauge sur la croissance mycélienne de *Rhizoctonia solani*.

La figure 23, illustre les taux d'inhibition de l'extrait méthanoïque des fleurs et feuilles de *Salvia officinalis* vis-à-vis de la croissance mycélienne de *Rhizoctonia solani*. Elle démontre clairement l'action inhibitrice de l'extrait sur la croissance de ce champignon avec des taux dépassant les 60 % pour la plus faible concentration (20%), l'inhibition totale a été obtenue avec la concentration 80% et l'extrait pure (100%).

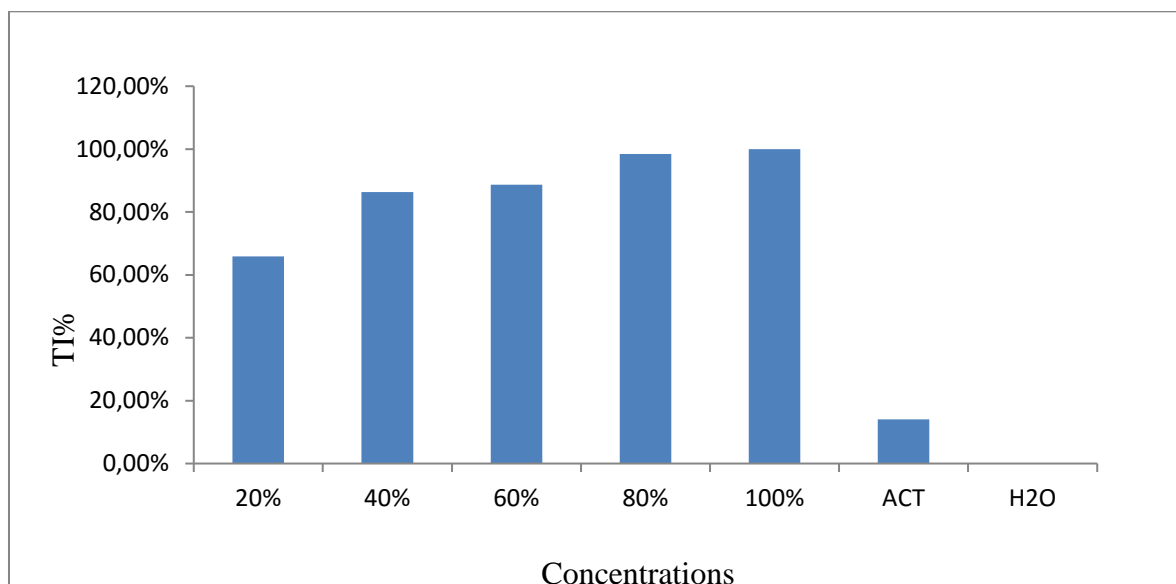


Fig.23. Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Rhizoctonia solani*

III Efficacité biofongicide "*in vivo*" de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de *Salvia officinalis*

III.1 L'effet de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de *Salvia officinalis* sur l'agressivité de *Rhizoctonia solani* :

La planche 07, montre qu'un traitement préventif appliqué par trempage des racines avec les différentes concentrations de l'extrait méthanoïque donne une efficacité très appréciée contre *R.solani*, un jaunissement léger est observé chez les plantules traité par la concentration 20% après 20 jours. On remarque également que les plantules traitées par l'extrait méthanoïque à 60% et 80% ont présentée une résistance totale. Par contre les plantules non traités avec l'extrait, après 20 jour d'inoculations avec *R. solani* montre une sensibilité accrue (mort de plantule). On observe une nette différence entre le tissu sain et le tissu malade.

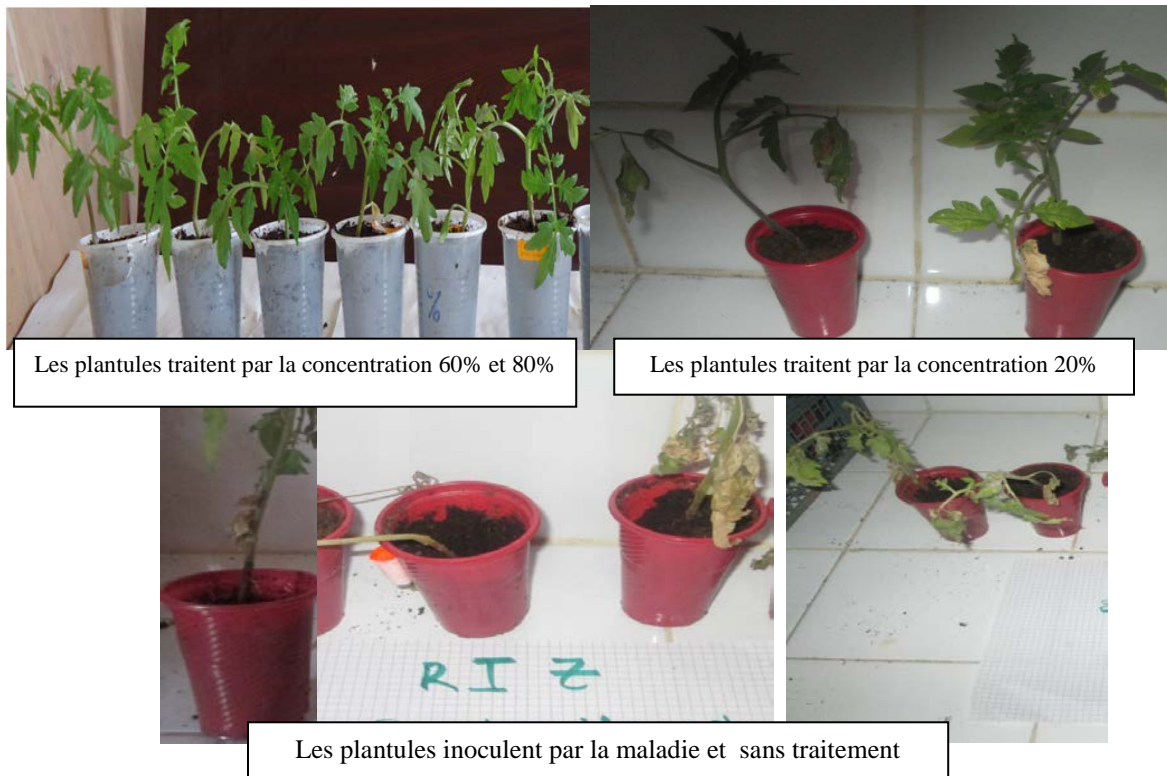


Planche 07: Effet des différents traitements à base de l'extrait méthanoïque de la sauge sur *Rhizoctonia solani*. (originale2017)

III.4.2. L'effet de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de la *Salvia officinalis* sur l'agressivité de *Botrytis cinerea* :

Les plantules inoculées par *Botrytis cinerea*, démontre après 20 jours de l'inoculation, une résistance remarquable chez l'ensemble des plantules traitées (planche08), d'autre part, on observe chez les plantules non traitées, après deux semaines de l'inoculation l'apparition des symptômes sur les feuilles; des taches, des jaunissements et enfin la mort de la plantule.

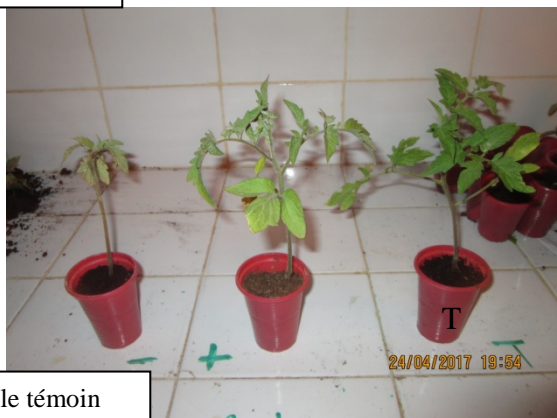
Selon Van Loon et *al.* (2006), suite à l'infection d'une plante par un agent pathogène, divers composés de défenses peuvent être synthétisés. Mais Lateur (2002), a confirmé qu'un traitement à base des extraits naturels, peut activer d'autres mécanismes de défense chez la plante, tel qu'un renforcement des parois cellulaires à la suite de dépôts de lignine ou bien synthèse de protéine de défense.



Sans traitement



Plantules traitées



Comparaison avec le témoin



Témoins

Planche 08: Effet de différents traitements à base de extrait de sauge sur plantules de tomate inoculé par *B. cinerea* (originale2017)

III .4.3 Notation des symptômes

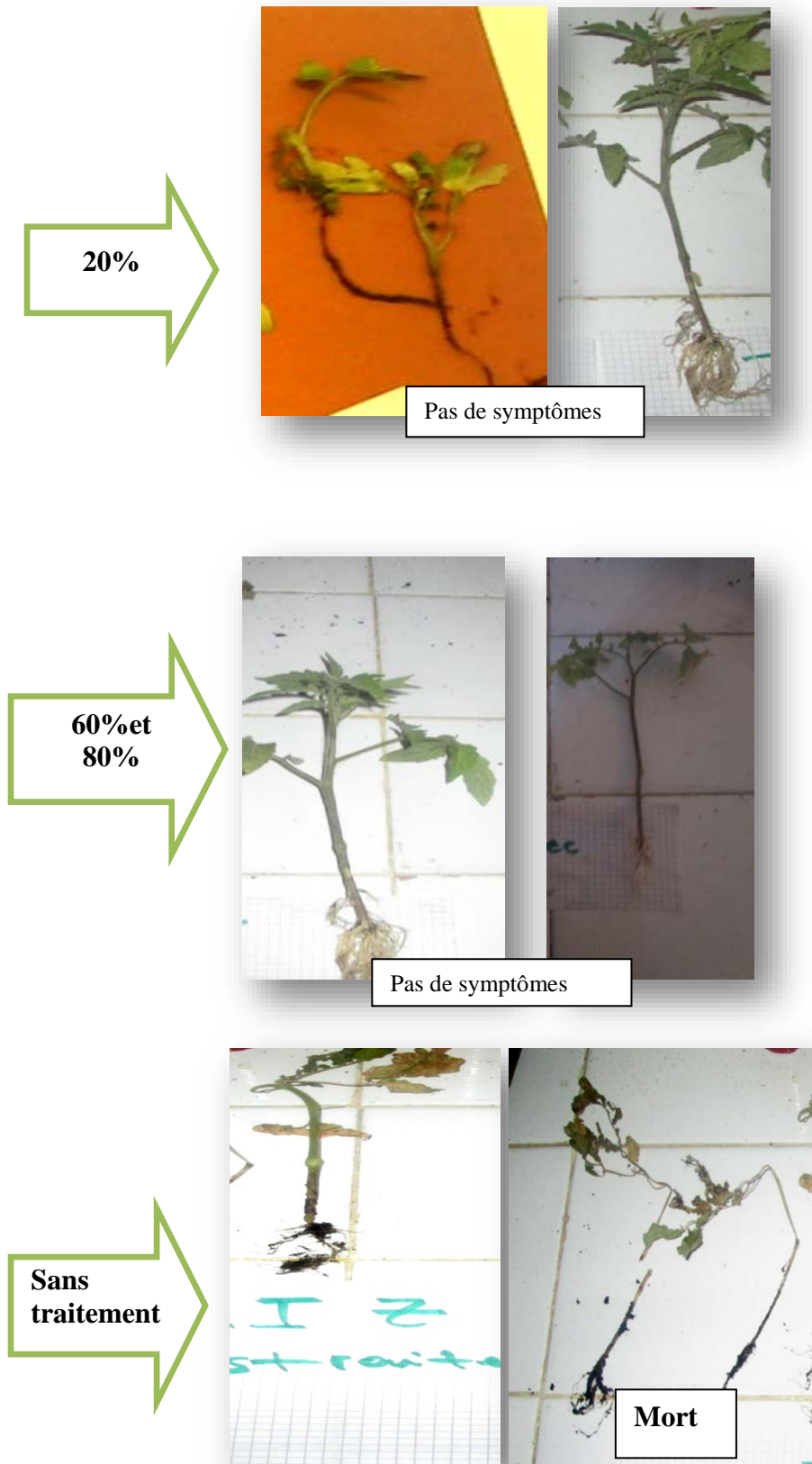




Planche09 : Notation des symptômes sur plants traités par l'extrait méthanoïque et inoculé par *R. solani*. (originale2017)

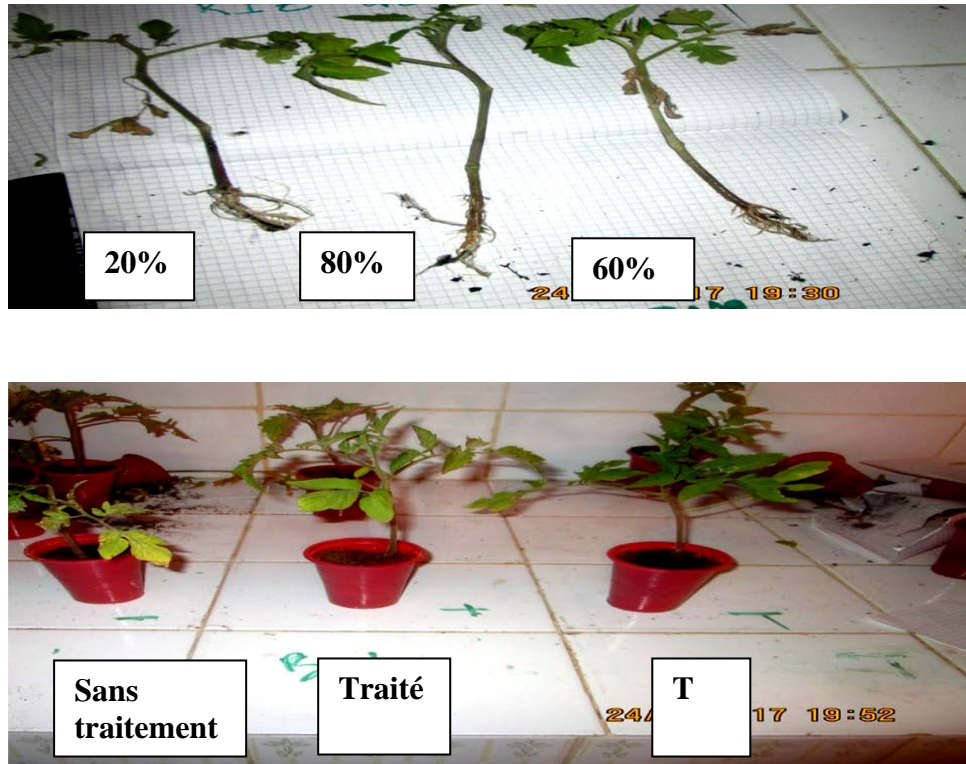


Planche10 : Planche09 : Notation des symptômes sur plants traités par l'extrait méthanoïque et inoculé par *Botrytis cinerea* (originale2017)

Tableau04 : degré d'attaque de deux souches étudiées vis-à-vis trois traitement appliqué sur tomate

isolat inoculé	Traitement appliqué	Indice de maladie	Signification
<i>R .solani</i>	20%	2.73	Moyennement Résistante
	60%	1.01	Résistante
	80%	1.01	Résistante
<i>B. cinerea</i>	20%	1.06	Résistante
	60%	1	Résistante
	80%	1	Résistante

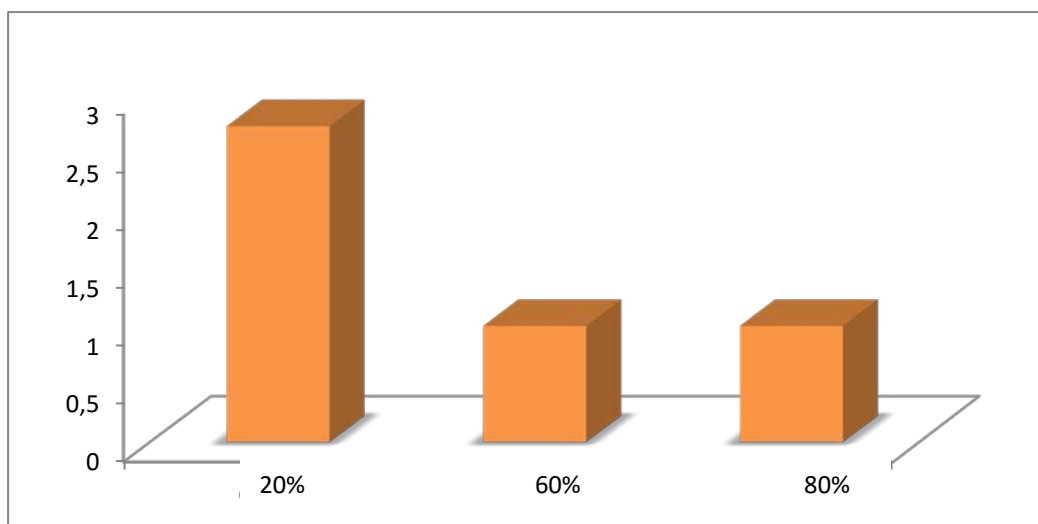


Fig.24 : Degrés d'attaque de *B. cinerea* sur plants de tomate traités par l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de *Salvia officinalis*

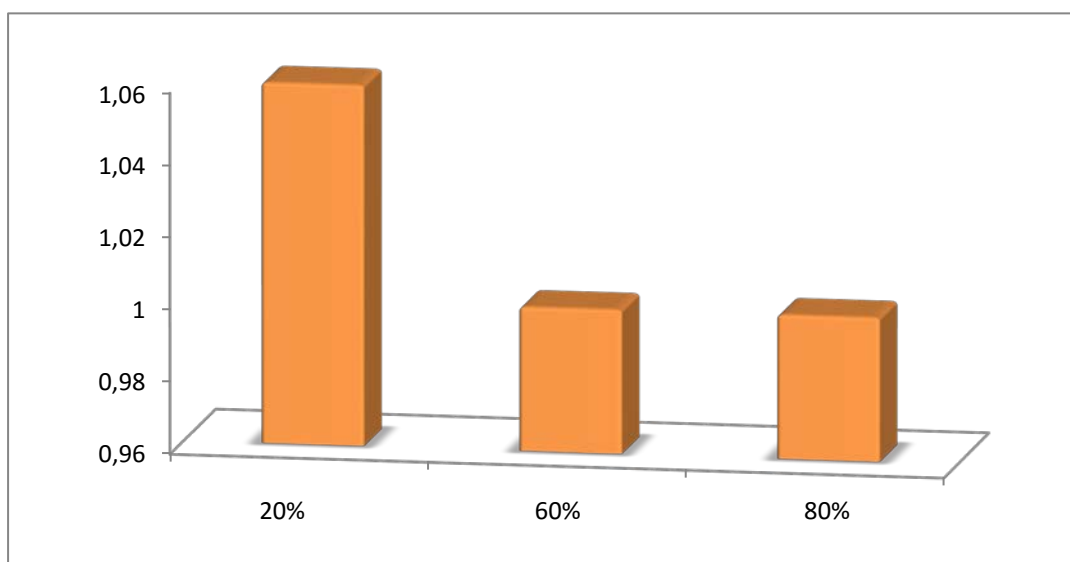


Fig.25 : Degrés d'attaque de *R. solani* sur plants de tomate traités par l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de *Salvia officinalis*

Les indices de maladie calculés, nous ont permis de classer les différents traitements utilisés en sensible ou résistant. On remarque, que les plantules qui sont traitée par l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs, ce sont montré résistants vis-à-vis des deux isolats étudiées, en l'occurrence *R. solani* et *B. cinerea* avec une meilleure efficacité vis-à-vis de *B. cinerea*

Discussion :

L'étude de la croissance mycélienne des isolats fongiques testés (*Rhizoctonia solani* et *Botrytis cinerea*) en présence de l'extrait méthanoïque des feuilles et des fleurs de *Salvia officinalis*, montre une diminution de la croissance mycélienne synchronisée avec l'augmentation de la concentration de l'extrait. De même sous l'effet de l'extrait on remarque que plus la concentration augmente, l'inhibition est importante par rapports aux témoins. Ces résultats montrent clairement que les trois paramètres étudiés (la croissance mycélienne, taux d'inhibition et la sporulation) sont fortement influencées 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.

Les composés chimiques qui présente la plus grande efficacité et à plus large spectre sont les phénols (Dorman et Deans, 2000, Franchomme, Pénéol et al., 1990).

Selon Arras et al. (2001) et De Billerbeck et al. (2001), les phénols provoquent contre les champignons plusieurs dégâts tels que des perturbations morphologiques des hyphes mycéliens, la rupture de la membrane plasmique et l'altération de la structure des mitochondries.

Les traitements "in vivo" appliqués sur plantules de tomates ont démontré l'efficacité de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de *Salvia officinalis* à réduire significativement l'agressivité des deux agents phytopathogènes étudiés. Une résistance plus importante a été remarquée chez les plantules de tomate traitées par l'extrait de sauge et inoculé par *B. cinerea*.

Lateur (2002), a confirmé qu'un traitement à base des extraits naturels peut activer des mécanismes de défense chez la plante, tel que la synthèse de protéine de défense.

Cette étude a permis de dévoiler l'efficacité inhibitrice de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de sauge vis-à-vis de deux isolats testés *Rhizoctonia solani* et *Botrytis cinerea*.

L'évaluation "*in vitro*" de l'efficacité antifongique de l'extrait méthanoïque des feuilles et fleurs de sauge, montre que cette dernière exerce une réduction importante de la croissance qui est proportionnelle avec la concentration. On note également que la concentration de 80% a réussi à inhiber complètement la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea* et *Rhizoctonia solani*, elle est de ce fait la CMI. Mais Nous avons remarqué que les autres concentrations (20, 40 et 60%) ont inhibé significativement la croissance des deux isolats avec des taux dépassant les 60%.

L'étude de l'efficacité antifongique "*in vivo*" de l'extrait méthanoïque de la sauge sur l'agressivité des deux isolats étudiés, révèle, l'efficacité de cet extrait à diminué l'incidence des deux maladies sur les plants de tomate inoculés et traités. De plus, le traitement des plantules de tomate par cet extrait l'extrait a engendré une amélioration de la croissance végétative de ces derniers

Ces résultats sont très encourageants quant à la possibilité d'utiliser ces composés comme moyen de lutte biologique contre ces deux maladies, pour éviter le traitement par les pesticides chimique dont l'utilisation présente des effets néfastes pour l'homme et l'environnement.

Références bibliographiques

- ABDELGUERFI A., et al., 2005** : Utilisation des engrais par culture en Algérie. FAO. Rome, 43p.
- ARRAS G., et USAI M. (2001)**. Fungi toxic activity of 12 essential oils against four postharvest *Citrus* pathogens: chemical analysis of *Thymus capitatus* oil and its effect in sub atmospheric pressure conditions. *J. Food Prot.*, (64), P: 1025-1029.
- BARAKA. 2001** : 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
- BAUTISTA-BANOS, S., HERNANDEZ-LAUZARDO, A.N., VELAZQUEZ-DEL VALLE, M.G., HERNANDEZ-LOPEZ, M., BARKA, E.A., BOSQUEZ-MOLINA, E., AND WILSON, C.L. 2006**. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection* 25: 108-118.
- BEEVER, R., and WEEDS, P. 2004**. Taxonomy and genetic variation of *Botrytis* and *Botryotinia*, p. 29-52, in: *Botrytis: biology, pathology and control*. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen, eds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- BENCHALAL., 1983**. Généralités sur la tomate, production végétale, production céréalière et fourragère. *Aurès agronome*. pp2-6
- BENTVELSEN C.L.M., 1980**. Réponse des rendements à l'eau. Ed. Dunod. 235p.
- BERNARD BOULLARD, 2001**. les Plantes médicinales du monde : réalités et croyances (Paris :Estem). Compounds. *Plant Pathology* 55. Botanique de France (6 paraître).
- BERNARD, J.L., and BUGARET, Y. 2002**. Prophylaxie et mesures indirectes: clarifier les définitions pour mieux mettre en oeuvre la protection. *Phytoma-La Défense des Végétaux* 549: 14-19.
- BILLERBECK V.G., (2001)**. Effects of *Cymbopogon nardus* (L.) W. Watson essential oil on the growth and morphogenesis of *Aspergillus niger*. *Can. J. Microbiol.*, (47), P: 9-17.
- BLAKEMAN, J.P. 1975**. Germination of *Botrytis cinerea* conidia *in vitro* in relation to nutrient conditions on leaf surfaces. *Transactions of the British Mycological Society* 65: 239-247.
- BLAKEMAN, J.P. 1980**. Behaviour of conidia on aerial plant surfaces, p. 115-151, in: *The biology of Botrytis*. J. R. Coley-smith, K. Verhoeff and W. R. Jarvis, eds. Academic Press, London, UK.

Références bibliographiques

- BOLLEN, G.J., and SCHOLTEN, G. 1971.** Acquired resistance to benomyl and some other systemic fungicides in a strain of *Botrytis cinerea* in cyclamen. *European Journal of Plant Pathology* 77: 83-90.
- Botryotinia fuckeliana*, teleomorph of *Botrytis cinerea*. *Journal of General Microbiology* 134: 2543-2550.
- BREWER D. (1960).** Studies in *Asochyta pisi*. Canadian journal de la végétale philosophie mathématique. Classique Hachette.
- BRUNEL, E., and FOURNET, S. 2002.** Protection biologique et intégrée contre la mouche du chou (*Delia radicum* L.): de la recherche fondamentale à l'expérimentation de plein champs, pp. 276-282. 2ème conférence internationale sur les moyens alternatifs de lutte contre les organismes nuisibles aux végétaux Lille, France, 2002/03/4-7.
- BUDDEMEYER, J., PETERSEN, J., 2004.** Integrated control of crown and root rot *Rhizoctonia solani* – Influence of cropping techniques. In: Proceedings of the 67th IIRB Congress, February 2004, Brussels (B). pp. 257-263.
- BÜTTNER, G., PFÄHLER, B., PETERSEN, J., 2003.** Rhizoctonia root rot in Europe – Incidence, economic importance and concept for integrated control. In: Proceedings of the 1st joint IIRB-ASSBT Congress, 26th February 2003, San Antonio (USA). pp. 897-901.
- CARLEN, C., FABY, R., KARJALAINEN, R., POMMIER, J.J., and STEFFEK, R. 2003.** Control of air borne diseases in strawberries with natural and synthetic elicitors. *Acta Horticulturae* 649: 237-240.
- CHALES-MARIE MASSIAEN ; FABIENNE MESSIAEN-PAGOTTO, 2010.** Le potager familial méditerranéen. Guide pratique. Versailles : Quae.
- CHAUX C.L. et FOURY C.L., 1994.** Cultures légumières et maraichères. Tome III : légumineuses potagères, légumes fruit .Tec et Doc Lavoisier, Paris. 563p.
- CLARK, C.A., and 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.
- COLEY- SMITH J.R., K. VERHOEFF et W.R. JARVIS.1980.** The Biology of Botrytis, Ed. Academic Press, London
- COLEY-SMITH, J.R., and COOKE, R.C. 1971.** Survival and germination of fungal sclerotia. *Annual Review of Phytopathology* 9: 65-92.
- controlling pathogenicity in *Botryotinia fuckeliana* (De Bary) Whetz (*Botrytis cinerea* Pers). *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 54 :13- 35.

Références bibliographiques

- COOK, R.J., and BARKER, K.F. 1984.** The nature and practice of biological control of plant pathogens, APS Press, St. Paul, MN, p. 539.
- CORBAZ, R. 1993.** Résistance aux fongicides de *Botrytis cinerea* isolé de cultures maraichères. Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture 24: 233-236.
- CORBINEAU F. et CORE A., 2006.** Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules. Ed .Tec et Doc. Lavoisier. 226p
- CRONQUIST A., 1981.** An integrated system of classification of following plants.ColombiaUniversity. 1256p.
- DAUGAARD, H., SORENSEN, L., and 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.
- 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
- DIK, A.J., and WUBBEN, J.P. 2004.** Epidemiology of *Botrytis cinerea* diseases in greenhouses, p. 319-331, in: *Botrytis: biology, pathology and control*. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen, eds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- DJERROUMI A., ET NACEF M. 2004.** 100 plantes médicinales d'Algérie. Ed Palais du livre. P 135 -131.
- DOORENBOS J., 1975.** Bulletin FAO d'irrigation et de drainage. Station Agro-météorologie. 20p.
- DORE C. et VAROQUAUX F., 2006.** Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Ed. INRA, Paris. 698p.
- DORE C. et VAROQUAUX F., 2006.** Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Ed. INRA, Paris. 698p.
- DORMAN H.J.D. et DEANS S.G. (2000).** Antimicrobial agents from plants: antimicrobial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.*, (88), P: 308-316.
- DOUMBOUYA M., ABO K., LEPENGUE A.N., CAMARA B., KANKO K., AIDARA D., KONE D. (2012).** Activités comparées *in vitro* de fongicides de synthèse et deux huiles essentielles, sur des champignons telluriques des cultures maraichères en cote d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 50. P: 3520-3532.
- 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.

Références bibliographiques

- ELAD, Y., and STEWART, A. 2004.** Microbial control of *Botrytis* spp, p. 223-241, in: *Botrytis: biology, pathology and control*. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen, eds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- ELAD, Y., and VOLPIN, H. 1993.** Reduced development of grey mould (*Botrytis cinerea*) in bean and tomato plants by calcium nutrition. *Journal of Phytopathology* 139: 146-156.
- ELMER, P.A.G., and MICHAILIDES, T.J. 2004.** Epidemiology of *Botrytis cinerea* in orchard and vine crops, p. 243-272, in: *Botrytis: biology, pathology and control*. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen, eds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- ERNEST SMALL, GRACE DEUTSCH ,2001.** Herbes culinaires pour nos jardins de pays froid,(Toronto),Ont : Ismant peony press.
- FARETRA, F., ANTONACCI, E., and POLLASTRO, S. 1988.** Sexual behaviour and mating system of
- FAVIER J., IRELAND-RIPERT J., TOQUE C., and FEINBERG M., 2003.** Répertoire Général des Aliments. Ed. Ciqual. pp40-48.
- GALLAIS A. et BANNEROT H., 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivés objectif et critères de sélection. INRA, Paris. 765p.
- GAUSSEN H., LEFOY J. et OZENDA P., 1982.** Précis de Botanique. Deuxième Ed. Masson, Paris. 172p.
- GULLINO, M.L. 1992.** Chemical control of *Botrytis* spp, p. 217-222, in: *Recent advances in Botrytis research*. K. Verhoeff, N. E. Malathrakakis and B. Williamson, eds. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, The Netherlands
- GUY GILLY, 2005.** Les plantes aromatiques et les huile essentielles à grasse, botanique.Pris ; Budapest ; Kinshasa : l'Harmattan.
- HASSIKOU R., HASSIKOU K., OUAZZAOUI TOUHAMI A et DOUIRA A. (2002).** Effet in vitro et in vivo de quelque fongicides sur *Curvularia lunata*. Actes Inst. Agron. Vet. Maroc. 22(4). P: 205-213.
- HELLER R., 1981.** Physiologie végétale. Tome I : nutrition. 2^{ème} Edition Masson.
- HOLZ, G., COERTZE, S., and WILLIAMSON, B. 2004.** The ecology of *Botrytis* on plant surfaces, p. 9-27, in: *Botrytis: biology, pathology and control*. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen, eds. Kluwer Academic Press, Dordrecht, The Netherlands.
- ITB, 2008.** Guide de culture de la betterave industrielle. pp. 62.

Références bibliographiques

- JARVIS, W.R. 1992.** Managing diseases in greenhouse crops. American Phytopathological Society, St Paul, MN, p. 288.
- KHORSI B., 1993.** Influence de quelques facteurs pédologiques et des équilibres ioniques sur la production et la composition de la tomate. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Tizi-Ouzou. 158p.
- KINET B., 1985.** Contrôle du développement de l'inflorescence de la tomate par les facteurs de l'environnement et les régulateurs de croissance. Rev, Hort, n°200. Pp30-36.
- KOLEV N., 1976.** Les cultures maraichères en Algérie .Tome I .Légumes fruits .Ed. Ministre de l'Agriculture et des Reformes Agricoles. 52p.
- KOSUGE, T., and HEWITT, W.B. 1964.** Exudates of grape berries and their effect on germination of conidia of *Botrytis cinerea*. Phytopathology 54: 167-172.
- 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.
- LATORRE, B.A., SPADARO, I., and RIOJA, M.E. 2002.** Occurrence of resistant strains of *Botrytis cinerea* to anilinopyrimidine fungicides in table grapes in Chile. Crop Protection 21: 957-961.
- LAUMONNIER R., 1979.** Cultures légumières et maraichère. Tome III. Ed. Bailliere, Paris. 279p.
- LEROUX, P., CHAPELAND, F., DESBROSSES, D., and GREDT, M. 1999.** Patterns of cross-resistance to fungicides in *Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*) isolates from french vineyards. Crop Protection 18: 687-697.
- LI, G.Q., HUANG, H.C., ACHARYA, S.N., and 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.
- LIMA, G., DE CURTIS, F., CASTORIA, R., PACIFICA, S., and DE CICCIO, V. 1998.** Additives and natural products against post harvest pathogens compatibility with antagonistic yeasts. Journal of Plant Pathology 80: 259.
- LONGARAY DELMARE A.P., IVETE T.M.P., LIANE A., LUCIANA A.S., et SERGIO E. 2007.** Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia officinalis* and *Salvia triloba* cultivated in south brazil. *Food chemistry.*, 100 : 603-608.
- LORBEER J. W. 1980.** Variations in *Botrytis* and *Botryotinia*. Pp.19- 30. In : The Biology of *Botrytis*. Coley- Smith J.R., K. Verhoeff, and W. R. Jarvis. Ed. Academic Press, London.

Références bibliographiques

In: Differential Induction of Grapevine Defenses by Two Strains of *Botrytis cinerea*. The American Phytopathological Society, Vol. 89(3), 1999.

LORBEER, J.W., SEYB, A.M., DE BOER, M., and VAN DEN ENDE, J.E. 2004. *Botrytis* species on bulb crops, p. 273-294, in: *Botrytis: biology, pathology and control*. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen, eds. Kluwer Academic Press, Dordrecht, The Netherlands

MAKSIMOVIC M., DANIJELA V., MLADEN M., MARIJA E.S., SABAHEETA A., ET SONJA S.Y. 2007. Effet of the environmental condition on essential oil profile in two dinaric *Salvia* species : *Salvia brachydon vandas* and *Salvia officinalis L.* *Biochemical Systematics and Ecology*. 35 : 473-478.

MARCUCCI, M.C. 1995. Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. *Apidologie* 26: 83-99.

MARTINEZ, F., DUBOS, B., and FERMAUD, M. 2005. The role of saprotrophy and virulence in the population dynamics of *Botrytis cinerea* in vineyards. *Phytopathology* 95: 692-700.

Messiaen C.M., Blancard D., Rouxel F. et Lafon R. (1991) - Les maladies des plantes maraichères. INRA. 552 p.

MOORMAN, G.W., and LEASE, R.J. 1992. Benzimidazole and dicarboximide resistant *Botrytis cinerea* from Pennsylvania greenhouses. *Plant Disease* 76: 477-480.

MOUARAGADJA I. & M'BATCHI B., (1998). Étude et identification de la pourriture de l'oseille de Guinée au Gabon. *Fruits*. (1). P: 57 - 68.

MOUARAGADJA I. et M'BATCHI B., (1998). Étude et identification de la pourriture de l'oseille de Guinée au Gabon. *Fruits*. (1). P: 57 - 68.

MOUHOUCHE B., 1983. Essai des rationnements de l'eau sur tomate, recherche de production optimale et valorisation de l'eau. Thèse de magistère I.N.A., Alger .170p.

MUNRO B. et SMALL E., 1997. Les légumes du Canada. Ed. Val. Morin, Québec, Canada. 436p

NAIKA S., DE JEUD J.V.L., DE JEFFAU M., HILMI M. et VANDAM B., 2005. La culture de tomate, production, transformation et commercialisation. Ed. Wageningen, Pays-Bas. 105p.

NICOT, P.C., and BAILLE, A. 1996. Integrated control of *Botrytis cinerea* on greenhouse tomatoes, p. 169-189, in: *Aerial plant surface microbiology*. C. E. Morris, P. C. Nicot and C. Nguyen-The, eds. Plenum Press, New York, USA.

Références bibliographiques

- NORDLUND, D.A. 1996.** Biological control, integrated pest management and conceptual models. *Biocontrol News and Information* 17: 35-44.
- OZCAN, M. 1999.** Antifungal properties of propolis. *Grasas y Aceites* 50: 395-398.
- PESSON P. et LOUVEAUX J., 1984.** Pollinisation et production végétales. Ed. INRA. 663p.
- PITCHAY, D.S., FRANTZ, J.M., LOCKE, J.C., KRAUSE, C.R., and 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
- POLESE J.M. ,2007.** La culture de la tomate. Ed Artémis .95p.
- RAEMAEEKERS R., 2001.** Agriculture en Afrique tropicale. Direction Générale de la Coopération Internationale (D-2001/02/0218/1).
- REY Y. et COSTES C., 1965.** La physiologie de la tomate, étude bibliographique. INRA .111p.
- Richard C. & Boivin G. (1994).** Sclérotiniose (pourriture blanche). Dans *Maladies et Ravageurs des Cultures Légumières au Canada*. Société d'Entomologie du Canada, Ottawa, p. 116.
- RICHARD, C., and BOIVIN, G. 1994.** Maladies et ravageurs des cultures légumières au Canada. Société canadienne de phytopathologie et Société entomologie, d' Canada, p. 590.
- Rimmer S. R., Shattuck V. I. & Buchwaldt L. (Eds) (2007).** Sclerotinia White Mold. Dans *Compendium of Brassica Diseases*. APS Press, The American Phytopathological Society, St-Paul, Minnesota. p. 43-47.
- SERGEEVA, V., NAIR, N.G., VERDANEGA, J.R., SHEN, C., BARCHIA, I., and SPOONER-HART, R. 2002.** First report of anilinopyrimidine-resistant phenotypes in *Botrytis cinerea* on grapevines in Australia. *Australasian Plant Pathology* 31: 299-300.
- SHIRAIISHI, M., FUKUTOMI, M., and AKAI, S. 1970.** Recovery of germinability of aged conidia of *Botrytis cinerea* Pers. by several saccharides. *Annals of the Phytopathological Society of Japan* 36: 297-303.
- THOMAS, C.S., and MAROIS, J.J. 1986.** Effect of wind and relative humidity on sporulation and external mycelium formation of *Botrytis* on grape. *Phytopathology* 76: 1114.
- TIEDEMANN, A. 1997.** Evidence for a primary role of active oxygen species in induction of host cell death during infection of bean leaves with *Botrytis cinerea*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 50: 151-166.
- TOSI, B., DONINI, A., ROMAGNOLI, C., and BRUNI, A. 1996.** Antimicrobial activity of some commercial extracts of propolis prepared with different solvents. *Phytotherapy Research* 10: 335-336.

Références bibliographiques

- TRIPATHI, P., and DUBEY, N.K. 2004.** Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 32: 235-245
- VAKALOUNAKISDJ., ET FRAGKIADAKIS GA.(1999).** Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* isolates from cucumber: differentiation by pathogenicity, vegetative compatibility and RAPD fingerprinting *Phytopathology* 89, p.161-168.
- VAN LOON, L.C. et VAN STRIEN, E.A. (1999)** The families of pathogenesis-related proteins, their activities, and comparative analysis of PR-1 type proteins. *Physiological and Molecular Pathology* (55). P: 85-97
- VANCON, S. 1992.** Fertilisation, croissance et sensibilité au *Botrytis cinerea* du *Sequoiadendron giganteum*. P.H.M. *Revue Horticole* 327: 13-20.
- VIENNOT-BOURGIN. (1965).** Encyclopédie mycologique XXVII. Lechevalier, Paris p350
- VIENNOT-BOURGIN. 1965.** Encyclopédie mycologique XXVII. Lechevalier, Paris 350 p.
- Villeneuve F. (1999)** – Légumes plein champ. Protection phytosanitaire respectueuse de l'environnement. Ctifl. 191 p.
- VOLPIN, H., and ELAD, Y. 1991.** Influence of calcium nutrition on susceptibility of rose flowers to *Botrytis* blight. *Phytopathology* 81: 1390-1394.
- WALKER, P., and CRANE, E. 1987.** Constituents of propolis. *Apidologie* 18: 327-334.
- WEEDS P.L., R.E. BEEVER, K.R. SHARROCK et P.G. LONG. 1999.** A major gene
- WEIDEN-BORNER M., HINDORF H., HEMECHANNDRA J.H.A., TSOTSON P. (1990).** Antifungal activity of flavonoides against storage fungi of the genre *aspergillus* phytochemistry. London. P: 1103-1105.
- WEST, J.S., PEARSON, S., HADLEY, P., WHELDON, A.E., DAVIS, F.J., GILBERT, A., and HENBEST, R.G.C. 2000.** Spectral filters for the control of *Botrytis cinerea*. *Annals of Applied Biology* 136: 115-120
- WOO S.L., ZOINA A., DEL SORBO G., LORITO M., NANNI B. SCALA F. & NOVEIELLO C., (1996).** Characterisation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* by pathogenic races, VCGs, RFLPs, and RAPD. *Phytopathology*, (86). P: 966-972.
- WOO S.L., ZOINA A., DEL SORBO G., LORITO M., NANNI B. SCALA F. Et NOVEIELLO C., (1996).** Characterisation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* by pathogenic races, VCGs, RFLPs, and RAPD. *Phytopathology*, (86). P: 966-972.
- www.fruits-et-légumes.net** (description des ravageurs et des maladies, photographies)
- www.agriculture.gouv.fr//wiphy** (catalogue e-phy des produits phytosanitaires autorisés en France) ACTA (1999) - Guide pratique de défense des cultures. 5e édition. 575 p. Baudry O ;

Références bibliographies

Bourgery C., Foury C. (1995) – Dossier désinfection. Quelques aspects de la désinfection solaire des sols. PHM Revue Horticole, 356, 15-20.

Y.MAHMOUDI, 1982. La therapeutique par les plantes communes en algerie.Plalais du livre Blida p95.