

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET  
DE L'UNIVERS  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



## Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Science agronomique  
Spécialité/Option : Phytopathologie et phytopharmacie

---

**Thème : Influence de la salinité sur l'efficacité de trois fongicides de synthèse vis-à-vis de *Botrytis cinerea* agent causal de la pourriture grise de la tomate.**

---

Présenté par : Belaid Amira Yasmine.  
Doghmane Besma.

Devant le jury composé de :

Président (e) :	Mr Benaada M	M.A.A	Université de Guelma
Examineur :	Mr Zitouni A	M.C.B	Université de Guelma
Encadreur :	Mr Boumazaa B	M.A.A	Université de Guelma

Juin 2015

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET  
DE L'UNIVERS  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



## Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Science agronomique  
Spécialité/Option : Phytopathologie et phytopharmacie

---

**Thème : Influence de la salinité sur l'efficacité de trois fongicides de synthèse vis-à-vis de *Botrytis cinerea* agent causal de la pourriture grise de la tomate.**

---

Présenté par : Belaid Amira Yasmine.  
Doghmane Besma.

Devant le jury composé de :

Président (e) :	Mr Benaada M	M.A.A	Université de Guelma
Examineur :	Mr Zitouni A	M.C.B	Université de Guelma
Encadreur :	Mr Boumazaa B	M.A.A	Université de Guelma

Juin 2015

## **Remercîment**

*Nos remerciements vont d'abord à Dieu tout puissant de m'avoir donné la force et la Patience de réaliser ce travail.*

*Nous exprimons nos reconnaissance à M Boumazaa.B ; Professeur à l'Université de Guelma, pour avoir accepté de nous encadrer. Ses conseils, ses orientations m'ont été très bénéfiques pour la réalisation de ce mémoire, qu'elle soit rassurée de nos profondes gratitude.*

*Nous remercions M Boudalia.S. Professeur à l'Université de Guelma, qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider le jury.*

*Nous remercions M Zitouni ; Professeur à l'Université de Guelma. D'avoir eu l'amabilité d'accepter de faire partie du jury et de juger ce travail.*

*Nous tiens à remercier toutes les techniciennes du laboratoire : Hakima, Hassiba et Wafa.*

*Nos remerciements vont également à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Dédicace*

*Je dédie ce travail :*

*A mes très chers parents*

*Pour leurs encouragement, leurs conseils et leurs sacrifices.*

*J'espère que vous trouverez dans ce travail ma profonde reconnaissance et mon grand amour pour vous*

*À mon marié « Rédha » qui m'a encouragé durant ce travail.*

*À mes chères frères « Youcef » et « Imed »*

*A mes chères sœurs : « Chaima » et « Imene » et je n'oublie pas son marié « Sedik »*

*A toute la famille « Doghmane » et « Chibane »*

*A tous mes amis « Yasmine », « Meriem », « Warda » et « Assma »*

*A tous ceux que j'aime.*

*Besma*

## *Dédicace*

*A la mémoire de mon père,*

*École de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.*

*Que Dieu ait son âme en paix.*

*À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre, À cette source de tendresse, de patience et de générosité, À ma mère !*

*À mon fiancée «Mehdi» qui m'a encouragé durant ce travail.*

*À mes chères frères «Adnen» et «Hsen» et «hamza» et «mouhamed»*

*A mes tentes «Fatîha» et «Laaness», «Nassira»*

*A toute la famille «Belaid» et « Rehaïlia »*

*tous mes amis « Bisma »,«Manel» ,«Rîma» ,« Souad » ,«Ikram», « Meriem ».*

*A tous ceux que j'aime*

*A. Yasmine*



*Liste des tableaux*

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Pages</b>
<b>1</b>	Principales maladies bactériennes de la tomate	<b>11</b>
<b>2</b>	les maladies virales de la tomate et leurs dégâts	<b>12</b>
<b>3</b>	La superficie affectée par la salinité dans différentes régions du monde	<b>25</b>
<b>4</b>	caractéristiques des fongicides testés	<b>30</b>
<b>5</b>	Comparaison des $CI_{50}$ et des $CI_{90}$ en g/hl de la croissance mycélienne et de la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> en présence de 3 fongicides.	<b>39</b>

## Liste des figures

Figures	Titre	Pages
1	Origine et distribution de la culture de la tomate dans le monde	1
2	<b>A</b> : Sclérote de <i>Botrytis cinerea</i> produites sur boîte de pétri après un mois de culture sur un milieu PDA à 21°C, <b>B</b> : Mycélium <i>Botrytis cinerea</i> sur un milieu minimal à 24 h après l'inoculation. <b>C</b> : <i>Botrytis cinerea</i> en microscopie électronique à balayage, <b>D</b> : <i>Botrytis cinerea</i> sur milieu de culture PDA à 25°C, <b>E</b> : Conidiphores observés en utilisant un microscope, <b>F</b> : des ascospores sur un sclérote	15
3	Symptômes causés par l'agent pathogène <i>Botrytis cinerea</i> sur différents hôtes	16
4	Cycle de développement (production asexuée) de <i>Botrytis cinerea</i> sur différentes culture	18
5	Sites d'action des fongicides chez <i>Botrytis cinerea</i>	21
6	Sites d'action des différentes familles de fongicides anti- <i>Botrytis</i> .	22
7	L'effet de salinité de milieu sur la croissance mycélienne du <i>Botrytis cinerea</i> après 2 jours	33
8	L'effet de salinité de milieu sur la croissance mycélienne du <i>Botrytis cinerea</i> après 4 jours.	33
9	L'effet de salinité de milieu sur la croissance mycélienne du <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.	34
10	L'effet de salinité de milieu sur la sporulation du <i>Botrytis cinerea</i>	35
11	L'effet d'Iprodione sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i>	36
12	L'effet d'Iprodione sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i>	36
13	L'effet du Thiophanate-Méthyl sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i>	37
14	L'effet du Fehnexamide sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i>	38
15	L'effet du Fehnexamide sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i>	38
16	L'effet in vitro du NaCl associé avec l'Iprodione sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.	40
17	L'effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec l'Iprodione sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.	41
18	Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione (CL <sub>50</sub> =50g/hl) sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> .	42
19	L'effet in vitro du NaCl associé avec l'Iprodione sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i>	43
20	L'effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec l'Iprodione sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i>	43
21	Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione (CL <sub>50</sub> =50g/hl) sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .	44



<b>22</b>	L'effet in vitro du NaCl associé avec Thiophanate-Méthyl sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.	<b>45</b>
<b>23</b>	Effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec Thiophanate-Méthyl sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.	<b>46</b>
<b>24</b>	Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione (CL <sub>50</sub> =10g/hl) sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> .	<b>46</b>
<b>25</b>	L'effet in vitro du NaCl associé avec Thiophanate-Méthyl sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i>	<b>47</b>
<b>26</b>	L'effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec Thiophanate-Méthyl sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .	<b>48</b>
<b>27</b>	L'effet in vitro du NaCl associé avec Fenhexamide sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.	<b>49</b>
<b>28</b>	L'effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec Fenhexamide sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i>	<b>50</b>
<b>29</b>	Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de Fenhexamide (CL <sub>50</sub> =10g/hl) sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> .	<b>51</b>
<b>30</b>	L'effet in vitro du NaCl associé avec Fenhexamide sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .	<b>52</b>
<b>31</b>	L'effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec Fenhexamide sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .	<b>53</b>

**Liste des abréviations**

**°C** : Degré Celsius.

**%** : Pourcentage.

**cm** : Centimètre.

**mm** : Millimètre.

**pH** : potentiel hydrogène

**KG/ha** :Killogramme par Hectare.

**CE** : conductivité électrique.

**INRA** : Institut national de la recherche agronomique.

**UV** : Ultra violer.

**ha** : Hectare.

**PDA** : Milieu de culture (*Potato Dextrose Agar*).

**ans** : Année

**mEq** : milliéquivalent.

**ml** : Millilitre.

**NaCl** : Chlorure de sodium.

**CaCl<sub>2</sub>** : Chlorure de calcium.

**P** : Probabilité.

**TEST F**: Teste de ficher.

**DDL**: Degrée de liberté.

**S.C.E**: Somme carré des écarts.

**CM**: Carré moyen.

**CV** : Le coefficient de variation

**g** : gramme

**ppm** : Partie par million (un ppm correspond à un rapport de  $10^{-6}$ ).

**Mmhos/cm** : millimhos per centimetre.

## Table des matières

Remercîments

Dédicace

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction

Première partie : étude bibliographique

### **Chapitre I. La plante hôte : *La tomate (Lycopersicon esculentum Miller)***

1.	Origine de la tomate .....	1
2.	Classification botanique .....	2
3.	Classification culturelle.....	2
4.	le cycle biologique de la tomate.....	2
4.1.	La germination.....	2
4.2.	la croissance.....	3
4.3.	La floraison.....	3
4.4.	La fructification et nouaison des fleurs.....	3
4.5.	la maturation de fruits.....	3
5.	Exigences édapho-climatiques.....	3
5.1.	Exigences édaphiques.....	3
	- la température du sol .....	4
	- L'humidité du sol.....	4
	- Le pH du sol.....	4
5.2.	Exigences climatiques .....	4
	- La température de l'air .....	4
	- La lumière.....	4
	- Humidité de l'air .....	5
5.3.	Exigences hydriques.....	5
5.4.	Exigences en éléments fertilisants.....	5

6.	Les contraintes de la culture de la tomate.....	5
6.1.	Les contraintes abiotiques.....	5
-	Nécrose apicale.....	5
-	Les coups du soleil.....	5
-	Chlorose.....	6
-	Eclatement des fruits de la tomate.....	6
-	L'asphyxie racinaire.....	6
-	Stress thermique.....	6
-	Stress salin.....	6
6.2.	Les contraintes biotiques.....	7
6.2.1.	Les ravageurs.....	7
a.	Les Nématodes.....	7
b.	Les acariens.....	7
c.	Les insectes.....	7
-	Les pucerons.....	7
-	Les thrips.....	7
-	La noctuelle de la tomate.....	8
-	La mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i> .....	8
-	Les aleurodes.....	8
6.2.2.	Les maladies cryptogamiques.....	8
-	l'alernariose de la tomate.....	8
-	Le mildiou.....	8
-	La fusariose.....	9
-	La verticilliose.....	9
-	L'oïdium.....	9
-	L'anthracnose.....	10
-	Pourriture grise.....	10
6.2.3.	Les maladies bactériennes.....	10
6.2.4.	Maladies virales.....	11
6.3.	Les adventices.....	12
<b>Chapitre. II. L'agent pathogène : <i>Botrytis cinerea</i></b>		
	Introduction.....	13
1.	Position taxonomique.....	13

2.	Description morphologique.....	14
2.1.	Le sclérote (FIG 2A).....	14
2.2.	Le mycélium (FIG 2B).....	14
2.3.	Les macroconidies.....	14
2.4.	Les microconidies (spermaties) (FIG 2C).....	15
2.5.	Les ascospores (FIG 2F).....	15
3.	Gamme d'hôte.....	16
4.	Cycle infectieux de <i>B. cinerea</i> .....	17
5.	Symptômes.....	19
6.	Facteurs de développement de <i>B. cinerea</i> .....	19
6.1.	Température/humidité.....	19
6.2.	La lumière.....	19
6.3.	Exigences nutritives.....	20
7.	Lutte contre la pourriture grise.....	20
7.1.	Lutte chimique.....	20
7.2.	Lutte biologique.....	22
7.3.	Lutte génétique.....	23
<b>Chapitre. III. La salinité :</b>		
1.	Définition de la salinité.....	24
2.	Répartition des sols salés.....	24
2.1.	Dans le monde.....	24
2.2.	Cas en Algérie.....	25
3.	Origines de la salinisation des sols.....	25
3.1.	Salinisation primaire.....	26
3.2.	Salinisation secondaire.....	26
4.	Classifications des sols salés.....	26
4.1.	Sols salés à structure non dégradée.....	27
4.2.	Sols salés à structure dégradée.....	27
5.	Effet de la salinité sur le sol et les végétaux.....	27
5.1.	Effet sur le sol.....	27
5.2.	Effet sur les végétaux.....	27
5.3.	Effet de la salinité sur les champignons.....	28

## Deuxième partie : Etude expérimentale

**Chapitre I. Matériel et méthodes**

1. Matériels .....	30
1.1. Matériel fongique .....	30
1.2. Milieu de culture utilisé.....	30
1.3. Fongicides utilisés.....	30
2. Méthodes .....	31
2.1. Effet <i>in vitro</i> de la salinité du milieu sur <i>B. cinerea</i> .....	31
2.2. Test de l'efficacité <i>in vitro</i> des fongicides sur les différentes étapes du cycle de vie de champignon.....	31
2.3. Efficacité des fongicides sur la croissance mycélienne.....	31
2.4. Efficacité des fongicides sur la sporulation.....	32
2.5. Analyses Statistiques.....	32

**Chapitre II : Résultats et discussions :**

1 Résultat.....	33
1.1. Impact de la salinité du milieu sur le <i>Botrytis cinerea</i> .....	33
1.1.1. Effet sur la croissance mycélienne.....	33
1.1.2. Effet sur la sporulation.....	35
1.2. Impact des fongicides (Iprodione, Thiophanate-Méthyl, Fenhexamide) sur le <i>B. cinerea</i> (Effet sur la croissance mycélienne et sporulation).....	36
1.2.1. 1 <sup>er</sup> cas : Iprodione .....	36
1.2.2. 2 <sup>ème</sup> cas : Thiophanate-Méthyl.....	37
1.2.3. 3 <sup>ème</sup> cas : Fehnexamide.....	38
1.3. Comparaison entre les fongicide.....	39
1.4. Impact de la salinité du milieu sur l'efficacité de 3 fongicides.....	40
1.4.1. 1 <sup>er</sup> cas Iprodione.....	40
1.4.1.1. Effet sur la croissance mycélienne.....	40
1.4.1.1.1. L'effet <i>in vitro</i> du NaCl associé avec l'Iprodione sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.....	40
1.4.1.1.2. L'effet <i>in vitro</i> du CaCl <sub>2</sub> associé avec l'Iprodione sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.....	41
1.4.1.2. Comparaison entre les deus types de sels sur l'efficacité de l'iprodione (CL <sub>50</sub> =50g/l) sur la croissance mycélienne.....	42
1.4.1.3. Effet sur la sporulation.....	42

1.4.1.3.1. L'effet in vitro du NaCl associé avec l'Iprodione sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .....	42
1.4.1.3.2. L'effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec l'Iprodione sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .....	43
1.4.1.3.3. Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione (CL <sub>50</sub> =50g/l) sur la croissance mycélienne.....	44
1.4.2. 2 <sup>ème</sup> Cas Thiophanate-Méthyl.....	44
1.4.2.1. Effet sur la croissance mycélienne.....	44
1.4.2.1.1. L'effet in vitro du NaCl associé avec Thiophanate-Méthyl sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.....	44
1.4.2.1.2. Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> .....	45
1.4.2.1.3. Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> .....	46
1.4.2.2. Effet sur la sporulation L'effet in vitro du NaCl associé avec Thiophanate-Méthyl sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .....	47
1.4.2.3. L'effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec Thiophanate-Méthyl sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .....	48
1.4.3. 3 <sup>ème</sup> Cas Fenhexamide .....	48
1.4.3.1. Effet sur la croissance mycélienne .....	48
1.4.3.1.1. L'effet in vitro du NaCl associé avec Fenhexamide sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.....	48
1.4.3.1.2. L'effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec Fenhexamide sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> .....	49
1.4.3.1.3. Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de Fenhexamide sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> .....	51
1.4.3.2. Effet sur la sporulation.....	51
1.4.3.2.1. L'effet in vitro du NaCl associé avec Fenhexamide sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .....	51
1.4.3.2.2. L'effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec Fenhexamide sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .....	52
2. Discussion .....	53



**Conclusion**

**Références bibliographique**

**Annexes**

## Introduction générale

La culture de la tomate en Algérie connaît une grande extension en zone irriguée et en zone côtière. Les statistiques de l'année 2009 établies par le Ministère de l'agriculture algérienne font état d'une superficie globale de tomate cultivée de 20789 ha, dont 18620 ha ont été consacrés à la tomate en plein champ, et 2170 ha cultivés sous serre. (DSA, 2010).

Cependant cette culture est confrontée à de nombreuses contraintes qui affectent aussi bien le rendement que la qualité des fruits. Ces contraintes sont liées à des changements dans l'environnement de la plante, notamment la température et la salinité, et au développement des maladies.

La culture de la tomate a dominé depuis les deux dernières décennies les régions arides et semis arides, régions où salinité des sols et des eaux demeure pour ces régions, un obstacle majeur à la croissance des végétaux. En effet, les sels accumulés dans le sol, peuvent limiter ou complètement arrêter la croissance du végétal suite à une élévation de la pression osmotique du milieu et/ou à l'effet toxique spécifique des éléments (Gouny et Cornillon, 1973). Par ailleurs, ces conditions semblent propices au développement de la sévérité des maladies d'origine fongique.

La salinité a été rapportée comme un facteur de l'environnement qui augmente la sensibilité des tomates aux maladies principalement la fusariose (Standaert, 1978), la verticilliose (Afailal 1987, Besri, 1990), la pourriture racinaire due à *Phytophthora parasitica* (Swiecki & Mac Donald, 1991) et la pourriture grise due à *Botrytis cinerea* (BOUMAAZA et al, 2015).

*Botrytis cinerea* est le principal agent des pourritures grises de différentes cultures en Algérie, notamment les cultures d'intérêt économique comme la tomate. Le pathogène peut infecter les fleurs, les feuilles, les bourgeons, les pousses, les tiges et / ou des fruits, ce qui limite souvent le développement des plantes, la nouaison, le rendement et la qualité des fruits.

Actuellement, la lutte contre cet agent pathogène s'effectue principalement au moyen de produits phytosanitaires de synthèse. Ces produits chimiques sont considérés comme l'arme la plus utilisée pour faire face à ce problème.

Cependant, malgré la diversité des produits utilisés, des cas de résistance à divers produits ont été détectés (Prusky 1985). Ces phénomènes de résistance constituent un problème dans la lutte contre *B. cinerea*, justifiant ainsi l'intérêt actuel pour l'étude de méthodes alternatives à la lutte chimique contre ce champignon. Ainsi, la stabilité de l'efficacité des fongicides est attribuée à plusieurs facteurs dont le chlorure de sodium dans le sol stimule le développement et la

conservation des champignons. L'action de sel se traduit par la provocation d'une perturbation des facteurs de la pathogenèse et des mécanismes de défense de la plante hôte en :

- Diminuant l'efficacité des fongicides
- Modifiant l'activité des facteurs de pathogenèse

La stratégie d'association fongicides–CaCl<sub>2</sub> donne des résultats très satisfaisants. L'association benzimidazoles–CaCl<sub>2</sub> semble très efficace *in vitro* et *in vivo* vis-à-vis du complexe fongique étudié. Des résultats satisfaisants ont aussi été observés avec d'autres fongicides associés au CaCl<sub>2</sub> (Biggs et al. 1993). Ainsi, l'augmentation de l'efficacité des fongicides benzimidazoles, azoxystrobine et pyriméthanil, en présence du CaCl<sub>2</sub> pourrait s'expliquer par le fait que le CaCl<sub>2</sub> est un sel. Il semble que les sels de calcium (chlorure de calcium) interviennent en renforçant les liens avec les principaux sites d'action des fongicides chez l'agent pathogène étudié.

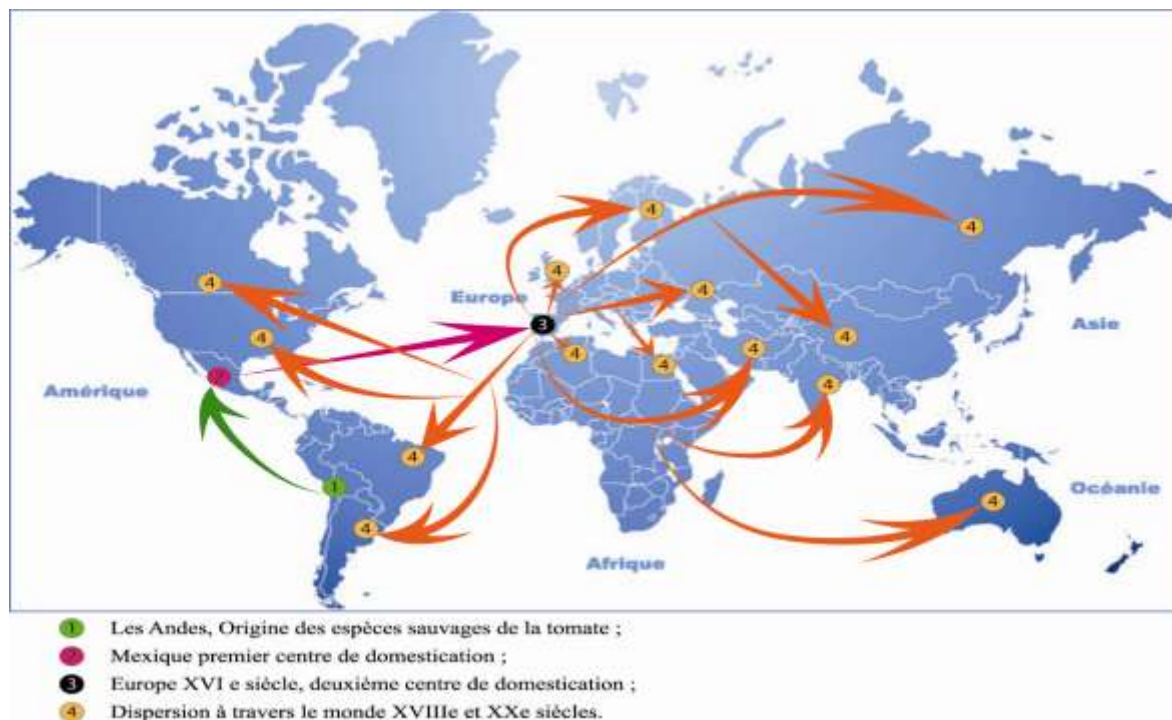
Dans cette étude, nous avons évalué l'efficacité *in vitro* de l'association salinité ( NaCl, CaCl<sub>2</sub>)– fongicides (Iprodion, fenhexamide et thiophanate-methyl) à l'égard de *Botrytis cinerea* agent causal de pourriture grise de la tomate

## La plante hôte : La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

### 1. Origine de la tomate :

La tomate est d'origine d'Amérique du sud (Mexique, Pérou, Equateur, Bolivie). Elle a été introduite en Europe au 16<sup>ème</sup> siècle par les espagnols. Elle à été pour longtemps considérée comme une plante ornementale ( chaux et foury, 1994).

Elle fait son apparition en Afrique du Nord au 19<sup>ème</sup> siècle : au Maroc d'abord puis en Algérie et Tunisie ( Achour, 1987) . Depuis cette époque elle a connu un développement considérable et cela dans tous les pays du monde ( Bourgeois, 1999).



**Fig.1** Origine et distribution de la culture de la tomate dans le monde, d'après 1, 2 et 3 (Philouze, 1986 ; Philouze et Laterrot, 1992), 1, 2, 3 et 4 (Naika, et al. 2005 ; Celma et al ., 2009 ).

## 2. Classification botanique :

La tomate a été classée scientifiquement par Linné en 1753 dans le genre *Solanum*, avec comme nom binomial *Solanum lycopersicum* mais en 1768 Miller a reclassé cette espèce dans le genre *Lycopersicon*. Sa dénomination officielle devient alors *Lycopersicon esculentum* Miller (Andrew, 2001). Sa classification est la suivante :

<b>Règne</b>	Plantae (plantes)	<b>Ordre</b>	Solanaeae
<b>Section</b>	Angiospermes	<b>Famille</b>	Solanaceae
<b>Embranchement</b>	Anthophyta	<b>Genre</b>	<i>Lycopersicon</i>
<b>Classe</b>	Dicotylédons	<b>Espèce</b>	<i>Lycopersicon Esculentum.</i> Mill.

## 3. Classification culturelle :

Suivant le type de croissance, on distingue deux groupes de variétés : les variétés à croissance déterminée qui ont une taille connue, et ne nécessitent pas le pincement, elles sont réservées le plus aux industries agro alimentaire (Laumonier, 1979), et les variétés à croissance indéterminée généralement par un bouquet floral, toutes les trois feuilles (Hachemi, 1999). Leur croissance est réglée par l'application du pincement du bourgeon terminal (Chaux et Foury, 1994).

## 4. le cycle biologique de la tomate :

D'après Gallis 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 cinq phases qui sont les suivant :

### 4.1. La germination :

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).

#### **4.2. la croissance :**

La croissance c'est l'augmentation de dimension d'un végétal. Selon Laumonier (1979), le 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 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 feuille

#### **4.3. La floraison :**

La tomate est une plante indifférente au photopériodisme, mais elle est considérée comme plante des jours longs (Hedli, 1994), elle peut fleurir avec de durée inférieure à 12 heures. Les températures optimales pour la floraison de la tomate sont de l'ordre de 15 à 17°C pour la température nocturne et 23°C pour la température du jour.

#### **4.4. 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).

#### **4.5. la maturation de fruits :**

La maturation du fruit se caractérise par grossissement du fruit, changement de couleur, du vert ou 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).

### **5. Exigences édapho-climatiques :**

#### **5.1. Exigences édaphiques :**

Selon Naika et al (2005), la tomate pousse bien sur la plupart des sols minéraux qui ont une bonne capacité de rétention de l'eau, une bonne aération et qui sont libres de sels. Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées. 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. Dans les sols d'argile lourde, un labourage profond permettra une meilleure pénétration des racines.

- **la température du sol :**

Selon Coste et Rey, (1965) la tomate se développe plus rapidement dans les terrains dont la température oscille entre 24°C et 31°C. A 33°C, la plante se développe plus lentement, elle reste stationnaire à +35 °C, en outre, il y a une perte de rendement quand la température du sol est basse (Edwards, 1981).

- **L'humidité du sol :**

Un sol bien drainé est indispensable que les terrains considérés soient capables de conserver une certaine fraîcheur lentement pour les récoltes d'Aout et de Septembre qui sont les plus courante (Laumonnier, 1979).

- **Le pH du sol :**

Le pH optimum à cette culture se situe entre 5.5 et 6.8 (Laumonnier, 1979). La tomate est peu sensible aux variations du pH (Anonyme, 1983).

## 5.2. Exigences climatiques :

- **La température de l'air :**

Pour sa croissance, la tomate exige une température moyenne optimale de 18 à 25°C. La formation des organes floraux et la floraison s'arrête à une température de 10°C. Tandis qu'à une température de 1°C, les plantes dépérissent (Laumonnier, 1979).

- **La lumière :**

Les exigences de la tomate en lumière sont très grandes, une luminosité insuffisante durant n'importe qu'elle période de végétation a une influence défavorable sur le développement des plantes (Dahmani, 1993). La tomate exige une lumière de 10.000 lux à 12.000 lux lors de l'élevage des plantes et du développement végétatif et de 50.000 lux lors du développement des fruits. (Benchalal, 1983)

**- Humidité de l'air :**

Il semble qu'une hygrométrie relative ambiante de 60 à 65 soit la meilleure, un excès d'humidité favorise des attaques de mildiou et la chute des feuilles (Laumonnier, 1979)

**5.3. Exigences hydriques :**

La tomate est une plante exigeante en eau. Selon Mouhouche (1983), les besoins en eau de la tomate varient en fonction du stade de développements, de la saison, de la culture, du mode, de culture et de la variété cultivée (Ben Amara, 1982).

**5.4. Exigences en éléments fertilisants :**

Pour l'azote, la principale période de consommation se situe dans la phase active de la croissance et de la floraison (Anonyme, 1986). Selon Meguenni, (1986), la tomate est assez exigeante en potassium surtout au moment de la formation des fruits, les besoins sont estimés à environ 200 à 350 KG/ha avant floraison (Elosta, 1998). Les besoins de la tomate en phosphore sont faibles par rapport aux deux autres éléments (Maifi, 1994). Concernant les oligo-éléments, la tomate est sensible au carence, au magnésium, zinc, fer, bor, et très sensible au manque du molybdène (Zuang, 1982).

**6. Les contraintes de la culture de la tomate :****6.1. Les contraintes abiotiques :****- Nécrose apicale :**

Les fruits de la tomate peuvent être sujets à diverses atteintes, liées à des carences physiologiques. On a des phénomènes climatiques : c'est le cas des nécroses apicales parfois appelées maladies de cul noir, qui se manifestent par des plages de nécrose à base du fruit du côté opposé au calice vite envahie par des champignons saprophytes. Elles sont dues à un taux de calcium insuffisant dans le fruit, insuffisance qui peut être induite par un arrosage irrégulier. (Chougar, 2011).

**- Les coups du soleil :**

Consistent en des brûlures de la peau des fruits qui se manifestant par une lésion déprimée liée claire latérale (Blancard, 1997).



**- Chlorose :**

Se manifeste par la décoloration des feuilles et les fruits sont petits. La cause de cette maladie c'est la carence en éléments nutritifs. Pour lutter, il faut apporter régulièrement de l'engrais (Chougar, 2011).

**- Eclatement des fruits de la tomate :**

Les symptômes se manifestent par l'éclatement du fruit du fruit en murissant : la cause c'est l'arrosage excessif pendant les périodes sèches. (Chaux et Foury, 1994)

**- L'asphyxie racinaire :**

Elle est due à un excès d'eau dans le sol, et peut se produire à la plantation, ou en court de culture (Matallah et Barchiche, 1983). Dans le cas le plus grave, la plante flétrit, les racines asphyxiées étant incapables d'alimenter la plante (Messian et al, 1991).

**- Stress thermique :**

La tomate est une espèce exigeante en chaleur pour sa croissance et son développement. Par conséquent elle est donc très sensible au froid. Il y a lieu de noter qu'un abaissement progressif de la température produit moins de dégât qu'un abaissement brutal. Wacquant (1995) note que le zéro de végétation de la tomate est de 10°C, mais elle peut supporter pendant quelques heures aussi bien des températures basses (5 à 8 °c) que des températures supérieures ou égales à 35°C sans compromettre le rendement. Pour cela, il faut choisir des espèces et des variétés résistantes.

**- Stress salin :**

La salinité est un facteur environnemental très important qui limite la croissance et la productivité (Allakhverdiev et *al.*, 2000 in Parida et Das, 2005). La tomate est classée parmi les plantes à tolérance modérée vis-à-vis de la salinité. La chute de rendement est imperceptible pour une conductivité électrique de 2,50 mmhos/cm. Une baisse de rendement, peut être de 10% à une (CE) égale à 9,3 mm hos/cm et de 100% (maximale) quand la (CE) est de 12,5 mm hos/cm. La phase de sensibilité la plus importante au sel correspond à la germination et à la levée des jeunes plantules. (Doorenbos et *al* 1980).

## 6.2. Les contraintes biotiques :

### 6.2.1. Les ravageurs :

#### a. Les Nématodes :

Parmi les espèces de Nématodes le genre *Meloidogyne* est le plus représenté. Il comprend quatre espèces les plus répandues. *M. halpa*, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*. Ce sont des parasites dangereux qui peuvent provoquer des baisses de rendement considérables (Cadet et Thioulouse, 1998).

#### b. Les acariens :

Sur Solanacées, on peut rencontrer des acariens du genre *Tetranychus*, l'espèce la plus répandue est *T. urticae* (Alba et al., 2008), mais récemment une autre espèce invasive a été découverte dans la région de Mostaganem en 2008, il s'agit de *T. evansi* (Guenauoui, 2010). La face inférieure des folioles devient brune à bronzée. En s'alimentant, les acariens bouchent les stomates, entraînant un ralentissement de la transpiration et de la photosynthèse (Lambert et al., 2006). Des attaques importantes par cet acarien sont observées sur tomate sous abris dans le sud-est de la France (Migeon et al., 2005).

#### c. Les insectes :

##### - Les pucerons :

Les pucerons sur tomate sont essentiellement: *Myzus persicae* (Sultzer), *M. certus* (Walker), *Aulacorthum solani* (kaltenbach) et *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Aphis fabae* (Scopoli), *A. frangulae* (kaltenbach), *A. gossypii* (Clover) sont les espèces les plus fréquentes sur tomate (Csizinszky et al., 2005).

##### - Les thrips :

Les thrips sont des petits insectes de l'ordre des Thysanoptères famille des Thripidae qui causent des dommages sur les feuilles et peuvent leur transmettre des maladies virales très importantes comme le Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV). Deux espèces sont rencontrées sur tomate en serre il s'agit de *Thrips tabaci* (Lindeman) et *Frankliniella occidentalis* (Pergande). (Boucher, 2008)

- **La noctuelle de la tomate :**

*Helicoverpa armigera* (Hübner) (*Lepidoptera: Noctuidae*) est l'espèce la plus importante sur tomate, mais en Algérie ses attaques sont sporadiques (Guenaoui, 2010). Les dégâts causés par les chenilles se traduisent par des trous dans les tomates ; ces attaques qui passent inaperçues entraînent des pertes commerciales très élevées lorsque la production est destinée à la conserverie (Inra, 2008).

- **La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* :**

*T. absoluta* est un ravageur exclusif des solanacées, mais il attaque préférentiellement la tomate. Cette espèce s'est introduite récemment en Algérie. Ce microlépidoptère provoque des pertes de rendement de la tomate car ses larves peuvent se nourrir sur toute la plante (feuilles, tiges, fleurs, et fruits).

- **Les aleurodes :**

Les aleurodes (*Homoptera : Aleyrodidae*) sont des insectes qui peuvent causer des dégâts importants sur tomate. Selon la plante hôte, on peut noter une simple chlorose jusqu'à la déformation des fruits (Arno et al., 2008 ; Legemble, 2009). On y rencontre deux espèces: *Bemisia tabaci* (Gennadius) et *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood).

### 6.2.2. Les maladies cryptogamiques :

- **l'alternariose de la tomate :**

L'Alternariose (aussi appelée brûlure alternarienne) est caractérisée par l'apparition de tâches noires arrondies à la surface des feuilles, des tiges et des fruits. Ces tâches sont caractérisées par une croissance en anneaux concentriques, donnant aux lésions une forme de cible. L'Alternariose étant un parasite de faiblesse, il est primordial de mettre la plante dans des conditions optimales afin d'éviter tout risque de carence. Les apports en éléments fertilisants doivent donc prévenir tout risque de stress au niveau de l'alimentation de la plante. (Snoussi., 2010).

- **Le mildiou :**

Le mildiou, causé par *Phytophthora infestans*, est une des principales maladies de la tomate du fait des pertes financières induites. Il est caractérisé par l'apparition de tâches brunes huileuses à la face supérieure des feuilles se desséchant en leur centre et

correspondant à un duvet blanc à la face inférieure. Les portions de nervures comprises dans ces plages brunissent. Taches brunes sur tiges et pétioles. Les jeunes fruits mildiousés présentent des bosselures brunes, dures et marbrées avec parfois un feutrage blanc. Ils ne parviennent pas à mûrir. (Snoussi., 2010).

- **La fusariose :**

La tomate peut être victime de deux maladies fusariennes différentes soit le flétrissement fusarien (*fusarium wilt*) causé par *fusarium oxysporum f.sp lycopersici*. Abrégées fol et la pourriture de la racine et du collet (*fusarium crown and roor rot*) causé par *fusarium oxysporum f.sp radidis lycopersici* Abrégées forl. Les agents des fusarioses sont de graves agents de flétrissement chez la tomate, on parle alors de fusariose vasculaire. Qu'il s'agisse de jaunissement puis de flétrissement, ces symptômes sur une plante en relation avec la phyllotaxie sur des plantes ramifiées certaines branches peuvent être entièrement flétrites alors d'autres restent demi-saines ou saines. (Prabhy et al., 1992)

- **La verticilliose :**

La Verticilliose : causée par *Verticillium albo-atrum* et *Verticillium dahliae*. Tout comme la fusariose, cette maladie se manifeste en premier lieu au niveau des feuilles inférieures et progresse vers la partie supérieure de la plante. Contrairement à la fusariose, les symptômes de la verticilliose se manifestent sur l'ensemble de la surface des feuilles, des branches ou des plantes (Ruocco, 2010).

- **L'oïdium :**

Trottin-Caudal et al. (2003) rappellent que l'Oïdium est une maladie causée par *Oïdium neolycopersici*, un champignon pathogène répandu dans les cultures sous abri. Cette maladie se manifeste dès les premiers stades par des taches blanches sur le dessus des feuilles. Par la suite, lorsque ces taches se transforment en lésions de couleur marron la plante peut perdre ses feuilles. Une autre espèce d'oïdium, causée par *Leveillula taurica*, est principalement observée dans les cultures sous tunnel non chauffé (Ruocco et al., 2010). Bersi (2010) atteste que les anciennes variétés fixées sont modérément sensibles à ce parasite, alors que les nouveaux hybrides y sont extrêmement sensibles.

- **L'anthracnose :**

Est une maladie causée par le champignon *Collectotrichum coccodes*, qui occasionne des pertes conséquentes dans de nombreuses zones de production. Ses dégâts se manifestent essentiellement sur les fruits matures, produits en plein champ et parfois en post-récolte. Les symptômes qui apparaissent sur ces fruits murs sont sous forme de petites lésions brunes claires, qui évoluent en taches circulaires légèrement déprimées humides, réparties au hasard. Ces lésions évoluées prennent une tache brunâtre et des ponctuations noires apparaissent, elles correspondent aux micro-sclérotés. La cuticule des fruits reste intacte, elle peut se couvrir de petites masses de spores muqueuses en conditions climatiques humides. Plusieurs taches présentes sur les fruits peuvent confluer et entraîner une large pourriture (Blancard, 2010).

- **Pourriture grise :**

Il fait l'objet principal de notre étude, la possibilité de la protection de la tomate contre *Botrytis cinérea* par l'utilisation des fongicides. Le chapitre 2 est consacré à la synthèse bibliographique sur cet agent pathogène.

**6.2.3. Les maladies bactériennes :**

Ces maladies ont augmenté en importance depuis une quinzaine d'années surtout en Europe, à cause de la faible efficacité de bactéricides, de l'intensification azotée et du développement de l'irrigation par aspersion (Messian et al, 1991). Les principales maladies bactériennes qui affectent la tomate sont : la moucheture bactérienne, le chancre bactérien, la gale bactérienne, la moelle noire ..., ces maladies sont résumées dans le tableau 1.

**Tableau 1.** Principales maladies bactériennes de la tomate.

La maladie	Symptômes
La moucheture bactérienne <i>Pseudomonas syringae</i>	-Des taches brunes bien délimitées anguleuses avec halo jaune bien marqué sur les feuilles -sur les fruits elle provoque des taches ponctuelles brunes
Le chancre bactérien <i>Clavibacter michiganensis sub sp michiganensis</i>	-Des taches à noires anguleuses sur les feuilles âgées -Des taches brunes tous le long de la tige, les spirales et les fruits.
La gale bactérienne <i>Xanthomonas campestris</i>	-sur les folioles des taches brunes avec halo jaune discret dont le centre peut se détaches et disparaître.
La moelle noire <i>Pseudomonas corrugata</i>	-sur la tige, on observe des nécroses de la moelle provoque l'éclatement de la tige la chlorose et le flétrissement des folioles (en particulier du haut des plante)

(Messian et al, 1991 ; Blancard 1997)

**6.2.4. Maladies virales :**

Un grand nombre de virus sont susceptibles de produire de multiples anomalies sur les feuilles de tomate. La mosaïque et la déformation des feuilles sont les deux principaux symptômes des maladies virales de la tomate. Actuellement l'Algérie ne dispose pas de substances chimiques permettant de guérir les maladies d'origine virale. Seule la sélection sanitaire, suivie de méthode prophylactique ainsi que l'utilisation des variétés résistantes sont utilisées.

**Tableau 2** .les maladies virales de la tomate et leurs dégâts

Maladies	Symptôme et dégâts
CMV : Cucumber Mosaic Virus	Lorsque l'infection est précoce, on peut observer une stérilité des plantes ou une mal formation des fruits.
TICV : Tomato Infectious Chlorosis Virus	un jaunissement internervaire sur les feuilles basales puis médianes et un retard du développement de la plante. Aucun symptôme n'est visible sur le fruit mais une réduction de calibre est possible en cas de très forte infestation.
TMV : Tobacco Mosaic Virus	une mosaïque verte ou blanche, des folioles gaufrés devenant filiformes et ont tendance à s'enrouler, les fruits encore vert présentent une surface légèrement bosselée avec des plages nécrotiques brunes .Les fruits murs sont parsemés de plages vertes.
ToCV : Tomato Chlorosis Virus	Les dégâts observés sont un jaunissement internervaire sur les feuilles basales puis médianes, un jaunissement généralisé à l'ensemble des folioles d'une feuille et un retard du développement de la plante.
TSWV : Tomato Spotted Wilt Virus ou virus de la maladie bronzée de la tomate.	Il est à observer des mouchetures en mosaïque avec une décoloration des feuilles. Sur les tiges et pétioles, il y a apparition des tâches nécrotiques. Par contre sur les fleurs, on observe un nanisme, une déformation et une décoloration. la maladie peut entraîner un rabougrissement du plant.
TYLCV : Tomato Yellow Leaf Curl Virus ou maladie des feuilles jaunes en cuillères de la tomate.	La croissance des plantes atteintes est fortement perturbée .Les feuilles sont de tailles réduites et présentent un jaunissement et ou un enroulement en forme de cuillères. En cas d'infection précoce, les plantes sont naines et ne produisent plus de fruits.

(Idrenmouche., 2011)

**6.3. Les adventices :**

Naika et *al.* (2005) rappellent que les mauvaises herbes de la tomate en plein champ sont : *Solanum nigrum*, *Chenopodium album*, *Chenopodium mural*, *Datura stramonium*.

## ***Botrytis cinerea*, agent pathogène de la pourriture grise**

### **Introduction**

*Botrytis cinerea* Pers. [forme imparfaite (anamorphe) du *Botrytis fuckeliana* (de Bary) Whetzel.] est le champignon ascomycète responsable de la pourriture grise (moisissure grise) chez des centaines de plantes hôtes au niveau mondial. Il s'attaque aux fruits (ex. raisin, fraise) et aux légumes (ex. tomate, laitue) de diverses productions végétales, mais aussi aux plantes ornementales (ex. tournesol, rose) (Kim et Xiao, 2011 ; Leroux et *al.*, 2002 ; Veloukas et *al.*, 2011 ; Yin et *al.*, 2011).

Ce champignon phytopathogène peut, selon le cas, entraîner la destruction totale ou partielle de la plante hôte ou même de la récolte engendrant des pertes économiques pré- et post-récolte importantes (Fernandez-Ortuno et *al.*, 2012).

En plus d'être considéré comme un champignon nécrotrophe, *B. cinerea* se caractérise principalement par son ubiquité, son saprophytisme, sa grande variabilité génétique et sa capacité de s'adapter facilement à son environnement (De Miccolis Angelini et *al.*, 2010 ; Kretschmer et Hahn, 2008 ; Martinez et *al.*, 2005). Cette facilité d'adaptation pourrait être un facteur majeur dans le développement de la résistance aux fongicides. Certains suggèrent que cette capacité d'adaptation, résulte entre autres d'un cycle de vie très court ainsi que d'une reproduction prolifique (Brent et Hollomon, 2007 ; Yin et *al.*, 2011).

### **1. Position taxonomique**

*Botrytis* a été reconnu comme un genre par Micheli en 1729 où il a été répertorié dans son livre «*Nova Plantarum Genera*». Au début il a été parfois confondu avec *Sclerotinia* spp. mais des précisions ont été apportées par Smith en 1900 et la confusion a été dissipée par Whetzel en 1945.

Le genre, redéfini en 1973 par Hennebert, comprend 22 espèces dont la plupart ont un spectre d'hôtes restreint comme par exemple *B. tulipae* sévissant sur les tulipes, *B. fabae* sur les légumineuses ou *B. squamosa* sur les oignons (Hennebert, 1973). Au contraire, *B. cinerea* est ubiquiste et on dénombre de nombreuses espèces de plantes sur lesquelles il peut engendrer des dégâts sérieux avant et après la récolte.

Ce champignon comme beaucoup d'autres deutéromycètes connaît une double classification:



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

**Règne** : Fungi  
**Division** : Ascomycota  
**Classe** : Leotiomycetes  
**Ordre** : Helotiales  
**Famille** : *Sclerotiniaceae*  
**Genre** : *Botrytis*  
**Espèce** : *Botrytis cinerea*.

## 2. Description morphologique

Le champignon phytopathogène *Botrytis cinerea* peut se présenter ou survivre sous différentes formes telles que le sclérote, le mycélium, les macroconidies, les microconidies et les ascospores.

### 2.1 Le sclérote (FIG 2A)

Il se développe dans les tissus morts de son hôte et est considéré comme la principale structure de survie du champignon durant l'hiver (Williamson et *al.*, 2007). Il est formé par une masse mycélienne dense plutôt arrondie, entouré d'un cortex rigide contenant des pigments de mélanine. Ces caractéristiques le protègent de la dessiccation, des rayons ultra-violet et des attaques de microorganismes sur de longues périodes (williamson et *al.*, 2007).

### 2.2 Le mycélium (FIG 2B)

Il est aussi une structure qui peut survivre dans les tissus morts de son hôte et est constitué d'hyphes septés et perforés d'un pore central. Il comprend des filaments articulés, grisâtres ou olivâtres, cylindriques, quelquefois vésiculeux au niveau de la cloison médiane, dont le diamètre varie considérablement suivant les conditions de développement des hyphes (Ajouz, 2009).

### 2.3 Les macroconidies

Elles ont la particularité d'être des cellules uniques, multi-nucléées, différenciées (stade final de développement) et au stade de dormance (fonctionnement du métabolisme limité pour sa

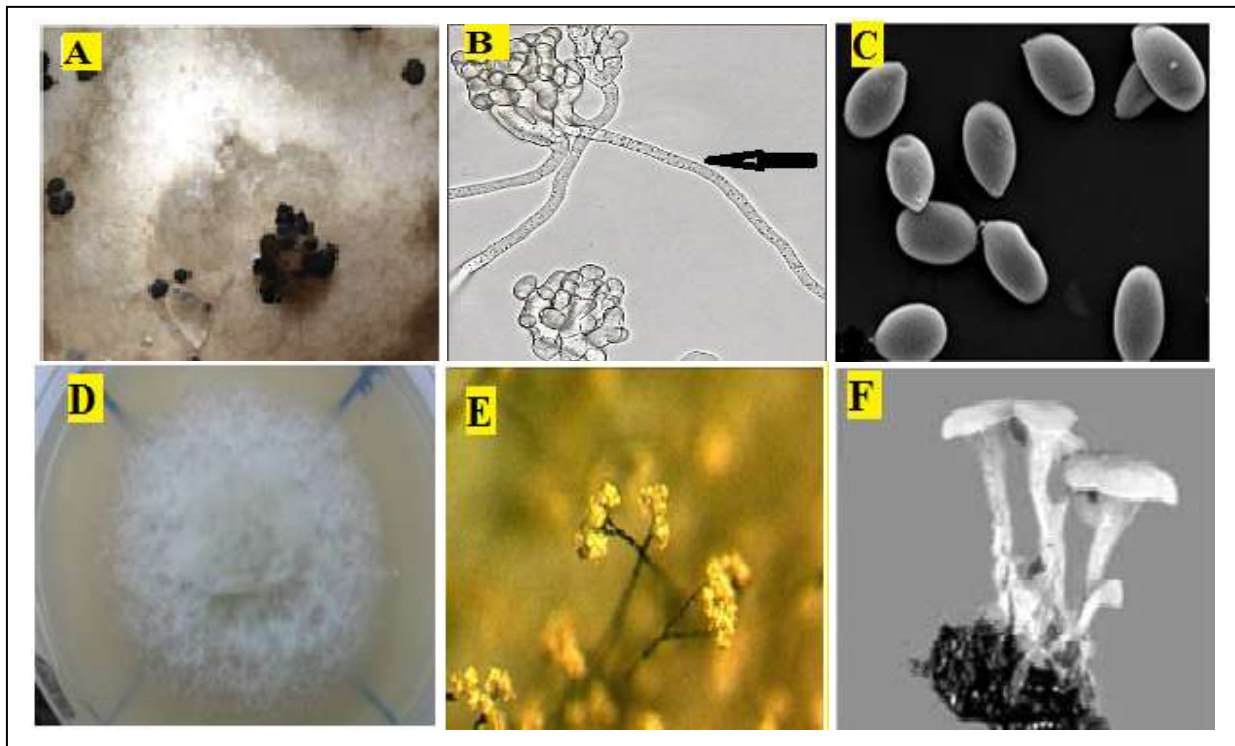
survie) (Agrios, 2005). Le fait que les macroconidies possèdent la caractéristique d'être hétérocaryotiques est très avantageux. Cette caractéristique confère au champignon *B. cinerea* une plus grande variabilité génétique et donc, la possibilité de s'adapter plus rapidement aux conditions du milieu, par exemple aux fongicides (Williamson et *al.*, 2007 ; Leroux, 2004).

#### 2.4 Les microconidies (spermaties) (FIG 2C)

Ce sont des gamètes mâles uninucléés jouant un rôle dans la reproduction sexuée du champignon.

#### 2.5 Les ascospores (FIG 2F)

Au nombre de huit par asque, elles sont oblongues à elliptiques. Un asque contient huit ascospores binucléés qui germeront pour produire un mycélium (Williamson et *al.*, 2007). Les asques sont produits sur des apothécies, fructifications d'ascomycètes assurant la reproduction sexuée.



**Fig.2.** A : Sclérote de *Botrytis cinerea* produites sur boîte de pétri après un mois de culture sur un milieu PDA à 21°C, B : Mycélium *Botrytis cinerea* sur un milieu minimal à 24 h après l'inoculation. C : *Botrytis cinerea* en microscopie électronique à balayage, D : *Botrytis cinerea* sur milieu de culture PDA à 25°C, E : Conidiphores observés en utilisant un microscope, F : des ascospores sur un sclérote. A/C/E/F : (Zerguine, 2014). B : (Anonyme, 2015). D : (origine, 2015)

### 3. Gamme d'hôte

*Botrytis cinerea* est un champignon polyphage capable d'attaquer plus de 230 espèces de plantes (Jarvis, 1980). 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 concombre, 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). Un exemple de cette large gamme d'hôtes est présenté dans la figure 3.

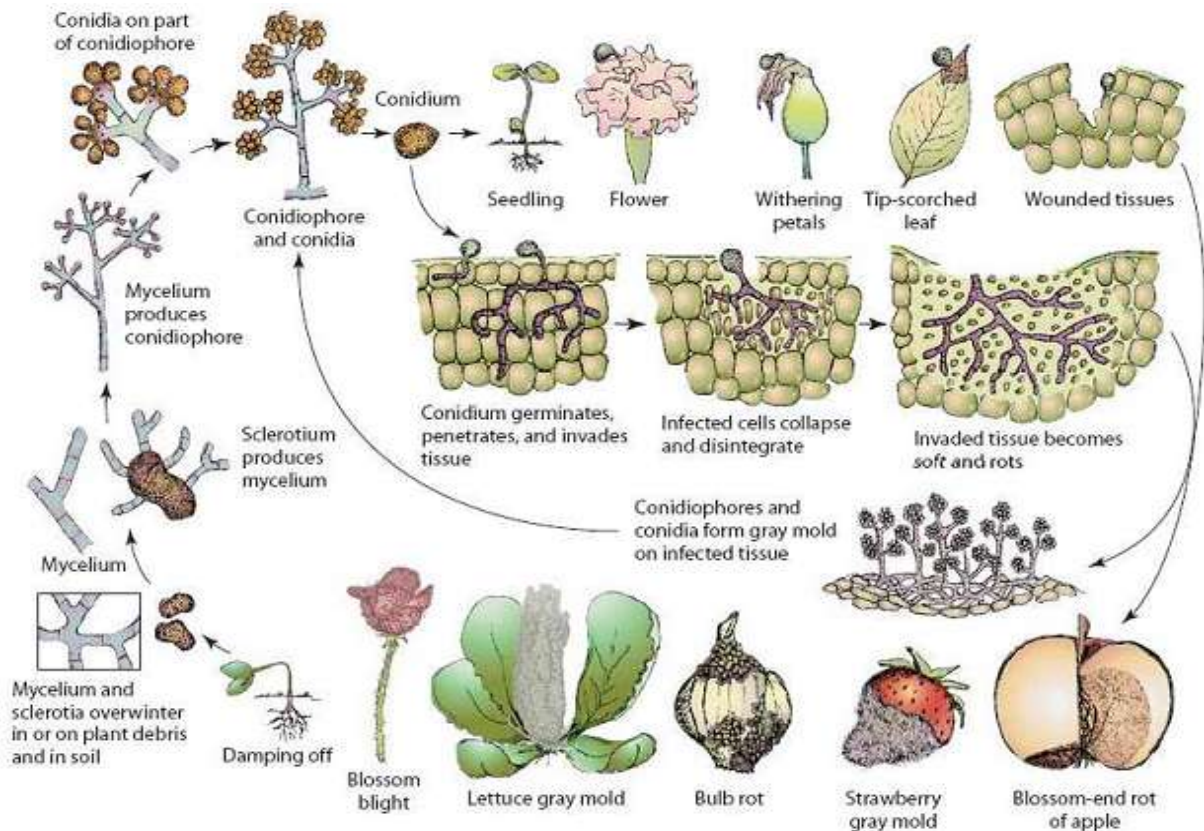


**Fig.3.** Symptômes causés par l'agent pathogène *Botrytis cinerea* sur différents hôtes. (Ajouz., 2009)

#### 4. Cycle infectieux de *B. cinerea*

*Botrytis cinerea* possède un cycle infectieux sexué et asexué. Il peut produire soit des spores asexuées (macroconidies) ou sexuées (microconidies), soit du mycélium ou des sclérotés (Ajouz, 2009). Durant l'hiver, *B. cinerea* se conserve principalement sous forme de sclérotés dans les débris morts de l'hôte, la plupart du temps les feuilles tombées au sol. Lorsque les conditions de température et d'humidité redeviennent favorables à la végétation, les sclérotés germent et produisent un mycélium qui, grâce à ses appressoria, perforera la cuticule végétale. Il y aura par la suite, développement des conidiophores portant des macroconidies (spores asexuées) qui serviront d'inoculum primaire (Figure 4). Les macroconidies libérées seront principalement propagées à l'aide du vent et de la pluie, ce qui sera considéré d'inoculum secondaire. Le mycélium de *B. cinerea* peut aussi se conserver dans les débris de l'hôte durant l'hiver pour par la suite produire des conidies et servir d'inoculum primaire (Figure 4) (Williamson et al., 2007). Pour plusieurs fruits et légumes (ex. courgette, fraise, pomme), l'infection commence généralement sur les fleurs sénescents puis se propage sur les fruits adjacents en développement (Williamson et al., 2007). L'infection par *B. cinerea* peut aussi être favorisée par des blessures sur les fruits ou les feuilles (Elmer et Michailides, 2004). De plus, *B. cinerea* peut, selon les conditions environnementales, effectuer plusieurs cycles de reproduction asexuée au cours d'une saison.





**Fig.4.** Cycle de développement (production asexuée) de *Botrytis cinerea* sur différentes cultures (Agrios, 2005).

Une autre voie de développement de la pourriture grise qui est très rare, même quasi inexistante en conditions environnementales est la reproduction sexuée. Elle se produit en hiver et est le résultat de la fusion entre les microconidies (spermaties) produites par le mycélium et les gamètes femelles (asques) produits dans les sclérotés. Dans ce cas, le sclérote produit des structures qu'on nomme apothécies qui sont des fructifications sexuées. Tous les détails cellulaires de la plasmogamie ainsi que l'initiation des apothécies n'ont pas encore été décrits dans la littérature. En revanche, les apothécies contiennent les asques qui sont les cellules reproductrices des champignons ascomycètes. Chacune de ces asques contient 8 ascospores haploïdes. Lorsqu'il y a germination, les ascospores produisent un mycélium sur lequel se différencient des conidiophores qui produisent les macroconidies (Williamson et *al.*, 2007). Une fois l'infection de l'hôte par *Botrytis cinerea* établie, une multitude de symptômes peuvent apparaître.

## 5. Symptômes

Avec sa très large gamme d'hôtes, *Botrytis cinerea* est responsable d'un très large spectre de symptômes. Les symptômes qui sont les plus typiques pour les feuilles et les petits fruits sont l'apparition de taches brunes, suivis par l'apparition de feutrage grisâtre, qui sont en fait les conidies (Williamson et al., 2007).

## 6. Facteurs de développement de *B. cinerea*

### 6.1. Température/humidité

L'humidité relative et la température jouent un rôle clef pour l'infection de la plante par *B. cinerea* et le développement de la maladie. La température optimale pour le développement de l'infection tant sur les fleurs que sur les fruits est d'environ 20°C et le taux d'humidité relative de 93% ou plus. L'infection était grandement réduite lorsque les températures étaient inférieures à 15°C ou supérieures à 25°C.

La température optimale pour la germination des conidies était comprise entre 20 et 30°C. À des températures inférieures à 5°C et supérieures à 35°C (Shiraishi et al., 1970). A 10°C la germination est très retardée avec seulement 60% de conidies germées 48 heures après l'inoculation (Shiraishi et al., 1970).

Jarvis (1977), estime que 80% des conidies de *B. cinerea* germent à 15°C et 5°C à 95% d'humidité relative, en revanche 100% des spores germent à 20°C. À 90% d'humidité relative, 85% des conidies germent à 20°C, et la germination s'arrête quand les conditions d'humidité relative et de température sont plus faibles (Jarvis, 1977).

Le mycélium aérien et la sporulation se développent d'une manière plus rapide à 21°C, 94% d'humidité relative et en présence d'un vent limité (Thomas and Marois, 1986).

La sporulation est limitée à 10°C et stoppée à une température inférieure à 5°C ou supérieure à 30°C (Davidson and Krysinska-Kaczmarek, 2007). D'après O'Neill et al., (1997), la phase de sporulation est favorisée par une forte humidité relative et l'interruption de ces conditions entraîne un retard de sporulation.

### 6.2. 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). La sporulation de *B. cinerea* est par contre dépendante de la qualité de la lumière reçue et surtout des UV (Elad, 1997; Nicot et al., 1996; West et al., 2000).

La survie des conidies dans l'air est également influencée par la qualité de la lumière. D'après Rotem et Aust (1991), les rayons UV influencent fortement la mortalité des conidies; la longévité sous UV a été réduite à 3 minutes (Rotem and Aust, 1991) contre 14 mois pour les conidies sèches incubées à température ambiante (Salinas et *al.*, 1989).

### 6.3. Exigences nutritives

Les spores de *B. cinerea* ont des besoins nutritifs afin de pouvoir germer. De nombreuses expériences ont montré que la germination de *B. cinerea* dans l'eau était significativement plus faible que dans une solution nutritive (Kosuge and Hewitt, 1964). La germination des spores de *B. cinerea* dans l'eau (absence de nutriments) a cependant été observée pour certaines souches (Doehlemann et *al.*, 2006). La présence de nutriments tels que le glucose et le fructose favorise la germination et l'élongation du filament germinatif (Clark and Lorbeer, 1977; Kosuge and Hewitt, 1964) et permettent à des conidies âgées de retrouver leur pouvoir germinatif (Shiraishi et *al.*, 1970).

## 7- Lutte contre la pourriture grise

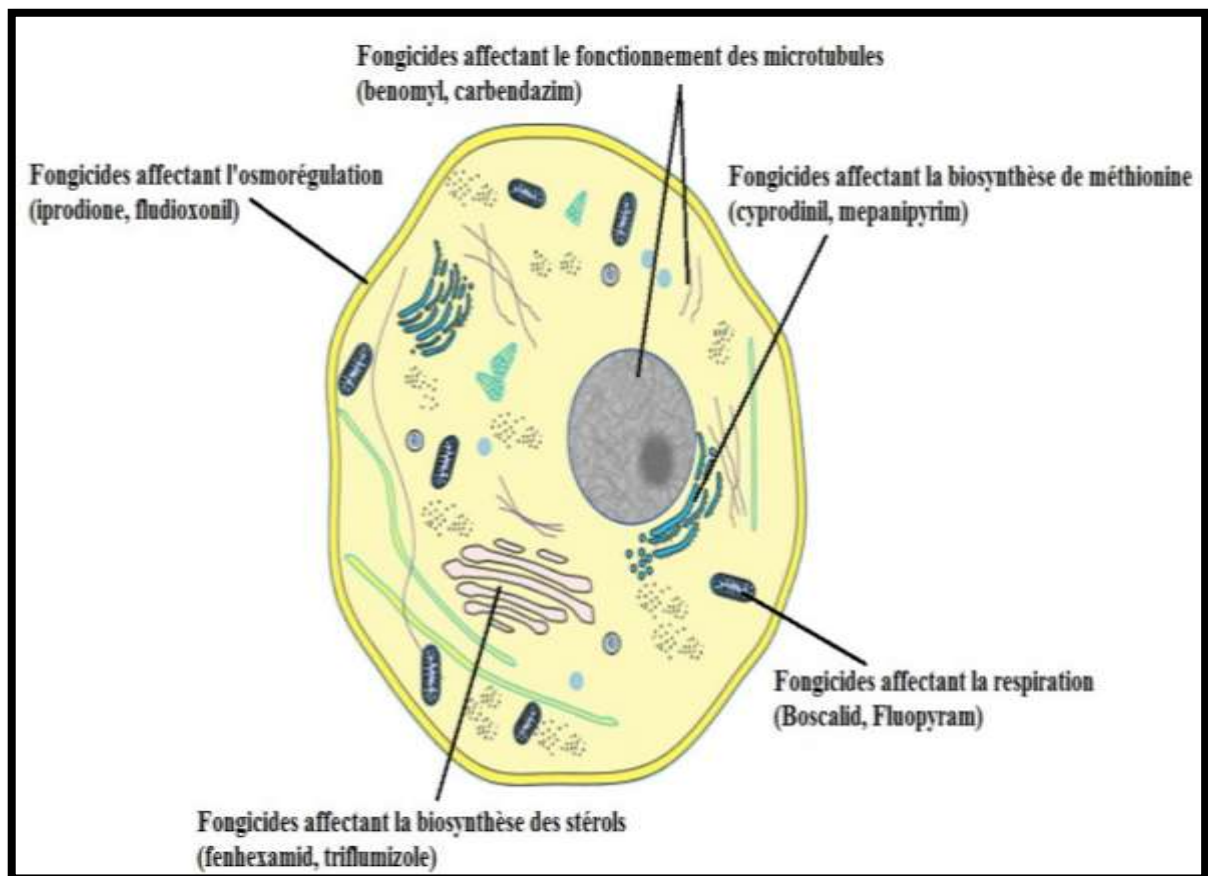
Parmi les différentes méthodes utilisées pour lutter contre la pourriture grise, on retrouve, entre autres, le contrôle via les méthodes biologiques qui consiste en l'utilisation d'organismes vivants, principalement des bactéries ou des champignons non pathogènes, ou l'utilisation de produits issus de ces mêmes organismes. Dans la lutte contre la pourriture grise, on retrouve aussi l'adoption de bonnes pratiques culturales via les méthodes prophylactiques comme l'effeuillage, la réduction de la densité des plantes, le retrait de feuilles infectées afin de prévenir ou défavoriser le développement de *B. cinerea* (Ajouz, 2009). Il existe aussi les recherches sur l'amélioration génétique qui restent toujours une option pour la lutte contre la pourriture grise. Par contre, à l'heure actuelle, il n'existe pas de variétés commerciales résistantes à *B. cinerea*. Finalement, la méthode de lutte la plus utilisée est le contrôle via les méthodes chimiques, c'est-à-dire l'utilisation de fongicides.

### 7.1. Lutte chimique

Lutte chimique afin de combattre les champignons phytopathogènes qui ravagent nos cultures, les méthodes de contrôle chimique sont largement utilisées en agriculture (Leroux et *al.*, 2010). D'ailleurs, ces méthodes demeurent, encore aujourd'hui, la solution la plus efficace pour permettre de réduire les dommages engendrés par la pourriture grise. La technique

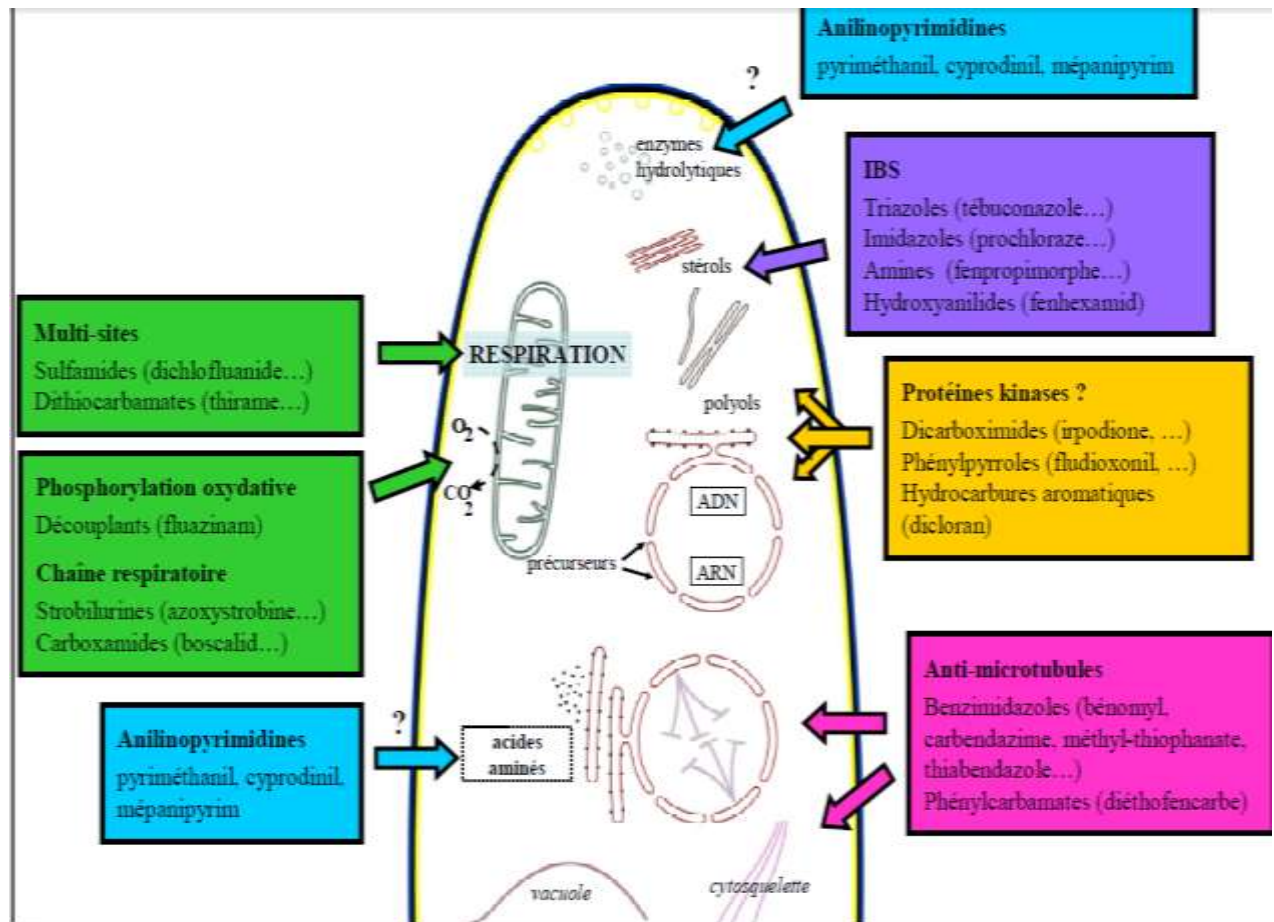
d'application de composés chimiques la plus fréquemment utilisée jusqu'à aujourd'hui consiste à pulvériser les parties aériennes des plantes avec les fongicides (Elad et *al.*, 2004). Afin de lutter contre la pourriture grise causée par *Botrytis cinerea*, plusieurs familles de fongicides de synthèse sont homologuées. Ces fongicides sont classés en 5 catégories selon leur mode d'action biochimique sur le champignon phytopathogène : les fongicides affectant (figure 5,6)

1. la respiration (boscalide, fluopyrame),
2. le fonctionnement des microtubules (benomyle, carbendazim),
3. l'osmorégulation (iprodione, fludioxonil),
4. la biosynthèse de méthionine (cyprodinil, mepanipyrim) ou
5. la biosynthèse des stérols (fenhexamide, triflumizole) (Leroux et *al.*, 2002).



**Fig.5.** Sites d'action des fongicides chez *Botrytis cinerea* (Mélanie,G.R .2014)





**Fig.6.** Sites d'action des différentes familles de fongicides anti-*Botrytis*. (Anne-Noëlle, P. 2008)

## 7.2. Lutte biologique

La lutte biologique a pour principe d'utiliser des micro-organismes antagonistes afin de réduire la densité de l'inoculum de l'agent pathogène ou d'altérer son activité pathogène. La protection conférée par un agent biologique peut être basée sur un ou plusieurs mécanismes d'action : la compétition pour les éléments nutritifs ou l'espace, le parasitisme, la production de substances toxiques pour le pathogène (antibiose) et/ou la stimulation des défenses de la plante (Thomashow, 1996 ; Yedida et al., 1999 ; Haas et al., 2000).

Le champignon le plus largement étudié est le *Trichoderma spp.* Les travaux sur le biocontrôle de *B. cinerea* à l'aide de ce champignon ont débuté il y a 30 ans (Dubos et al. 1978, 1982). Des produits à base de *Trichoderma harzianum* et *T. viride* ont été formulés afin d'être commercialisés en tant qu'anti-*Botrytis*. De plus, des rhizobactéries appelées PGPR pour « plant growth-promoting rhizobacteria » ont montré une efficacité dans la lutte contre *B. cinerea*.

### 7.3. Lutte génétique

La transformation génétique offre une alternative intéressante puisqu'elle permet l'introduction d'un ou plusieurs gènes dans le génome de la plante tout en maintenant son patrimoine génétique, ses caractères agronomiques et la qualité de ses produits (Yamamoto et *al.* 2000 ; Vidal et *al.*, 2003 ; Bornhoff et *al.*, 2005 ). Dans la lutte contre *B. cinerea*, les stratégies visent à surexprimé des gènes codant des molécules à fonction antimicrobienne. Ainsi, l'intégration d'un gène codant une stilbène synthéase a permis une production plus importante de resvératrol dans les plantes transgéniques (Fan et *al.*, 2008) et une meilleure tolérance *in vitro* vis-à-vis de *B. cinerea* (Coutos-Thévenot et *al.*, 2001).

## **1. Définition de la salinité :**

La salinité est un processus d'accumulation de sels à la surface du sol et dans la zone racinaire qui occasionne des effets nocifs sur les végétaux et le sol, il s'en suit une diminution des rendements, et à terme, une stérilisation du sol (Mermoud, 2006). De façon analogue à la formation d'un sol salin, un sol devient sodique lorsque la proportion d'ions  $\text{Na}^+$  dépasse celles des autres électrolytes de plusieurs ordres de grandeur (Levy 2000, Essington 2004). Ce processus dépend essentiellement du régime hydrique du sol et des sources de sel. Lorsque le climat est chaud et sec, entraînés par les eaux capillaires suivant le flux d'évaporation, les sels sont accumulés en surface.

Les sels les plus communs présents dans la solution du sol correspondant aux cations  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  et aux anions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ . (Keren, 2000).

Les terres arides et semi arides représentent un tiers de la surface du globe. Dans ces zones, la salinité des sols et des eaux d'irrigation est l'un des facteurs limitatifs de la productivité végétale et du rendement agricole (Zid et Grignon, 1991 ; Baatour et al. 2004).

## **2. Répartition des sols salés :**

### **2.1. Dans le monde :**

La salinité est un des processus de dégradation des sols les plus largement répandus sur la terre. Les causes techniques les plus importantes à l'origine de la diminution de la production sur de nombreux périmètres irrigués, particulièrement dans les zones arides et semi-arides, ou de désastre sur de grandes surfaces en agriculture pluviale, sont l'engorgement, la salinisation et la sodication.

Chaque année, les surfaces perdues à cause de la salinité des sols varient autour de 20 millions d'ha dans le monde. Ainsi, ces surfaces sont passées de 48 millions à 265 millions d'ha de terres agricoles touchées par la salinité et aujourd'hui, les surfaces agricoles affectées dans le monde seraient de 340 millions d'ha soit 23% des terres cultivées dans le monde, (Cheverry, 1995). Selon Szabolcs (1994), un milliard d'ha est menacé dont 3,2 millions d'ha en Algérie (Belkhodja et Bidai, 2004).

En Europe, on trouve des sols à forte teneur saline en Hongrie, en Roumanie, en Grèce, en Italie et dans la péninsule ibérique.

On estime que la salinisation du sol affecte 1 à 3 millions d'hectares de terres en UE. Cette salinisation est considérée comme une cause majeure de désertification et constitue donc une forme grave de dégradation des sols.

**Tableau.3** La superficie affectée par la salinité dans différentes régions du monde

Région	Superficie (million d'hectares)
Afrique	80,5
Europe	50,8
Amérique du nord	5,7
Amérique du sud	129,2
Asie du sud	87,6
Australie	357,3
Mexique et Amérique cen	2
Asie du sud-est	20
Asie du centre et du nord	211,7
<b>Total</b>	<b>954,8</b>

Source : Handj et *al*, 1995 in Sinoussi ,2001.

## 2.2. Cas en Algérie :

Les sols salés sont très répandus en Algérie essentiellement dans les zones arides et semi-arides; des travaux effectués par différents auteurs montrent que la majorité des sols agricoles en Algérie sont affectés par la salinité (Durand, 1958; Haltim, 1985).

De façon générale « les sols sodiques en Afrique du Nord proviennent principalement d'une action de la mer (pas actuelle) ou de la présence de dépôts lagunaires salés et gypseux répartis dans l'échelle stratigraphique depuis le Trias jusqu'au Quaternaire

En Algérie d'après Szablocs (1989) 3,2 million d'hectares subissent à des degrés de sévérité variable, le phénomène de salinisation dont une bonne partie se trouve localisée dans les régions steppiques où le processus de salinisation est plus marqué du fait des températures élevées durant presque toute l'année, du manque d'exutoire et de l'absence de drainage efficient.

Ce phénomène est observé dans les plaines et vallées de l'Ouest du pays (Mina, Cheliff, Habra Sig, Maghnia) dans les hautes plaines de l'Est (Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj, Oum El Bouagui), aux abords des Chotts et de Sbkhas (Chott Ech Chergui, Chott Gharbi, Chott Hodna, Chott Melghir, Sebkhia d'Oran, de Benziane, Zemmoul, Zazhrez Gharbi et Chergui, etc..) et dans le grand Sud (dans les Oasis, le long des oueds, etc...).

## 3. Origines de la salinisation des sols :

Bien que l'altération des roches et les minéraux primaires soit la principale source de tous les sels, les sols salés sont rarement formés par accumulation de sels in situ. Plusieurs causes sont à l'origine de ce phénomène (Maillard, 2001).

### 3.1. Salinisation primaire :

Près de 80 % des terres salées ont une origine naturelle, on qualifie alors la salinisation de «primaire». Dans ce cas, celle-ci est due à la formation des sels pendant l'altération des roches ou à des apports naturels externes :

- Dans les régions côtières, intrusion de l'eau salée ou submersion des terres basses.
- Inondation périodique par de l'eau de mauvaise qualité.
- Remontée d'une nappe phréatique salée près de la zone racinaire (Mermoud, 2006)

### 3.2. Salinisation secondaire :

Près de 20% des terres salées ont une origine humaine ou anthropique et sont qualifiées de «secondaires». L'utilisation des grandes quantités d'eau d'irrigation, causant ainsi une salinisation secondaire (Pessarakli., 1999). Cette salinisation est due à une mauvaise conduite de l'irrigation. En effet, les eaux peuvent être chargées en sels qui s'accumulent dans le sol. L'irrigation altère le bilan hydrique du sol en générant un apport d'eau supplémentaire; cet apport est toujours associé à un apport de sels. En effet, même une eau douce de la meilleure qualité contient des sels dissous et, si la quantité de sels apportée par cette eau peut sembler négligeable, les quantités d'eau apportées au fil du temps entraînent un dépôt cumulé de sels dans les sols qui peut s'avérer considérable (Marlet, 2005)

Une fertilisation chimique excessive contribue aussi à une accumulation des sels dans la rhizosphère (Mouhouche et Boulassel., 1999 ; Mashali et *al.*, 2005) et selon la durée, une accumulation de sels dans les sols indemnes et agricoles (Antipolis.,2003).

## 4. Classifications des sols salés :

Les sols salés sont des sols dont leur évolution est due à la présence excessive de sels solubles, c'est à dire ceux qui sont plus solubles que le gypse et/ou un fort taux de sodium échangeable. Ce qui leur confère des propriétés physiques, chimiques et biologiques défavorables (USSSL.1954)

Les sols sont classés comme sols salés dès que leur teneur en sels solubles atteint 2 ‰ en sol sableux à 4 ‰ en sol argileux ou dès que la conductivité de l'extrait de la pâte saturée dépasse 4 micromhos par cm. (Aubert, 1960). Dans ces sols, les sels solubles, le plus souvent, rencontrés sont des chlorures, des sulfates ou des bicarbonates, plus rarement on décèle des carbonates et des nitrates. Le cation le plus courant est le sodium, puis viennent par ordre décroissant le magnésium, le calcium et le potassium.

#### 4.1. Sols salés à structure non dégradée :

- Sols salins ou « solontchaks » : dont la salinité globale déterminée sur pâte saturée est supérieure à 4 mmhos/cm à 25°C (classification américaine) ou à 7 mmhos (CPCS, 1967) et l'ESP inférieur à 15% (classification américaine) et à 10 % (CPCS, 1967).

- Sols salins à alcali ou sols salins- sodiques ou solontchaks- solonetz : dont la salinité globale est supérieure à 4 ou 7 mmhos/cm et l'ESP est supérieur à 10 ou 15%.

#### 4.2. Sols salés à structure dégradée :

- Sols à alcali ou sols sodiques ou solonetz : dont la salinité globale est inférieure à 4 ou 7 mmhos/cm, et l'ESP supérieur à 10 ou 15%. Leur pH est supérieur à 8,5.

### 5. Effet de la salinité sur le sol et les végétaux :

#### 5.1. Effet sur le sol :

Une grande quantité de sels solubles peut affecter les propriétés pédologiques, notamment la dispersion des colloïdes, la stabilité structurale et la chute de la perméabilité hydraulique (Servant, 1970 ; Chevery, 1972 ; Agassi et *al* 1981 ; Aubert 1983 ; Halitim, et *al* 1984 ; Daoud, 1993).

#### 5.2. Effet sur les végétaux :

L'effet de la salinité se manifeste généralement chez la plupart des plantes cultivées par une réduction de la croissance et le développement (Munns et *al.*, 1983). En effet, elle conduit à une diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines (Chartzoulakis et Klapaki, 2000). Dans ce cas de figure, une forte concentration d'un sel conduit à la réduction de la vitesse d'expansion de la surface foliaire (Wang et Nil, 2000). Ceci est lié à la baisse d'activité de l'eau cellulaire, qui déstabilise les membranes et les macromolécules et entraîne la perte de turgescence des tissus. Le potentiel hydrique et le potentiel osmotique des plantes deviennent de plus en plus négatifs avec l'augmentation de la salinité ainsi que la pression de la turgescence (Romero-Aranda et *al.*, 2001 in Parida et Das, 2005).

Par ailleurs, la salinité cause une modification de l'épaisseur épidermique, l'épaisseur du mésophylle, la longueur et le diamètre des cellules palissadiques. C'est ce qui a été observé sur les feuilles de l'haricot, du coton et de l'Atriplex soumis au stress salin (Longstreth et Nobel, 1979 in Parida et Das, 2005). La salinité réduit aussi l'espace intercellulaire dans les feuilles (Delphine et *al.*, 1998 in Parida et Das, 2005). La réaction de la plante à la salinité se fait

initialement au niveau des racines qui synthétisent une hormone appelée acide abscissique (ABA), qu'elles véhiculent vers les parties aériennes où se déclenche le mécanisme de fermeture des stomates (Schroeder et *al.*, 2001).

La salinité tout comme la sécheresse ont pour conséquence de réduire la photosynthèse nette par la réduction des échanges gazeux mais aussi de l'activité photochimique (Eastman & Camm 1995, Orcutt & Nilsen 2000, Godde 1999, Ortega et *al.* 2004). Les feuilles les plus âgées commencent à développer une chlorose et finissent par tomber pendant une période prolongée de stress salin (Agastian et *al.*, 2000).

L'accumulation des ions  $\text{Na}^+$  dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que  $\text{K}^+$  et  $\text{Ca}^{2+}$ . Il y aurait une compétition entre  $\text{Na}^+$  et  $\text{Ca}^{2+}$  pour les mêmes sites de fixation apoplasmique. Les fortes concentrations en  $\text{Na}^+$  affectent particulièrement l'absorption en  $\text{K}^+$ . Ce phénomène a été observé chez le riz (Levitt, 1980. Haouala et *al.*, 2007) et la canne à sucre (Nimbalkar, Joshi, 1975 .Haouala et *al.*, 2007). Dans le cas de haricot, cette absorption peut complètement s'arrêter (Hamza, 1977 in Haouala et *al.*, 2007). Néanmoins, le  $\text{Na}^+$  peut, dans certains cas, augmenter l'absorption en  $\text{K}^+$  quand il se trouve à faible concentration.

Le stress salin cause aussi un déficit hydrique comme conséquence à l'effet osmotique sur les activités métaboliques des plantes. Ce déficit hydrique cause un stress oxydatif à cause de la formation des espèces réactives de l'oxygène comme les super-oxydes, les radicaux hydroxyles et le peroxyde. Les espèces réactives de l'oxygène qui sont le produit des stress hyper osmotique et ionique causent des dysfonctionnements dans la membrane et la mort cellulaire (Bohnert et Jensen, 1996. Parida et Das, 2005).

### **5.3. Effet de la salinité sur les champignons :**

Dans la nature, la réponse des plantes à la fois aux stress abiotique et biotique est très complexe, dont la salinité des sols et des eaux d'irrigation ne constituent pas un facteur limitant la culture de la tomate mais elle est souvent associée à l'augmentation de la sensibilité des tomates aux maladies d'origine fongique principalement la fusariose (Standaert, 1978), la verticilliose (Afailal 1987, Besri, 1990) et la pourriture racinaire due à *Phytophthora parasitica* (Swiecki & Mac Donald, 1991). Ayres, (1984) a rapporté que les stress abiotiques comme la sécheresse, la pollution, la chaleur ou la salinité peuvent augmenter les symptômes des maladies par un effet direct sur la plante ou sur le pathogène.

Messiaen & Lafon (1971) ont émis l'hypothèse que l'ion sodium augmente la sensibilité de la tomate à la fusariose vasculaire par suite d'une insuffisance en calcium provenant d'une interférence ionique entre ces deux cations. Sur d'autres pathosystèmes, Mac Donald, (1984) et Sulistyowati & Keane, (1992), estiment que la salinité prédispose les plantes aux attaques de *Phytophthora* en inhibant la synthèse de phytoalexines, substances intervenant dans la protection des plantes contre l'invasion par les agents pathogènes. Benyahya, (1998), travaillant sur le couple Citrus-*Phytophthora* a montré l'effet spécifique des ions chlore sur l'interaction hôte-parasite.

En effet, l'augmentation du chlorure de sodium dans le sol stimule le développement et la conservation des champignons vasculaires (Besri, 1981 ; Afailal, 1987). De la même manière, la croissance et la production de sporanges chez *Phytophthora citrophthora* sont stimulées par la présence de sel dans le sol et dans les eaux d'irrigation (Benyahya, 1998). Les travaux de Swiecki & Mac Donald (1991) rapportent que la formation des sporanges de *Phytophthora parasitica* est plus importante en présence de concentrations modérées de NaCl et de CaCl<sub>2</sub> par rapport aux témoins sans sel.

L'effet de la salinité a été étudié sur d'autres champignons pathogènes. C'est le cas des *Botrytis cinerea*. Boumaaza et al (2015), ont montré que l'augmentation de la salinité du milieu favorise la croissance mycélienne in vitro de *Botrytis cinerea*, agents de la pourriture grise de la tomate, avec un optimum situé entre -150 et -300ppm.

A la lumière de ces données, et dans l'objectif de vérifier l'effet de la salinité de milieu sur l'efficacité de trois fongicides vis-à-vis de *Botrytis cinerea* et sur la protection des tomates contre la pourriture grise.



## 1. Matériels

Le but de cette étude est l'évaluation « in vitro » l'effet de la salinité sur l'efficacité de trois fongicides de synthèse vis-à-vis de *Botrytis Cinerea* agent causal de pourriture grise de la tomate.

### 1.1. Matériel fongique

L'isolat de l'agent pathogène *B. cinerea* utilisé dans cette étude a été obtenu à partir de feuilles et tiges de pieds de tomate présentant des symptômes de pourriture grise. L'échantillon provenant de serres localisées dans la plaine du Nord-Ouest algérien.

### 1.2. Milieu de culture utilisé

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

Le choix d'un milieu de culture est basé sur son adéquation pour un bon développement du pathogène.

La composition du milieu « PDA » (Potato Dextrose Agar) est la suivante :

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

### 1.3. Fongicides utilisés

Les fongicides les plus commercialisés en Algérie pour lutter contre la pourriture grise ont été retenus et utilisés aux doses homologuées.

**Tableau 4** : caractéristiques des fongicides testés

Nom commercial	Matière active	Type de formulation	Famille	Dose appliquée
Corval	Iprodione	Poudre mouillable (W.P)	Dicarboximides	150 g/hl
Pelt 44	Thiophanate-méthyl 70%	Poudre mouillable (W.P)	Benzimidazoles	200 g/hl
Teldor	Fenhexamide	Granulés dispersables (WG)	Hydroxyanilides	1 - 1,5 kg/ha

## 2. Méthodes

### 2.1. Effet *in vitro* de la salinité du milieu sur *B. cinerea*

Des rondelles de 4 mm de diamètre préalablement découpées à l'emporte pièce dans la zone de croissance active d'une culture d'une semaine. Les boutures sont déposés au centre de boîtes de Pétri avec milieu PDA, les deux sels (chlorure de calcium et de sodium) en plusieurs concentration 50, 100, et 200 ppm, incubé à l'obscurité et à  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ .

### 2.2. Test de l'efficacité *in vitro* des fongicides sur les différentes étapes du cycle de vie de champignon.

Pour cette étude quatre concentrations ont été choisies de chaque fongicide.

En effet, pour le fongicide Corval (Iprodione), les concentrations choisies étaient 0.05, 0.1, 0.5 et 5 g/l.

Pour le deuxième fongicide Pelt (Thiophanate-méthyl 70%) les concentrations testées ont été respectivement de 0.1, 0.5, 1, 5g /l.

Le troisième fongicide Teldor (Fenhexamide) les concentrations testées sont 0.05, 0.1, 0.5, 5 g /l.

Les volumes finaux des solutions fongicides ont été préparés par des dilutions avec les volumes d'eau appropriés. Les fongicides sont ensuite incorporés dans les erlenmeyer contenant le milieu PDA quand ce dernier atteint une température avoisinant  $45^\circ\text{C}$ . Après une légère agitation permettant d'homogénéiser le mélange, le milieu est coulé dans les boites de pétri à raison de 20ml par chaque boite de pétri. Les boites témoins ont été préparées dans les mêmes conditions mais sans ajout de fongicide. Après solidification du milieu de culture, des disques mycéliens coupés des cultures de chaque souches de *Botrytis cinerea* âgés de 4 jours et mesurant 2mm ont été déposés au centre de chaque boite de Pétri. Ces boîtes ont été incubées à une température de  $25^\circ\text{C}$  correspondant à l'optimum de croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*.

Pour les associations fongicides–salinité, les fongicides ont été évalués en présence de 3 concentrations 50, 100, 200 ppm en  $\text{CaCl}_2$  et  $\text{NaCl}$ .

### 2.3. Efficacité des fongicides sur la croissance mycélienne

La croissance mycélienne a été estimée par la mesure du diamètre de chaque culture. La mesure est prise sur deux axes perpendiculaires qui se coupent au milieu de disque mycélien. Le diamètre final consiste en la moyenne des deux lectures sur l'axe horizontal et l'axe vertical. Pour chaque sel et chaque concentration de fongicide, trois boîtes de Pétri ont été observées par

essai. Les mesures des moyennes de deux diamètres perpendiculaires de chaque colonie sont faites chaque 2 jours, 4 jours et pendant 7 jours, selon la formule:

Le pourcentage d'inhibition TI (%) a été déterminé par rapport au témoin et calculé selon la formule de Leroux et Gredet (1978):

$$TI = \frac{X_t - X_s}{X_t} \times 100$$

TI : taux d'inhibition en (%)  
 X<sub>t</sub> : croissance mycélienne du témoin en mm  
 X<sub>s</sub> : croissance mycélienne en présence de fongicide.

#### 2.4. Efficacité des fongicides sur la sporulation

Les spores de *B. cinerea* ont été récoltées à partir d'une culture âgée d'environ 2 semaines dans des boîtes de Pétri de 8.5 cm de diamètre et incubées à 25 °C. Des plaques de culture de 2 semaines ont été agitées au vortex dans un tube contenant 10 ml d'eau distillée stérile et 0,05 ml de Tween 80 pendant 5 minutes afin de détacher les spores. Puis la suspension enrichie en spores est filtrée à travers d'un filtre pour éliminer les débris de mycélium. Le comptage du nombre total de spores a été effectué à l'aide d'une cellule de Malassez, à raison de trois comptages par suspension et par fongicide, ainsi que pour le sel ou un mélange des deux. Les moyennes de ces mesures ont par la suite été calculées. Les valeurs ont été exprimées en nombre de spores par ml.

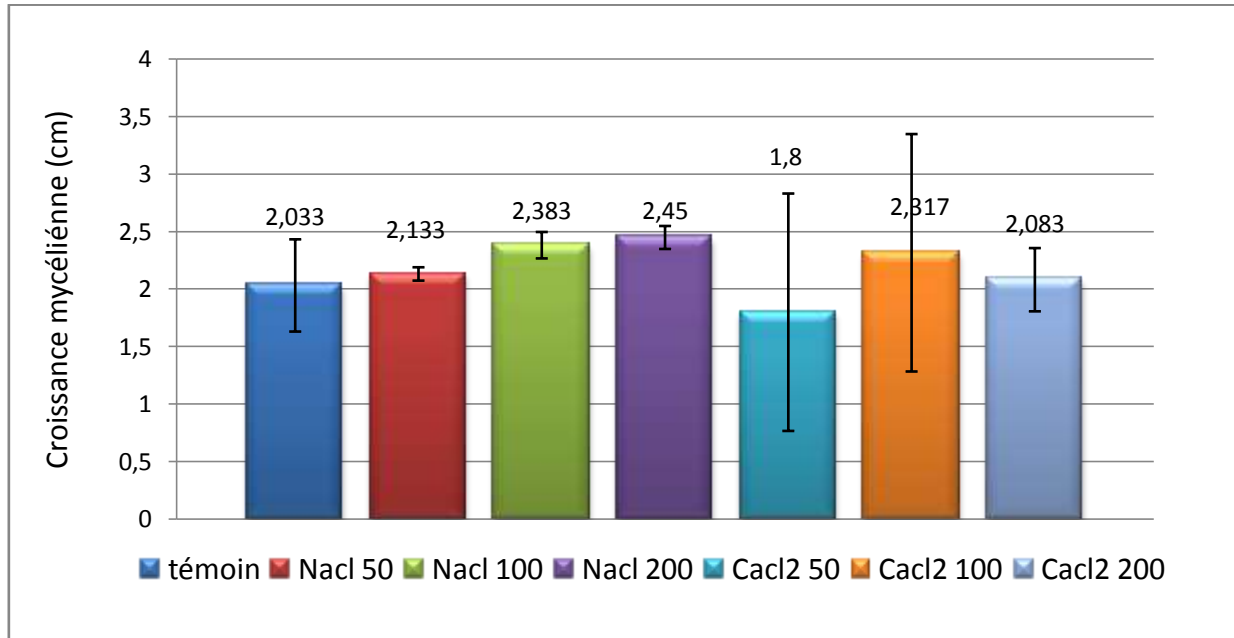
#### 2.5. Analyses Statistiques.

Toutes les analyses statistiques ont été analysées par (STATBOX 6.0.4, Grimmersot). Les données ont été analysées par les deux sens factoriels. Comparaison des moyens et des interactions a été réalisée par le test "Duncan's multiple range" au seuil de 5 %.

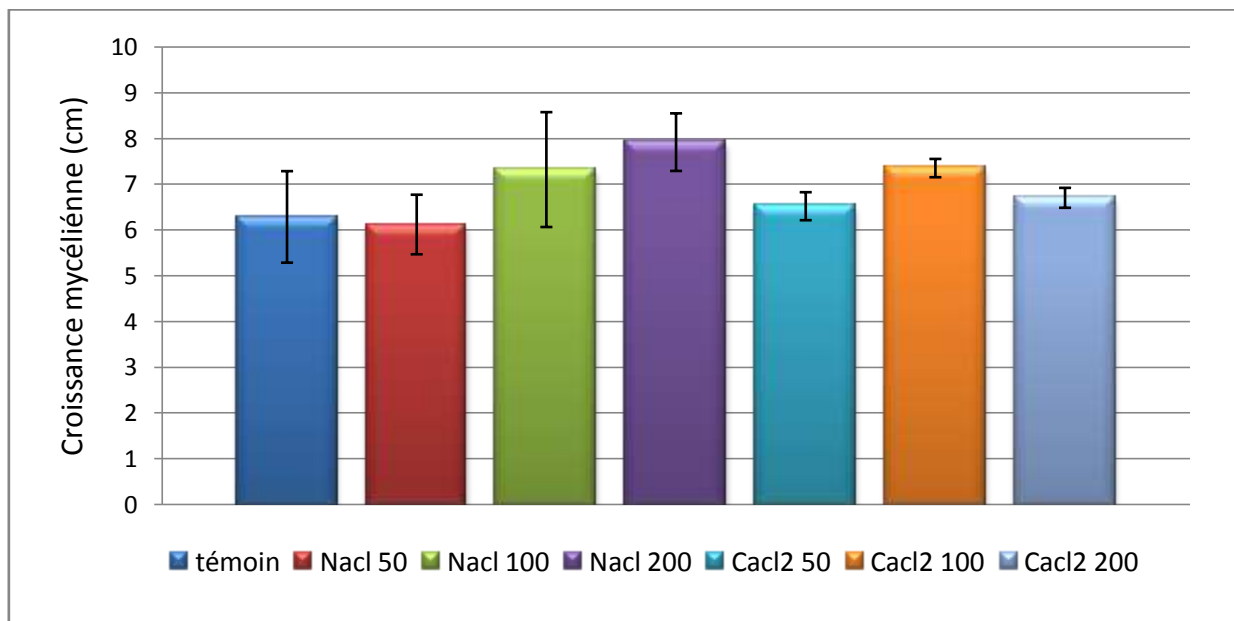
## 1. Résultat

### 1.1. Impact de la salinité du milieu sur le *Botrytis cinerea*

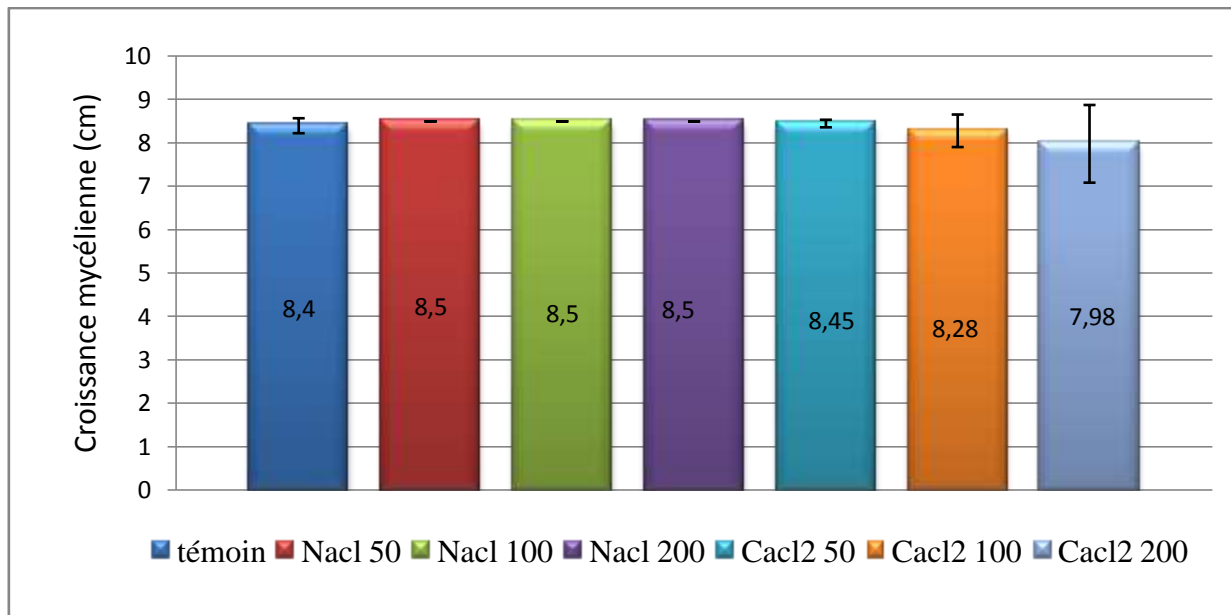
#### 1.1.1. Effet sur la croissance mycélienne



**Fig7.** L'effet de salinité de milieu sur la croissance mycélienne du *Botrytis cinerea* après 2jours



**Fig8.** L'effet de salinité de milieu sur la croissance mycélienne du *Botrytis cinerea* après 4 jours.



**Fig9.** L'effet de salinité de milieu sur la croissance mycélienne du *Botrytis cinerea* après une semaine.

La croissance mycélienne des colonies de *B. Cinerea* soumis à différentes concentrations de sel a été notée après 2, 4 et 7 jours. Les résultats sont reportés sur la figure (7 et 8 et 9).

L'analyse de la variance à un seul critère de classification (traitement) montre des différences non significatives pour les deux types de traitement au 2<sup>ème</sup> et 7<sup>ème</sup> jours  $p \geq 5\%$ , la figure 08 montre qu'il n'y a pas d'effet traitement au 4<sup>ème</sup> jours.

Le NaCl comme le CaCl<sub>2</sub> présente une action sur la croissance mycélienne.

Au 2<sup>ème</sup> jours : Il apparaît clairement que l'effet des sels (NaCl et CaCl<sub>2</sub>) se traduit par une stimulation de la croissance mycélienne à différentes concentrations testés à l'exception de 50ppm en CaCl<sub>2</sub>, le taux d'inhibition de la croissance mycélienne est de l'ordre de 11,46 % par rapport à la série témoins.

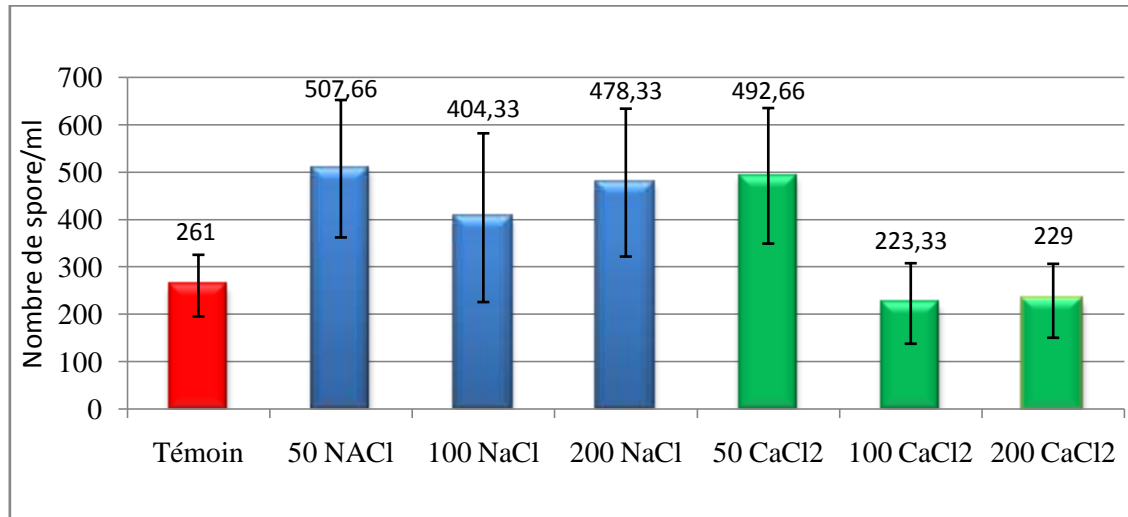
On remarque que dans le 4<sup>ème</sup> jours, la croissance mycélienne pour la plupart des concentrations est augmentée par comparaison avec le témoin, sous les deux types de sel, à l'exception de 50ppm en NaCl, le taux d'inhibition de la croissance mycélienne est de l'ordre de 2.64% par rapport aux témoins

Au 7<sup>ème</sup> jours : Pour les concentrations comprises entre 50 et 200 ppm, le chlorure de sodium montre une activité traduit par une stimulation de la croissance mycélienne.

En présence de CaCl<sub>2</sub>, les pourcentages d'inhibition de la croissance mycélienne les plus importants sont obtenus avec le CaCl<sub>2</sub> à 100 et 200ppm. Le taux d'inhibition est 1.39% et

4.96% respectivement. En effet, à la concentration de 50 ppm en  $\text{CaCl}_2$ , on enregistre une augmentation de la croissance mycélienne de l'ordre de 0.59 %.

### 1.1.2. Effet sur la sporulation :



**Fig10.** L'effet de salinité de milieu sur la sporulation du *Botrytis cinerea*

L'analyse des résultats montre que la salinité affecte la sporulation de *Botrytis cinerea* pour chacune valeurs de sel, on note une différence significative entre les différents traitements salins ( $p=00001$ ).

En absence du sel en enregistrer  $261 \times 10^6$  spores/ml.

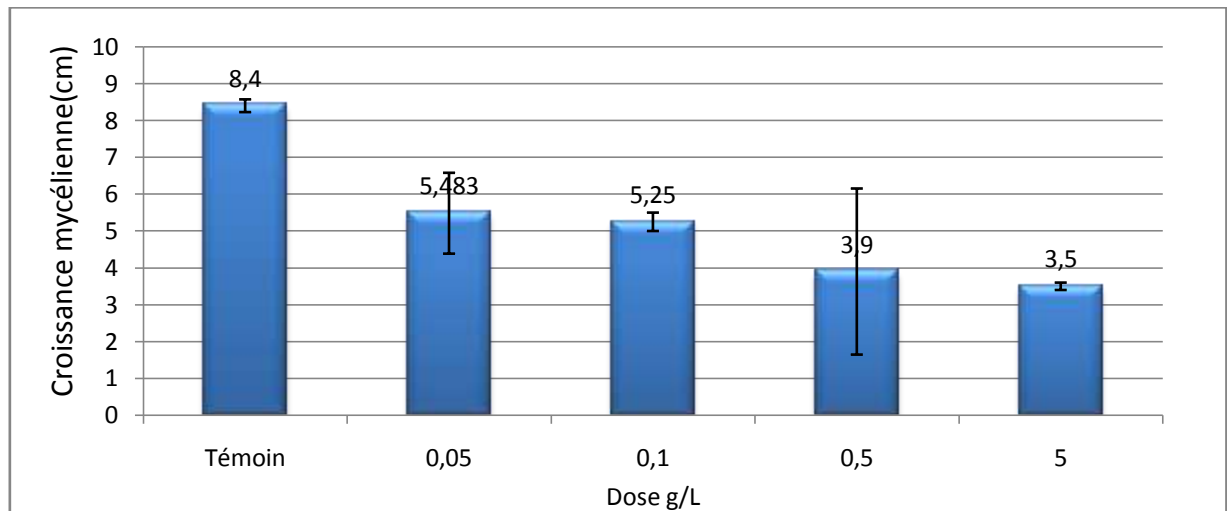
Il apparaît clairement que l'effet des sels se traduit par une stimulation de la production de la conidiogénèse à différentes concentrations testés à l'exception de 100et 200ppm en  $\text{CaCl}_2$ .

On remarque que dans le milieu contenant 50 ppm en  $\text{CaCl}_2$ , la capacité de la production de la conidiogénèse est augmentée par comparaison avec le témoin. Au delà de cette concentration et jusqu'à 200ppm l'effet du  $\text{CaCl}_2$  s'est traduit par une réduction de la sporulation.

Le chlorure de sodium montre une activité conidiogénèse nettement plus élevée que celle du chlorure de calcium.

## 1.2. Impact des fongicides (Iprodione, Thiophanate-Méthyl, Fenhexamide) sur le *B. cinerea* (Effet sur la croissance mycélienne et sporulation)

### 1.2.1. 1<sup>er</sup> cas : Iprodione

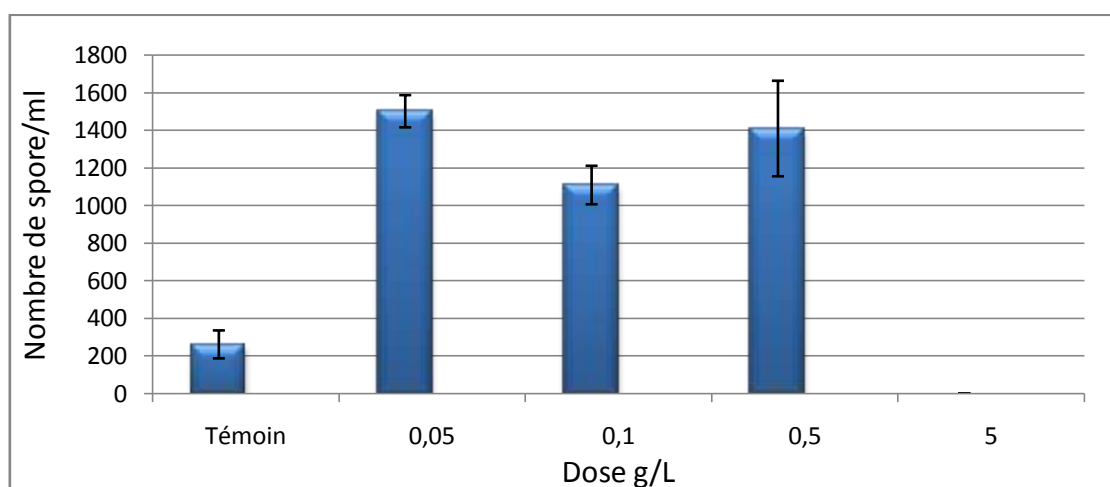


**Fig11.** L'effet d'Iprodione sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*

L'analyse des résultats montre que l'Iprodione affecte la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea* pour chacune valeurs de sel, on note une différence significative entre les différents traitements salins (0,00289).

Le taux d'inhibition pour ces doses de l'iprodione 0.005g/L, 0.01g/L, 0.05g/L, 0.5g/L (respectivement) est suivant : 34.76%, 37.5%, 53.57%, 58.34%.

En présence de l'Iprodione, la valeur de la  $CI_{50}$  déterminée est faible 50 g/hl. L'isolat de *Botrytis cinerea* est plus sensible.

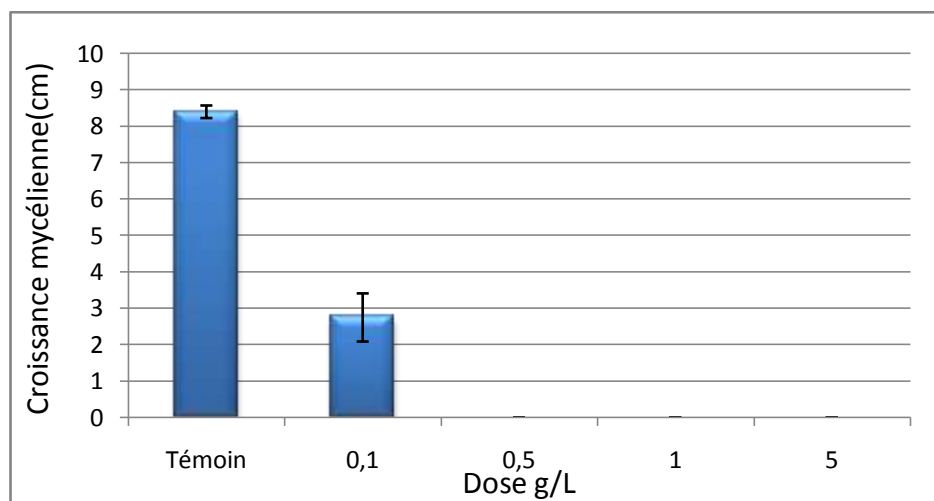


**Fig12.** L'effet d'Iprodione sur la sporulation de *Botrytis cinerea*

L'analyse des résultats montre que l'Iprodione affecte la sporulation de *Botrytis cinerea* pour chacune valeurs de sel, on note une différence non significative entre les différents traitements salins ( $p=0,11141$ ).

Pour les concentrations comprises entre 0.05 et 0.5 g/l, l'Iprodione montre une activité conidiogène nettement plus élevée que celle du témoin. En effet, à la concentration optimale (5g/l), on enregistre l'absence complètement de conidies produites. La valeur de la  $CI_{90}$  déterminée est plus élevée 500 g/hl.

### 1.2.2.2ème cas : Thiophanate-Méthyl



**Fig13.** L'effet du Thiophanate-Méthyl sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*

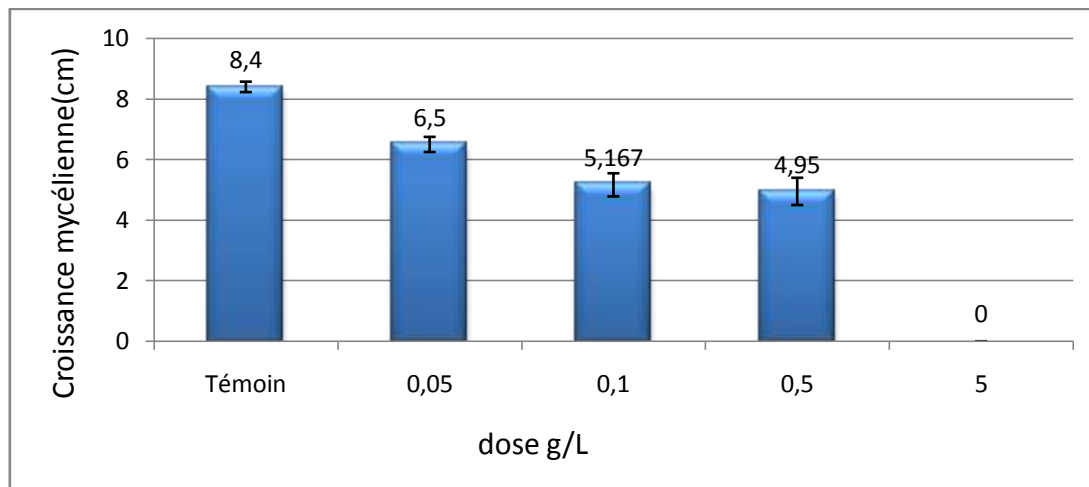
Les résultats concernant l'effet du Thiophanate-Méthyl sur la croissance mycélienne de l'isolat étudié sous l'effet des différentes concentrations apparaissent sur la Fig. 13. L'analyse des résultats montre que Thiophanate-Méthyl affecte la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*, on note des différences significatives entre les différentes concentrations ( $p \leq 5\%$ ).

Thiophanate-Méthyl évalué de 0.1 à et 5 g/L a montré une efficacité à réduire la croissance mycélienne, lorsque Thiophanate-Méthyl est utilisé à 0.1 g/L, le taux d'inhibition 67,26 %, alors qu'elle atteindra 100% pour les autres concentrations testées. La valeur de la  $CI_{50}$  déterminée est plus faible 10 g/hl.

Méthyl-thiophanate est efficace sur la sporulation de cet isolat étudié (100 % d'inhibition) pour tous les dose utilisé 0.1g/L, 0.5g/L, 1 g/L, 5g/L.



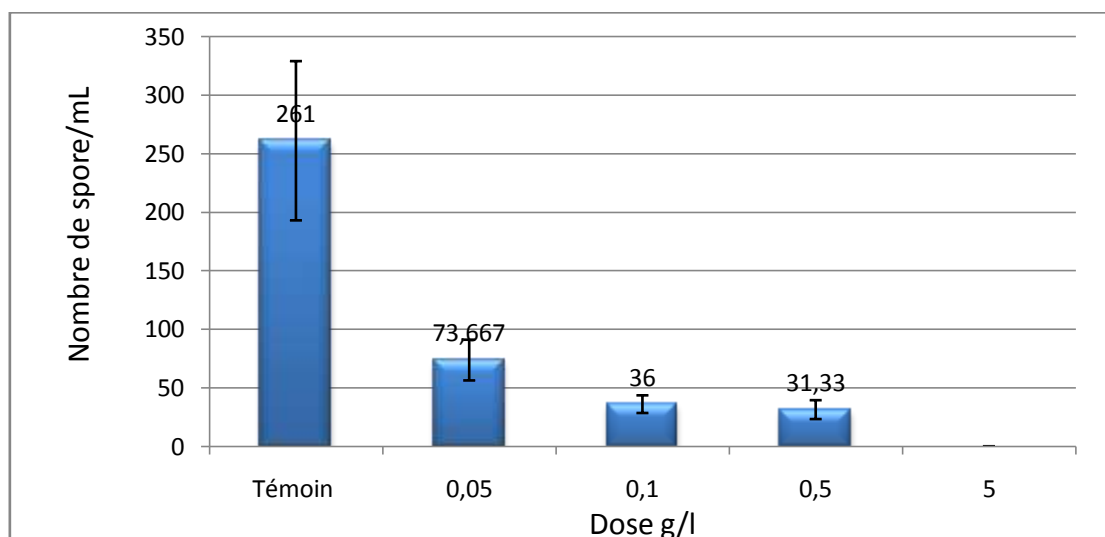
### 1.2.3. 3<sup>ème</sup> cas : Fehnexamide :



**Fig14.** L'effet du Fehnexamide sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*

L'analyse des résultats montre que le Fehnexamide affecte la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*, on note des différences significatives entre les différentes concentrations ( $p \leq 5\%$ )

Le taux d'inhibition pour ces doses de Fehnexamide 0.05g/L, 0.1 g/L, 0.5g/L, 5g/L : 22.61%, 38.48%, 41.07% et 100% respectivement. Le Fehnexamide est efficace sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*  $CL_{50} = 50\text{g/hl}$ . L'isolat présente une  $CI_{90}$  relativement élevée (500g/hl).



**Fig15.** L'effet du Fehnexamide sur la sporulation de *Botrytis cinerea*

L'analyse de la variance (annexe 9) a révélé une interaction non significative entre les doses testés et l'isolat de *Botrytis cinerea* utilisés dans cette étude ( $p < 0,05$ ).

On remarque une inhibition au nombre de spore : plus la dose du produit est élevée, plus le nombre de spore et diminuer. Le taux d'inhibition de 0.05g/L, 0.1 g/L, 0.5g/L et 5g/L est 71.77%, 86.20%, 87.99% et 100% respectivement.

Le Fehnexamide est efficace sur la sporulation de *Botrytis cinerea*  $CI_{50} \leq 5$ g/hl. L'isolat présente une  $CI_{90}$  relativement faible (50g/hl).

### 1.3. Comparaison entre les fongicide

**Tableau 5 : Comparaison des  $CI_{50}$  et des  $CI_{90}$  en g/hl de la croissance mycélienne et de la sporulation de *Botrytis cinerea* en présence de 3 fongicides.**

	Iprodione		Thiophanate-Méthyl		Fehnexamide	
	$CI_{50}$	$CI_{90}$	$CI_{50}$	$CI_{90}$	$CI_{50}$	$CI_{90}$
<b>la croissance mycélienne</b>	50 g/hl	$\leq 50$ g/hl	10 g/hl.	50 g/hl	50g/hl	500g/hl
<b>la sporulation</b>	/	500g/hl	10 g/hl	10 g/hl	5g/hl	50g/hl

On enregistré que le Thiophanate-Méthyl c'est le fongicide le plus efficace avec un taux d'inhibition de la croissance mycélienne jusqu'à 100 % même a faible dose  $CI_{50}=10$ g/hl au suivant l'Iprodione avec  $CI_{90} \leq 50$  g/hl. Au suivant le fihnexamide est classé le dernier à inhiber la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea* avec un  $CI_{90}=500$ g/hl

Le Fehnexamide et le méthyl-thiophanate ont une fongitoxicité plus élevée sur la sporulation.

L'isolat présente des  $CI_{50}$  faibles (5 g/hl) et une  $CI_{90}$  élevée (50 g/hl) en présence du Fehnexamide.

L'Iprodione a des  $CI_{90}$  dépassant constamment la dose homologuée de 200 g/hl.

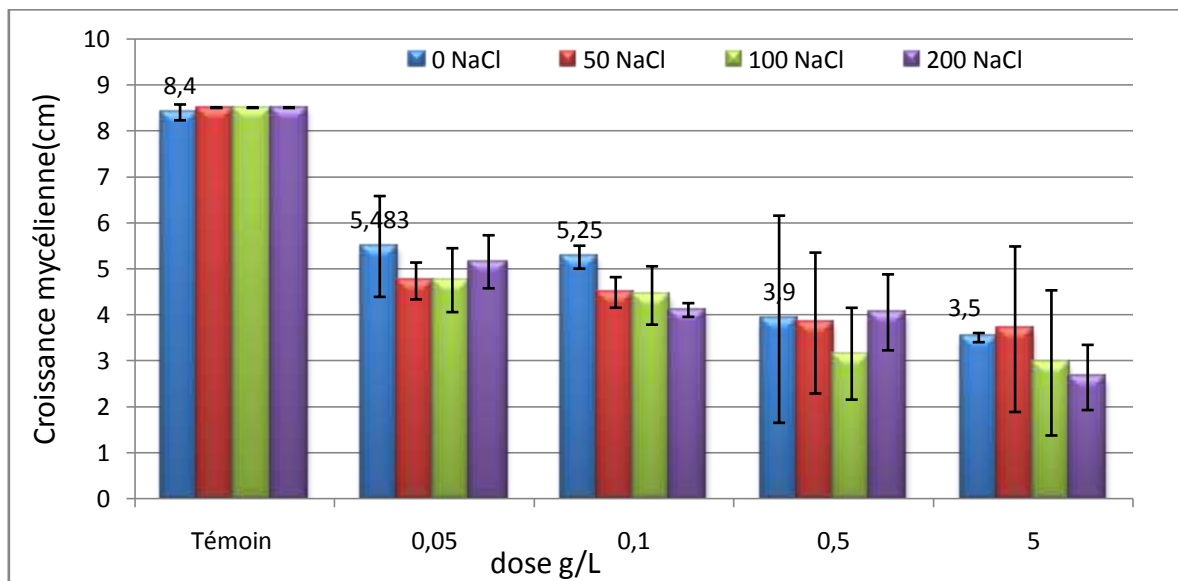
## 1.4. Impact de la salinité du milieu sur l'efficacité de 3 fongicides

### 1.4.1. 1<sup>er</sup> cas Iprodione

#### 1.4.1.1. Effet sur la croissance mycélienne

##### 1.4.1.1.1. L'effet in vitro du NaCl associé avec l'Iprodione sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea* après une semaine.

L'analyse statistique de résultats (annexe 10) révèle que le stress salin exerce un effet non significatif sur l'efficacité de l'Iprodione chez la souche étudié ( $p=0,815$ ).

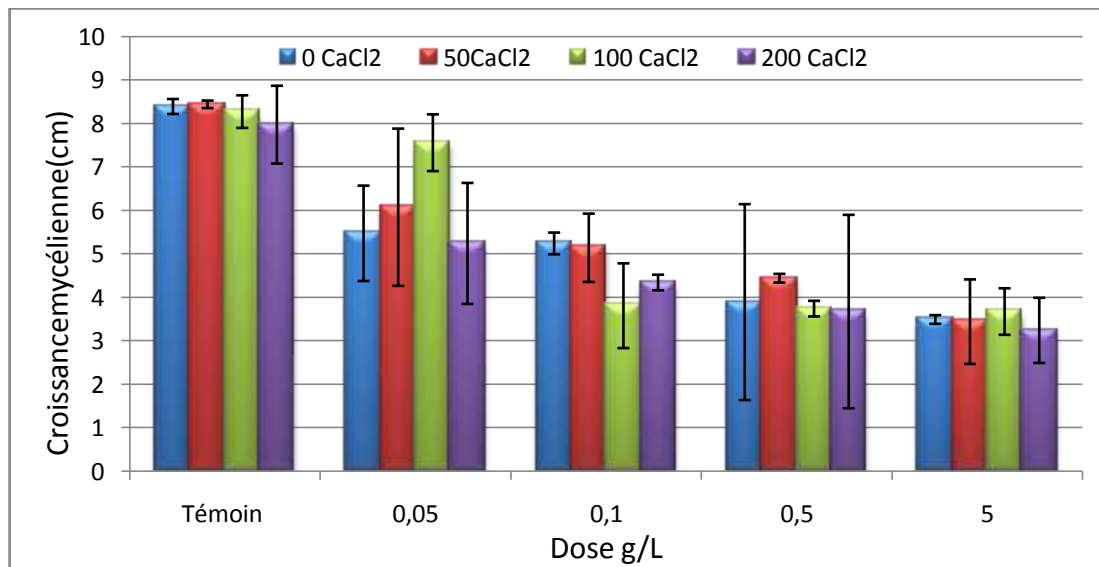


**Fig 16 :** L'effet in vitro du NaCl associé avec l'Iprodione sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea* après une semaine.

En fonction de l'effet du NaCl sur l'efficacité de l'Iprodione, une diminution d'activité notable est constatée pour la croissance mycélienne.

En présence de la concentration 50 meq en NaCl le taux d'inhibition pour les trois doses de fongicide 0,05, 0,1 et 0,5 est: 13,67%, 14,6%, 2,12% respectivement. Toutefois, les associations 5g/hl de l'Iprodione –50 meq en NaCl n'ont montré aucun effet sur la croissance mycélienne. En présence de fort dose (5g/l), cet inhibition est d'autant plus important que la concentration saline est augmentée.

#### 1.4.1.1.2. L'effet in vitro du CaCl<sub>2</sub> associé avec l'Iprodione sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea* après une semaine.



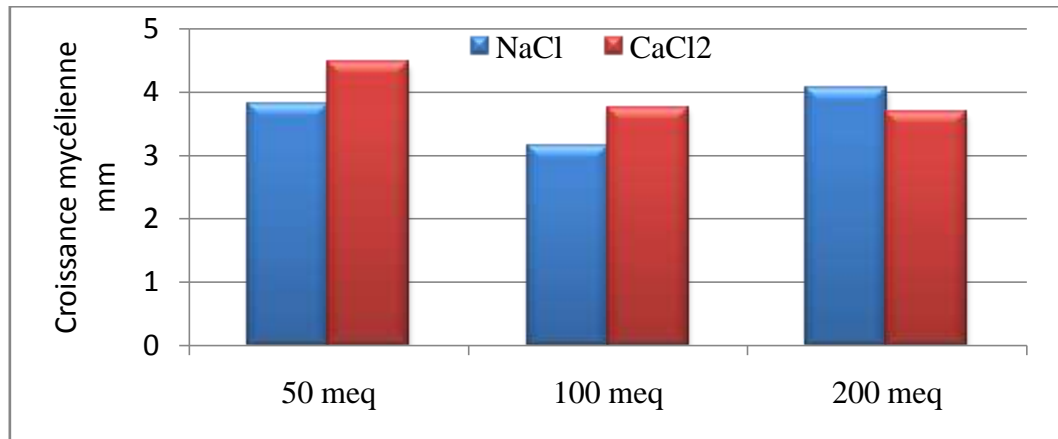
**Fig 17 :** L'effet in vitro du CaCl<sub>2</sub> associé avec l'Iprodione sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea* après une semaine.

L'analyse statistique de résultats (annexe 11) révèle que le CaCl<sub>2</sub> exerce un effet non significatif sur l'efficacité de l'Iprodione chez la souche étudiée ( $p=0,0283$ ).

Les associations 0.05g/hl de l'Iprodione –50 meq en CaCl<sub>2</sub> et 0.05g/hl de l'Iprodione –100 meq CaCl<sub>2</sub> n'ont montré aucun effet inhibiteur sur la croissance mycélienne.

En présence du 200 meq CaCl<sub>2</sub>, l'efficacité de la majorité de doses évaluées a augmenté d'une façon très importante vis-à-vis de l'espèce fongique étudiée.

#### 1.4.1.2. Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione ( $CL_{50}$ =50g/l) sur la croissance mycélienne.



**Fig18.** Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione ( $CL_{50}$  =50g/hl) sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*.

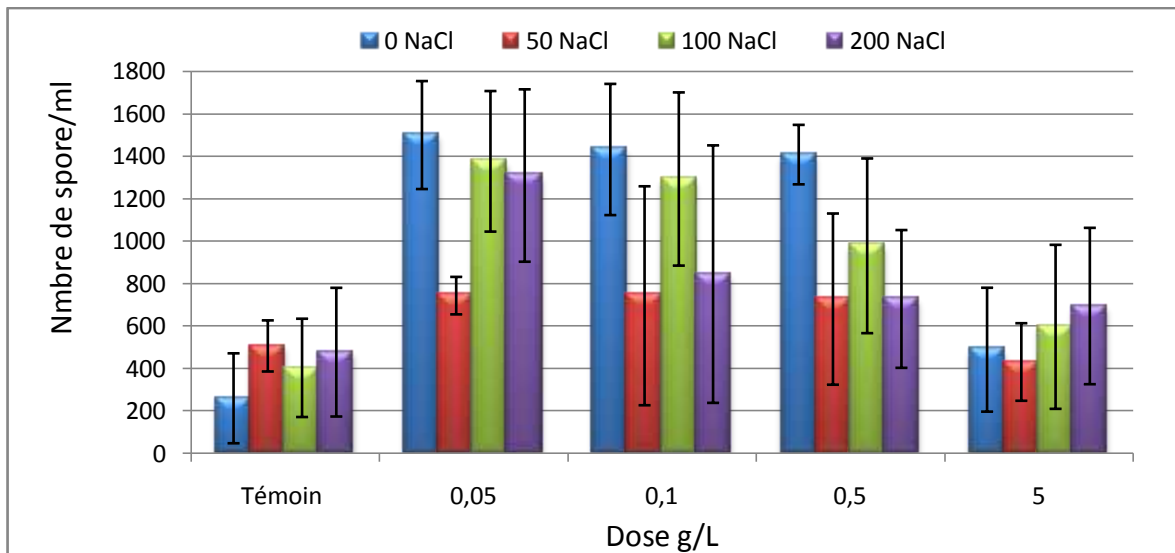
Le CaCl<sub>2</sub> utilisé aux faibles concentrations (50 et 100meq) n'a montré aucun effet sur la croissance mycélienne vis-à-vis du champignon fongique.

En présence du 200 CaCl<sub>2</sub>, l'efficacité de fongicide a augmenté envers cet isolat de champignon.

#### 1.4.1.3. Effet sur la sporulation

##### 1.4.1.3.1. L'effet in vitro du NaCl associé avec l'Iprodione sur la sporulation de *Botrytis cinerea*

L'analyse statistique de résultats (annexe 12) révèle que le stress salin exerce un effet non significatif sur l'efficacité de l'Iprodione chez la souche étudié ( $p=0,890$ ).

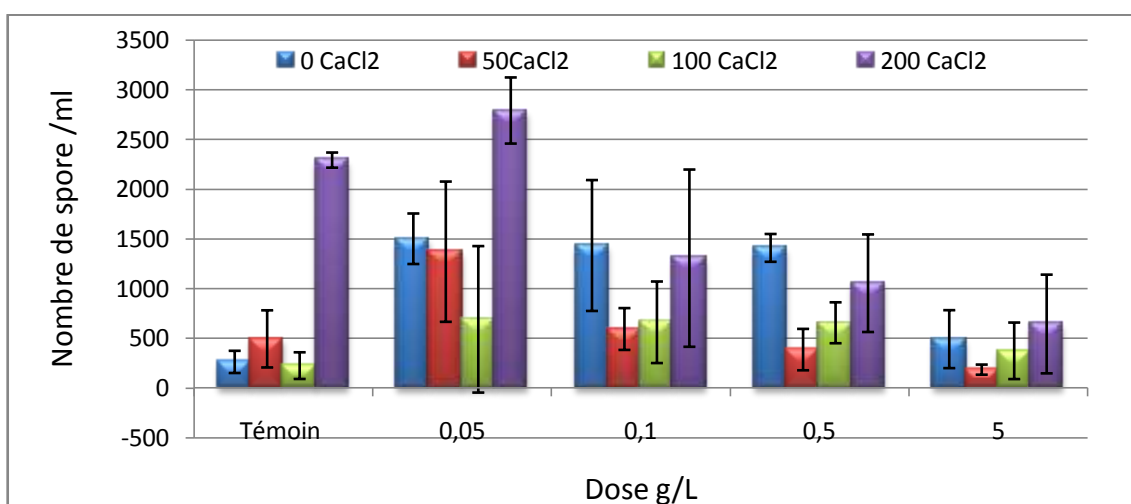


**Fig19** : L'effet in vitro du NaCl associé avec l'Iprodione sur la sporulation de *Botrytis cinerea*

Pour les concentrations comprises entre 0.05 et 0.5 g/l, l'effet du NaCl se traduit par une diminution de la production de la conidiogénèse à différentes concentrations testés. En effet, à la concentration optimale (5 g/l), on enregistre une augmentation du nombre de conidies produites dépassent de 40% en présence de 200 NaCl par rapport au témoin sans sel.

#### 1.4.1.3.2. L'effet in vitro du CaCl<sub>2</sub> associé avec l'Iprodione sur la sporulation de *Botrytis cinerea*

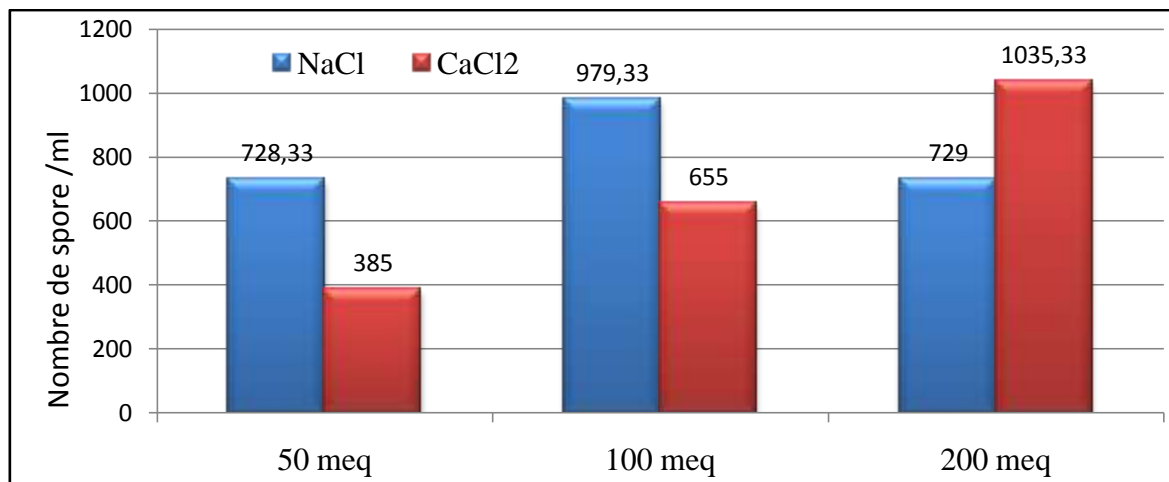
L'analyse statistique de résultats (annexe 13) révèle que le CaCl<sub>2</sub> exerce un effet non significatif sur l'efficacité de l'Iprodione chez la souche étudié (p=0,081).



**Fig20** : L'effet in vitro du CaCl<sub>2</sub> associé avec l'Iprodione sur la sporulation de *Botrytis cinerea*

Pour les concentrations comprises entre 0.05 et 5 g/l, l'effet du  $\text{CaCl}_2$  se traduit par une diminution de la production de la conidiogénèse à faibles concentrations testées (50 et 100meq). En effet, à la concentration (0.05 et 5 g/l), on enregistre une augmentation du nombre de conidies produites en présence de 200  $\text{CaCl}_2$  par rapport au témoin sans sel.

#### 1.4.1.3.3. Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione ( $\text{CL}_{50} = 50\text{g/l}$ ) sur la croissance mycélienne.



**Fig 21.** Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione ( $\text{CL}_{50} = 50\text{g/hl}$ ) sur la sporulation de *Botrytis cinerea*.

Le  $\text{CaCl}_2$  utilisé aux faibles concentrations (50 et 100meq) s'est manifestée par une diminution de sporulation du champignon fongique par apport en NaCl.

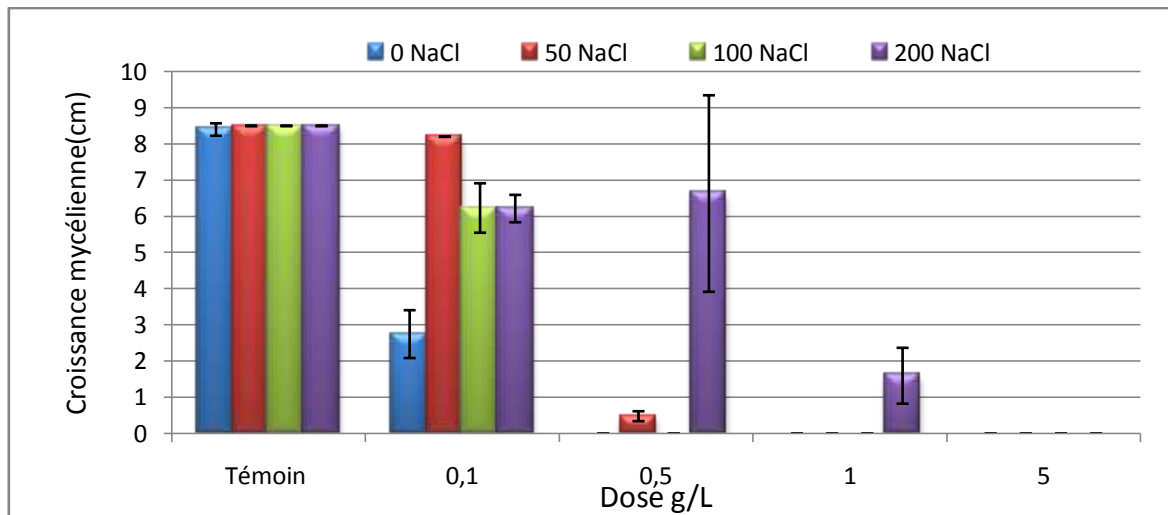
À la forte concentration (200meq), le chlorure de calcium montre une activité conidiogénèse nettement plus élevée que celle du chlorure de sodium.

#### 1.4.2. 2<sup>ème</sup> Cas Thiophanate-Méthyl

##### 1.4.2.1. Effet sur la croissance mycélienne :

##### 1.4.2.1.1. L'effet in vitro du NaCl associé avec Thiophanate-Méthyl sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea* après une semaine.

L'analyse statistique de résultats (annexe14) révèle que le stress salin exerce un effet significatif sur l'efficacité de Thiophanate-Méthyl chez la souche étudié ( $p=0,0007$ ).



**Fig 22 :** L'effet in vitro du NaCl associé avec Thiophanate-Méthyl sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea* après une semaine.

En absence de sel, la valeur de la  $CI_{50}$  déterminée est plus faible 10 g/hl.

En présence de sel et à la faible dose de fongicide 0.1g/l, le chlorure de sodium s'avère le plus favorable à la croissance mycélienne in vitro suivi de la concentration saline du milieu de culture.

En effet, les associations Thiophanate-Méthyl (5g/l) – NaCl n'ont montré aucun effet sur la croissance mycélienne

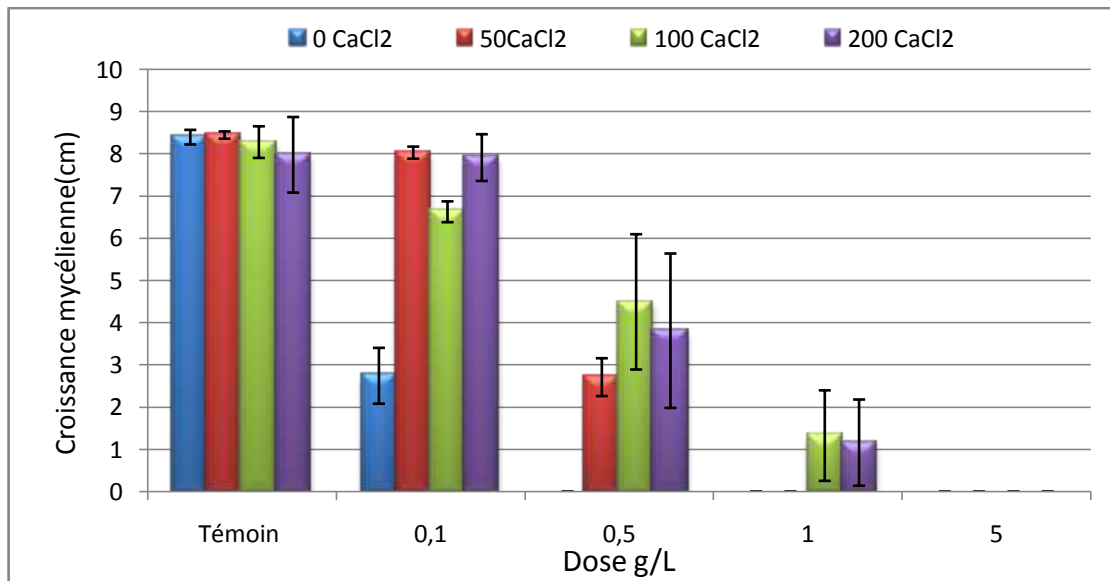
En présence du 200 meq NaCl, l'efficacité de la majorité de doses évaluées a augmenté d'une façon très importante vis-à-vis de l'espèce fongique étudiée.

On remarque que dans le milieu contenant 50 meq avec 0.5g/l de Thiophanate-Méthyl le taux d'inhibition dépassent 94%.

#### **1.4.2.1.2. L'effet in vitro du $CaCl_2$ associé avec Thiophanate-Méthyl sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea* après une semaine.**

L'analyse statistique de résultats (annexe 15) révèle que le  $CaCl_2$  exerce un effet non significatif sur l'efficacité de Thiophanate-Méthyl chez la souche étudié ( $p=0,18329$ ).

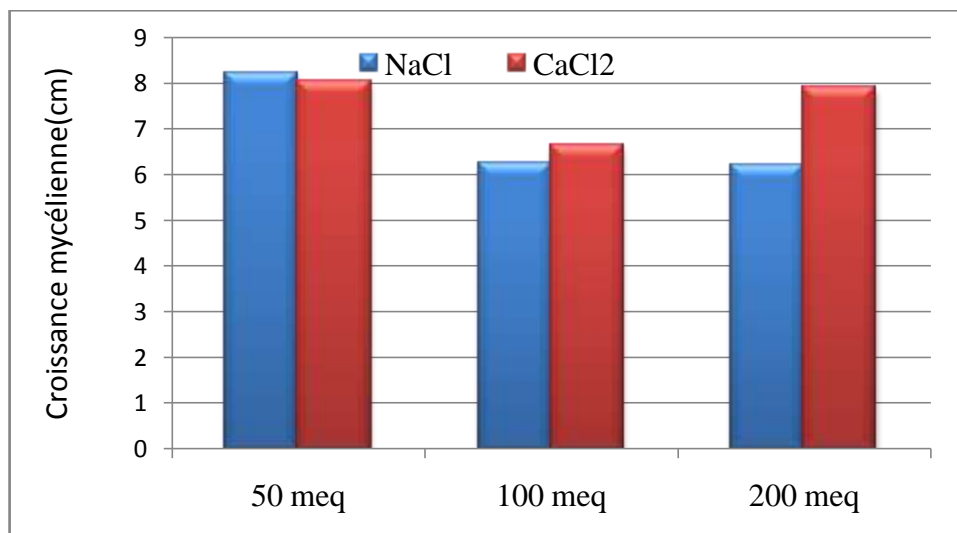




**Fig 23:** Effet in vitro du  $\text{CaCl}_2$  associé avec Thiophanate-Méthyl sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea* après une semaine.

Les associations Thiophanate-Méthyl – $\text{CaCl}_2$  n'ont montré aucun effet inhibiteur sur la croissance mycélienne

#### 1.4.2.1.3. Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*.



**Fig 24.** Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione ( $\text{CL}_{50} = 10\text{g/hl}$ ) sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*.

À la faible concentration (50meq), le chlorure de sodium montre une stimulation élevée que celle du chlorure de calcium.

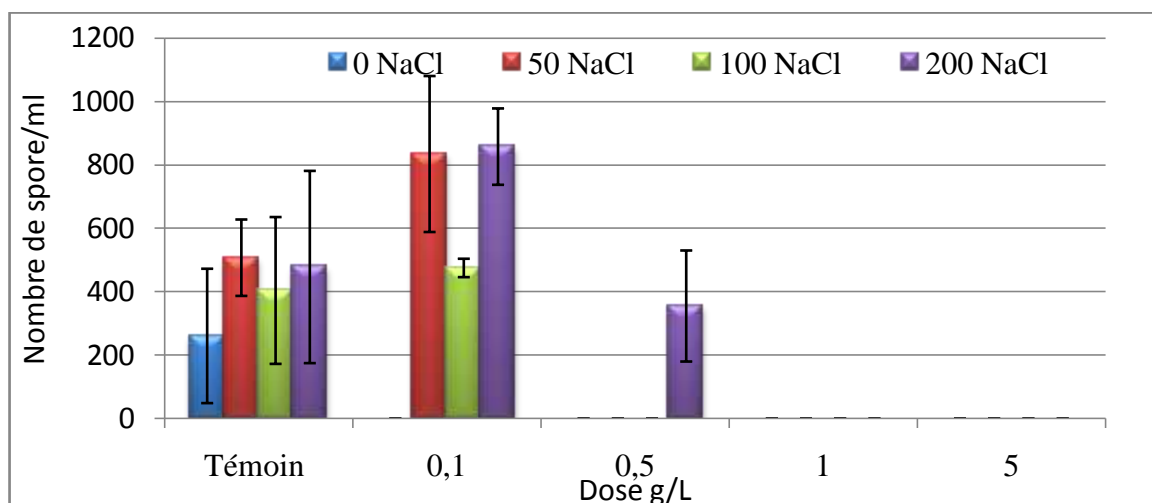
Cependant si l'application du fongicide est réalisée avec des fortes concentrations salines (100 et 200meq), nous observons une augmentation de la croissance mycélienne en présence du chlorure de calcium par rapport au NaCl.

À 100 meq, l'effet du NaCl s'exprime avec la même importance que pour 200 meq.

#### 1.4.2.2. Effet sur la sporulation :

##### L'effet in vitro du NaCl associé avec Thiophanate-Méthyl sur la sporulation de *Botrytis cinerea*

L'analyse statistique de résultats (annexe16) révèle que le Na Cl exerce un effet non significatif sur l'efficacité de Thiophanate-Méthyl chez la souche étudié ( $p= 0,0406$ ).



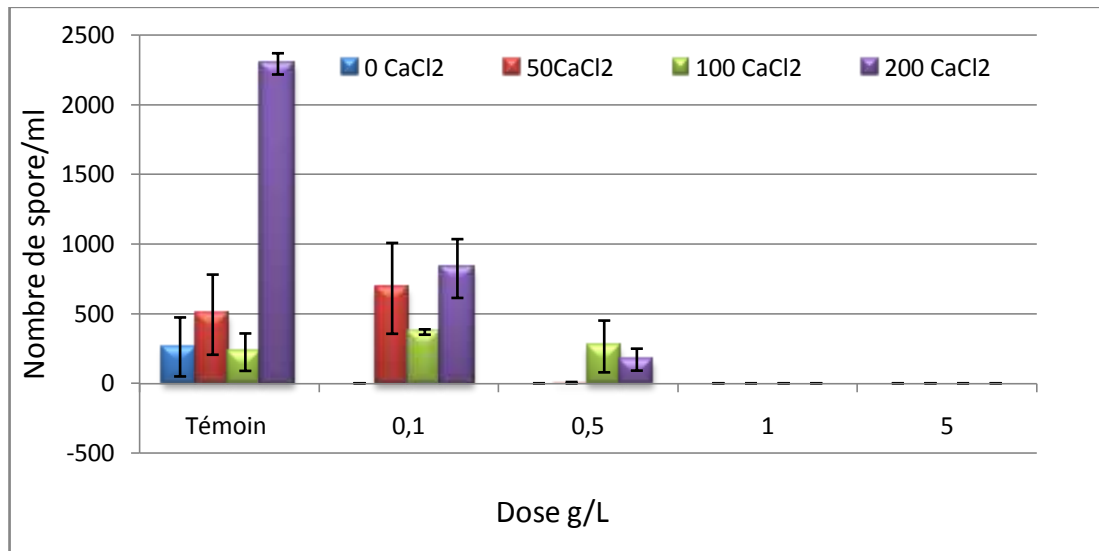
**Fig 25:** L'effet in vitro du NaCl associé avec Thiophanate-Méthyl sur la sporulation de *Botrytis cinerea*

Pour les concentrations comprises entre 0.1 et 0.5 g/l, les associations Thiophanate-Méthyl -NaCl ont montré un effet stimulateur de la sporulation de *Botrytis cinerea*.

Le chlorure de sodium n'a aucun effet sur *Botrytis cinerea* à des concentrations comprises entre 1 et 5 g/l à l'exception de l'association 0.5g/l en Thiophanate-Méthyl et 200meq en NaCl.

### 1.4.2.3. L'effet in vitro du CaCl<sub>2</sub> associé avec Thiophanate-Méthyl sur la sporulation de *Botrytis cinerea*

L'analyse statistique de résultats (annexe17) révèle que le CaCl<sub>2</sub> exerce un effet non significatif sur l'efficacité de Thiophanate-Méthyl chez la souche étudié (p= 0,6062).



**Fig 26:** L'effet in vitro du CaCl<sub>2</sub> associé avec Thiophanate-Méthyl sur la sporulation de *Botrytis cinerea*.

Pour les concentrations comprises entre 0.1 et 0.5 g/l, les associations Thiophanate-Méthyl –CaCl<sub>2</sub> ont montré un effet stimulateur de la sporulation de *Botrytis cinerea*.

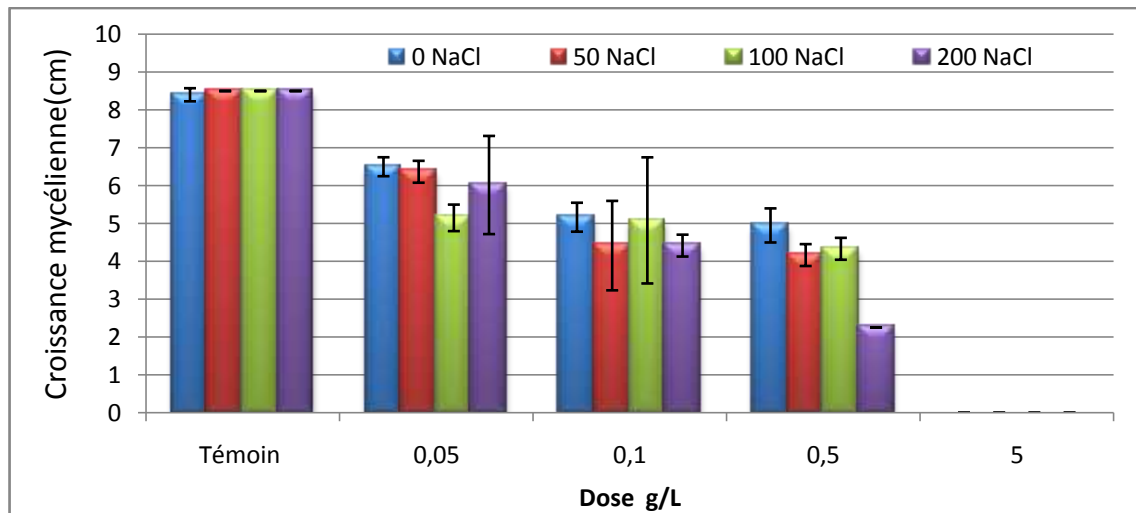
Le chlorure de calcium n'a aucun effet sur *Botrytis cinerea* à des concentrations comprises entre 1 et 5 g/l en Thiophanate-Méthyl.

### 1.4.3. 3<sup>ème</sup> Cas Fenhexamide

#### 1.4.3.1. Effet sur la croissance mycélienne :

##### 1.4.3.1.1. L'effet in vitro du NaCl associé avec Fenhexamide sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea* après une semaine.

L'analyse statistique de résultats (annexe 18) révèle que le CaCl<sub>2</sub> exerce un effet significatif sur l'efficacité de Thiophanate-Méthyl chez la souche étudié (p= 0,0293).



**Fig27** : L'effet in vitro du NaCl associé avec Fenhexamide sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea* après une semaine.

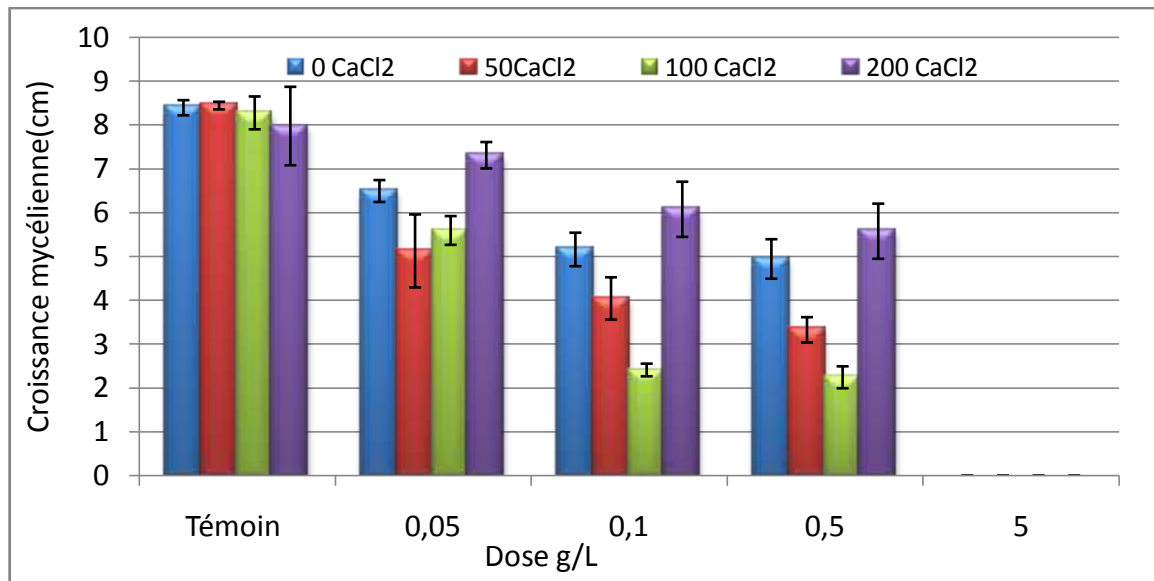
Le chlorure de sodium utilisé à différents concentrations s'est manifesté par une diminution de la croissance mycélienne du champignon fongique pour les trois doses appliquées (0.05, 0.1, 0.5 et 5g/l).

Le pourcentage d'inhibition atteint 54.55% pour l'association 0.5g/l de Fenhexamide et 200meq en NaCl.

Le chlorure de sodium n'a aucun effet sur *Botrytis cinerea* à la concentration 5 g/l de Fenhexamide.

#### 1.4.3.1.2. L'effet in vitro du $\text{CaCl}_2$ associé avec Fenhexamide sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*

L'analyse statistique de résultats (annexe 19) révèle que le  $\text{CaCl}_2$  exerce un effet significatif sur l'efficacité de Thiophanate-Méthyl chez la souche étudié ( $p=0$ ).



**Fig28 :** L'effet in vitro du CaCl<sub>2</sub> associé avec Fenhexamide sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*

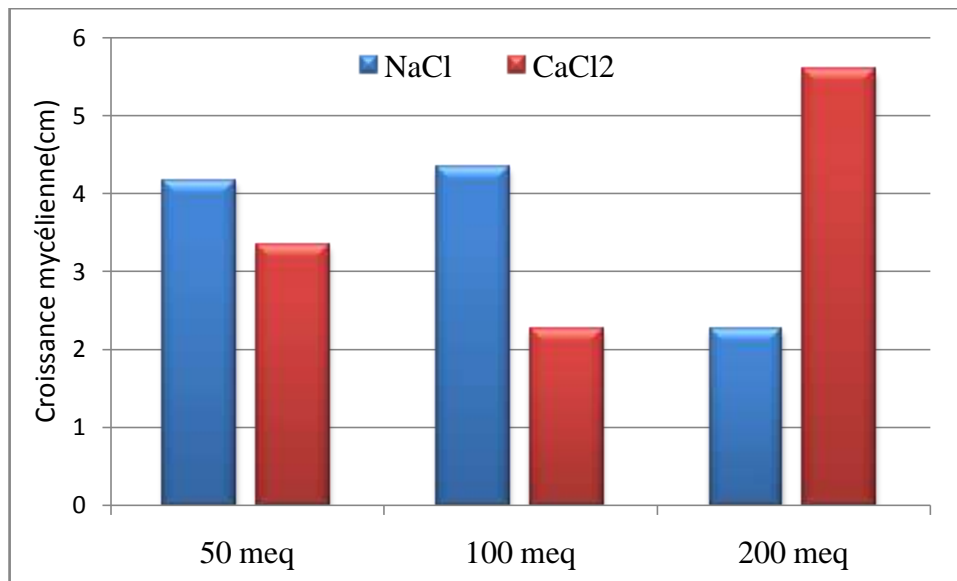
Le chlorure de calcium utilisé à des concentrations de 50 et 100 meq s'est manifesté par une diminution de la croissance mycélienne du champignon fongique pour les trois doses de fongicide appliquées (0.05, 0.1, 0.5 et 5g/l).

Il apparaît clairement que l'effet de 200meq en CaCl<sub>2</sub> se traduit par une stimulation de la croissance mycélienne pour les trois doses testées (0.05, 0.1 et 0.5).

Le pourcentage d'inhibition atteint 54.55% pour l'association 0.5g/l de Fenhexamide et 100meq en CaCl<sub>2</sub>.

Le chlorure de calcium n'a aucun effet sur *Botrytis cinerea* à la concentration 5 g/l de Fenhexamide.

### 1.4.3.1.3. Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de Fenhexamide sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*.



**Fig29.** Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de Fenhexamide ( $CL_{50} = 10\text{g/hl}$ ) sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*.

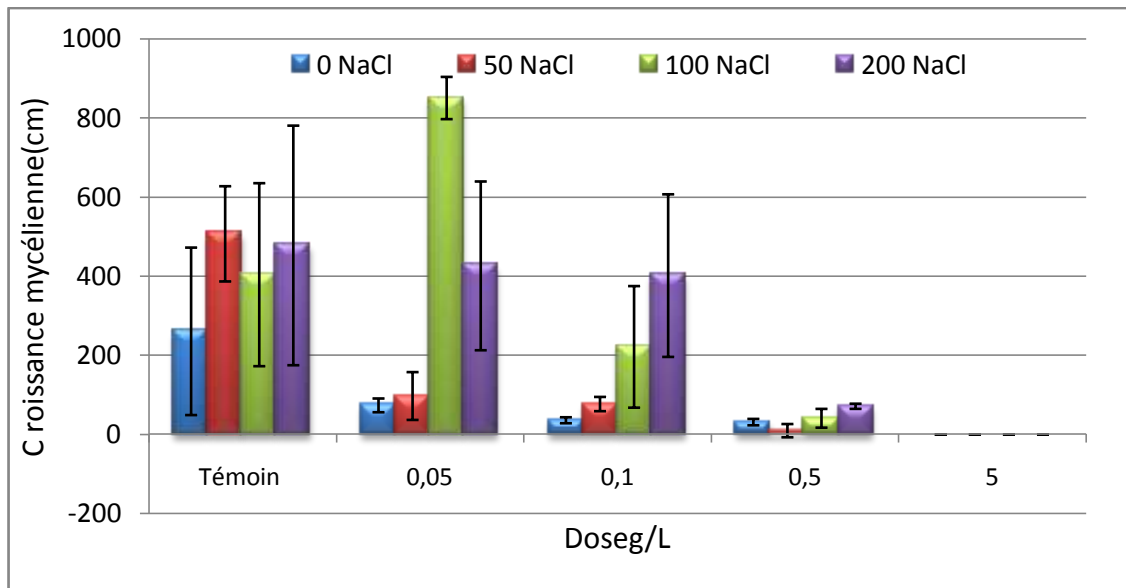
À la faible concentration (50 et 100meq), le chlorure de sodium montre une stimulation élevée que celle du chlorure de calcium.

Cependant si l'application du fongicide est réalisée avec des fortes concentrations salines (200meq), nous observons une augmentation de la croissance mycélienne en présence du chlorure de calcium par rapport au chlorure de sodium.

### 1.4.3.2. Effet sur la sporulation

#### 1.4.3.2.1. L'effet in vitro du NaCl associé avec Fenhexamide sur la sporulation de *Botrytis cinerea*

L'analyse statistique de résultats (annexe 20) révèle que le NaCl exerce un effet très significatif sur l'efficacité de Fenhexamide chez la souche étudiée ( $p = 0,00166$ ).



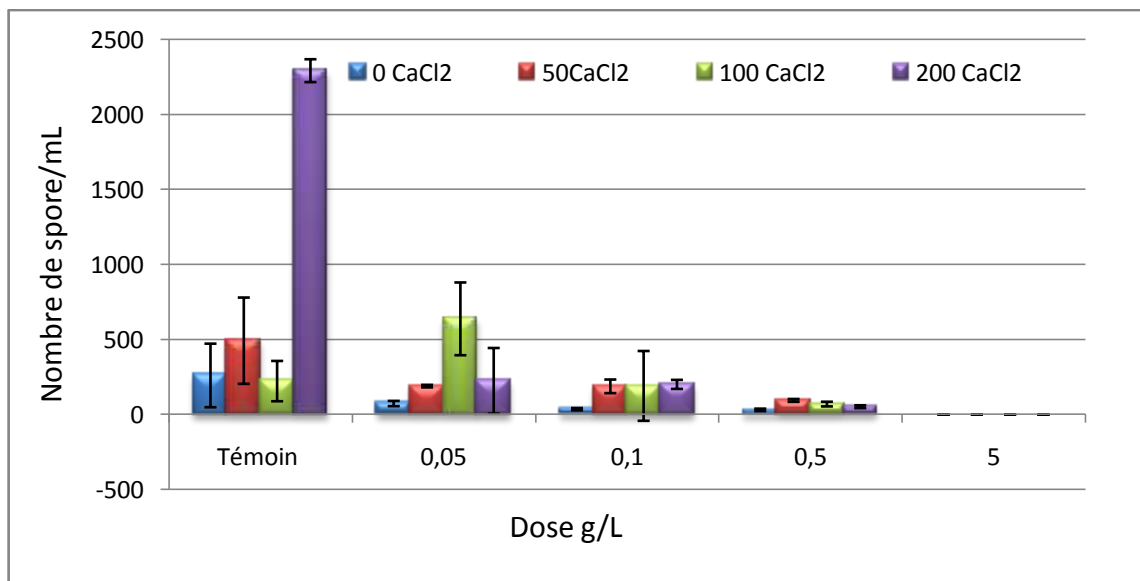
**Fig30.** L'effet in vitro du NaCl associé avec Fenhexamide sur la sporulation de *Botrytis cinerea*.

Pour les doses comprises entre 0.05 et 0.5 g/l, les associations Fenhexamide –NaCl ont montré un effet stimulateur de la sporulation de *Botrytis cinerea* pour la plupart concentration salines. En effet, à 50meq en NaCl le nombre de spore réduit en présence de 0.5g/l de Fenhexamide, avec un taux d'inhibition de 69.14%.

Le chlorure de sodium n'a aucun effet sur la sporulation de *Botrytis cinerea* à la dose 5 g/l de Fenhexamide.

#### 1.4.3.2.2. L'effet in vitro du CaCl<sub>2</sub> associé avec Fenhexamide sur la sporulation de *Botrytis cinerea*

L'analyse statistique de résultats (annexe21) révèle que le CaCl<sub>2</sub> exerce un effet significatif sur l'efficacité de Fenhexamide chez la souche étudié ( $p= 0,01281$ ).



**Fig31.** L'effet in vitro du CaCl<sub>2</sub> associé avec Fenhexamide sur la sporulation de *Botrytis cinerea*.

L'effet du CaCl<sub>2</sub> s'exprime avec la même importance que pour NaCl.



## 2. Discussion

D'après ces résultats, il apparaît que la salinité affecte les 2 stades de cycle de vie de *B. cinerea*. En effet, l'évaluation in vitro de cet isolat de *B. cinerea* aux diverses concentrations salines a révélé qu'elle n'est pas affectée de la même manière par les deux types de sels testés.

A l'issue de cette étude in vitro, on peut en conclure que le chlorure de sodium stimule le développement de ce parasite allant jusqu'à 200ppm.

Avec le chlorure de calcium, et mis à part les doses 100 et 200ppm qui a engendré un pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne plus faible, 1.39% et 4.96% respectivement.

Benyahya, (1998) a montré que l'augmentation de la salinité du milieu favorise la croissance mycélienne in vitro de *Phytophthora citrophthora* et *P. parasitica*, agents de la pourriture racinaire des agrumes, avec un optimum situé entre -1.44 et -3.11 bars.

Plusieurs études ont rapporté que le chlorure de calcium peuvent supprimer les maladies causées par plusieurs agents pathogènes (Biggs et al., 1997, Conway et al., 1992, Volpin et al., 1991. Yamazaki., Hoshina 1995).

De même, Biggs et al (1997) a montré que tous les sels de calcium testés (à l'exception du formiate, le pantothénate de calcium et le phosphate de calcium dibasique) a réduit la croissance de *Monilia fructicola* responsable de la pourriture brune de pêche, de pomme de terre modifié gélose de dextrose (PDA).

L'étude que nous avons effectuée a rapporté que l'augmentation de la salinité en NaCl du milieu favorise la production de spores par cet isolat.

Par contre, l'effet du chlorure de calcium s'est traduit par une réduction de la sporulation mais qui reste toutefois supérieure et de manière significative pour une faible concentration 50meq. Nos résultats concordent avec ceux de Reragui et Lahlou2005. Ces auteurs ont montré que la formation de sporanges de *Phytophthora parasitica* in vitro semble être stimulée par la salinité, comme le nombre de sporanges sont généralement plus élevé (120% à 225%) dans les traitements des sels modifié que les commandes de l'eau distillée.

## Efficacité des fongicides

Dans cette étude, on a procédé à l'évaluation de l'influence de 3 fongicides sur les 2 stades de cycle de vie de *Botrytis cinerea*.

Les fongicides testés ont montré différents degrés d'efficacité sur les deux stades de vie de *Botrytis cinerea*.

### 1<sup>er</sup> cas Iprodione

L'iprodione, a donné des résultats très satisfaisants sur la croissance mycélienne de cet isolat étudié CL50=50g/hl. Cependant, ce fongicide a un effet moindre sur la sporulation in vitro. Une résistance similaire a été observée chez cet isolat vis-à-vis de fongicide iprodione sur la sporulation.

Le contrôle de la pourriture grise est cependant limité à cause du développement de la résistance multiple de *B. cinerea* aux benzimidazolés et aux dicarboximides (Elad et *al.*, 1995) ainsi qu'au fenhexamide (Esterio et *al.*, 2007). Différents groupes de fongicides (benzimidazole, dicarboximide, phénylpyrrole, hydroxyanilide and anilinopyrimidine) ont été testés sur 55 isolats de *Botrytis cinerea*, obtenus de différents champs de culture sous serre, confirmant la résistance de *Botrytis cinerea* aux dicarboximides et aux benzimidazolés (Myresiotis et *al.*, 2007).

Pour cette raison, il est vivement conseillé de les utiliser en association avec d'autres matières actives. Iprodione, procymidone et vinchlozoline sont employées pour traiter tous types de cultures, hormis les céréales, contre de nombreuses maladies (Botrytis, moniliose, sclérotiniose, alternariose). (G. Bashiardes, Bonnemain,2004).

### 2<sup>ème</sup> cas Thiophanate-Méthyl

Le Thiophanate-Méthyl s'avère le plus efficace aussi bien sur la sporulation que sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*. Cette activité inhibitrice est enregistrée avec des concentrations qui sont aussi faibles que celles qui sont utilisées pour les autres fongicides CL50=50g/hl.

Les fongicides de la famille des benzimidazoles, actifs sur *Phoma exigua* sont également efficaces contre *Fusarium roseum* var. *sambucinum*, *F. solani* var. *coeruleum* et d'autres *Fusarium* (Leach & Nielsen , 1975 ; Tasca & Stoianovici , 1984) et ont permis de limiter considérablement les pertes en conservation.

El Oirdi (1996) et Tajani *et al.* (1999) ont montré que les benzimidazoles et les dérivés carbamiques, respectivement le bénomyl, le thiabendazole et le méthyl-thiophanate, présentaient une grande efficacité fongitoxique sur les trois stades de cycle de vie de *Pyriculariaoryzae*.

Les fongicides appartenant aux benzimidazoles (bénomyl et thiabendazole) agissent de façon systémique et ils ne possèdent qu'un seul site d'action. Ce sont des agents anti-mitotiques qui interfèrent spécifiquement avec la division nucléaire et avec d'autres processus liés à l'activité des microtubules et principalement avec la tubuline (protéine dont l'assemblage forme les microtubules) (Davidse et Flach 1978; Leroux 1993). Les microtubules sont des constituants majeurs du cytosquelette et du fuseau chromatique et toute substance susceptible d'interférer avec la formation ou le fonctionnement de ces microtubules bloque les divisions cellulaires et l'élongation des hyphes mycéliens (Paternelle et Lhoutellier 2002; Leroux 2003). Les fongicides benzimidazoles se fixent sur la -tubuline de nombreux Ascomycota et Basidiomycota, mais leur interaction est faible avec celle des Oomycota (Leroux 2003).

### **3<sup>ème</sup> cas Fehexamide**

Le fehexamide présente une action importante sur cet isolat, ce qui explique les résultats obtenus *in vitro*.

Le site d'action du fehexamide semble être différent des autres fongicides anti-*Botrytis* car aucune résistance croisée n'a été décelée (Rosslénbroich & Stuebler, 2000). L'accumulation de plusieurs stérols dans le mycélium traité par le fehexamid indique que ce fongicide inhiberait la 3-céto réductase impliquée dans la C4-déméthylation (Debieu *et al.*, 2001).

Le fehexamide est un botryticide (Debieu *et al.*, 2001). Il s'agit d'un hydroxyanilide employé depuis 1997 sur les cultures de vigne, fraisiers ou tomates pour prévenir l'apparition de la pourriture grise.

Sur 712 isolats de *B. cinerea* collectés sur tomates et autres cultures, 27% sont résistants aux benzimidazoles, 37% aux dicarboximides, 3% au pyriméthanile et une résistance de l'ordre de 0,2% au fludioxonil et au fehexamide a été observée (Korolev *et al.*, 2009).

La biosynthèse des stérols est affectée chez le champignon soumis au fehexamide, quand celle de la méthionine est perturbée suite à l'application du pyriméthanil, du cyprodinil et du mépanipyrim (Elad *et al.*, 1992 ; Rosslénbroich et Stuebler, 2000)

Cependant, malgré la diversité des produits utilisés, des cas de résistance à divers produits ont été détectés (Prusky 1985). Le problème de résistance incite à chercher d'autres produits capables de lutter contre le champignon responsable de la pourriture grise.

Pour lutter contre la pourriture grise, la stratégie d'association fongicides–CaCl<sub>2</sub> donne des résultats très satisfaisants. L'association benzimidazoles–CaCl<sub>2</sub> semble très efficace in vitro et in vivo vis-à-vis du complexe fongique étudié. Des résultats satisfaisants ont aussi été observés avec d'autres fongicides associés au CaCl<sub>2</sub> (Biggs et al. 1993). Ainsi, l'augmentation de l'efficacité des fongicides benzimidazoles, azoxystrobine et pyriméthanol, en présence du CaCl<sub>2</sub> pourrait s'expliquer par le fait que le CaCl<sub>2</sub> est un sel. Il semble que les sels de calcium (chlorure de calcium) interviennent en renforçant les liens avec les principaux sites d'action des fongicides chez l'agent pathogène étudié.

En fonction de l'effet du NaCl ou CaCl<sub>2</sub> sur l'efficacité de l'Iprodione, une diminution d'activité notable est constatée pour la croissance mycélienne.

Toutefois, les associations Iprodione – NaCl et Iprodione –CaCl<sub>2</sub> n'ont montré aucun effet sur la sporulation de cet isolat de *B. cinerea*.

Conway et Sams (1984) ont rapporté que les ions Ca<sup>++</sup> pourraient s'associer aux acides pectiques à des températures froides (4 °C), empêchant ainsi l'activité de l'enzyme fongique polygalacturonase.

Le mécanisme d'action des sels de calcium peut résulter d'un blocage de l'activité enzymatique pectolytique des champignons par les ions Ca<sup>2+</sup> associés avec les substances pectiques intercellulaires des fruits [Bateman 1965, Conway 1983]. Les ions Ca<sup>2+</sup> peuvent diminuer l'activité enzymatique des champignons en formant des cations avec les acides pectiques constituant ainsi une muraille de cellules résistantes à la dégradation par les enzymes fongiques (Conway 1987). Droby et al.,(2009) ont suggéré qu'une concentration élevée de Ca<sup>2+</sup> conduit à l'augmentation de Ca<sup>2+</sup> dans le cytosol de l'hôte qui peut être toxique pour les champignons responsables des pourritures des fruits en post-récolte.

Les associations Thiophanate-Méthyl –CaCl<sub>2</sub> et Thiophanate-Méthyl –NaCl n'ont montré aucun effet inhibiteur sur la croissance mycélienne.

Les résultats obtenus *in vitro* montrent que *Botrytis cinerea* présente une résistance vis-à-vis des associations Thiophanate-Méthyl -salinité. La résistance aux benzimidazoles est signalée également chez *Botrytis cinerea* pour des tomates (Besri 1985, Hmouni et al, 1996).

Le Pelt fongicide mono-site possède un large spectre d'action et son efficacité a été prouvée sur une large gamme de maladie fongique (Rocher, 2004 ; Garibaldiet al., 1986)

Néanmoins son utilisation en traitement contre *Botrytis cinerea* exigera toutefois une certaine prudence et une bonne surveillance pédologique car il ya un risque d'apparition des souches résistantes.

Les associations fenhexamide – NaCl s'est manifesté par une diminution de la croissance mycélienne du champignon fongique. Le pourcentage d'inhibition atteint 54.55% pour l'association 0.5g/l de Fenhexamide et 200meq en NaCl. En présence du CaCl<sub>2</sub> a faible doses, l'efficacité a augmenté envers de cet espèce de champignon.

## Conclusion et Perspectives

La pourriture grise de la tomate reste la maladie la plus grave sur cette culture lorsque les conditions climatiques sont favorables à son développement les pertes de rendement peuvent atteindre 100%.

Dans le domaine de la lutte chimique, beaucoup d'efforts ont été réalisés ces dernières années pour la recherche de nouveaux fongicides, l'étude de leurs facteurs d'efficacité, la compréhension de leur mode d'action et l'estimation de leur efficacité en conditions édapho-climatiques

En contrepartie, peu d'études ont été réalisées sur la durabilité de cette méthode de protection des cultures et en particulier sur le potentiel de contournement de la lutte chimique. Cette étude tente d'apporter une contribution dans ce domaine. Une perte d'efficacité possible d'un fongicide au champ peut résulter de la sélection d'isolats d'agents pathogènes, avec une sensibilité réduite à cet fongicide. Le contournement de l'efficacité de produits chimiques peut également survenir si l'agent pathogène a la possibilité de produire des mutants naturels ayant une sensibilité réduite à l'agent de lutte chimique, sous la pression de sélection exercée par l'utilisation du produit.

Au cours des travaux réalisés durant cette étude, nous nous sommes focalisés sur les trois fongicides anti-Botrytis: l'Iprodione, Thiophanate-Méthyl, Fenhexamide, nous avons établi, dans un premier temps, la sensibilité de d'isolats de *B. cinerea* vis-à-vis de ces produits. Dans un second temps, nous avons estimé la possibilité d'évolution de la sensibilité ou résistance de *B. cinerea* en présence de deux types de sels.

Dans les essais *in vitro*, le  $\text{CaCl}_2$  évalué a montré une efficacité faible à réduire la croissance mycélienne. Par contre, le chlorure de sodium stimule le développement de ce parasite. La concentration croissante en  $\text{NaCl}$  du milieu favorise la production de spores par cet isolat. En revanche, l'effet du chlorure de calcium s'est traduit par une réduction de la sporulation.

Les résultats obtenus par des tests *in vitro* entre *B. cinerea* et iprodione confirme que la croissance mycélienne de souche de *B. cinerea* est inhibée de façon identique. Ces résultats suggèrent que cet isolat de *B. cinerea* est efficacement contrôlé par les associations

Iprodione–NaCl et Iprodione–CaCl<sub>2</sub>, par contre ces associations n'ont montré aucun effet sur la sporulation de cet isolat de *B. cinerea*.

Cependant, la question de l'évolution possible de ces isolats vers une résistance plus grande lorsqu'ils seront soumis à la pression de sélection de traitements réalisés avec les deux types de stress (fongicide, salinité).

Les associations Thiophanate-Méthyl–CaCl<sub>2</sub> et Thiophanate-Méthyl–NaCl n'ont montré aucun effet inhibiteur sur la croissance mycélienne. En effet, ces associations ont montré un effet stimulateur de la sporulation de *Botrytis cinerea*.

L'essai effectué dans le champ a mis en évidence l'efficacité de l'action du Fehnexamide combiné à la salinité au niveau de la diminution de la croissance mycélienne.

Les associations Fenhexamide –NaCl ont montré un effet stimulateur de la sporulation de *Botrytis cinerea* pour la plupart concentration salines.

Dans les travaux futurs, il serait intéressant de faire une étude plus approfondie en utilisant des concentrations sélectionnées Il serait également intéressant d'évaluer l'effet de la salinité sur le développement de la pourriture grise in vivo. Ainsi, les informations qui en découleront et celles obtenues in vitro pourront éventuellement servir pour élaborer des plans stratégiques de fertilisation ou de modification des propriétés telluriques afin de mieux contrôler la pourriture grise.

## Références bibliographiques

- **Achour. M., 1987** : Intensification de la tomate industrielle dans la wilaya d'El Taref. Etude comparée entre le périmètre de la région Bounamoussa et le reste de la wilaya. Thèse.Ing.agr. INA. El\_Harrach:88p.
- **AFAILAL A., 1987** : Manifestation de la verticilliose sur les tomates sensibles et résistantes : effets de la salinité sur le développement des deux races de *Verticillium dahliae* (Kleb) et sur la réaction des plantes à l'agent pathogène. Thèse de doctorat de 3ème cycle, Université Mohamed V, 127p and biochemical characteristics in mulberry genotypes. *Photosynthetica*, 38: 287–290.
- **Agassi M., Shainberg I et Morni J., 1981**: Effet of electrolyte concentration and soil sodicity on infiltration rate and crust formation. *Soil sci. Soc. Am. j.* 45, pp: 848- 851.
- **Agastian P., Kingsley S.J., and Vivekanandan, M., 2000**: Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes.*Photosynthetica*, Pp38.
- **Agrios, G.N., 2005**: *Plant Pathology* (Burlington, MA: Elsevier Academic Press).
- **Ajouz, S.,2009** : Estimation du potentiel de résistance de *Botrytis cinerea* à des biofongicides. Ph.D. thèse de doctorat, Université d'Avignon et des pays de Vaucluse, Avignon.
- **Alba J. M., Marta Montserrat M. et Muñoz R. F., 2008**: Resistance to the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) by acylsucroses of wild tomato (*Solanum pimpinellifolium*) trichomes studied in a recombinant inbred line population. *Estación Experimental La Mayora – CSIC, Algarrobo-Costa, 29760 Málaga, Spain. Springer Science+Business Media B.V.*2008. Pp13.
- **Allakhverdiev. S.I., A.Sakamoto,Y.Nishiyama,M.Inaba, and N. Murata, 2000**:“Ionic and osmotic effects of NaCl-induced in activation of photosystems I and II in *Synechococcus* sp.,” *Plant Physiology*,vol.123,no.3,Pp1047–1056,



- **Andrew F.,2001:** The tomato in America, Early history, culture, and cooking, University of Illinois Press, 2001, (ISBN 0252070097), Pp15.
- **Anne-Noëlle.,P , 2008 :** Effets de fongicides anti-*Botrytis* sur les organes végétatifs et reproducteurs de la vigne. Thèse de doctorat, l'Université de Reims Champagne-Ardenne, France.
- **Anonyme, 1983 :** L'adaptation de la tomate industrielle a la mécanisation « fiche technique » : Pp12.
- **Anonyme, 1986 :** Programme d'intensification de la culture de la tomate industrielle I.TC.M.I. Staoueli : Pp22.
- **Anonyme, 2015 :** <http://aem.asm.org/content/77/9.cover-expansion>.consulté le 23/5/2015
- **Antipolis.S., 2003 :** Les cahiersdu plan bleu 2. Les menaces sur les sols dans les pays méditerranées. Etude bibliographique.
- **Arnó, J., Gabarra, R., Estopà, M., Gorman, K., Peterschmitt, M., Bonato, O., Vosman, B., Hommes, M. et Albajes, R., 2008 :** Evaluation of tools to manage whiteflies in European tomato crops – The Tomato Case Study. IRTA, Centre de Cabrils, E-08348 Cabrils, Spain. ENDURE International Conference 2008 Diversifying crop protection, 12-15 October 2008 La Grande-Motte, France - Oral presentations. Pp03.
- **Aubert G., 1960 :** les sols de la zone aride, étude de leur formation, de leurs caractères, de leur conservation. Actes coll. Unesco de Paris sur les problèmes de la zone aride, Pp127- 150.
- **Aubert G., 1983 :** Observation sur les caractéristiques, la dénomination et la classification des sols salés ou sals sodiques. Cash. ORSTOM.ser. ped. Vol xxxn°1, Pp73-78.
- **Ayres G.P., 1984:** The interaction between environmental stress injury and biotic disease physiology. Annu. Rev. Phytopathol. Pp22 ; 53-57.

- **Baatour O., M'rah S., Ben Brahim N., Boulesnem F., Lachaal M., 2004** : Réponse physiologique de la gesse (*Lathyrus sativus*) à la salinité du milieu. *Revue des Régions Arides*, Tome 1, No. Spécial : Pp346-358.
- **Belkhodja M., Bidai Y, 2004, 2005** : Analyse de la proline pour l'étude de la résistance d'une halophyte *Atriplex halimus* L. à la salinité. Laboratoire de Physiologie Végétale, Faculté des Sciences, Université d'Oran Algérie.
- **Ben amara. A., 1982** : La culture de la tomate « fiche technique » .ITCM Staoueli Pp40.
- **Benchalal . K ., 1983** : Tomate industrielle : biologie de la tomate « journée d'étude sur la tomate industrielle » Pp8.
- **Benyahya H.,1998** : Effet de la salinité sur la pourriture racinaire des agrumes due au *Phytophthora parasitica* Ducan. D.E.S, Université Cadi Ayyad, Pp148.
- **Bersi M., 2010** : Principales maladies cryptogamiques de la tomate et stratégies de lutte. INRA. Pp2-8.
- **Besri M., 1981** : Qualité des sols et des eaux d'irrigation et manifestation des trachéomycoses de la tomate au Maroc. *Phytopathologia mediterranea*, Vol 20, n°2/3:107-111
- **Besri M., 1990** : Effects of salinity on the development of tomato *Verticillium* wilt in Morocco. (abstract) *Proceeding of the fifth International Symposium on Verticillium Wilt*, 25-30 June 1990, St Petersburg, Russia
- **Biggs A. R., El-Kholi M. M., El-Neshawy S., Nickerson R.,1997**: Effects of calcium salts on growth, polygalacturonase activity, and infection of peach fruit by *Monilinia fructicola*. *Plant Disease*;Pp81(4):399–403. doi: 10.1094/pdis.1997.81.4.399.
- **Biggs AR., M. Ingle and W.D. Solihati. 1993**: Control of *Alternaria* infection of fruit of apple cultivar Nittany with calcium chloride and fungicides. *Plant Dis.* Pp77 : 976- 980.

- **Blakeman, J.P. 1980:** Behaviour of conidia on aerial plant surfaces, Pp115-151, in: The Biology of Botrytis. J. R. Coley-smith, K. Verhoeff and W. R. Jarvis, eds. Academic Press, London.
- **Blancard D., 2010 :** Identifier les maladies diagnostic guide anomalie, altération des fruits. Ed. INRA, Paris. Pp: 45-56.
- **Blancard. D., 1997 :** Les maladies de la tomate. Observer. Identifier et lutter. INRA. Montfavet. Paris. Pp 212.
- **Bohnert, H.J. and Jensen, R.G., 1996:** Strategies for engineering waterstress tolerance in plants. Trends in Biotechnology. Pp14, 89-97.
- **Bornhoff, B.A., Harst, M., Zyprian, E. and Töpfer, R., 2005:** Transgenic plants of *Vitis vinifera* cv. Seyval blanc. Plant Cell Reports, Pp24(7), 433-438.
- **Boucher S., 2008 :** Les insectes de nos jardins, Ordre Thysanoptera - Thrips. [www.insectesjardins.com](http://www.insectesjardins.com). Date de consultation 16.03.2010.
- **Boumaaza B., Benkhelifa M., , Belkhoudja M.,2015:** Effects of Two Salts Compounds on Mycelial Growth, Sporulation, and Spore Germination of Six Isolates of *Botrytis cinerea* in the Western North of Algeria. International Journal of Microbiology. Volume 2015, Article ID 572626, Pp 8. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/572626>.
- **Bourgeois .C. M., 1999.** Technologie des légumes. Paris. Pp213.
- **Brent, K.J., Hollomon, D.W., 2007:** Fungicide Resistance: The Assessment of Risk (Brussels, Belgium: CROPLIFE INTERNATIONAL).
- **Cadet P, Thioulouse J., 1998:** Identification of soil factors that relate to plant parasitic nematode communities on tomato and yam in the French West Indies. Applied Soil Ecology. Pp8, 77-86

- **Celma R. A., Cuadros F., López-Rodríguez F., 2009** : Characterisation of industrial tomato by-products from infrared drying process. Department of Mechanical and Energy Engineering, University of Extremadura, Avda Elvas s/n, 06071 Badajoz, Spain. Food and Bioproducts Processing. Pp87 (2009) 282–291.
- **Chartzoulakis K., Klapaki G., 2000**: Response of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. Sci. Hortic. Pp86, 247–260.
- **CHAUX C.L. et FOURY C.L., 1994** : Cultures légumières et marichaire. Tome 3 : légumineuses potagères, légumes fruit. Tec et Doc Lavoisier.
- **Cheverry, C., 1995** : Plant behaviour in saline environment. Action eau N°4, Séance spécialisée du 22 mars 1995; Ed. Acad. agro, Paris, France. Pp49.
- **Chevery C., 1972** : Exemple d'application des travaux de l'U.S.S.L (1963 – 1968) sur l'alcalinisation des sols soumis à l'action bicarbonatée. Cah. ORSTOM. Sér. pédo. 10 (2), Pp: 193- 203.
- **Chougar Safia, 2011** : Bio2cologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* sur trois variétés de tomate sous serre. Mémoire de magister, Tizi-ouzou.
- **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 . Pp67: 212-218.
- **Conway W. S., Sams C. E., McGuire R. M., Kelman A.,1992**: Calcium treatment of apples and potatoes to reduce postharvest decay. *Plant Disease*. Pp ; 76(4):329–334. doi: 10.1094/pd-76-0329.
- **Conway, W.S. and C.E. Sams., 1984**: Possible mechanisms by which postharvest calcium treatment reduces decay in apples. *Phytopathology* . Pp74: 208-210.

- **Coutos-Thévenot P, Poinssot B, Bonomelli A, Yean H, Breda C, Buffard D, Esnault R, Hain R, and Boulay M.,2001:** In vitro tolérance to *Botrytis cinerea* of gravine 41B rootstock in transgenic plants expressing the stilbene synthase *Vst1* gene under the control of a pathogen-inducible PR10 promoter. *J. Exp. Bot.* Pp 52: 901-910.
- **CPCS (Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols), 1967 :** Classification des sols. Grognon, France: -Laboratoire de Géologie et de Pédologie, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie. Pp87.
- **Csizinszky A.A., Schutester D.J., Jones J.B et Van Lenteren J.C., 2005:** Tomatoes: Edited by Ep Heuvelink. *Crop production science in horticulture* (13). ISBN 0 85199 3966: CABI Publishing is a division of CAB International. Pp235.
- **Dahmani. M., 1993 :** norme de production de semence de tomate industrielle <journée d'étude et de réflexion sur la tomate industrielle. Jijel. 26\_27 Avril :Pp10.
- **Daoud Y., 1993 :** Contribution à l'étude des sols des plaines de Cheliff, le phénomène de salinisation, conséquences sur les propriétés physiques des sols argileux. Thèses doctorat d'état. INA. Alger, Pp193.
- **Davidse, L.C. et W. Flach. 1978 :** Interaction of thiabendazole with fungal rungal tubulin. *Biochim. Biophys. Acta* 543(1) : Pp82-90.
- **Davidson, J.A., and Krysinska-Kaczmarek, M. 2007:** Effects of inoculum concentration, temperature, plant age and interrupted wetness on infection of lentil (*Lens culinaris*) by *Botrytis* spp. conidia. *Australasian Plant Pathology*. Pp 36: 389-396.
- **Debieu D., J. Bach, M. Hugon, C. Malosse and P. Leroux, 2001:** The hydroxyanilide fenhexamid, a new sterol biosynthesis inhibitor fungicide efficient against the plant pathogenic fungus *Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*). *Pest Management Science* Pp57, 1060–1067.
- **De Miccolis Angelini, R.M., Habib, W., Rotolo, C., Pollastro, S., and Faretra, F.,2010:** Selection, characterization and genetic analysis of laboratory mutants of *Botryotinia*

- fuckeliana (*Botrytis cinerea*) resistant to the fungicide boscalid. *Eur. J. Plant. Pathol.* Pp128, 185–199.
- **Delfine S., Alvino A., Zacchini M. and Loreto F., 1998 :** Consequences of salt stress on conductance to CO<sub>2</sub> diffusion, rubisco characteristics and anatomy of spinach leaves. *Aust. J. Plant Physiol.* Pp25, 395-402.
  - **Doehlemann, G., Berndt, P., and Hahn, M., 2006:** Trehalose metabolism is important for heat stress tolerance and spore germination of *Botrytis cinerea*. *Microbiology.* Pp152: 2625-2634.
  - **Doorenbos., J.et al. 1980 :** Réponse des cultures à l'eau. *Bulletin FAO d'irrigation et de drainage.* Pp192-194.
  - **Droby, S., Wisniewski, M., Macarisin, D., and Wilson, C. 2009:** Twenty years of postharvest biocontrol research: is it time for a new paradigm? *Postharvest Biology and Technology.* Pp 52: 137-145.
  - **DSA (Direction des Services Agricole de la Wilaya de Mostaganem., 2010 :** Statistiques agricoles. Services des statistiques.
  - **Dubos B., Bulit J., Bugaret Y. and Verdu D., 1978-1982:** The possibilities of using *Trichoderma viride* for the biological control of *Botrytis cinerea* and *Phomopsis viticola* on grapevines. *Comptes Rendus des Seances de l'Academie d'Agriculture de France.* Pp 14: 1159-1168
  - **Durand J.H., 1958 :** Les sols irrigables. *Etude pédologique.* Alger. Pp190.
  - **Eastman P.A.K. & Camm E.L., 1995:** Regulation of photosynthesis in interior spruce during Water stress: changes in gas exchange and chlorophyll fluorescence. *Tree Physiology* Pp15: 229-235.
  - **Edwards. I., 1981 :** Fertilisation potassique et amélioration de la tolérance aux stress : Pp66.

- **El Oirdi M., 1996** : Contribution à l'étude de la pyriculariose de riz due à *Pyricularia oryzae*. Application de quelques moyens de lutte. Thèse de doctorat de troisième cycle, Université Ibn Tofaïl, Faculté des Sciences de Kénitra, Pp139.
- **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* Pp16: 635-642.
- **Elad, Y., Malathrakis, N.E., and Dik, A.J., 1995**: Biological control of *Botrytis* incited diseases and powdery mildews in greenhouse crops. *Crop Protection* Pp15: 224-240.
- **Elad Y, Yunis H and Katan T., 1992**: Multiple fungicide resistance to benzimidazoles, dicarboximides and diethofencarb in field isolates of *Botrytis cinerea* in Israel. *Plant Pathology* 41.Pp 41–44.
- **Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P., and Delen N., 2004** : *Botrytis: Biology, Pathology and Control* (Dordrecht the Netherlands: Kluwer Academic Publishers).
- **Elmer, P. A. G. and T. J. Michailides., 2004** : Epidemiology in *Botrytis cinerea* in orchard and vine crops. In *Botrytis: Biology, Pathology and Control*, edited by Y.
- **Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen.** (Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers) Pp243-272.
- **Elosta. M., 1998** : Etude agro économique de l'irrigation et de la fertilisation par le système goutte a goutte sur la tomate industrielle en plein champ ; thèse d'ing \_ agro .El Taref : Pp84.
- **Essington M.E., 2004**: *Soil and water chemistry, an integrative approach*. CRC Press, USA. F.A.O(1970) : rapport aux gouvernement des pays du Proche-Orient et l'Afrique du nord. « Problème de production des agrumes au Proche Orient et en l'Afrique du nord » .AT n° 2870.
- **Esterio M., J. Auger, C. Ramos and H. García., 2007**: First report of fenhexamid resistant isolates of *Botrytis cinerea* on grapevine in Chile. *Plant Disease*. Pp91, 768.

- **Fan, C., Pu, N., Wang, X., Wang, Y., Fang, L., Xu, W. and Zhang, J., 2008:** Agrobacterium -mediated genetic transformation of grapevine ( *Vitis vinifera* L.) with a novel stilbene synthase gene from Chinese wild *Vitis pseudoreticulata*. *Plant Cell, Tiss. Organ. Cul.*, Pp92(2), 197-206.
- **Fernández-Ortuño, D., Chen, F., and Schnabel, G., 2012:** Resistance to Pyraclostrobin and Boscalid in *Botrytis cinerea* isolates from strawberry fields in the Carolinas. *Plant Dis.* Pp96, 1198-1203.
- **Françoise Rocher et Jean-Louis Bonnemain., 2004 :** évaluation de la systémie phloémienne de nouvelles molécules à effet fongicide et d'activateurs de réactions de défense.
- **GALLAIS A. et BANNEROT H., 1992 :** Amélioration des espèces végétales cultivés objectif et critères de sélection. INRA, Paris. Pp765.
- **Godde D., 1999:** Adaptation of the photosynthetic apparatus to stress conditions. In: Lerner.
- **Gouny, P. et Cornillon, P., 1973 :** La salinité, aspects théoriques, modes de contrôle. PHM-*Revue Horticole*, 142 :Pp3-7
- **Guenaoui Y., 2010 :** *Tetranychus evansi* (Baker & Pritchard) (Acari:Tetranychidae) acarien invasif signalé sur culture de tomate à Mostaganem dans le nord-ouest de l'Algérie. Université de Mostaganem, Mostaganem, Algérie. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 40, Pp. 193–195.
- **Gullino, M.L. 1992:** Chemical control of *Botrytis* spp, Pp. 217-222, in: Recent advances in *Botrytis* research. K. Verhoeff, N. E. Malathrakakis and B. Williamson, eds. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, The Netherlands.
- **Haas D., Blumer C. & Keel C., 2000:** Biocontrol ability of fluorescent pseudomonads genetically dissected: importance of positive feedback regulation. *Curr. Opin. Biotechnol.* Pp11, 290–297.



- **Hachemi. B., 1999** : Evolution de la croissance de deux variétés de tomate industrielle. Mémoire d'ing agro. INA. Alger: Pp74.
- **Halitim A., 1985** : Contribution à l'étude des sols des zones arides (Hautes Plaines Steppiques d'Algérie). Morphologie, distribution et rôle des sels dans la genèse et le comportement des sols. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Rennes, Pp383.
- **Halitim A., Robert M., Tessier D ET Prost R., 1984** : Influence des cations échangeables (Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>) et la concentration saline sur le comportement physique (rétention en eau, conductivité hydraulique de la mont morillonite agronomie. 4 (5), Pp : 451 – 459.
- **Handj et al, 1995 in Sinoussi ,2001** : Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérale.
- **Hmouni A., Hajlaoui MR., Mlaiki A.,1996**: Résistance de *Botrytis cinerea* aux benzimidazoles et aux dicarboximides dans les cultures abritées de tomate en Tunisie. *OEPP/EPPO Bull.* **26**, Pp. 697–705.
- **Haouala F., Ferjani H., Ben El Hadj S., 2007**: Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> et Ca<sup>2+</sup>) et du chlore (Cl<sup>-</sup>) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais du chiendent. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 11(3). Pp235-244.
- **Hedli . M ., 1994** : Rencontre régionale (Est) sur la tomate industrielle de la Wilaya de Skikda : Pp50.
- **Hennebert, G.L. 1973**: *Botrytis* and *Botrytis*-like genera. *Persoonia* 7: Pp183-204
- **Idrenmouche S., 2011** : Biologie et écologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) dans la région de Boumerdes. Mémoire Magistère en Sciences Agronomiques. E.N.S.A. El Harrach, Pp103.

- **Jarvis WR., 1977:** Botryotinia and Botrytis Species: Taxonomy, Physiology, and Pathogenicity. Research Branch, Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada, Pp 195.
- **Keren R., 2000:** Salinity. In: Sumner M.E. (Ed). Handbook of Soil Science. CRC Press, NY, USA, pp G3-G25.
- **Kim, Y.K., and Xiao, C.L., 2011:** Stability and fitness of pyraclostrobin and boscalidresistant phenotypes in field isolates of Botrytis cinerea from apple. Phytopathology 101, Pp1385-1391.
- **Korolev, N., Mamiev, M., Zahavi, T., and Elad, Y., 2009:** Resistance to fungicides among Botrytis cinerea isolates from tomato and other hosts in Israel. Acta Horticulturae 808:Pp 367-376.
- **Kosuge T and Hewitt WB., 1964:** Exudates of grape berries and their effect on germination of conidia of Botrytis cinerea. Phytopathology 54: Pp167-172.
- **Kretschmer, M., and Hahn, M., 2008:** Fungicide resistance and genetic diversity of Botrytis cinerea isolates from a vineyard in Germany. J. Plant Dis. Prot. 115,Pp 214–219.
- **Lambert, A.M. and R.A. Casagrande., 2006:** No Evidence of Fungal Endophytes in Native and Exotic Phragmites australis. Northeastern Naturalist 13: Pp561-568.
- **Laumonier R., 1979 :** Cultures légumières et maraichere. Tome 3. Ed. Bailliere, Paris. Pp279.
- **Leach S. S., Nielsen L. W., 1975:** Elimination of fusarial contamination on seed potatoes. Am. Potato J., 52, 211-218.
- **Leroux, P., 2004:** Chemical control of Botrytis and its resistance to chemical fungicides. In: Botrytis: Biology, Pathology and Control, Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P. and Delen, N, eds. (Dordrecht The Netherlands: Springer) pp. 195–222.

- **Leroux, P., 1993** : Prévoir, une résistance peut en cacher une autre. *Perspect. Agric.* 185 :Pp 95-98.
- **Leroux, P., Fritz, R., Debieu, D., Albertini, C., Lanen, C., Bach, J., Gredt, M., and Chapeland F., 2002**: Mechanisms of resistance to fungicides in field strains of *Botrytis cinerea*. *Pest. Manag. Sci.* 58, Pp876–888.
- **Leroux, P., Gredt, M., Leroch, M., and Walker, A.S., 2010**: Exploring mechanisms of resistance to respiratory inhibitors in field strains of *Botrytis cinerea*, the causal agent of gray mold. *Appl. Environ. Microbiol.* 76, 6615–6630.
- **Levitt, J., 1980**: Responses of Plant to Environmental Stress Chilling, Freezing and High Temperature Stresses, 2 nd edn. Levitt, J. (ed.). Academic Press, New York, NY.
- **Levy G.J.,2000**: Sodicity. In: Sumner M.E. (Ed). *Handbook of Soil Science*. CRC Press, NY, USA, Pp G27-G62.
- **Longstreth DJ, Nobel PS., 1979**: Salinity effects on leaf anatomy: consequences for photosynthesis. *Plant Physiol.* Apr; 63(4):Pp700–703.
- **Maatallah .S., et barchiche . C. ., 1983** : La culture de tomate de plein champ pour la conserve. *ITCMI. Annaba* : Pp57.
- **MAC Donald, J.D., 1984**: Salinity effects on the susceptibility of *Chrysanthemum* roots to *Phytophthora Cryptogea*. *Phytopathology* 74: Pp621-624.
- **Maifi . A., 1994** : Etude comparée de la qualité de semences de tomate industrielle produite localement et importées. Thèse d'ing. agro. université de Batna : Pp54.
- **Maillard, J., 2001** : Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risques et recommandations. *Handicap International*. Novembre 2001, Pp34.

- **Marlet, S. ,2005** : Gestion de l'eau et salinisation des sols dans les systèmes irrigués Synthèse de l'atelier du PCSI sur : Vers une maîtrise des impacts environnementaux de l'irrigation. CIRAD/AMIS, Montpellier, France, n°40, Pp. 12-23.
- **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,Pp 692-700.
- **Mashali.A, Suarez.D, L.Nabhan.H, Rabindra.R, 2005** : Intefrated management for sustainabale use of slat –affected soils . Rome : FAO Soils Bulletin, now printing.
- **Meguenni. H ., 1986** : Essai de caractérisation d'une carence potassique chez la tomate. Thèse d'ing agro. INA\_el Harrach : Pp57.
- **Mélanie, G.R. 2014** : Mise au point d'une méthode par pyroséquençage de détection et de quantification des mutations liées à la résistance au boscalide chez *botrytis cinerea*.
- **Mermoud A ., 2006** : Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de lausanne, Pp23.
- **Messiaen C.M. et Lafon R., 1971** : Les maladies des plantes maraîchères. INRA, Paris, Pp441.
- **Messiaen. C.M ., Blancard .D., Rouxel . F ., lafon . R ., 1991** : Les maladies des plantes maraichères .INRA . Paris : Pp546.
- **Migeon S, Garziglia S, Sage F, Sardou O., 2005**: Submarine landslides in the Ligurian basin: Impact of sediment supply, earthquakes and salt tectonic. In: Association of the French Sedimentologists Meeting, Presqu'île de Giens, Book of Abstracts.
- **Mouhouche B. & Boulassel A., 1999** : Contribution à une meilleure maîtrise des pertes en eau d'irrigation et de la salinisation des sols en zones arides. INRA. Algerie .Recherche Agronomique.Pp4,

- **Mouhouche. B., 1983** : Influence du rationnement de l'eau sur la production de la tomate. Thèse magister – INRA. Alger : Pp55.
- **Munns R et al ., 1983** : Halotolerante ukaryotes. In *Physiological Plant Ecology*. III. Responses to the Chemical and Biological Environment. *Encycl. Plant Physiol.*, Pp. 59- 135 New Series, Vol. 12C. Springer, Berlin.
- **Myresiotis, C. K., et al., 2007** : Resistance of *Botrytis cinerea* isolates from vegetable crops to anilinopyrimidine, phenylpyrrole, hydroxyanilide, benzimidazole, and dicarboximide fungicides. *Plant Disease*. 91, Pp407-413.
- **Naika S., DE Jeude J.V.L., DE JEFFAU M., Hilmi M., VANDAM B., 2005** : la culture de la tomate, production, transformation et commercialisation Ed. Wageningen, Pays-Bas. Pp105.
- **Nicot, P.C., and Baille, A., 1996**: Integrated control of *Botrytis cinerea* on greenhouse tomatoes, Pp169-189, in: *Aerial plant surface microbiology*. C. E. Morris, P. C. Nicot and C. Nguyen-The, eds. Plenum Press, New-York.
- **Nimbalkar JD., Joshi GV. 1975**: Effect of increasing salinity on germination, growth and mineral metabolism of sugarcane var. co. 740. *J. Biol. Sci.* 18, Pp. 55–63.
- **O'Neill, T.M., Shtienberg, D., and Elad, Y., 1997**: Effect of some host and microclimate factors on infection of tomato stems by *Botrytis cinerea*. *Plant Disease* 81: Pp36-40.
- **Orcutt D.M. & Nilsen E.T., 2000**: *Physiology of plants under stress*. John Wiley & Sons Inc., New York, NY, USA.
- **Ortega U., Dunabeitia M., Menendez S., Gonzalez-murua & Majada J., 2004**: Effectiveness of mycorrhizal inoculation in the nursery on growth and water relations of *Pinus radiata* in different water regimes. *Tree physiology* 24:Pp 65-73.

- **Parida A.K., Das A.B., 2005:** Salt tolerance and salinity effect on plants: review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol.60, Pp. 324-349.
- **Paternelle, M.C. et C. Lhoutellier. 2002 :** Index phytosanitaire ACT. Association de coordination technique agricole, Paris, France.Pp 788.
- **Pessarakli M., 1999:** Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker, USA, Pp 1190.
- **Pessarakli, M. et Zhou, M., 1990 :** Effect of salt stress on nitrogen fixation by different cultivars of green beans. *Journal of plant nutrition*. Vol. 13, no 5, Pp. 611-629.
- **Philouze J. & Laterrot H., 1992 :** Amélioration variétale de la tomate: Objectifs et critères de sélection. In: Gallais A. & Bennerot H., Eds. Amélioration variétale des espèces cultivées, Paris, France: INRA. Pp. 379-391.
- **Philouze, J., 1986 :** Tomate. Ferline: la qualite en plein champ. *Fruits et Legumes* (30), 56-59. <http://prodinra.inra.fr/record/78918>
- **Prabhu A. V. Khelfane K. et Bekal S. 1992 :** Compilation des maladies fongiques des plantes en Algérie, Institut de biologie, Université de Tizi-Ouzou, Publication : Office des Publications Universitaires. Pp85.
- **Prusky, D., 1985:** Development, persistence, survival, and strategies for control of thiabendazole-resistant strains of *Penicillium expansum* on pome fruits. *Phytopathology* 75 :Pp 877-882.
- **Rapilly, F., 1968 :** Les techniques de mucologie végétale. Paris Inst. Nat de la recherche agronomique 1968-102 p.
- **Regragui A., Lahlou H., 2005:**Effect of salinity on in vitro *Trichoderma harzianum* antagonism against *Verticillium dahliae*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. Pp8(6):872–876. doi: 10.3923/pjbs.2005.872.876.

- **Rey Y. et Costes C., 1965** : La physiologie de la tomate, étude bibliographique. INRA. Pp111.
- **Rocher F ., 2004** : Lutte chimique contre les champignons pathogènes des plantes: évaluation de la systémie phloémienne de nouvelles molécules à effet fongicide et d'activateurs de réactions de défense des plantes. PhD thesis. Université de Poitiers, Poitiers, France.
- **Romero-Aranda, R., Soria, T., Cuartero, J., 2001** : Tomato plant–water uptake and plant–water relationships under saline growth conditions. *Plant Sci.* Pp 160:265–272.
- **Rosslenbroich, H. J., Stuebler, D., 2000**: Botrytis cinerea - history of chemical control and novel fungicides for its management. *Crop Protection.* Pp19, 557-561.
- **Rotem J and Aust HJ., 1991**: The effect of ultraviolet and solar radiation and temperature on survival of fungal propagules. *Journal of Phytopathology* 133:Pp 76-84.
- **Ruocco M., Massimo G., Oscar A., Bernard B. et Jurgen K., 2010** : Food quality safety. Lutte biologique n°2. Tomate.CNR, Italie, UE. Pp104.
- **Salinas, J., Glandorf, D.C.M., Picavet, F.D., and Verhoeff, K., 1989**: Effects of temperature, relative humidity and age of conidia on the incidence of spotting on gerbera flowers caused by Botrytis cinerea. *Netherlands Journal of Plant Pathology* Pp95: 51-64.
- **Schroeder JI, Allen GJ, Hugouvieux V, Kwak JM, Waner D .,2001**: GUARD CELL SIGNAL TRANS- DUNCTION. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* Pp 52 : 627–658,
- **Servant J.M., 1970** , Etude expérimentale de l'influence des conditions salines sur la perméabilité des sols, conséquences pédologiques. *Sci. Du sol.*2, pp : 87-103.

- **Shiraishi, M., Fukutomi, M., and Akai, S., 1970:** Effects of temperature on the conidium germination and appressorium formation of *Botrytis cinerea* Pers. Annals of the Phytopathological Society of Japan Pp36: 234-236.
- **Snoussi S. A., 2010 :** Etude de base sur la tomate en Algérie. Rapport de mission Programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche-Orient. Rome, Pp 52.
- **Standaert J.Y., Maraite H. Myttenaere C. et Meyer J.A., 1978 :** Etude de l'influence de la concentration saline et du rapport Na/Ca du milieu nutritif sur la sensibilité de la tomate à la fusariose vasculaire. Plant and soil Pp 50: 269-286.
- **Sulistyowati L. and Keane P.J., 1992:** Effect of soil salinity and water content on stem rot caused by *Phytophthora citrophthora* and accumulation of phytoalexin in *Citrus* rootstocks. Phytopathology Pp82: 771-777.
- **Swiecki T.J. and Mac DONALD J.D., 1991:** Soil Salinity Enhances *Phytophthora* Root Rot of Tomato but Hinders Asexual Reproduction by *Phytophthora parasitica* . Amer. Soc. Hort. Sci. Pp116 (3) :471-477.
- **SZABOLCS (L), 1989:** - Salt-affected Soils CRC Press Inc., Florida, Pp274.
- **Szabolcs .I, 1994:** Soils and salinisation. In Handbook of Plant and Crop Stress. Ed. M Pessarakali. pp. 3–11. Marcel Dekker, New York.
- **Tajani M, El Oirdi M, Douira A & El Haloui NE., 1999 :** In vitro effect of some fungicides on *Magnaporthe grisea* development. Phytopathol Medi Pp38: 13-19
- **Tasca G., Stoianovici L, 1984:** Aspects of the efficiency of several fungicides applied after harvest on dry rot (*Fusarium* spp.) that occurs in storage of table potatoes. Potato Res., Pp27, 96.
- **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 Pp76: 1114.



- **Thomashow, L.S., 1996:** Biological control of plant root pathogens. *Current Opinion in Biotechnology* Pp7: 343-347.
- **Trottin-Caudal Y ., Fournier C., Leyre J.M., Decognet V., Romiti C., Pinot P.C. et Bardin M., 2003 :** Efficiency of plant extract from *Reynoutria sachalinensis* (Milsana) to control powdery mildew on tomato (*oidium neolycopersici*). Colloque international tomate sous abri. Avignon, 17, 18 et 19 septembre 2003.
- **U.S.S.L.S. (United State Salinity Laboratory Staff) 1954:** Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. US Department of Agriculture, Handbook n°60, U. S. Gov. Print. Office, Washington DC.
- **Veloukas, T., Leroch, M., Hahn, M., and Karaoglanidis, G.S., 2011:** Detection and molecular characterization of boscalid-resistant *Botrytis cinerea* isolates from strawberry. *Plant Dis.* Pp95, 1302-1307.
- **Vidal, JR.; Kikkert, JR.;Wallace, PG. & Reisch, BI. 2003:** High-efficiency biolistic co-transformation and regeneration of ‘Chardonnay’ (*Vitis vinifera* L.) containing npt-II and antimicrobial peptide genes. *Plant Cell Reports*, 22, pp. 252–260.
- **Volpin H., Elad Y., 1991 :** Influence de la nutrition de calcium sur la susceptibilité des fleurs rose à la pourriture grise . *phytopathologie .* ; 81 (11): 1390-1394. doi:. 10.1094 / phyto-81-1390.
- **Wacquant.C., 1995 :** Maîtrise de la conduite climatique. Tomate sous serre et abris en sol et hors sol. Les éditions du CTIFL, Paris, 127 p.
- **Wang Y., Nil N., 2000:** Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase–oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* Pp75, 623–627.

- **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* Pp136: 115-120.
- **Whetzel, H.H., 1945:** A synopsis of the genera and species of the *Sclerotiniaceae*, a family of stromatic inoperculate discomycetes. *Mycologia* Pp37: 648-714.
- **Williamson, B., Tudzynski, B., Tudzynski, P., and Van Kan, J.A.L., 2007:** *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. *Mol. Plant Pathol.* Pp 8, 561–580.
- **Yamamoto T., Iketani H., Ieki H., Nishizawa Y., Notsuka K., Hibi T., Hayashi T. and Matsuta N., 2000:** Transgenic grapevines plants expressing a rice chitinase with enhanced resistance to fungal pathogens. *Plant Cell Reports* Pp19: 639-646.
- **Yamazaki. H, Hoshina T., 1995 :** Calcium nutrition affecte la résistance des plants de tomates au flétrissement bactérien. *HortScience*. Pp 30 (1): 91-93.
- **Yedidia I., Benhamou N., Chet I., 1999:** Induction of defense responses in cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) by biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. *Appl. Environ. Microbiol.* 65, p. 1061–1070.
- **Yin, Y.N., Kim, Y.K., and Xiao, C.L., 2011:** Molecular characterization of boscalid resistance in field isolates of *Botrytis cinerea* from apple. *Phytopathology* 101, 986-995.
- **Zerguine Karima., 2014 :** Etude in vitro du pouvoir antagoniste de *Trichoderma harzianum* vis-à-vis de *Botrytis cinerea* agent causal de la pourriture grise de la tomate (*Lycopersicon esculantum*). Mémoire fin d'étude Master 2.
- **Zid, E. et Grignon, C., 1991 :** Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes au stress. Cas des stress salin et hydrique. Dans : L'Amélioration des Plantes pour l'Adaptation aux Milieux Arides. Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, pp. 91-108.
- **Zuang .A., 1982 :** Fertilisation des cultures légumières . Montfavet . Paris.Pp 365.



## 1-effet de salinité sur l'agent pathogène :

### 1.1.La croissance mycélienne en présence la salinité :

#### Annexe 1: ANALYSE DE VARIANCE : (48h)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3,623	20	0,181				
VAR.FACTEUR 1	0,93	6	0,155	0,805	0,58326		
VAR.RESIDUELLE 1	2,693	14	0,192			0,439	20,20%

#### Annexe 2 : ANALYSE DE VARIANCE : (4jours)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	12,931	20	0,647				
VAR.FACTEUR 1	7,767	6	1,295	3,51	0,02487		
VAR.RESIDUELLE 1	5,163	14	0,369			0,607	8,82%

#### Annexe 3 : ANALYSE DE VARIANCE : (7jours)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2,603	20	0,13				
VAR.FACTEUR 1	0,645	6	0,107	0,768	0,60823		
VAR.RESIDUELLE 1	1,958	14	0,14			0,374	4,47%

### 1.2.la sporulation pour le témois (botrytis+nacl+cacl) :

#### Annexe4 : ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	10572200	20	528610				
VAR.FACTEUR 1	9497729	6	1582955	20,625	0,00001		
VAR.RESIDUELLE 1	1074471	14	76747,93			277,034	41,61%

## 2. Efficatiter des fongicide

### 2.1. 1<sup>er</sup> cas iprodion

#### Annexe .5 : ANALYSE DE VARIANCE croissance mycélienne (Iprodione) 7<sup>ème</sup> Jours

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	57,309	14	4,094				
VAR.FACTEUR 1	44,538	4	11,134	8,718	0,00289		
VAR.RESIDUELLE 1	12,772	10	1,277			1,13	21,30%

**Annexe.6** ANALYSE DE VARIANCE de sporulation (Iprodione)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2455896	11	223263,3				
VAR.FACTEUR 1	1248391	3	416130,2	2,757	0,11141		
VAR.RESIDUELLE 1	1207505	8	150938,2			388,508	33,12%

**2.2.2<sup>ème</sup>** cas Thiophanate-Méthyle :**Annexe.7** ANALYSE DE VARIANCE croissance mycélienne (Méthyl- thiophanat)  
7<sup>ème</sup> Jours :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	160,709	14	11,479				
VAR.FACTEUR 1	159,774	4	39,944	427,204	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,935	10	0,093			0,306	13,71%

**2.3.3<sup>ème</sup>** cas Fenhexamide :**Annexe.8** ANALYSE DE VARIANCE croissance mycélienne (Fenhexamide) 7<sup>ème</sup> jours :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	117,402	14	8,386				
VAR.FACTEUR 1	116,521	4	29,13	330,398	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,882	10	0,088			0,297	5,93%

**Annexe.9** ANALYSE DE VARIANCE de sporulation

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	27400,91	11	2490,992				
VAR.FACTEUR 1	13858,25	3	4619,416	2,729	0,11355		
VAR.RESIDUELLE 1	13542,67	8	1692,833			41,144	86,77%

### 3. Action recombiner Iprodione+chlorure :

**Annexe .10:** ANALYSE DE VARIANCE croissance mycélienne (Iprodione) + NaCl 7<sup>ème</sup> jours :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	43,571	35	1,245				
VAR.FACTEUR 1	16,371	3	5,457	5,558	0,00492		
VAR.FACTEUR 2	0,79	2	0,395	0,402	0,67805		
VAR.INTER F1*2	2,845	6	0,474	0,483	0,81546		
VAR.RESIDUELLE 1	23,565	24	0,982			0,991	24,82%

**Annexe .11:** ANALYSE DE VARIANCE croissance mycélienne (Iprodione) + CaCl<sub>2</sub> 7<sup>ème</sup> jours :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	81,839	35	2,338				
VAR.FACTEUR 1	41,462	3	13,821	11,826	0,00007		
VAR.FACTEUR 2	3,018	2	1,509	1,291	0,29329		
VAR.INTER F1*2	9,31	6	1,552	1,328	0,28314		
VAR.RESIDUELLE 1	28,048	24	1,169			1,081	23,81%

**Annexe .12:** ANALYSE DE VARIANCE la sporulation (Iprodione) + NaCl 7<sup>ème</sup> jours :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	8456644	35	241618,4				
VAR.FACTEUR 1	1563621	3	521206,8	2,307	0,10106		
VAR.FACTEUR 2	967957	2	483978,5	2,142	0,1375		
VAR.INTER F1*2	502624,5	6	83770,75	0,371	0,89037		
VAR.RESIDUELLE 1	5422442	24	225935,1			475,326	54,44%

**Annexe .13:** ANALYSE DE VARIANCE la sporulation (Iprodione) + CaCl<sub>2</sub> 7<sup>ème</sup> jours

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	22096800	35	631337				
VAR.FACTEUR 1	7274798	3	2424933	9,721	0,00025		
VAR.FACTEUR 2	5586095	2	2793048	11,196	0,00041		
VAR.INTER F1*2	3248724	6	541454	2,17	0,08152		
VAR.RESIDUELLE 1	5987179	24	249465,8			499,466	56,00%

#### 4. Action recombiner tiophanate-mythél +chlorure :

**Annexe .14:** ANALYSE DE VARIANCE croissance mycélienne (tiophanate-mythél) + NaCl 7<sup>ème</sup> jours :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	391,715	35	11,192				
VAR.FACTEUR 1	264,029	3	88,01	64,581	0		
VAR.FACTEUR 2	26,693	2	13,346	9,793	0,00084		
VAR.INTER F1*2	68,286	6	11,381	8,351	0,00007		
VAR.RESIDUELLE 1	32,707	24	1,363			1,167	47,70%

**Annexe .15:** ANALYSE DE VARIANCE croissance mycélienne (tiophanate-mythél) + CaCl<sub>2</sub> 7<sup>ème</sup> jours :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	347,439	35	9,927				
VAR.FACTEUR 1	311,888	3	103,963	104,369	0		
VAR.FACTEUR 2	1,939	2	0,97	0,973	0,39427		
VAR.INTER F1*2	9,705	6	1,618	1,624	0,18329		
VAR.RESIDUELLE 1	23,907	24	0,996			0,998	33,16%

**Annexe .16:** ANALYSE DE VARIANCE la sporulation (tiophanate-mythél) + NaCl 7<sup>ème</sup> jours :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	4253014	35	121514,7				
VAR.FACTEUR 1	3234683	3	1078228	52,843	0		
VAR.FACTEUR 2	204288,5	2	102144,3	5,006	0,01508		
VAR.INTER F1*2	324333,8	6	54055,63	2,649	0,04066		
VAR.RESIDUELLE 1	489708	24	20404,5			142,844	67,93%

**Annexe .17:** ANALYSE DE VARIANCE la sporulation (tiophanate-mythél) + CaCl<sub>2</sub> 7<sup>ème</sup> jours

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	4751004	35	135743				
VAR.FACTEUR 1	2364980	3	788326,7	9,677	0,00025		
VAR.FACTEUR 2	57084,5	2	28542,25	0,35	0,7124		
VAR.INTER F1*2	373734	6	62289	0,765	0,6062		
VAR.RESIDUELLE 1	1955205	24	81466,88			285,424	148,25%

## 5. Action recombiner Fehnexamide +chlorure :

**Annexe .18:** ANALYSE DE VARIANCE croissance mycélienne (Fehnexamide) + NaCl 7<sup>ème</sup> jours

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	195,335	35	5,581				
VAR.FACTEUR 1	171,444	3	57,148	108,796	0		
VAR.FACTEUR 2	2,208	2	1,104	2,102	0,14238		
VAR.INTER F1*2	9,077	6	1,513	2,88	0,02931		
VAR.RESIDUELLE 1	12,607	24	0,525			0,725	20,61%

**Annexe .19:** ANALYSE DE VARIANCE croissance mycélienne (Fehnexamide ) + CaCl<sub>2</sub> 7<sup>ème</sup> jours

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	221,576	35	6,331				
VAR.FACTEUR 1	171,886	3	57,295	330,153	0		
VAR.FACTEUR 2	30,715	2	15,358	88,495	0		
VAR.INTER F1*2	14,81	6	2,468	14,224	0		
VAR.RESIDUELLE 1	4,165	24	0,174			0,417	11,97%

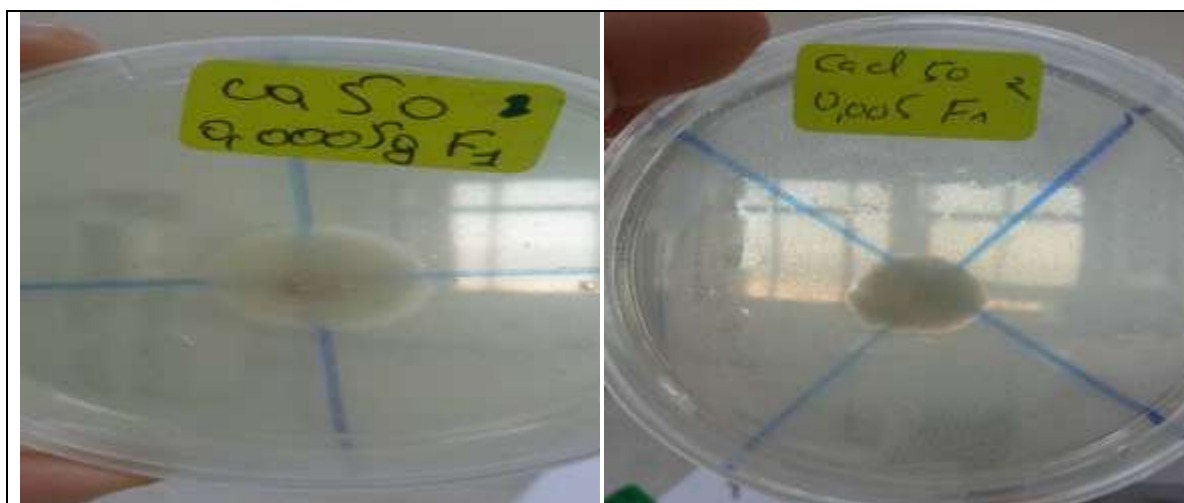
**Annexe .20:** ANALYSE DE VARIANCE, la sporulation (Fehnexamide) + NaCl 7<sup>ème</sup> jours :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2730607	35	78017,34				
VAR.FACTEUR 1	1189559	3	396519,5	18,338	0		
VAR.FACTEUR 2	355838	2	177919	8,228	0,00199		
VAR.INTER F1*2	666258,5	6	111043,1	5,135	0,00166		
VAR.RESIDUELLE 1	518952	24	21623			147,048	80,28%

**Annexe .21:** ANALYSE DE VARIANCE la sporulation (Fehnexamide) + CaCl<sub>2</sub> 7<sup>ème</sup> jours

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1342115	35	38346,14				
VAR.FACTEUR 1	637466,4	3	212488,8	15,521	0,00001		
VAR.FACTEUR 2	89904,75	2	44952,38	3,284	0,05379		
VAR.INTER F1*2	286184,4	6	47697,39	3,484	0,01281		
VAR.RESIDUELLE 1	328559,3	24	13689,97			117,004	75,85%





**Figure 1.** L'Iprodione recombiner au 50 ppm de  $\text{CaCl}_2$



**Figure2.** L'Iprodione recombiné aux 100 ppm de  $\text{CaCl}_2$



**Figure 3.** L'iprodione recombéné au 200 ppm de  $\text{CaCl}_2$



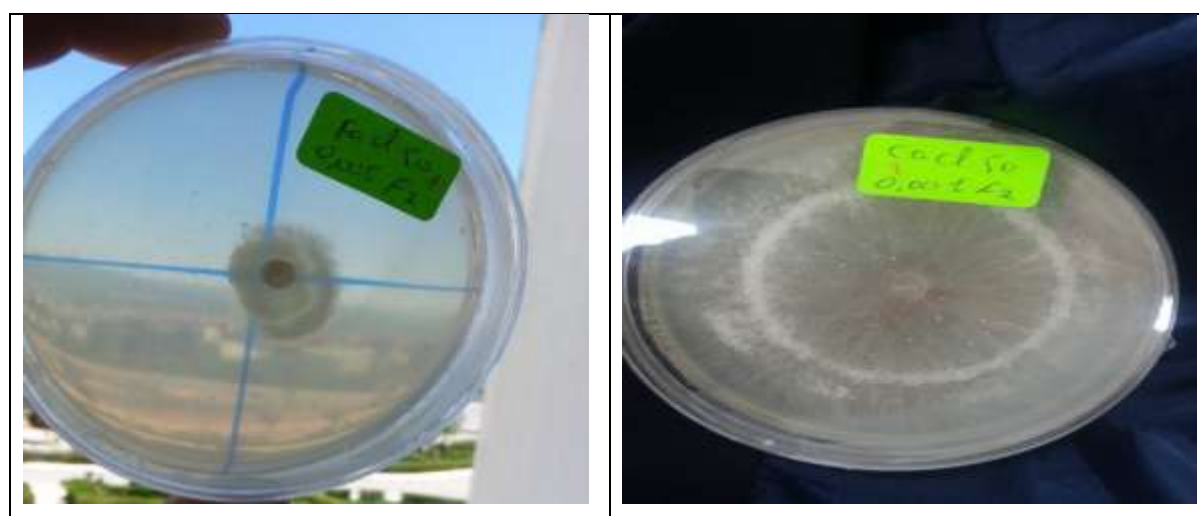
**Figure 4.** L'iprodione recombéné aux 50 ppm de  $\text{NaCl}$



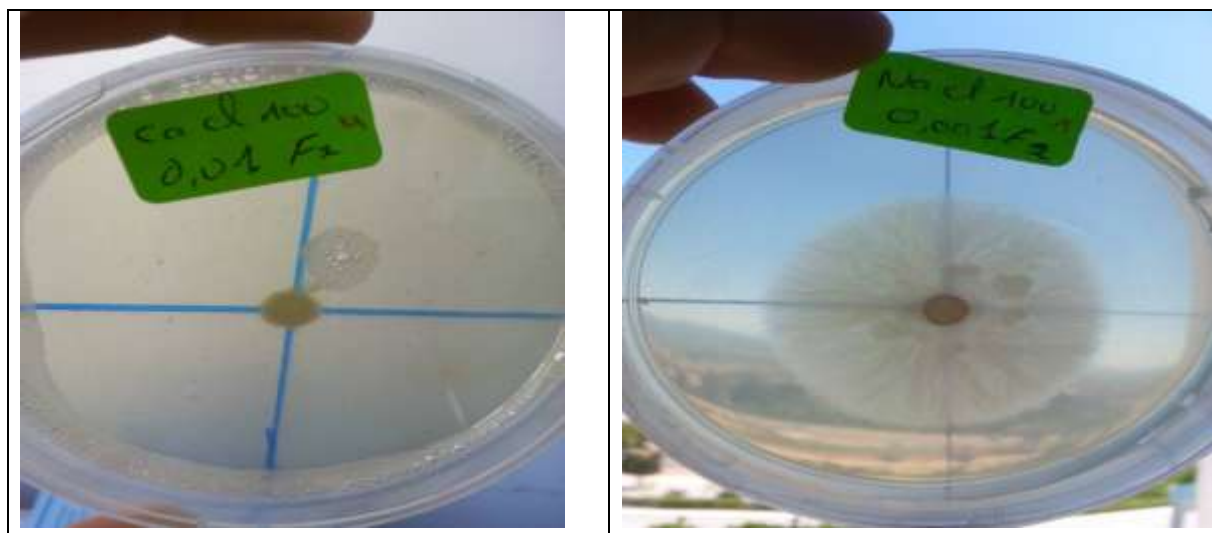
**Figure 5.** L'iprodione recombé aux 100 ppm de NaCl



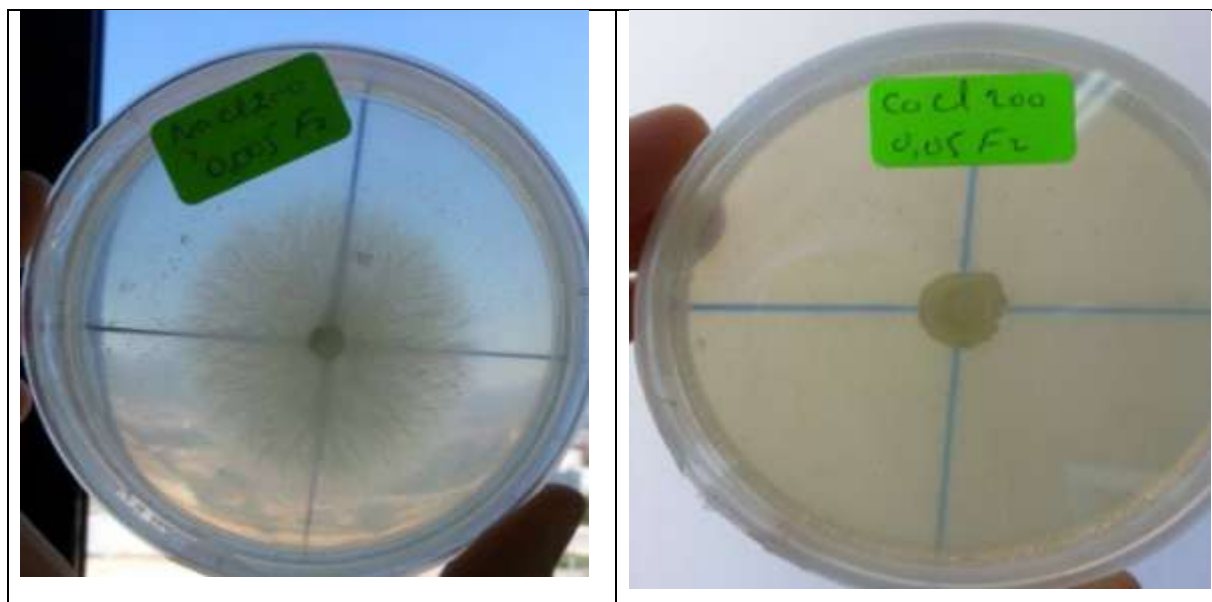
**Figure 6.** L'iprodione recombé aux 200 ppm de NaCl



**Figure 7.** Tiophanate-méthyl recombé aux 50 ppm de  $\text{CaCl}_2$



**Figure 8.** tiophanate-méthyl recombéné aux 100 ppm de  $\text{CaCl}_2$



**Figure 9.** tiophanate-méthyl recombéné aux 200 ppm de  $\text{CaCl}_2$



## Résumé

Effet de trois fongicides (Iprodione, Thiophanate-Méthyl, Fenhexamide) contre *Botrytis cinerea*, ont été testés dans diverses conditions salines. Dans les essais in vitro, le  $\text{CaCl}_2$  évalué à 100 et 200 meq a montré une efficacité faible à réduire la croissance mycélienne. Par contre, le chlorure de sodium stimule le développement de ce parasite allant jusqu'à 200ppm. La concentration croissante en NaCl du milieu favorise la production de spores par cet isolat. En revanche, l'effet du chlorure de calcium s'est traduit par une réduction de la sporulation.

L'iprodione, a donné des résultats très satisfaisants sur la croissance mycélienne  $\text{Cl}_{50}=50\text{g/hl}$ , et a un effet moindre sur la sporulation. Une diminution constatée pour la croissance mycélienne dans les associations Iprodione – NaCl et Iprodione –  $\text{CaCl}_2$ , par contre ces associations n'ont montré aucun effet sur la sporulation de cet isolat de *B. cinerea*.

Les associations Thiophanate-Méthyl –  $\text{CaCl}_2$  et Thiophanate-Méthyl – NaCl n'ont montré aucun effet inhibiteur sur la croissance mycélienne. En effet, ces associations ont montré un effet stimulateur de la sporulation de *Botrytis cinerea*.

Le chlorure de sodium s'est manifesté par une diminution de la croissance mycélienne en présence de Fenhexamide. Le pourcentage d'inhibition atteint 54.55% pour l'association 0.5g/l de Fenhexamide et 200meq en NaCl. En effet le chlorure de calcium utilisé à faible concentrations (50 et 100meq) s'est manifesté par une diminution de la croissance mycélienne. Le pourcentage d'inhibition atteint 54.55% pour l'association 0.5g/l de Fenhexamide et 100meq en  $\text{CaCl}_2$ .

Pour les doses comprises entre 0.05 et 0.5 g/l, les associations Fenhexamide – NaCl ont montré un effet stimulateur de la sporulation de *Botrytis cinerea* pour la plupart concentration salines. En effet, à 50meq en NaCl le nombre de spore réduit en présence de 0.5g/l de Fenhexamide, avec un taux d'inhibition de 69.14%.

**Mots clés :** *Botrytis cinerea*, la tomate, lutte chimique, Iprodione, Thiophanate-Méthyl, Fenhexamide, chlorure de calcium, chlorure sodium.

## **Remercîment**

*Nos remerciements vont d'abord à Dieu tout puissant de m'avoir donné la force et la Patience de réaliser ce travail.*

*Nous exprimons nos reconnaissance à M Boumazaa.B ; Professeur à l'Université de Guelma, pour avoir accepté de nous encadrer. Ses conseils, ses orientations m'ont été très bénéfiques pour la réalisation de ce mémoire, qu'elle soit rassurée de nos profondes gratitude.*

*Nous remercions M Boudalia.S. Professeur à l'Université de Guelma, qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider le jury.*

*Nous remercions M Zitouni ; Professeur à l'Université de Guelma. D'avoir eu l'amabilité d'accepter de faire partie du jury et de juger ce travail.*

*Nous tiens à remercier toutes les techniciennes du laboratoire : Hakima, Hassiba et Wafa.*

*Nos remerciements vont également à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

## *Dédicace*

*A la mémoire de mon père,*

*École de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.*

*Que Dieu ait son âme en paix.*

*À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre, À cette source de tendresse, de patience et de générosité, À ma mère !*

*À mon fiancée «Mehdi» qui m'a encouragé durant ce travail.*

*À mes chères frères «Adnen» et «Hsen» et «hamza» et «mouhamed»*

*A mes tentes «Fatîha» et «Laaness», «Nassira»*

*A toute la famille «Belaid» et « Rehaïlia »*

*tous mes amis « Bisma »,«Manel» ,«Rîma» ,« Souad »  
 ,«Ikram», « Meriem ».*

*A tous ceux que j'aime*

*A. Yasmine*





*Dédicace*

*Je dédie ce travail :*

*A mes très chers parents*

*Pour leurs encouragement, leurs conseils et leurs sacrifices.*

*J'espère que vous trouverez dans ce travail ma profonde reconnaissance et mon grand amour pour vous*

*À mon marié « Rédha » qui m'a encouragé durant ce travail.*

*À mes chères frères « Youcef » et « Imed »*

*A mes chères sœurs : « Chaïma » et « Imene » et je n'oublie pas son marié « Sedik »*

*A toute la famille « Doghmane » et « Chibane »*

*A tous mes amis « Yasmine », « Meriem », « Warda » et « Assma »*

*A tous ceux que j'aime.*

*Besma*

## Table des matières

Remercîments

Dédicace

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction

Première partie : étude bibliographique

### **Chapitre I. La plante hôte : *La tomate (Lycopersicon esculentum Miller)***

1.	Origine de la tomate .....	1
2.	Classification botanique .....	2
3.	Classification culturelle.....	2
4.	le cycle biologique de la tomate.....	2
4.1.	La germination.....	2
4.2.	la croissance.....	3
4.3.	La floraison.....	3
4.4.	La fructification et nouaison des fleurs.....	3
4.5.	la maturation de fruits.....	3
5.	Exigences édapho-climatiques.....	3
5.1.	Exigences édaphiques.....	3
	- la température du sol .....	4
	- L'humidité du sol.....	4
	- Le pH du sol.....	4
5.2.	Exigences climatiques .....	4
	- La température de l'air .....	4
	- La lumière.....	4
	- Humidité de l'air .....	5
5.3.	Exigences hydriques.....	5
5.4.	Exigences en éléments fertilisants.....	5

6.	Les contraintes de la culture de la tomate.....	5
6.1.	Les contraintes abiotiques.....	5
-	Nécrose apicale.....	5
-	Les coups du soleil.....	5
-	Chlorose.....	6
-	Eclatement des fruits de la tomate.....	6
-	L'asphyxie racinaire.....	6
-	Stress thermique.....	6
-	Stress salin.....	6
6.2.	Les contraintes biotiques.....	7
6.2.1.	Les ravageurs.....	7
a.	Les Nématodes.....	7
b.	Les acariens.....	7
c.	Les insectes.....	7
-	Les pucerons.....	7
-	Les thrips.....	7
-	La noctuelle de la tomate.....	8
-	La mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i> .....	8
-	Les aleurodes.....	8
6.2.2.	Les maladies cryptogamiques.....	8
-	l'alernariose de la tomate.....	8
-	Le mildiou.....	8
-	La fusariose.....	9
-	La verticilliose.....	9
-	L'oidium.....	9
-	L'anthracnose.....	10
-	Pourriture grise.....	10
6.2.3.	Les maladies bactériennes.....	10
6.2.4.	Maladies virales.....	11
6.3.	Les adventices.....	12
<b>Chapitre. II. L'agent pathogène : <i>Botrytis cinerea</i></b>		
	Introduction.....	13
1.	Position taxonomique.....	13

2.	Description morphologique.....	14
2.1.	Le sclérote (FIG 2A).....	14
2.2.	Le mycélium (FIG 2B).....	14
2.3.	Les macroconidies.....	14
2.4.	Les microconidies (spermaties) (FIG 2C).....	15
2.5.	Les ascospores (FIG 2F).....	15
3.	Gamme d'hôte.....	16
4.	Cycle infectieux de <i>B. cinerea</i> .....	17
5.	Symptômes.....	19
6.	Facteurs de développement de <i>B. cinerea</i> .....	19
6.1.	Température/humidité.....	19
6.2.	La lumière.....	19
6.3.	Exigences nutritives.....	20
7.	Lutte contre la pourriture grise.....	20
7.1.	Lutte chimique.....	20
7.2.	Lutte biologique.....	22
7.3.	Lutte génétique.....	23

### Chapitre. III. La salinité :

1.	Définition de la salinité.....	24
2.	Répartition des sols salés.....	24
2.1.	Dans le monde.....	24
2.2.	Cas en Algérie.....	25
3.	Origines de la salinisation des sols.....	25
3.1.	Salinisation primaire.....	26
3.2.	Salinisation secondaire.....	26
4.	Classifications des sols salés.....	26
4.1.	Sols salés à structure non dégradée.....	27
4.2.	Sols salés à structure dégradée.....	27
5.	Effet de la salinité sur le sol et les végétaux.....	27
5.1.	Effet sur le sol.....	27
5.2.	Effet sur les végétaux.....	27
5.3.	Effet de la salinité sur les champignons.....	28

### Deuxième partie : Etude expérimentale

**Chapitre I. Matériel et méthodes**

1. Matériels .....	30
1.1. Matériel fongique .....	30
1.2. Milieu de culture utilisé.....	30
1.3. Fongicides utilisés.....	30
2. Méthodes .....	31
2.1. Effet <i>in vitro</i> de la salinité du milieu sur <i>B. cinerea</i> .....	31
2.2. Test de l'efficacité <i>in vitro</i> des fongicides sur les différentes étapes du cycle de vie de champignon.....	31
2.3. Efficacité des fongicides sur la croissance mycélienne.....	31
2.4. Efficacité des fongicides sur la sporulation.....	32
2.5. Analyses Statistiques.....	32

**Chapitre II : Résultats et discussions :**

1 Résultat.....	33
1.1. Impact de la salinité du milieu sur le <i>Botrytis cinerea</i> .....	33
1.1.1. Effet sur la croissance mycélienne.....	33
1.1.2. Effet sur la sporulation.....	35
1.2. Impact des fongicides (Iprodione, Thiophanate-Méthyl, Fenhexamide) sur le <i>B. cinerea</i> (Effet sur la croissance mycélienne et sporulation).....	36
1.2.1. 1 <sup>er</sup> cas : Iprodione .....	36
1.2.2. 2 <sup>ème</sup> cas : Thiophanate-Méthyl.....	37
1.2.3. 3 <sup>ème</sup> cas : Fehnexamide.....	38
1.3. Comparaison entre les fongicide.....	39
1.4. Impact de la salinité du milieu sur l'efficacité de 3 fongicides.....	40
1.4.1. 1 <sup>er</sup> cas Iprodione.....	40
1.4.1.1. Effet sur la croissance mycélienne.....	40
1.4.1.1.1. L'effet <i>in vitro</i> du NaCl associé avec l'Iprodione sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.....	40
1.4.1.1.2. L'effet <i>in vitro</i> du CaCl <sub>2</sub> associé avec l'Iprodione sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.....	41
1.4.1.2. Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione (CL <sub>50</sub> =50g/l) sur la croissance mycélienne.....	42
1.4.1.3. Effet sur la sporulation.....	42

1.4.1.3.1. L'effet in vitro du NaCl associé avec l'Iprodione sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .....	42
1.4.1.3.2. L'effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec l'Iprodione sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .....	43
1.4.1.3.3. Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione (CL <sub>50</sub> =50g/l) sur la croissance mycélienne.....	44
1.4.2. 2 <sup>ème</sup> Cas Thiophanate-Méthyl.....	44
1.4.2.1. Effet sur la croissance mycélienne.....	44
1.4.2.1.1. L'effet in vitro du NaCl associé avec Thiophanate-Méthyl sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.....	44
1.4.2.1.2. Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> .....	45
1.4.2.1.3. Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> .....	46
1.4.2.2. Effet sur la sporulation L'effet in vitro du NaCl associé avec Thiophanate-Méthyl sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .....	47
1.4.2.3. L'effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec Thiophanate-Méthyl sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .....	48
1.4.3. 3 <sup>ème</sup> Cas Fenhexamide .....	48
1.4.3.1. Effet sur la croissance mycélienne .....	48
1.4.3.1.1. L'effet in vitro du NaCl associé avec Fenhexamide sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.....	48
1.4.3.1.2. L'effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec Fenhexamide sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> .....	49
1.4.3.1.3. Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de Fenhexamide sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> .....	51
1.4.3.2. Effet sur la sporulation.....	51
1.4.3.2.1. L'effet in vitro du NaCl associé avec Fenhexamide sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .....	51
1.4.3.2.2. L'effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec Fenhexamide sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .....	52
2. Discussion .....	53

**Conclusion**

**Références bibliographique**

**Annexes**

**Liste des abréviations**

**°C** : Degré Celsius.

**%** : Pourcentage.

**cm** : Centimètre.

**mm** : Millimètre.

**pH** : potentiel hydrogène

**KG/ha** :Killogramme par Hectare.

**CE** : conductivité électrique.

**INRA** : Institut national de la recherche agronomique.

**UV** : Ultra violer.

**ha** : Hectare.

**PDA** : Milieu de culture ( *Potato Dextrose Agar*).

**ans** : Année

**mEq** : milliéquivalent.

**ml** : Millilitre.

**NaCl** : Chlorure de sodium.

**CaCl<sub>2</sub>** : Chlorure de calcium.

**P** : Probabilité.

**TEST F**: Teste de ficher.

**DDL**: Degrée de liberté.

**S.C.E**: Somme carré des écarts.

**CM**: Carré moyen.

**CV** : Le coefficient de variation



**g** : gramme

**ppm** : Partie par million (un ppm correspond à un rapport de  $10^{-6}$ ).

**Mmhos/cm** : millimhos per centimetre.

*Liste des tableaux*

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Pages</b>
<b>1</b>	Principales maladies bactériennes de la tomate	<b>11</b>
<b>2</b>	les maladies virales de la tomate et leurs dégâts	<b>12</b>
<b>3</b>	La superficie affectée par la salinité dans différentes régions du monde	<b>25</b>
<b>4</b>	caractéristiques des fongicides testés	<b>30</b>
<b>5</b>	Comparaison des CI <sub>50</sub> et des CI <sub>90</sub> en g/hl de la croissance mycélienne et de la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> en présence de 3 fongicides.	<b>39</b>

## Liste des figures

Figures	Titre	Pages
1	Origine et distribution de la culture de la tomate dans le monde	1
2	A : Sclérote de <i>Botrytis cinerea</i> produites sur boîte de pétri après un mois de culture sur un milieu PDA à 21°C, B : Mycélium <i>Botrytis cinerea</i> sur un milieu minimal à 24 h après l'inoculation. C : <i>Botrytis cinerea</i> en microscopie électronique à balayage, D : <i>Botrytis cinerea</i> sur milieu de culture PDA à 25°C, E : Conidiphores observés en utilisant un microscope, F : des ascospores sur un sclérote	15
3	Symptômes causés par l'agent pathogène <i>Botrytis cinerea</i> sur différents hôtes	16
4	Cycle de développement (production asexuée) de <i>Botrytis cinerea</i> sur différentes culture	18
5	Sites d'action des fongicides chez <i>Botrytis cinerea</i>	21
6	Sites d'action des différentes familles de fongicides anti- <i>Botrytis</i> .	22
7	L'effet de salinité de milieu sur la croissance mycélienne du <i>Botrytis cinerea</i> après 2 jours	33
8	L'effet de salinité de milieu sur la croissance mycélienne du <i>Botrytis cinerea</i> après 4 jours.	33
9	L'effet de salinité de milieu sur la croissance mycélienne du <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.	34
10	L'effet de salinité de milieu sur la sporulation du <i>Botrytis cinerea</i>	35
11	L'effet d'Iprodione sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i>	36
12	L'effet d'Iprodione sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i>	36
13	L'effet du Thiophanate-Méthyl sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i>	37
14	L'effet du Fehnexamide sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i>	38
15	L'effet du Fehnexamide sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i>	38
16	L'effet in vitro du NaCl associé avec l'Iprodione sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.	40
17	L'effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec l'Iprodione sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.	41
18	Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione (CL <sub>50</sub> =50g/hl) sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> .	42
19	L'effet in vitro du NaCl associé avec l'Iprodione sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i>	43
20	L'effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec l'Iprodione sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i>	43
21	Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione (CL <sub>50</sub> =50g/hl) sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .	44

<b>22</b>	L'effet in vitro du NaCl associé avec Thiophanate-Méthyl sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.	<b>45</b>
<b>23</b>	Effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec Thiophanate-Méthyl sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.	<b>46</b>
<b>24</b>	Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de l'iprodione (CL <sub>50</sub> =10g/hl) sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> .	<b>46</b>
<b>25</b>	L'effet in vitro du NaCl associé avec Thiophanate-Méthyl sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i>	<b>47</b>
<b>26</b>	L'effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec Thiophanate-Méthyl sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .	<b>48</b>
<b>27</b>	L'effet in vitro du NaCl associé avec Fenhexamide sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> après une semaine.	<b>49</b>
<b>28</b>	L'effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec Fenhexamide sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i>	<b>50</b>
<b>29</b>	Comparaison entre les deux types de sels sur l'efficacité de Fenhexamide (CL <sub>50</sub> =10g/hl) sur la croissance mycélienne de <i>Botrytis cinerea</i> .	<b>51</b>
<b>30</b>	L'effet in vitro du NaCl associé avec Fenhexamide sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .	<b>52</b>
<b>31</b>	L'effet in vitro du CaCl <sub>2</sub> associé avec Fenhexamide sur la sporulation de <i>Botrytis cinerea</i> .	<b>53</b>

## Introduction générale

La culture de la tomate en Algérie connaît une grande extension en zone irriguée et en zone côtière. Les statistiques de l'année 2009 établies par le Ministère de l'agriculture algérienne font état d'une superficie globale de tomate cultivée de 20789 ha, dont 18620 ha ont été consacrés à la tomate en plein champ, et 2170 ha cultivés sous serre. (DSA, 2010).

Cependant cette culture est confrontée à de nombreuses contraintes qui affectent aussi bien le rendement que la qualité des fruits. Ces contraintes sont liées à des changements dans l'environnement de la plante, notamment la température et la salinité, et au développement des maladies.

La culture de la tomate a dominé depuis les deux dernières décennies les régions arides et semis arides, régions où salinité des sols et des eaux demeure pour ces régions, un obstacle majeur à la croissance des végétaux. En effet, les sels accumulés dans le sol, peuvent limiter ou complètement arrêter la croissance du végétal suite à une élévation de la pression osmotique du milieu et/ou à l'effet toxique spécifique des éléments (Gouny et Cornillon, 1973). Par ailleurs, ces conditions semblent propices au développement de la sévérité des maladies d'origine fongique.

La salinité a été rapportée comme un facteur de l'environnement qui augmente la sensibilité des tomates aux maladies principalement la fusariose (Standaert, 1978), la verticilliose (Afailal 1987, Besri, 1990), la pourriture racinaire due à *Phytophthora parasitica* (Swiecki & Mac Donald, 1991) et la pourriture grise due à *Botrytis cinerea* (BOUMAAZA et al, 2015).

*Botrytis cinerea* est le principal agent des pourritures grises de différentes cultures en Algérie, notamment les cultures d'intérêt économique comme la tomate. Le pathogène peut infecter les fleurs, les feuilles, les bourgeons, les pousses, les tiges et / ou des fruits, ce qui limite souvent le développement des plantes, la nouaison, le rendement et la qualité des fruits.

Actuellement, la lutte contre cet agent pathogène s'effectue principalement au moyen de produits phytosanitaires de synthèse. Ces produits chimiques sont considérés comme l'arme la plus utilisée pour faire face à ce problème.

Cependant, malgré la diversité des produits utilisés, des cas de résistance à divers produits ont été détectés (Prusky 1985). Ces phénomènes de résistance constituent un problème dans la lutte contre *B. cinerea*, justifiant ainsi l'intérêt actuel pour l'étude de méthodes alternatives à la lutte chimique contre ce champignon. Ainsi, la stabilité de l'efficacité des fongicides est attribuée à plusieurs facteurs dont le chlorure de sodium dans le sol stimule le développement et la

conservation des champignons. L'action de sel se traduit par la provocation d'une perturbation des facteurs de la pathogénèse et des mécanismes de défense de la plante hôte en :

- Diminuant l'efficacité des fongicides
- Modifiant l'activité des facteurs de pathogénèse

La stratégie d'association fongicides–CaCl<sub>2</sub> donne des résultats très satisfaisants. L'association benzimidazoles–CaCl<sub>2</sub> semble très efficace in vitro et in vivo vis-à-vis du complexe fongique étudié. Des résultats satisfaisants ont aussi été observés avec d'autres fongicides associés au CaCl<sub>2</sub> (Biggs et al. 1993). Ainsi, l'augmentation de l'efficacité des fongicides benzimidazoles, azoxystrobine et pyriméthanil, en présence du CaCl<sub>2</sub> pourrait s'expliquer par le fait que le CaCl<sub>2</sub> est un sel. Il semble que les sels de calcium (chlorure de calcium) interviennent en renforçant les liens avec les principaux sites d'action des fongicides chez l'agent pathogène étudié.

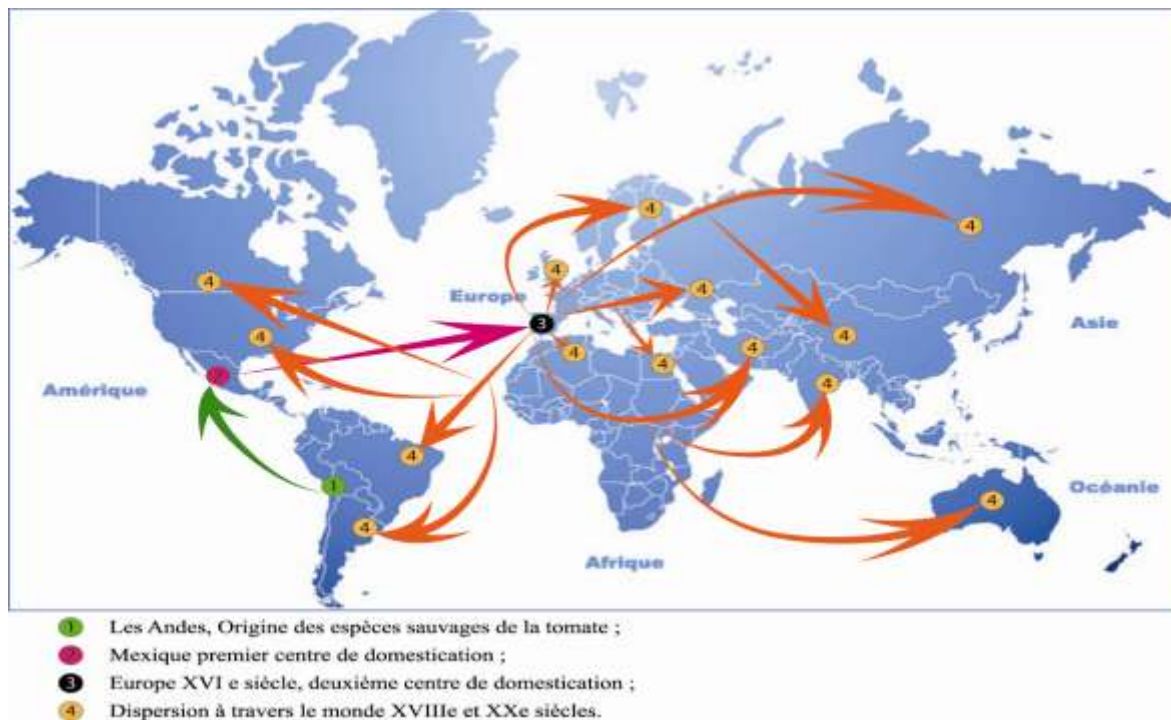
Dans cette étude, nous avons évalué l'efficacité in vitro de l'association salinité ( NaCl, CaCl<sub>2</sub>)– fongicides (Iprodion, fenhexamide et thiophanate-methyl) à l'égard de *Botrytis cinerea* agent causal de pourriture grise de la tomate

## La plante hôte : La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

### 1. Origine de la tomate :

La tomate est d'origine d'Amérique du sud (Mexique, Pérou, Equateur, Bolivie). Elle a été introduite en Europe au 16<sup>ème</sup> siècle par les espagnols. Elle à été pour longtemps considérée comme une plante ornementale ( chaux et foury, 1994).

Elle fait son apparition en Afrique du Nord au 19<sup>ème</sup> siècle : au Maroc d'abord puis en Algérie et Tunisie ( Achour, 1987) . Depuis cette époque elle a connu un développement considérable et cela dans tous les pays du monde ( Bourgeois, 1999).



**Fig.1** Origine et distribution de la culture de la tomate dans le monde, d'après 1, 2 et 3 (Philouze, 1986 ; Philouze et Laterrot, 1992), 1, 2, 3 et 4 (Naika, et al. 2005 ; Celma et al., 2009 ).

## 2. Classification botanique :

La tomate a été classée scientifiquement par Linné en 1753 dans le genre *Solanum*, avec comme nom binomial *Solanum lycopersicum* mais en 1768 Miller a reclassé cette espèce dans le genre *Lycopersicon*. Sa dénomination officielle devient alors *Lycopersicon esculentum* Miller (Andrew, 2001). Sa classification est la suivante :

<b>Règne</b>	Plantae (plantes)	<b>Ordre</b>	Solanaeae
<b>Section</b>	Angiospermes	<b>Famille</b>	Solanaceae
<b>Embranchement</b>	Anthophyta	<b>Genre</b>	<i>Lycopersicon</i>
<b>Classe</b>	Dicotylédons	<b>Espèce</b>	<i>Lycopersicon Esculentum</i> . Mill.

## 3. Classification culturelle :

Suivant le type de croissance, on distingue deux groupes de variétés : les variétés à croissance déterminée qui ont une taille connue, et ne nécessitent pas le pincement, elles sont réservées le plus aux industries agro alimentaire (Laumonier, 1979), et les variétés à croissance indéterminée généralement par un bouquet floral, toutes les trois feuilles (Hachemi, 1999). Leur croissance est réglée par l'application du pincement du bourgeon terminal (Chaux et Foury, 1994).

## 4. le cycle biologique de la tomate :

D'après Gallis 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 cinq phases qui sont les suivant :

### 4.1. La germination :

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).



#### **4.2. la croissance :**

La croissance c'est l'augmentation de dimension d'un végétal. Selon Laumonier (1979), le 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 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 feuille

#### **4.3. La floraison :**

La tomate est une plante indifférente au photopériodisme, mais elle est considérée comme plante des jours longs (Hedli, 1994), elle peut fleurir avec de durée inférieure à 12 heures. Les températures optimales pour la floraison de la tomate sont de l'ordre de 15 à 17°C pour la température nocturne et 23°C pour la température du jour.

#### **4.4. 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).

#### **4.5. la maturation de fruits :**

La maturation du fruit se caractérise par grossissement du fruit, changement de couleur, du vert ou 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).

### **5. Exigences édapho-climatiques :**

#### **5.1. Exigences édaphiques :**

Selon Naika et *al* (2005), la tomate pousse bien sur la plupart des sols minéraux qui ont une bonne capacité de rétention de l'eau, une bonne aération et qui sont libres de sels. Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées. 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. Dans les sols d'argile lourde, un labourage profond permettra une meilleure pénétration des racines.

- **la température du sol :**

Selon Coste et Rey, (1965) la tomate se développe plus rapidement dans les terrains dont la température oscille entre 24°C et 31°C. A 33°C, la plante se développe plus lentement, elle reste stationnaire à +35 °C, en outre, il y a une perte de rendement quand la température du sol est basse (Edwards, 1981).

- **L'humidité du sol :**

Un sol bien drainé est indispensable que les terrains considérés soient capables de conserver une certaine fraîcheur lentement pour les récoltes d'Aout et de Septembre qui sont les plus courante (Laumonnier, 1979).

- **Le pH du sol :**

Le pH optimum à cette culture se situe entre 5.5 et 6.8 (Laumonnier, 1979). La tomate est peu sensible aux variations du pH (Anonyme, 1983).

**5.2. Exigences climatiques :**

- **La température de l'air :**

Pour sa croissance, la tomate exige une température moyenne optimale de 18 à 25°C. La formation des organes floraux et la floraison s'arrête à une température de 10°C. Tandis qu'à une température de 1°C, les plantes dépérissent (Laumonnier, 1979).

- **La lumière :**

Les exigences de la tomate en lumière sont très grandes, une luminosité insuffisante durant n'importe qu'elle période de végétation a une influence défavorable sur le développement des plantes (Dahmani, 1993). La tomate exige une lumière de 10.000 lux à 12.000 lux lors de l'élevage des plantes et du développement végétatif et de 50.000 lux lors du développement des fruits. (Benchalal, 1983)

**- Humidité de l'air :**

Il semble qu'une hygrométrie relative ambiante de 60 à 65 soit la meilleure, un excès d'humidité favorise des attaques de mildiou et la chute des feuilles (Laumonnier, 1979)

**5.3. Exigences hydriques :**

La tomate est une plante exigeante en eau. Selon Mouhouche (1983), les besoins en eau de la tomate varient en fonction du stade de développements, de la saison, de la culture, du mode, de culture et de la variété cultivée (Ben Amara, 1982).

**5.4. Exigences en éléments fertilisants :**

Pour l'azote, la principale période de consommation se situe dans la phase active de la croissance et de la floraison (Anonyme, 1986). Selon Meguenni, (1986), la tomate est assez exigeante en potassium surtout au moment de la formation des fruits, les besoins sont estimés à environ 200 à 350 KG/ha avant floraison (Elosta, 1998). Les besoins de la tomate en phosphore sont faibles par rapport aux deux autres éléments (Maifi, 1994). Concernant les oligo-éléments, la tomate est sensible au carence, au magnésium, zinc, fer, bor, et très sensible au manque du molybdène (Zuang, 1982).

**6. Les contraintes de la culture de la tomate :****6.1. Les contraintes abiotiques :****- Nécrose apicale :**

Les fruits de la tomate peuvent être sujets à diverses atteintes, liées à des carences physiologiques. On a des phénomènes climatiques : c'est le cas des nécroses apicales parfois appelées maladies de cul noir, qui se manifestent par des plages de nécrose à base du fruit du côté opposé au calice vite envahie par des champignons saprophytes. Elles sont dues à un taux de calcium insuffisant dans le fruit, insuffisance qui peut être induite par un arrosage irrégulier. (Chougar, 2011).

**- Les coups du soleil :**

Consistent en des brûlures de la peau des fruits qui se manifestant par une lésion déprimée liée claire latérale (Blancard, 1997).

**- Chlorose :**

Se manifeste par la décoloration des feuilles et les fruits sont petits. La cause de cette maladie c'est la carence en éléments nutritifs. Pour lutter, il faut apporter régulièrement de l'engrais (Chougar, 2011).

**- Eclatement des fruits de la tomate :**

Les symptômes se manifestent par l'éclatement du fruit du fruit en murissant : la cause c'est l'arrosage excessif pendant les périodes sèches. (Chaux et Foury, 1994)

**- L'asphyxie racinaire :**

Elle est due à un excès d'eau dans le sol, et peut se produire à la plantation, ou en court de culture (Matallah et Barchiche, 1983). Dans le cas le plus grave, la plante flétrit, les racines asphyxiées étant incapables d'alimenter la plante (Messian et al, 1991).

**- Stress thermique :**

La tomate est une espèce exigeante en chaleur pour sa croissance et son développement. Par conséquent elle est donc très sensible au froid. Il y a lieu de noter qu'un abaissement progressif de la température produit moins de dégât qu'un abaissement brutal. Wacquant (1995) note que le zéro de végétation de la tomate est de 10°C, mais elle peut supporter pendant quelques heures aussi bien des températures basses (5 à 8 °c) que des températures supérieures ou égales à 35°C sans compromettre le rendement. Pour cela, il faut choisir des espèces et des variétés résistantes.

**- Stress salin :**

La salinité est un facteur environnemental très important qui limite la croissance et la productivité (Allakhverdiev et *al.*, 2000 in Parida et Das, 2005). La tomate est classée parmi les plantes à tolérance modérée vis-à-vis de la salinité. La chute de rendement est imperceptible pour une conductivité électrique de 2,50 mmhos/cm. Une baisse de rendement, peut être de 10% à une (CE) égale à 9,3 mm hos/cm et de 100% (maximale) quand la (CE) est de 12,5 mm hos/cm. La phase de sensibilité la plus importante au sel correspond à la germination et à la levée des jeunes plantules. (Doorenbos et *al* 1980).

## 6.2. Les contraintes biotiques :

### 6.2.1. Les ravageurs :

#### a. Les Nématodes :

Parmi les espèces de Nématodes le genre *Meloidogyne* est le plus représenté. Il comprend quatre espèces les plus répandues. *M. halpa*, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*. Ce sont des parasites dangereux qui peuvent provoquer des baisses de rendement considérables (Cadet et Thioulouse, 1998).

#### b. Les acariens :

Sur Solanacées, on peut rencontrer des acariens du genre *Tetranychus*, l'espèce la plus répandue est *T. urticae* (Alba et al., 2008), mais récemment une autre espèce invasive a été découverte dans la région de Mostaganem en 2008, il s'agit de *T. evansi* (Guenauoui, 2010). La face inférieure des folioles devient brune à bronzée. En s'alimentant, les acariens bouchent les stomates, entraînant un ralentissement de la transpiration et de la photosynthèse (Lambert et al., 2006). Des attaques importantes par cet acarien sont observées sur tomate sous abris dans le sud-est de la France (Migeon et al., 2005).

#### c. Les insectes :

##### - Les pucerons :

Les pucerons sur tomate sont essentiellement: *Myzus persicae* (Sultzer), *M. certus* (Walker), *Aulacorthum solani* (kaltenbach) et *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Aphis fabae* (Scopoli), *A. frangulae* (kaltenbach), *A. gossypii* (Clover) sont les espèces les plus fréquentes sur tomate (Csizinszky et al., 2005).

##### - Les thrips :

Les thrips sont des petits insectes de l'ordre des Thysanoptères famille des Thripidae qui causent des dommages sur les feuilles et peuvent leur transmettre des maladies virales très importantes comme le Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV). Deux espèces sont rencontrées sur tomate en serre il s'agit de *Thrips tabaci* (Lindeman) et *Frankliniella occidentalis* (Pergande). (Boucher, 2008)

- **La noctuelle de la tomate :**

*Helicoverpa armigera* (Hübner) (*Lepidoptera: Noctuidae*) est l'espèce la plus importante sur tomate, mais en Algérie ses attaques sont sporadiques (Guenoui, 2010). Les dégâts causés par les chenilles se traduisent par des trous dans les tomates ; ces attaques qui passent inaperçues entraînent des pertes commerciales très élevées lorsque la production est destinée à la conserverie (Inra, 2008).

- **La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* :**

*T. absoluta* est un ravageur exclusif des solanacées, mais il attaque préférentiellement la tomate. Cette espèce s'est introduite récemment en Algérie. Ce microlépidoptère provoque des pertes de rendement de la tomate car ses larves peuvent se nourrir sur toute la plante (feuilles, tiges, fleurs, et fruits).

- **Les aleurodes :**

Les aleurodes (*Homoptera : Aleyrodidae*) sont des insectes qui peuvent causer des dégâts importants sur tomate. Selon la plante hôte, on peut noter une simple chlorose jusqu'à la déformation des fruits (Arno et al., 2008 ; Legemble, 2009). On y rencontre deux espèces: *Bemisia tabaci* (Gennadius) et *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood).

### 6.2.2. Les maladies cryptogamiques :

- **l'alternariose de la tomate :**

L'Alternariose (aussi appelée brûlure alternarienne) est caractérisée par l'apparition de tâches noires arrondies à la surface des feuilles, des tiges et des fruits. Ces tâches sont caractérisées par une croissance en anneaux concentriques, donnant aux lésions une forme de cible. L'Alternariose étant un parasite de faiblesse, il est primordial de mettre la plante dans des conditions optimales afin d'éviter tout risque de carence. Les apports en éléments fertilisants doivent donc prévenir tout risque de stress au niveau de l'alimentation de la plante. (Snoussi., 2010).

- **Le mildiou :**

Le mildiou, causé par *Phytophthora infestans*, est une des principales maladies de la tomate du fait des pertes financières induites. Il est caractérisé par l'apparition de tâches brunes huileuses à la face supérieure des feuilles se desséchant en leur centre et

correspondant à un duvet blanc à la face inférieure. Les portions de nervures comprises dans ces plages brunissent. Taches brunes sur tiges et pétioles. Les jeunes fruits mildiousés présentent des bosselures brunes, dures et marbrées avec parfois un feutrage blanc. Ils ne parviennent pas à mûrir. (Snoussi., 2010).

- **La fusariose :**

La tomate peut être victime de deux maladies fusariennes différentes soit le flétrissement fusarien (*fusarium wilt*) causé par *fusarium oxysporum f.sp lycopersici*. Abrégées fol et la pourriture de la racine et du collet (*fusarium crown and roor rot*) causé par *fusarium oxysporum f.sp radidis lycopersici* Abrégées forl. Les agents des fusarioses sont de graves agents de flétrissement chez la tomate, on parle alors de fusariose vasculaire. Qu'il s'agisse de jaunissement puis de flétrissement, ces symptômes sur une plante en relation avec la phyllotaxie sur des plantes ramifiées certaines branches peuvent être entièrement flétrites alors d'autres restent demi-saines ou saines. (Prabhy et al., 1992)

- **La verticilliose :**

La Verticilliose : causée par *Verticillium albo-atrum* et *Verticillium dahliae*. Tout comme la fusariose, cette maladie se manifeste en premier lieu au niveau des feuilles inférieures et progresse vers la partie supérieure de la plante. Contrairement à la fusariose, les symptômes de la verticilliose se manifestent sur l'ensemble de la surface des feuilles, des branches ou des plantes (Ruocco, 2010).

- **L'oïdium :**

Trottin-Caudal et al. (2003) rappellent que l'Oïdium est une maladie causée par *Oïdium neolycopersici*, un champignon pathogène répandu dans les cultures sous abri. Cette maladie se manifeste dès les premiers stades par des taches blanches sur le dessus des feuilles. Par la suite, lorsque ces taches se transforment en lésions de couleur marron la plante peut perdre ses feuilles. Une autre espèce d'oïdium, causée par *Leveillula taurica*, est principalement observée dans les cultures sous tunnel non chauffé (Ruocco et al., 2010). Bersi (2010) atteste que les anciennes variétés fixées sont modérément sensibles à ce parasite, alors que les nouveaux hybrides y sont extrêmement sensibles.

- **L'antracnose :**

Est une maladie causée par le champignon *Collectotrichum coccodes*, qui occasionne des pertes conséquentes dans de nombreuses zones de production. Ses dégâts se manifestent essentiellement sur les fruits matures, produits en plein champ et parfois en post-récolte. Les symptômes qui apparaissent sur ces fruits murs sont sous forme de petites lésions brunes claires, qui évoluent en taches circulaires légèrement déprimées humides, réparties au hasard. Ces lésions évoluées prennent une tache brunâtre et des ponctuations noires apparaissent, elles correspondent aux micro-sclérotés. La cuticule des fruits reste intacte, elle peut se couvrir de petites masses de spores muqueuses en conditions climatiques humides. Plusieurs taches présentes sur les fruits peuvent confluer et entraîner une large pourriture (Blancard, 2010).

- **Pourriture grise :**

Il fait l'objet principal de notre étude, la possibilité de la protection de la tomate contre *Botrytis cinérea* par l'utilisation des fongicides. Le chapitre 2 est consacré à la synthèse bibliographique sur cet agent pathogène.

**6.2.3. Les maladies bactériennes :**

Ces maladies ont augmenté en importance depuis une quinzaine d'années surtout en Europe, à cause de la faible efficacité de bactéricides, de l'intensification azotée et du développement de l'irrigation par aspersion (Messian et al, 1991). Les principales maladies bactériennes qui affectent la tomate sont : la moucheture bactérienne, le chancre bactérien, la gale bactérienne, la moelle noire ..., ces maladies sont résumées dans le tableau 1.



**Tableau 1.** Principales maladies bactériennes de la tomate.

La maladie	Symptômes
La moucheture bactérienne <i>Pseudomonas syringae</i>	-Des taches brunes bien délimitées anguleuses avec halo jaune bien marqué sur les feuilles -sur les fruits elle provoque des taches ponctuelles brunes
Le chancre bactérien <i>Clavibacter michiganensis sub sp michiganensis</i>	-Des taches à noires anguleuses sur les feuilles âgées -Des taches brunes tous le long de la tige, les spirales et les fruits.
La gale bactérienne <i>Xanthomonas campestris</i>	-sur les folioles des taches brunes avec halo jaune discret dont le centre peut se détaches et disparaître.
La moelle noire <i>Pseudomonas corrugata</i>	-sur la tige, on observe des nécroses de la moelle provoque l'éclatement de la tige la chlorose et le flétrissement des folioles (en particulier du haut des plante)

(Messian et al, 1991 ; Blancard 1997)

**6.2.4. Maladies virales :**

Un grand nombre de virus sont susceptibles de produire de multiples anomalies sur les feuilles de tomate. La mosaïque et la déformation des feuilles sont les deux principaux symptômes des maladies virales de la tomate. Actuellement l'Algérie ne dispose pas de substances chimiques permettant de guérir les maladies d'origine virale. Seule la sélection sanitaire, suivie de méthode prophylactique ainsi que l'utilisation des variétés résistantes sont utilisées.

**Tableau 2** .les maladies virales de la tomate et leurs dégâts

Maladies	Symptôme et dégâts
CMV : Cucumber Mosaic Virus	Lorsque l'infection est précoce, on peut observer une stérilité des plantes ou une mal formation des fruits.
TICV : Tomato Infectious Chlorosis Virus	un jaunissement internervaire sur les feuilles basales puis médianes et un retard du développement de la plante. Aucun symptôme n'est visible sur le fruit mais une réduction de calibre est possible en cas de très forte infestation.
TMV : Tobacco Mosaic Virus	une mosaïque verte ou blanche, des folioles gaufrés devenant filiformes et ont tendance à s'enrouler, les fruits encore vert présentent une surface légèrement bosselée avec des plages nécrotiques brunes .Les fruits murs sont parsemés de plages vertes.
ToCV : Tomato Chlorosis Virus	Les dégâts observés sont un jaunissement internervaire sur les feuilles basales puis médianes, un jaunissement généralisé à l'ensemble des folioles d'une feuille et un retard du développement de la plante.
TSWV : Tomato Spotted Wilt Virus ou virus de la maladie bronzée de la tomate.	Il est à observer des mouchetures en mosaïque avec une décoloration des feuilles. Sur les tiges et pétioles, il y a apparition des tâches nécrotiques. Par contre sur les fleurs, on observe un nanisme, une déformation et une décoloration. la maladie peut entraîner un rabougrissement du plant.
TYLCV : Tomato Yellow Leaf Curl Virus ou maladie des feuilles jaunes en cuillères de la tomate.	La croissance des plantes atteintes est fortement perturbée .Les feuilles sont de tailles réduites et présentent un jaunissement et ou un enroulement en forme de cuillères. En cas d'infection précoce, les plantes sont naines et ne produisent plus de fruits.

(Idrenmouche., 2011)

**6.3. Les adventices :**

Naika et *al.* (2005) rappellent que les mauvaises herbes de la tomate en plein champ sont : *Solanum nigrum*, *Chenopodium album*, *Chenopodium mural*, *Datura stramonium*.

## ***Botrytis cinerea*, agent pathogène de la pourriture grise**

### **Introduction**

*Botrytis cinerea* Pers. [forme imparfaite (anamorphe) du *Botrytis fuckeliana* (de Bary) Whetzel.] est le champignon ascomycète responsable de la pourriture grise (moisissure grise) chez des centaines de plantes hôtes au niveau mondial. Il s'attaque aux fruits (ex. raisin, fraise) et aux légumes (ex. tomate, laitue) de diverses productions végétales, mais aussi aux plantes ornementales (ex. tournesol, rose) (Kim et Xiao, 2011 ; Leroux et *al.*, 2002 ; Veloukas et *al.*, 2011 ; Yin et *al.*, 2011).

Ce champignon phytopathogène peut, selon le cas, entraîner la destruction totale ou partielle de la plante hôte ou même de la récolte engendrant des pertes économiques pré- et post-récolte importantes (Fernandez-Ortuno et *al.*, 2012).

En plus d'être considéré comme un champignon nécrotrophe, *B. cinerea* se caractérise principalement par son ubiquité, son saprophytisme, sa grande variabilité génétique et sa capacité de s'adapter facilement à son environnement (De Miccolis Angelini et *al.*, 2010 ; Kretschmer et Hahn, 2008 ; Martinez et *al.*, 2005). Cette facilité d'adaptation pourrait être un facteur majeur dans le développement de la résistance aux fongicides. Certains suggèrent que cette capacité d'adaptation, résulte entre autres d'un cycle de vie très court ainsi que d'une reproduction prolifique (Brent et Hollomon, 2007 ; Yin et *al.*, 2011).

### **1. Position taxonomique**

*Botrytis* a été reconnu comme un genre par Micheli en 1729 où il a été répertorié dans son livre «*Nova Plantarum Genera*». Au début il a été parfois confondu avec *Sclerotinia* spp. mais des précisions ont été apportées par Smith en 1900 et la confusion a été dissipée par Whetzel en 1945.

Le genre, redéfini en 1973 par Hennebert, comprend 22 espèces dont la plupart ont un spectre d'hôtes restreint comme par exemple *B. tulipae* sévissant sur les tulipes, *B. fabae* sur les légumineuses ou *B. squamosa* sur les oignons (Hennebert, 1973). Au contraire, *B. cinerea* est ubiquiste et on dénombre de nombreuses espèces de plantes sur lesquelles il peut engendrer des dégâts sérieux avant et après la récolte.

Ce champignon comme beaucoup d'autres deutéromycètes connaît une double classification:

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

**Règne** : Fungi  
**Division** : Ascomycota  
**Classe** : Leotiomycetes  
**Ordre** : Helotiales  
**Famille** : *Sclerotiniaceae*  
**Genre** : *Botrytis*  
**Espèce** : *Botrytis cinerea*.

## 2. Description morphologique

Le champignon phytopathogène *Botrytis cinerea* peut se présenter ou survivre sous différentes formes telles que le sclérote, le mycélium, les macroconidies, les microconidies et les ascospores.

### 2.1 Le sclérote (FIG 2A)

Il se développe dans les tissus morts de son hôte et est considéré comme la principale structure de survie du champignon durant l'hiver (Williamson et *al.*, 2007). Il est formé par une masse mycélienne dense plutôt arrondie, entouré d'un cortex rigide contenant des pigments de mélanine. Ces caractéristiques le protègent de la dessiccation, des rayons ultra-violets et des attaques de microorganismes sur de longues périodes (williamson et *al.*, 2007).

### 2.2 Le mycélium (FIG 2B)

Il est aussi une structure qui peut survivre dans les tissus morts de son hôte et est constitué d'hyphes septés et perforés d'un pore central. Il comprend des filaments articulés, grisâtres ou olivâtres, cylindriques, quelquefois vésiculeux au niveau de la cloison médiane, dont le diamètre varie considérablement suivant les conditions de développement des hyphes (Ajouz, 2009).

### 2.3 Les macroconidies

Elles ont la particularité d'être des cellules uniques, multi-nucléées, différenciées (stade final de développement) et au stade de dormance (fonctionnement du métabolisme limité pour sa

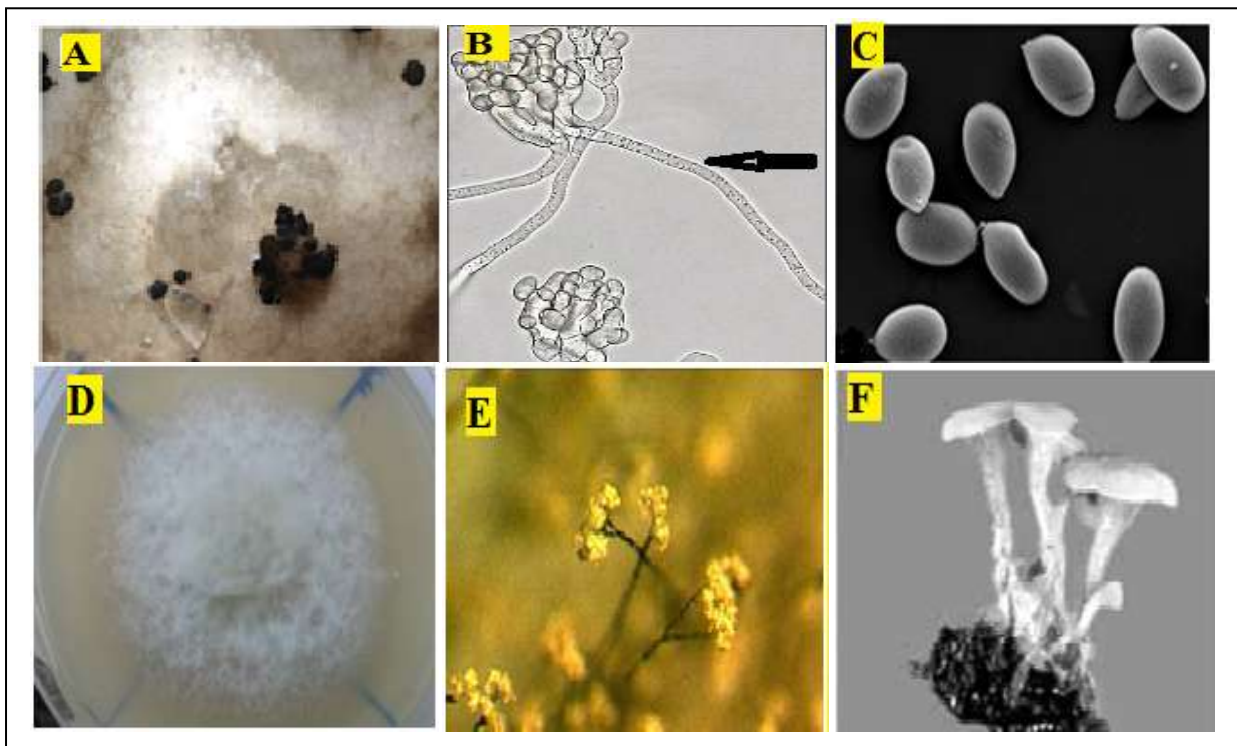
survie) (Agrios, 2005). Le fait que les macroconidies possèdent la caractéristique d'être hétérocaryotiques est très avantageux. Cette caractéristique confère au champignon *B. cinerea* une plus grande variabilité génétique et donc, la possibilité de s'adapter plus rapidement aux conditions du milieu, par exemple aux fongicides (Williamson et *al.*, 2007 ; Leroux, 2004).

#### 2.4 Les microconidies (spermaties) (FIG 2C)

Ce sont des gamètes mâles uninucléés jouant un rôle dans la reproduction sexuée du champignon.

#### 2.5 Les ascospores (FIG 2F)

Au nombre de huit par asque, elles sont oblongues à elliptiques. Un asque contient huit ascospores binucléés qui germeront pour produire un mycélium (Williamson et *al.*, 2007). Les asques sont produits sur des apothécies, fructifications d'ascomycètes assurant la reproduction sexuée.



**Fig.2.** A : Sclérote de *Botrytis cinerea* produites sur boîte de pétri après un mois de culture sur un milieu PDA à 21°C, B : Mycélium *Botrytis cinerea* sur un milieu minimal à 24 h après l'inoculation. C : *Botrytis cinerea* en microscopie électronique à balayage, D : *Botrytis cinerea* sur milieu de culture PDA à 25°C, E : Conidiphores observés en utilisant un microscope, F : des ascospores sur un sclérote.A/C/E/F : (Zerguine, 2014). B : (Anonyme, 2015). D : (origine, 2015)



### 3. Gamme d'hôte

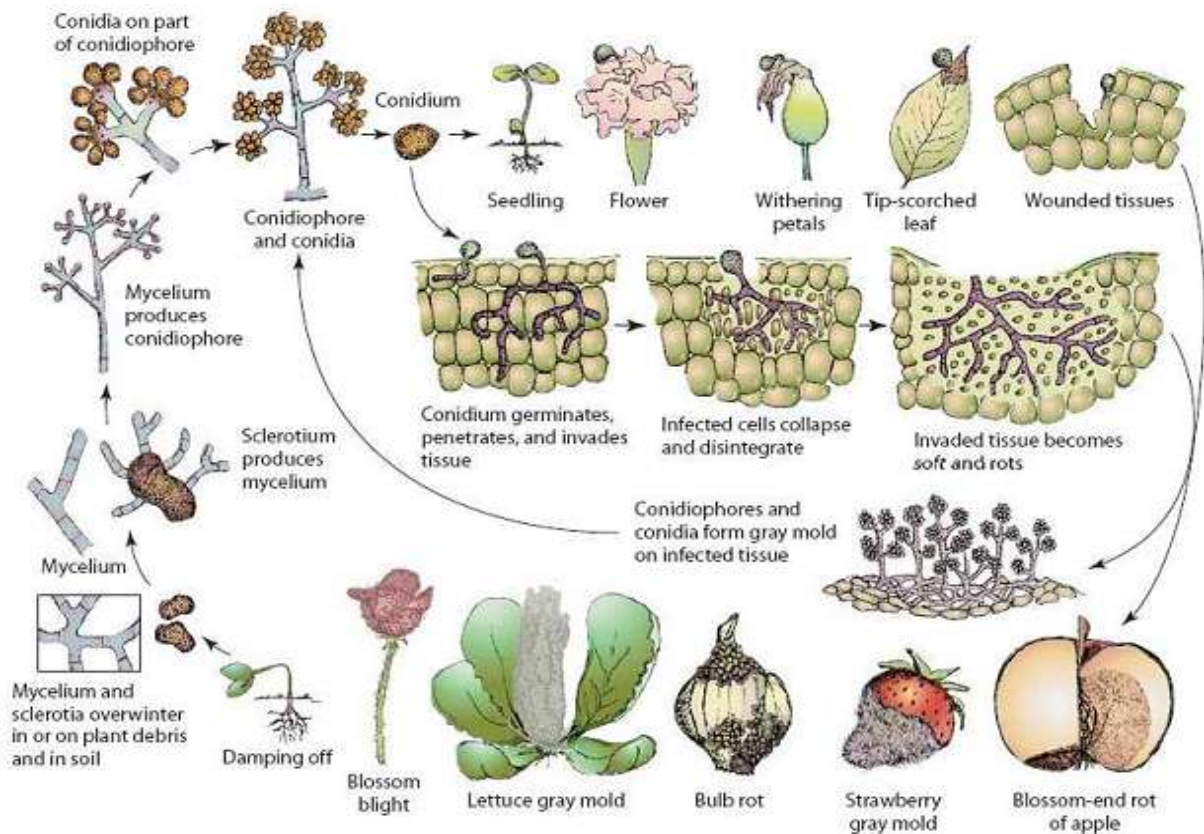
*Botrytis cinerea* est un champignon polyphage capable d'attaquer plus de 230 espèces de plantes (Jarvis, 1980). Il affecte de nombreuses productions végétales d'importance économique en culture sous serre ou en plein champ, comme par exemple: le raisin, la pomme, la poire, la cerise, la fraise et le kiwi en production fruitière, l'aubergine, la carotte, la laitue, le concombre, 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). Un exemple de cette large gamme d'hôtes est présenté dans la figure 3.



**Fig.3.** Symptômes causés par l'agent pathogène *Botrytis cinerea* sur différents hôtes. (Ajouz., 2009)

#### 4. Cycle infectieux de *B. cinerea*

*Botrytis cinerea* possède un cycle infectieux sexué et asexué. Il peut produire soit des spores asexuées (macroconidies) ou sexuées (microconidies), soit du mycélium ou des sclérotés (Ajouz, 2009). Durant l'hiver, *B. cinerea* se conserve principalement sous forme de sclérotés dans les débris morts de l'hôte, la plupart du temps les feuilles tombées au sol. Lorsque les conditions de température et d'humidité redeviennent favorables à la végétation, les sclérotés germent et produisent un mycélium qui, grâce à ses appressoria, perforera la cuticule végétale. Il y aura par la suite, développement des conidiophores portant des macroconidies (spores asexuées) qui serviront d'inoculum primaire (Figure 4). Les macroconidies libérées seront principalement propagées à l'aide du vent et de la pluie, ce qui sera considéré d'inoculum secondaire. Le mycélium de *B. cinerea* peut aussi se conserver dans les débris de l'hôte durant l'hiver pour par la suite produire des conidies et servir d'inoculum primaire (Figure 4) (Williamson et al., 2007). Pour plusieurs fruits et légumes (ex. courgette, fraise, pomme), l'infection commence généralement sur les fleurs sénescents puis se propage sur les fruits adjacents en développement (Williamson et al., 2007). L'infection par *B. cinerea* peut aussi être favorisée par des blessures sur les fruits ou les feuilles (Elmer et Michailides, 2004). De plus, *B. cinerea* peut, selon les conditions environnementales, effectuer plusieurs cycles de reproduction asexuée au cours d'une saison.



**Fig.4.** Cycle de développement (production asexuée) de *Botrytis cinerea* sur différentes cultures (Agrios, 2005).

Une autre voie de développement de la pourriture grise qui est très rare, même quasi inexistante en conditions environnementales est la reproduction sexuée. Elle se produit en hiver et est le résultat de la fusion entre les microconidies (spermaties) produites par le mycélium et les gamètes femelles (asques) produits dans les sclérotés. Dans ce cas, le sclérote produit des structures qu'on nomme apothécies qui sont des fructifications sexuées. Tous les détails cellulaires de la plasmogamie ainsi que l'initiation des apothécies n'ont pas encore été décrits dans la littérature. En revanche, les apothécies contiennent les asques qui sont les cellules reproductrices des champignons ascomycètes. Chacune de ces asques contient 8 ascospores haploïdes. Lorsqu'il y a germination, les ascospores produisent un mycélium sur lequel se différencient des conidiophores qui produisent les macroconidies (Williamson et *al.*, 2007). Une fois l'infection de l'hôte par *Botrytis cinerea* établie, une multitude de symptômes peuvent apparaître.



## 5. Symptômes

Avec sa très large gamme d'hôtes, *Botrytis cinerea* est responsable d'un très large spectre de symptômes. Les symptômes qui sont les plus typiques pour les feuilles et les petits fruits sont l'apparition de taches brunes, suivis par l'apparition de feutrage grisâtre, qui sont en fait les conidies (Williamson et *al.*, 2007).

## 6. Facteurs de développement de *B. cinerea*

### 6.1. Température/humidité

L'humidité relative et la température jouent un rôle clef pour l'infection de la plante par *B. cinerea* et le développement de la maladie. La température optimale pour le développement de l'infection tant sur les fleurs que sur les fruits est d'environ 20°C et le taux d'humidité relative de 93% ou plus. L'infection était grandement réduite lorsque les températures étaient inférieures à 15°C ou supérieures à 25°C.

La température optimale pour la germination des conidies était comprise entre 20 et 30°C. À des températures inférieures à 5°C et supérieures à 35°C (Shiraishi et *al.*, 1970). A 10°C la germination est très retardée avec seulement 60% de conidies germées 48 heures après l'inoculation (Shiraishi et *al.*, 1970).

Jarvis (1977), estime que 80% des conidies de *B. cinerea* germent à 15°C et 5°C à 95% d'humidité relative, en revanche 100% des spores germent à 20°C. À 90% d'humidité relative, 85% des conidies germent à 20°C, et la germination s'arrête quand les conditions d'humidité relative et de température sont plus faibles (Jarvis, 1977).

Le mycélium aérien et la sporulation se développent d'une manière plus rapide à 21°C, 94% d'humidité relative et en présence d'un vent limité (Thomas and Marois, 1986).

La sporulation est limitée à 10°C et stoppée à une température inférieure à 5°C ou supérieure à 30°C (Davidson and Krysinska-Kaczmarek, 2007). D'après O'Neill et *al.*, (1997), la phase de sporulation est favorisée par une forte humidité relative et l'interruption de ces conditions entraîne un retard de sporulation.

### 6.2. 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). La sporulation de *B. cinerea* est par contre dépendante de la qualité de la lumière reçue et surtout des UV (Elad, 1997; Nicot et *a l.*, 1996; West et *al.*, 2000).

La survie des conidies dans l'air est également influencée par la qualité de la lumière. D'après Rotem et Aust (1991), les rayons UV influencent fortement la mortalité des conidies; la longévité sous UV a été réduite à 3 minutes (Rotem and Aust, 1991) contre 14 mois pour les conidies sèches incubées à température ambiante (Salinas et *al.*, 1989).

### 6.3. Exigences nutritives

Les spores de *B. cinerea* ont des besoins nutritifs afin de pouvoir germer. De nombreuses expériences ont montré que la germination de *B. cinerea* dans l'eau était significativement plus faible que dans une solution nutritive (Kosuge and Hewitt, 1964). La germination des spores de *B. cinerea* dans l'eau (absence de nutriments) a cependant été observée pour certaines souches (Doehlemann et *al.*, 2006). La présence de nutriments tels que le glucose et le fructose favorise la germination et l'élongation du filament germinatif (Clark and Lorbeer, 1977; Kosuge and Hewitt, 1964) et permettent à des conidies âgées de retrouver leur pouvoir germinatif (Shiraishi et *al.*, 1970).

## 7- Lutte contre la pourriture grise

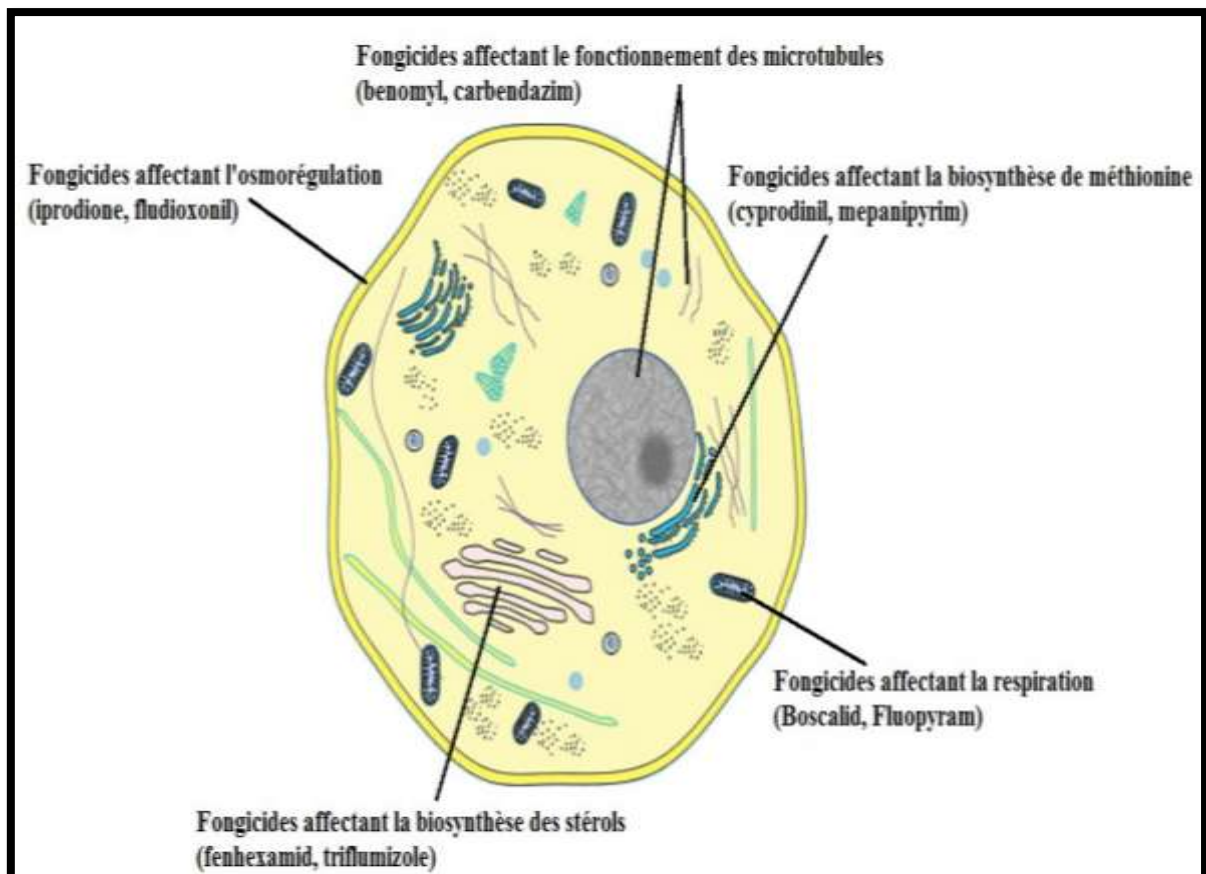
Parmi les différentes méthodes utilisées pour lutter contre la pourriture grise, on retrouve, entre autres, le contrôle via les méthodes biologiques qui consiste en l'utilisation d'organismes vivants, principalement des bactéries ou des champignons non pathogènes, ou l'utilisation de produits issus de ces mêmes organismes. Dans la lutte contre la pourriture grise, on retrouve aussi l'adoption de bonnes pratiques culturales via les méthodes prophylactiques comme l'effeuillage, la réduction de la densité des plantes, le retrait de feuilles infectées afin de prévenir ou défavoriser le développement de *B. cinerea* (Ajouz, 2009). Il existe aussi les recherches sur l'amélioration génétique qui restent toujours une option pour la lutte contre la pourriture grise. Par contre, à l'heure actuelle, il n'existe pas de variétés commerciales résistantes à *B. cinerea*. Finalement, la méthode de lutte la plus utilisée est le contrôle via les méthodes chimiques, c'est-à-dire l'utilisation de fongicides.

### 7.1. Lutte chimique

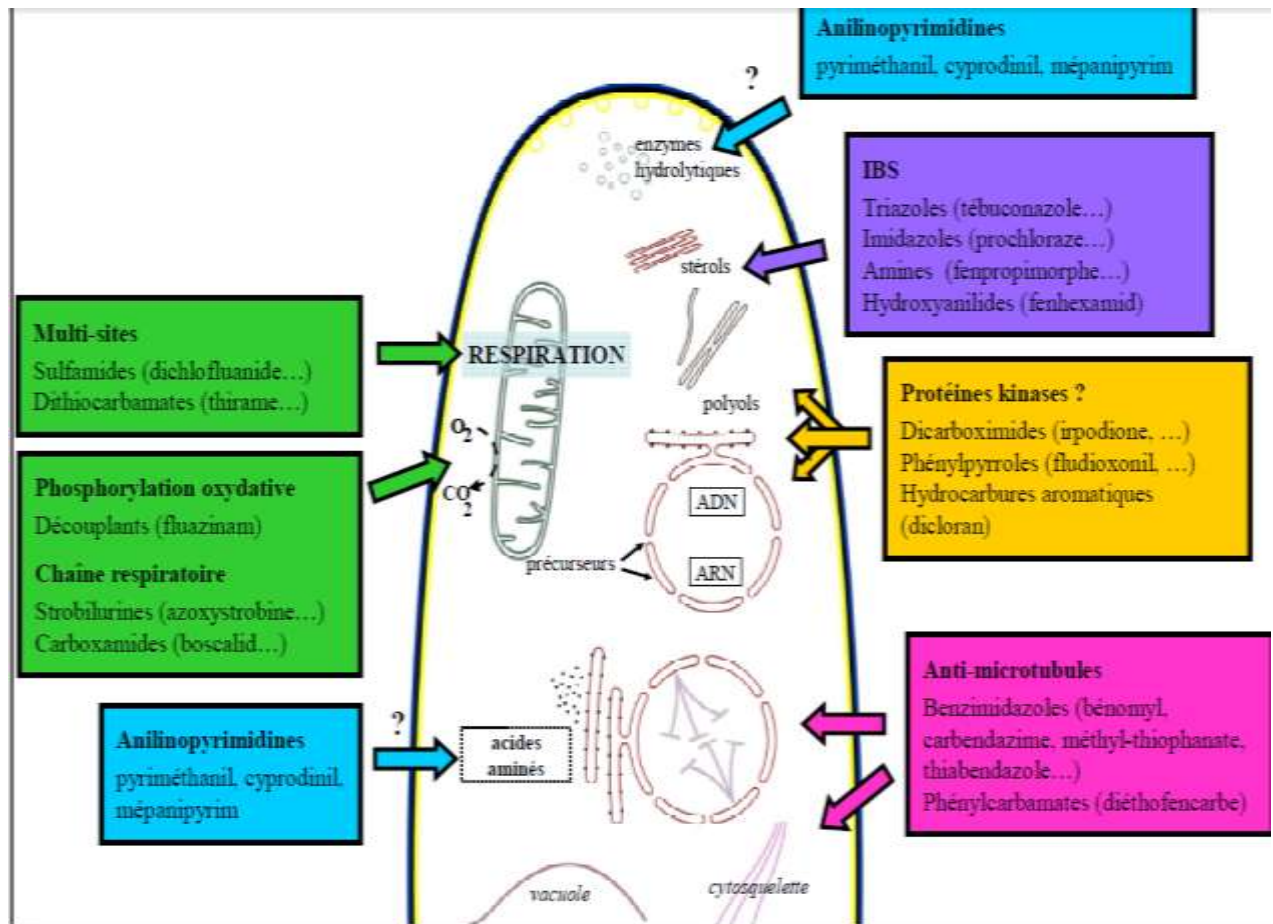
Lutte chimique afin de combattre les champignons phytopathogènes qui ravagent nos cultures, les méthodes de contrôle chimique sont largement utilisées en agriculture (Leroux et *al.*, 2010). D'ailleurs, ces méthodes demeurent, encore aujourd'hui, la solution la plus efficace pour permettre de réduire les dommages engendrés par la pourriture grise. La technique

d'application de composés chimiques la plus fréquemment utilisée jusqu'à aujourd'hui consiste à pulvériser les parties aériennes des plantes avec les fongicides (Elad et *al.*, 2004). Afin de lutter contre la pourriture grise causée par *Botrytis cinerea*, plusieurs familles de fongicides de synthèse sont homologuées. Ces fongicides sont classés en 5 catégories selon leur mode d'action biochimique sur le champignon phytopathogène : les fongicides affectant (figure 5,6)

1. la respiration (boscalide, fluopyrame),
2. le fonctionnement des microtubules (benomyle, carbendazime),
3. l'osmorégulation (iprodione, fludioxonil),
4. la biosynthèse de méthionine (cyprodinil, mepanipyrime) ou
5. la biosynthèse des stérols (fenhexamide, triflumizole) (Leroux et *al.*, 2002).



**Fig.5.** Sites d'action des fongicides chez *Botrytis cinerea* (Mélanie,G.R .2014)



**Fig.6.** Sites d'action des différentes familles de fongicides anti-*Botrytis*. (Anne-Noëlle, P. 2008)

## 7.2. Lutte biologique

La lutte biologique a pour principe d'utiliser des micro-organismes antagonistes afin de réduire la densité de l'inoculum de l'agent pathogène ou d'altérer son activité pathogène. La protection conférée par un agent biologique peut être basée sur un ou plusieurs mécanismes d'action : la compétition pour les éléments nutritifs ou l'espace, le parasitisme, la production de substances toxiques pour le pathogène (antibiose) et/ou la stimulation des défenses de la plante (Thomashow, 1996 ; Yedida et al., 1999 ; Haas et al., 2000).

Le champignon le plus largement étudié est le *Trichoderma spp.* Les travaux sur le biocontrôle de *B. cinerea* à l'aide de ce champignon ont débuté il y a 30 ans (Dubos et al. 1978, 1982). Des produits à base de *Trichoderma harzianum* et *T. viride* ont été formulés afin d'être commercialisés en tant qu'anti-*Botrytis*. De plus, des rhizobactéries appelées PGPR pour « plant growth-promoting rhizobacteria » ont montré une efficacité dans la lutte contre *B. cinerea*.

### 7.3. Lutte génétique

La transformation génétique offre une alternative intéressante puisqu'elle permet l'introduction d'un ou plusieurs gènes dans le génome de la plante tout en maintenant son patrimoine génétique, ses caractères agronomiques et la qualité de ses produits (Yamamoto et *al.* 2000 ; Vidal et *al.*, 2003 ; Bornhoff et *al.*, 2005 ). Dans la lutte contre *B. cinerea*, les stratégies visent à surexprimé des gènes codant des molécules à fonction antimicrobienne. Ainsi, l'intégration d'un gène codant une stilbène synthéase a permis une production plus importante de resvératrol dans les plantes transgéniques (Fan et *al.*, 2008) et une meilleure tolérance *in vitro* vis-à-vis de *B. cinerea* (Coutos-Thévenot et *al.*, 2001).

## 1. Définition de la salinité :

La salinité est un processus d'accumulation de sels à la surface du sol et dans la zone racinaire qui occasionne des effets nocifs sur les végétaux et le sol, il s'en suit une diminution des rendements, et à terme, une stérilisation du sol (Mermoud, 2006). De façon analogue à la formation d'un sol salin, un sol devient sodique lorsque la proportion d'ions  $\text{Na}^+$  dépasse celles des autres électrolytes de plusieurs ordres de grandeur (Levy 2000, Essington 2004). Ce processus dépend essentiellement du régime hydrique du sol et des sources de sel. Lorsque le climat est chaud et sec, entraînés par les eaux capillaires suivant le flux d'évaporation, les sels sont accumulés en surface.

Les sels les plus communs présents dans la solution du sol correspondant aux cations  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  et aux anions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ . (Keren, 2000).

Les terres arides et semi arides représentent un tiers de la surface du globe. Dans ces zones, la salinité des sols et des eaux d'irrigation est l'un des facteurs limitatifs de la productivité végétale et du rendement agricole (Zid et Grignon, 1991 ; Baatour et al. 2004).

## 2. Répartition des sols salés :

### 2.1. Dans le monde :

La salinité est un des processus de dégradation des sols les plus largement répandus sur la terre. Les causes techniques les plus importantes à l'origine de la diminution de la production sur de nombreux périmètres irrigués, particulièrement dans les zones arides et semi-arides, ou de désastre sur de grandes surfaces en agriculture pluviale, sont l'engorgement, la salinisation et la sodication.

Chaque année, les surfaces perdues à cause de la salinité des sols varient autour de 20 millions d'ha dans le monde. Ainsi, ces surfaces sont passées de 48 millions à 265 millions d'ha de terres agricoles touchées par la salinité et aujourd'hui, les surfaces agricoles affectées dans le monde seraient de 340 millions d'ha soit 23% des terres cultivées dans le monde, (Cheverry, 1995). Selon Szabolcs (1994), un milliard d'ha est menacé dont 3,2 millions d'ha en Algérie (Belkhodja et Bidai, 2004).

En Europe, on trouve des sols à forte teneur saline en Hongrie, en Roumanie, en Grèce, en Italie et dans la péninsule ibérique.

On estime que la salinisation du sol affecte 1 à 3 millions d'hectares de terres en UE. Cette salinisation est considérée comme une cause majeure de désertification et constitue donc une forme grave de dégradation des sols.

**Tableau.3** La superficie affectée par la salinité dans différentes régions du monde

Région	Superficie (million d'hectares)
Afrique	80,5
Europe	50,8
Amérique du nord	5,7
Amérique du sud	129,2
Asie du sud	87,6
Australie	357,3
Mexique et Amérique cen	2
Asie du sud-est	20
Asie du centre et du nord	211,7
<b>Total</b>	<b>954,8</b>

Source : Handj et *al*, 1995 in Sinoussi ,2001.

## 2.2. Cas en Algérie :

Les sols salés sont très répandus en Algérie essentiellement dans les zones arides et semi-arides; des travaux effectués par différents auteurs montrent que la majorité des sols agricoles en Algérie sont affectés par la salinité (Durand, 1958; Haltim, 1985).

De façon générale « les sols sodiques en Afrique du Nord proviennent principalement d'une action de la mer (pas actuelle) ou de la présence de dépôts lagunaires salés et gypseux répartis dans l'échelle stratigraphique depuis le Trias jusqu'au Quaternaire

En Algérie d'après Szablocs (1989) 3,2 million d'hectares subissent à des degrés de sévérité variable, le phénomène de salinisation dont une bonne partie se trouve localisée dans les régions steppiques où le processus de salinisation est plus marqué du fait des températures élevées durant presque toute l'année, du manque d'exutoire et de l'absence de drainage efficient.

Ce phénomène est observé dans les plaines et vallées de l'Ouest du pays (Mina, Cheliff, Habra Sig, Maghnia) dans les hautes plaines de l'Est (Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj, Oum El Bouagui), aux abords des Chotts et de Sbkhas (Chott Ech Chergui, Chott Gharbi, Chott Hodna, Chott Melghir, Sebkh d'Oran, de Benziane, Zemmoul, Zazhrez Gharbi et Chergui, etc..) et dans le grand Sud (dans les Oasis, le long des oueds, etc...).

## 3. Origines de la salinisation des sols :

Bien que l'altération des roches et les minéraux primaires soit la principale source de tous les sels, les sols salés sont rarement formés par accumulation de sels in situ. Plusieurs causes sont à l'origine de ce phénomène (Maillard, 2001).



### 3.1. Salinisation primaire :

Près de 80 % des terres salées ont une origine naturelle, on qualifie alors la salinisation de «primaire». Dans ce cas, celle-ci est due à la formation des sels pendant l'altération des roches ou à des apports naturels externes :

- Dans les régions côtières, intrusion de l'eau salée ou submersion des terres basses.
- Inondation périodique par de l'eau de mauvaise qualité.
- Remontée d'une nappe phréatique salée près de la zone racinaire (Mermoud, 2006)

### 3.2. Salinisation secondaire :

Près de 20% des terres salées ont une origine humaine ou anthropique et sont qualifiées de «secondaires». L'utilisation des grandes quantités d'eau d'irrigation, causant ainsi une salinisation secondaire (Pessarakli., 1999). Cette salinisation est due à une mauvaise conduite de l'irrigation. En effet, les eaux peuvent être chargées en sels qui s'accumulent dans le sol. L'irrigation altère le bilan hydrique du sol en générant un apport d'eau supplémentaire; cet apport est toujours associé à un apport de sels. En effet, même une eau douce de la meilleure qualité contient des sels dissous et, si la quantité de sels apportée par cette eau peut sembler négligeable, les quantités d'eau apportées au fil du temps entraînent un dépôt cumulé de sels dans les sols qui peut s'avérer considérable (Marlet, 2005)

Une fertilisation chimique excessive contribue aussi à une accumulation des sels dans la rhizosphère (Mouhouche et Boulassel., 1999 ; Mashali et *al.*, 2005) et selon la durée, une accumulation de sels dans les sols indemnes et agricoles (Antipolis.,2003).

## 4. Classifications des sols salés :

Les sols salés sont des sols dont leur évolution est due à la présence excessive de sels solubles, c'est à dire ceux qui sont plus solubles que le gypse et/ou un fort taux de sodium échangeable. Ce qui leur confère des propriétés physiques, chimiques et biologiques défavorables (USSSL.1954)

Les sols sont classés comme sols salés dès que leur teneur en sels solubles atteint 2 ‰ en sol sableux à 4 ‰ en sol argileux ou dès que la conductivité de l'extrait de la pâte saturée dépasse 4 micromhos par cm. (Aubert, 1960). Dans ces sols, les sels solubles, le plus souvent, rencontrés sont des chlorures, des sulfates ou des bicarbonates, plus rarement on décèle des carbonates et des nitrates. Le cation le plus courant est le sodium, puis viennent par ordre décroissant le magnésium, le calcium et le potassium.



#### 4.1. Sols salés à structure non dégradée :

- Sols salins ou « solontchaks » : dont la salinité globale déterminée sur pâte saturée est supérieure à 4 mmhos/cm à 25°C (classification américaine) ou à 7 mmhos (CPCS, 1967) et l'ESP inférieur à 15% (classification américaine) et à 10 % (CPCS, 1967).

- Sols salins à alcali ou sols salins- sodiques ou solontchaks- solonetz : dont la salinité globale est supérieure à 4 ou 7 mmhos/cm et l'ESP est supérieur à 10 ou 15%.

#### 4.2. Sols salés à structure dégradée :

- Sols à alcali ou sols sodiques ou solonetz : dont la salinité globale est inférieure à 4 ou 7 mmhos/cm, et l'ESP supérieur à 10 ou 15%. Leur pH est supérieur à 8,5.

### 5. Effet de la salinité sur le sol et les végétaux :

#### 5.1. Effet sur le sol :

Une grande quantité de sels solubles peut affecter les propriétés pédologiques, notamment la dispersion des colloïdes, la stabilité structurale et la chute de la perméabilité hydraulique (Servant, 1970 ; Chevery, 1972 ; Agassi et *al* 1981 ; Aubert 1983 ; Halitim, et *al* 1984 ; Daoud, 1993).

#### 5.2. Effet sur les végétaux :

L'effet de la salinité se manifeste généralement chez la plupart des plantes cultivées par une réduction de la croissance et le développement (Munns et *al.*, 1983). En effet, elle conduit à une diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines (Chartzoulakis et Klapaki, 2000). Dans ce cas de figure, une forte concentration d'un sel conduit à la réduction de la vitesse d'expansion de la surface foliaire (Wang et Nil, 2000). Ceci est lié à la baisse d'activité de l'eau cellulaire, qui déstabilise les membranes et les macromolécules et entraîne la perte de turgescence des tissus. Le potentiel hydrique et le potentiel osmotique des plantes deviennent de plus en plus négatifs avec l'augmentation de la salinité ainsi que la pression de la turgescence (Romero-Aranda et *al.*, 2001 in Parida et Das, 2005).

Par ailleurs, la salinité cause une modification de l'épaisseur épidermique, l'épaisseur du mésophylle, la longueur et le diamètre des cellules palissadiques. C'est ce qui a été observé sur les feuilles de l'haricot, du coton et de l'Atriplex soumis au stress salin (Longstreth et Nobel, 1979 in Parida et Das, 2005). La salinité réduit aussi l'espace intercellulaire dans les feuilles (Delphine et *al.*, 1998 in Parida et Das, 2005). La réaction de la plante à la salinité se fait

initialement au niveau des racines qui synthétisent une hormone appelée acide abscissique (ABA), qu'elles véhiculent vers les parties aériennes où se déclenche le mécanisme de fermeture des stomates (Schroeder et *al.*, 2001).

La salinité tout comme la sécheresse ont pour conséquence de réduire la photosynthèse nette par la réduction des échanges gazeux mais aussi de l'activité photochimique (Eastman & Camm 1995, Orcutt & Nilsen 2000, Godde 1999, Ortega et *al.* 2004). Les feuilles les plus âgées commencent à développer une chlorose et finissent par tomber pendant une période prolongée de stress salin (Agastian et *al.*, 2000).

L'accumulation des ions  $\text{Na}^+$  dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que  $\text{K}^+$  et  $\text{Ca}^{2+}$ . Il y aurait une compétition entre  $\text{Na}^+$  et  $\text{Ca}^{2+}$  pour les mêmes sites de fixation apoplasmique. Les fortes concentrations en  $\text{Na}^+$  affectent particulièrement l'absorption en  $\text{K}^+$ . Ce phénomène a été observé chez le riz (Levitt, 1980. Haouala et *al.*, 2007) et la canne à sucre (Nimbalkar, Joshi, 1975 .Haouala et *al.*, 2007). Dans le cas de haricot, cette absorption peut complètement s'arrêter (Hamza, 1977 in Haouala et *al.*, 2007). Néanmoins, le  $\text{Na}^+$  peut, dans certains cas, augmenter l'absorption en  $\text{K}^+$  quand il se trouve à faible concentration.

Le stress salin cause aussi un déficit hydrique comme conséquence à l'effet osmotique sur les activités métaboliques des plantes. Ce déficit hydrique cause un stress oxydatif à cause de la formation des espèces réactives de l'oxygène comme les super-oxydes, les radicaux hydroxyles et le peroxyde. Les espèces réactives de l'oxygène qui sont le produit des stress hyper osmotique et ionique causent des dysfonctionnements dans la membrane et la mort cellulaire (Bohnert et Jensen, 1996. Parida et Das, 2005).

### **5.3. Effet de la salinité sur les champignons :**

Dans la nature, la réponse des plantes à la fois aux stress abiotique et biotique est très complexe, dont la salinité des sols et des eaux d'irrigation ne constituent pas un facteur limitant la culture de la tomate mais elle est souvent associée à l'augmentation de la sensibilité des tomates aux maladies d'origine fongique principalement la fusariose (Standaert, 1978), la verticilliose (Afailal 1987, Besri, 1990) et la pourriture racinaire due à *Phytophthora parasitica* (Swiecki & Mac Donald, 1991). Ayres, (1984) a rapporté que les stress abiotiques comme la sécheresse, la pollution, la chaleur ou la salinité peuvent augmenter les symptômes des maladies par un effet direct sur la plante ou sur le pathogène.

Messiaen & Lafon (1971) ont émis l'hypothèse que l'ion sodium augmente la sensibilité de la tomate à la fusariose vasculaire par suite d'une insuffisance en calcium provenant d'une interférence ionique entre ces deux cations. Sur d'autres pathosystèmes, Mac Donald, (1984) et Sulistyowati & Keane, (1992), estiment que la salinité prédispose les plantes aux attaques de *Phytophthora* en inhibant la synthèse de phytoalexines, substances intervenant dans la protection des plantes contre l'invasion par les agents pathogènes. Benyahya, (1998), travaillant sur le couple Citrus-*Phytophthora* a montré l'effet spécifique des ions chlore sur l'interaction hôte-parasite.

En effet, l'augmentation du chlorure de sodium dans le sol stimule le développement et la conservation des champignons vasculaires (Besri, 1981 ; Afailal, 1987). De la même manière, la croissance et la production de sporanges chez *Phytophthora citrophthora* sont stimulées par la présence de sel dans le sol et dans les eaux d'irrigation (Benyahya, 1998). Les travaux de Swiecki & Mac Donald (1991) rapportent que la formation des sporanges de *Phytophthora parasitica* est plus importante en présence de concentrations modérées de NaCl et de CaCl<sub>2</sub> par rapport aux témoins sans sel.

L'effet de la salinité a été étudié sur d'autres champignons pathogènes. C'est le cas des *Botrytis cinerea*. Boumaaza et al (2015), ont montré que l'augmentation de la salinité du milieu favorise la croissance mycélienne in vitro de *Botrytis cinerea*, agents de la pourriture grise de la tomate, avec un optimum situé entre -150 et -300ppm.

A la lumière de ces données, et dans l'objectif de vérifier l'effet de la salinité de milieu sur l'efficacité de trois fongicides vis-à-vis de *Botrytis cinerea* et sur la protection des tomates contre la pourriture grise.

## 2. Discussion

D'après ces résultats, il apparaît que la salinité affecte les 2 stades de cycle de vie de *B. cinerea*. En effet, l'évaluation in vitro de cet isolat de *B. cinerea* aux diverses concentrations salines a révélé qu'elle n'est pas affectée de la même manière par les deux types de sels testés.

A l'issue de cette étude in vitro, on peut en conclure que le chlorure de sodium stimule le développement de ce parasite allant jusqu'à 200ppm.

Avec le chlorure de calcium, et mis à part les doses 100 et 200ppm qui a engendré un pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne plus faible, 1.39% et 4.96% respectivement.

Benyahya, (1998) a montré que l'augmentation de la salinité du milieu favorise la croissance mycélienne in vitro de *Phytophthora citrophthora* et *P. parasitica*, agents de la pourriture racinaire des agrumes, avec un optimum situé entre -1.44 et -3.11 bars.

Plusieurs études ont rapporté que le chlorure de calcium peuvent supprimer les maladies causées par plusieurs agents pathogènes (Biggs et al., 1997, Conway et al., 1992, Volpin et al., 1991. Yamazaki., Hoshina 1995).

De même, Biggs et al (1997) a montré que tous les sels de calcium testés (à l'exception du formiate, le pantothénate de calcium et le phosphate de calcium dibasique) a réduit la croissance de *Monilia fructicola* responsable de la pourriture brune de pêche, de pomme de terre modifié gélose de dextrose (PDA).

L'étude que nous avons effectuée a rapporté que l'augmentation de la salinité en NaCl du milieu favorise la production de spores par cet isolat.

Par contre, l'effet du chlorure de calcium s'est traduit par une réduction de la sporulation mais qui reste toutefois supérieure et de manière significative pour une faible concentration 50meq. Nos résultats concordent avec ceux de Reragui et Lahlou2005. Ces auteurs ont montré que la formation de sporanges de *Phytophthora parasitica* in vitro semble être stimulée par la salinité, comme le nombre de sporanges sont généralement plus élevé (120% à 225%) dans les traitements des sels modifié que les commandes de l'eau distillée.

## Efficacité des fongicides

Dans cette étude, on a procédé à l'évaluation de l'influence de 3 fongicides sur les 2 stades de cycle de vie de *Botrytis cinerea*.

Les fongicides testés ont montré différents degrés d'efficacité sur les deux stades de vie de *Botrytis cinerea*.

### 1<sup>er</sup> cas Iprodione

L'iprodione, a donné des résultats très satisfaisants sur la croissance mycélienne de cet isolat étudié CL50=50g/hl. Cependant, ce fongicide a un effet moindre sur la sporulation in vitro. Une résistance similaire a été observée chez cet isolat vis-à-vis de fongicide iprodione sur la sporulation.

Le contrôle de la pourriture grise est cependant limité à cause du développement de la résistance multiple de *B. cinerea* aux benzimidazolés et aux dicarboximides (Elad et al., 1995) ainsi qu'au fenhexamide (Esterio et al., 2007). Différents groupes de fongicides (benzimidazole, dicarboximide, phénylpyrrole, hydroxyanilide and anilinopyrimidine) ont été testés sur 55 isolats de *Botrytis cinerea*, obtenus de différents champs de culture sous serre, confirmant la résistance de *Botrytis cinerea* aux dicarboximides et aux benzimidazolés (Myresiotis et al., 2007).

Pour cette raison, il est vivement conseillé de les utiliser en association avec d'autres matières actives. Iprodione, procymidone et vinchlozoline sont employées pour traiter tous types de cultures, hormis les céréales, contre de nombreuses maladies (Botrytis, moniliose, sclérotiniose, alternariose). (G. Bashiardes, Bonnemain,2004).

### 2<sup>ème</sup> cas Thiophanate-Méthyl

Le Thiophanate-Méthyl s'avère le plus efficace aussi bien sur la sporulation que sur la croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*. Cette activité inhibitrice est enregistrée avec des concentrations qui sont aussi faibles que celles qui sont utilisées pour les autres fongicides CL50=50g/hl.

Les fongicides de la famille des benzimidazoles, actifs sur *Phoma exigua* sont également efficaces contre *Fusarium roseum* var. *sambucinum*, *F. solani* var. *coeruleum* et d'autres *Fusarium* (Leach & Nielsen , 1975 ; Tasca & Stoianovici , 1984) et ont permis de limiter considérablement les pertes en conservation.

El Oirdi (1996) et Tajani et *al.* (1999) ont montré que les benzimidazoles et les dérivés carbamiques, respectivement le bénomyl, le thiabendazole et le méthyl-thiophanate, présentaient une grande efficacité fongitoxique sur les trois stades de cycle de vie de *Pyriculariaoryzae*.

Les fongicides appartenant aux benzimidazoles (bénomyl et thiabendazole) agissent de façon systémique et ils ne possèdent qu'un seul site d'action. Ce sont des agents anti-mitotiques qui interfèrent spécifiquement avec la division nucléaire et avec d'autres processus liés à l'activité des microtubules et principalement avec la tubuline (protéine dont l'assemblage forme les microtubules) (Davidse et Flach 1978; Leroux 1993). Les microtubules sont des constituants majeurs du cytosquelette et du fuseau chromatique et toute substance susceptible d'interférer avec la formation ou le fonctionnement de ces microtubules bloque les divisions cellulaires et l'élongation des hyphes mycéliens (Paternelle et Lhoutellier 2002; Leroux 2003). Les fongicides benzimidazoles se fixent sur la -tubuline de nombreux Ascomycota et Basidiomycota, mais leur interaction est faible avec celle des Oomycota (Leroux 2003).

### 3<sup>ème</sup> cas Fehexamide

Le fehexamide présente une action importante sur cet isolat, ce qui explique les résultats obtenus *in vitro*.

Le site d'action du fehexamide semble être différent des autres fongicides anti-*Botrytis* car aucune résistance croisée n'a été décelée (Rosslénbroich & Stuebler, 2000). L'accumulation de plusieurs stérols dans le mycélium traité par le fehexamid indique que ce fongicide inhiberait la 3-céto réductase impliquée dans la C4-déméthylation (Debieu *et al.*, 2001).

Le fehexamide est un botryticide (Debieu *et al.*, 2001). Il s'agit d'un hydroxyanilide employé depuis 1997 sur les cultures de vigne, fraisiers ou tomates pour prévenir l'apparition de la pourriture grise.

Sur 712 isolats de *B. cinerea* collectés sur tomates et autres cultures, 27% sont résistants aux benzimidazoles, 37% aux dicarboximides, 3% au pyriméthanile et une résistance de l'ordre de 0,2% au fludioxonil et au fehexamide a été observée (Korolev *et al.*, 2009).

La biosynthèse des stérols est affectée chez le champignon soumis au fehexamide, quand celle de la méthionine est perturbée suite à l'application du pyriméthanil, du cyprodinil et du mépanipyrim (Elad *et al.*, 1992 ; Rosslénbroich et Stuebler, 2000)

Cependant, malgré la diversité des produits utilisés, des cas de résistance à divers produits ont été détectés (Prusky 1985). Le problème de résistance incite à chercher d'autres produits capables de lutter contre le champignon responsable de la pourriture grise.

Pour lutter contre la pourriture grise, la stratégie d'association fongicides–CaCl<sub>2</sub> donne des résultats très satisfaisants. L'association benzimidazoles–CaCl<sub>2</sub> semble très efficace in vitro et in vivo vis-à-vis du complexe fongique étudié. Des résultats satisfaisants ont aussi été observés avec d'autres fongicides associés au CaCl<sub>2</sub> (Biggs et al. 1993). Ainsi, l'augmentation de l'efficacité des fongicides benzimidazoles, azoxystrobine et pyriméthanil, en présence du CaCl<sub>2</sub> pourrait s'expliquer par le fait que le CaCl<sub>2</sub> est un sel. Il semble que les sels de calcium (chlorure de calcium) interviennent en renforçant les liens avec les principaux sites d'action des fongicides chez l'agent pathogène étudié.

En fonction de l'effet du NaCl ou CaCl<sub>2</sub> sur l'efficacité de l'Iprodione, une diminution d'activité notable est constatée pour la croissance mycélienne.

Toutefois, les associations Iprodione – NaCl et Iprodione –CaCl<sub>2</sub> n'ont montré aucun effet sur la sporulation de cet isolat de *B. cinerea*.

Conway et Sams (1984) ont rapporté que les ions Ca<sup>++</sup> pourraient s'associer aux acides pectiques à des températures froides (4 °C), empêchant ainsi l'activité de l'enzyme fongique polygalacturonase.

Le mécanisme d'action des sels de calcium peut résulter d'un blocage de l'activité enzymatique pectolytique des champignons par les ions Ca<sup>2+</sup> associés avec les substances pectiques intercellulaires des fruits [Bateman 1965, Conway 1983]. Les ions Ca<sup>2+</sup> peuvent diminuer l'activité enzymatique des champignons en formant des cations avec les acides pectiques constituant ainsi une muraille de cellules résistantes à la dégradation par les enzymes fongiques (Conway 1987). Droby et al.,(2009) ont suggéré qu'une concentration élevée de Ca<sup>2+</sup> conduit à l'augmentation de Ca<sup>2+</sup> dans le cytosol de l'hôte qui peut être toxique pour les champignons responsables des pourritures des fruits en post-récolte.

Les associations Thiophanate-Méthyl –CaCl<sub>2</sub> et Thiophanate-Méthyl –NaCl n'ont montré aucun effet inhibiteur sur la croissance mycélienne.

Les résultats obtenus *in vitro* montrent que *Botrytis cinerea* présente une résistance vis-à-vis des associations Thiophanate-Méthyl -salinité. La résistance aux benzimidazoles est signalée également chez *Botrytis cinerea* pour des tomates (Besri 1985, Hmouni et al, 1996).

Le Pelt fongicide mono-site possède un large spectre d'action et son efficacité a été prouvée sur une large gamme de maladie fongique (Rocher, 2004 ; Garibaldiet al., 1986)

Néanmoins son utilisation en traitement contre *Botrytis cinerea* exigera toutefois une certaine prudence et une bonne surveillance pédologique car il ya un risque d'apparition des souches résistantes.

Les associations fenhexamide – NaCl s'est manifesté par une diminution de la croissance mycélienne du champignon fongique. Le pourcentage d'inhibition atteint 54.55% pour l'association 0.5g/l de Fenhexamide et 200meq en NaCl. En présence du CaCl<sub>2</sub> a faible doses, l'efficacité a augmenté envers de cet espèce de champignon.



## Conclusion et Perspectives

La pourriture grise de la tomate reste la maladie la plus grave sur cette culture lorsque les conditions climatiques sont favorables à son développement les pertes de rendement peuvent atteindre 100%.

Dans le domaine de la lutte chimique, beaucoup d'efforts ont été réalisés ces dernières années pour la recherche de nouveaux fongicides, l'étude de leurs facteurs d'efficacité, la compréhension de leur mode d'action et l'estimation de leur efficacité en conditions édapho-climatiques

En contrepartie, peu d'études ont été réalisées sur la durabilité de cette méthode de protection des cultures et en particulier sur le potentiel de contournement de la lutte chimique. Cette étude tente d'apporter une contribution dans ce domaine. Une perte d'efficacité possible d'un fongicide au champ peut résulter de la sélection d'isolats d'agents pathogènes, avec une sensibilité réduite à cet fongicide. Le contournement de l'efficacité de produits chimiques peut également survenir si l'agent pathogène a la possibilité de produire des mutants naturels ayant une sensibilité réduite à l'agent de lutte chimique, sous la pression de sélection exercée par l'utilisation du produit.

Au cours des travaux réalisés durant cette étude, nous nous sommes focalisés sur les trois fongicides anti-Botrytis: l'Iprodione, Thiophanate-Méthyl, Fenhexamide, nous avons établi, dans un premier temps, la sensibilité de d'isolats de *B. cinerea* vis-à-vis de ces produits. Dans un second temps, nous avons estimé la possibilité d'évolution de la sensibilité ou résistance de *B. cinerea* en présence de deux types de sels.

Dans les essais *in vitro*, le  $\text{CaCl}_2$  évalué a montré une efficacité faible à réduire la croissance mycélienne. Par contre, le chlorure de sodium stimule le développement de ce parasite. La concentration croissante en  $\text{NaCl}$  du milieu favorise la production de spores par cet isolat. En revanche, l'effet du chlorure de calcium s'est traduit par une réduction de la sporulation.

Les résultats obtenus par des tests *in vitro* entre *B. cinerea* et iprodione confirme que la croissance mycélienne de souche de *B. cinerea* est inhibée de façon identique. Ces résultats suggèrent que cet isolat de *B. cinerea* est efficacement contrôlé par les associations

Iprodione–NaCl et Iprodione–CaCl<sub>2</sub>, par contre ces associations n'ont montré aucun effet sur la sporulation de cet isolat de *B. cinerea*.

Cependant, la question de l'évolution possible de ces isolats vers une résistance plus grande lorsqu'ils seront soumis à la pression de sélection de traitements réalisés avec les deux types de stress (fongicide, salinité).

Les associations Thiophanate-Méthyl–CaCl<sub>2</sub> et Thiophanate-Méthyl–NaCl n'ont montré aucun effet inhibiteur sur la croissance mycélienne. En effet, ces associations ont montré un effet stimulateur de la sporulation de *Botrytis cinerea*.

L'essai effectué dans le champ a mis en évidence l'efficacité de l'action du Fenhexamide combiné à la salinité au niveau de la diminution de la croissance mycélienne.

Les associations Fenhexamide –NaCl ont montré un effet stimulateur de la sporulation de *Botrytis cinerea* pour la plupart concentration salines.

Dans les travaux futurs, il serait intéressant de faire une étude plus approfondie en utilisant des concentrations sélectionnées Il serait également intéressant d'évaluer l'effet de la salinité sur le développement de la pourriture grise in vivo. Ainsi, les informations qui en découleront et celles obtenues in vitro pourront éventuellement servir pour élaborer des plans stratégiques de fertilisation ou de modification des propriétés telluriques afin de mieux contrôler la pourriture grise.

## Références bibliographiques

- **Achour. M., 1987** : Intensification de la tomate industrielle dans la wilaya d'El Taref. Etude comparée entre le périmètre de la région Bounamoussa et le reste de la willaya. Thèse.Ing.agr. INA. El\_Harrach:88p.
- **AFAILAL A., 1987** : Manifestation de la verticilliose sur les tomates sensibles et résistantes : effets de la salinité sur le développement des deux races de *Verticillium dahliae* (Kleb) et sur la réaction des plantes à l'agent pathogène. Thèse de doctorat de 3ème cycle, Université Mohamed V, 127p and biochemical characteristics in mulberry genotypes. *Photosynthetica*, 38: 287–290.
- **Agassi M., Shainberg I et Morni J., 1981**: Effet of electrolyte concentration and soil sodicity on infiltration rate and crust formation. *Soil sci. Soc. Am. j.* 45, pp: 848- 851.
- **Agastian P., Kingsley S.J., and Vivekanandan, M., 2000**: Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes.*Photosynthetica*, Pp38.
- **Agrios, G.N., 2005**: *Plant Pathology* (Burlington, MA: Elsevier Academic Press).
- **Ajouz, S.,2009** : Estimation du potentiel de résistance de *Botrytis cinerea* à des biofongicides. Ph.D. thèse de doctorat, Université d'Avignon et des pays de Vaucluse, Avignon.
- **Alba J. M., Marta Montserrat M. et Muñoz R. F., 2008**: Resistance to the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) by acylsucroses of wild tomato (*Solanum pimpinellifolium*) trichomes studied in a recombinant inbred line population. *Estación Experimental La Mayora – CSIC, Algarrobo-Costa, 29760 Málaga, Spain. Springer Science+Business Media B.V.*2008. Pp13.
- **Allakhverdiev. S.I., A.Sakamoto,Y.Nishiyama,M.Inaba, and N. Murata, 2000**:“Ionic and osmotic effects of NaCl-induced in activation of photosystems I and II in *Synechococcus* sp.,” *Plant Physiology*,vol.123,no.3,Pp1047–1056,

- **Andrew F.,2001:** The tomato in America, Early history, culture, and cooking, University of Illinois Press, 2001, (ISBN 0252070097), Pp15.
- **Anne-Noëlle.,P , 2008 :** Effets de fongicides anti-*Botrytis* sur les organes végétatifs et reproducteurs de la vigne. Thèse de doctorat, l'Université de Reims Champagne-Ardenne, France.
- **Anonyme, 1983 :** L'adaptation de la tomate industrielle a la mécanisation « fiche technique » : Pp12.
- **Anonyme, 1986 :** Programme d'intensification de la culture de la tomate industrielle I.TC.M.I. Staoueli : Pp22.
- **Anonyme, 2015 :** <http://aem.asm.org/content/77/9.cover-expansion>.consulté le 23/5/2015
- **Antipolis.S., 2003 :** Les cahiersdu plan bleu 2. Les menaces sur les sols dans les pays méditerranées. Etude bibliographique.
- **Arnó, J., Gabarra, R., Estopà, M., Gorman, K., Peterschmitt, M., Bonato, O., Vosman, B., Hommes, M. et Albajes, R., 2008 :** Evaluation of tools to manage whiteflies in European tomato crops – The Tomato Case Study. IRTA, Centre de Cabrils, E-08348 Cabrils, Spain. ENDURE International Conference 2008 Diversifying crop protection, 12-15 October 2008 La Grande-Motte, France - Oral presentations. Pp03.
- **Aubert G., 1960 :** les sols de la zone aride, étude de leur formation, de leurs caractères, de leur conservation. Actes coll. Unesco de Paris sur les problèmes de la zone aride, Pp127- 150.
- **Aubert G., 1983 :** Observation sur les caractéristiques, la dénomination et la classification des sols salés ou sals sodiques. Cash. ORSTOM.ser. ped. Vol xxxn°1, Pp73-78.
- **Ayres G.P., 1984:** The interaction between environmental stress injury and biotic disease physiology. Annu. Rev. Phytopathol. Pp22 ; 53-57.

- **Baatour O., M'rah S., Ben Brahim N., Boulesnem F., Lachaal M., 2004** : Réponse physiologique de la gesse (*Lathyrus sativus*) à la salinité du milieu. *Revue des Régions Arides*, Tome 1, No. Spécial : Pp346-358.
- **Belkhodja M., Bidai Y, 2004, 2005** : Analyse de la proline pour l'étude de la résistance d'une halophyte *Atriplex halimus* L. à la salinité. Laboratoire de Physiologie Végétale, Faculté des Sciences, Université d'Oran Algérie.
- **Ben amara. A., 1982** : La culture de la tomate « fiche technique » .ITCM Staoueli Pp40.
- **Benchalal . K ., 1983** : Tomate industrielle : biologie de la tomate « journée d'étude sur la tomate industrielle » Pp8.
- **Benyahya H.,1998** : Effet de la salinité sur la pourriture racinaire des agrumes due au *Phytophthora parasitica* Ducan. D.E.S, Université Cadi Ayyad, Pp148.
- **Bersi M., 2010** : Principales maladies cryptogamiques de la tomate et stratégies de lutte. INRA. Pp2-8.
- **Besri M., 1981** : Qualité des sols et des eaux d'irrigation et manifestation des trachéomycoses de la tomate au Maroc. *Phytopathologia mediterranea*, Vol 20, n°2/3:107-111
- **Besri M., 1990** : Effects of salinity on the development of tomato *Verticillium* wilt in Morocco. (abstract) *Proceeding of the fifth International Symposium on Verticillium Wilt*, 25-30 June 1990, St Petersburg, Russia
- **Biggs A. R., El-Kholi M. M., El-Neshawy S., Nickerson R.,1997**: Effects of calcium salts on growth, polygalacturonase activity, and infection of peach fruit by *Monilinia fructicola*. *Plant Disease*;Pp81(4):399–403. doi: 10.1094/pdis.1997.81.4.399.
- **Biggs AR., M. Ingle and W.D. Solihati. 1993**: Control of *Alternaria* infection of fruit of apple cultivar Nittany with calcium chloride and fungicides. *Plant Dis.* Pp77 : 976- 980.

- **Blakeman, J.P. 1980:** Behaviour of conidia on aerial plant surfaces, Pp115-151, in: The Biology of Botrytis. J. R. Coley-smith, K. Verhoeff and W. R. Jarvis, eds. Academic Press, London.
- **Blancard D., 2010 :** Identifier les maladies diagnostic guide anomalie, altération des fruits. Ed. INRA, Paris. Pp: 45-56.
- **Blancard. D., 1997 :** Les maladies de la tomate. Observer. Identifier et lutter. INRA. Montfavet. Paris. Pp 212.
- **Bohnert, H.J. and Jensen, R.G., 1996:** Strategies for engineering waterstress tolerance in plants. Trends in Biotechnology. Pp14, 89-97.
- **Bornhoff, B.A., Harst, M., Zyprian, E. and Töpfer, R., 2005:** Transgenic plants of *Vitis vinifera* cv. Seyval blanc. Plant Cell Reports, Pp24(7), 433-438.
- **Boucher S., 2008 :** Les insectes de nos jardins, Ordre Thysanoptera - Thrips. [www.insectesjardins.com](http://www.insectesjardins.com). Date de consultation 16.03.2010.
- **Boumaaza B., Benkhelifa M., , Belkhoudja M.,2015:** Effects of Two Salts Compounds on Mycelial Growth, Sporulation, and Spore Germination of Six Isolates of *Botrytis cinerea* in the Western North of Algeria. International Journal of Microbiology. Volume 2015, Article ID 572626, Pp 8. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/572626>.
- **Bourgeois .C. M., 1999.** Technologie des légumes. Paris. Pp213.
- **Brent, K.J., Hollomon, D.W., 2007:** Fungicide Resistance: The Assessment of Risk (Brussels, Belgium: CROPLIFE INTERNATIONAL).
- **Cadet P, Thioulouse J., 1998:** Identification of soil factors that relate to plant parasitic nematode communities on tomato and yam in the French West Indies. Applied Soil Ecology. Pp8, 77-86

- **Celma R. A., Cuadros F., López-Rodríguez F., 2009** : Characterisation of industrial tomato by-products from infrared drying process. Department of Mechanical and Energy Engineering, University of Extremadura, Avda Elvas s/n, 06071 Badajoz, Spain. Food and Bioproducts Processing. Pp87 (2009) 282–291.
- **Chartzoulakis K., Klapaki G., 2000**: Response of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. Sci. Hortic. Pp86, 247–260.
- **CHAUX C.L. et FOURY C.L., 1994** : Cultures légumières et marichaire. Tome 3 : légumineuses potagères, légumes fruit. Tec et Doc Lavoisier.
- **Cheverry, C., 1995** : Plant behaviour in saline environment. Action eau N°4, Séance spécialisée du 22 mars 1995; Ed. Acad. agro, Paris, France. Pp49.
- **Chevery C., 1972** : Exemple d'application des travaux de l'U.S.S.L (1963 – 1968) sur l'alcalinisation des sols soumis à l'action bicarbonatée. Cah. ORSTOM. Sér. pédo. 10 (2), Pp: 193- 203.
- **Chougar Safia, 2011** : Bio2cologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* sur trois variétés de tomate sous serre. Mémoire de magister, Tizi-ouzou.
- **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 . Pp67: 212-218.
- **Conway W. S., Sams C. E., McGuire R. M., Kelman A.,1992**: Calcium treatment of apples and potatoes to reduce postharvest decay. *Plant Disease*. Pp ; 76(4):329–334. doi: 10.1094/pd-76-0329.
- **Conway, W.S. and C.E. Sams., 1984**: Possible mechanisms by which postharvest calcium treatment reduces decay in apples. *Phytopathology* . Pp74: 208-210.

- **Coutos-Thévenot P, Poinssot B, Bonomelli A, Yean H, Breda C, Buffard D, Esnault R, Hain R, and Boulay M.,2001:** In vitro tolérance to *Botrytis cinerea* of gravine 41B rootstock in transgenic plants expressing the stilbene synthase *Vst1* gene under the control of a pathogen-inducible PR10 promoter. *J. Exp. Bot.* Pp 52: 901-910.
- **CPCS (Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols), 1967 :** Classification des sols. Grognon, France: -Laboratoire de Géologie et de Pédologie, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie. Pp87.
- **Csizinszky A.A., Schutester D.J., Jones J.B et Van Lenteren J.C., 2005:** Tomatoes: Edited by Ep Heuvelink. *Crop production science in horticulture* (13). ISBN 0 85199 3966: CABI Publishing is a division of CAB International. Pp235.
- **Dahmani. M., 1993 :** norme de production de semence de tomate industrielle <journée d'étude et de réflexion sur la tomate industrielle. Jijel. 26\_27 Avril :Pp10.
- **Daoud Y., 1993 :** Contribution à l'étude des sols des plaines de Cheliff, le phénomène de salinisation, conséquences sur les propriétés physiques des sols argileux. Thèses doctorat d'état. INA. Alger, Pp193.
- **Davidse, L.C. et W. Flach. 1978 :** Interaction of thiabendazole with fungal rungal tubulin. *Biochim. Biophys. Acta* 543(1) : Pp82-90.
- **Davidson, J.A., and Krysinska-Kaczmarek, M. 2007:** Effects of inoculum concentration, temperature, plant age and interrupted wetness on infection of lentil (*Lens culinaris*) by *Botrytis* spp. conidia. *Australasian Plant Pathology*. Pp 36: 389-396.
- **Debieu D., J. Bach, M. Hugon, C. Malosse and P. Leroux, 2001:** The hydroxyanilide fenhexamid, a new sterol biosynthesis inhibitor fungicide efficient against the plant pathogenic fungus *Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*). *Pest Management Science* Pp57, 1060–1067.
- **De Miccolis Angelini, R.M., Habib, W., Rotolo, C., Pollastro, S., and Faretra, F.,2010:** Selection, characterization and genetic analysis of laboratory mutants of *Botryotinia*



fuckeliana (*Botrytis cinerea*) resistant to the fungicide boscalid. *Eur. J. Plant. Pathol.* Pp128, 185–199.

- **Delfine S., Alvino A., Zacchini M. and Loreto F., 1998 :** Consequences of salt stress on conductance to CO<sub>2</sub> diffusion, rubisco characteristics and anatomy of spinach leaves. *Aust. J. Plant Physiol.* Pp25, 395-402.
- **Doehlemann, G., Berndt, P., and Hahn, M., 2006:** Trehalose metabolism is important for heat stress tolerance and spore germination of *Botrytis cinerea*. *Microbiology.* Pp152: 2625-2634.
- **Doorenbos., J.et al. 1980 :** Réponse des cultures à l'eau. *Bulletin FAO d'irrigation et de drainage.* Pp192-194.
- **Droby, S., Wisniewski, M., Macarisin, D., and Wilson, C. 2009:** Twenty years of postharvest biocontrol research: is it time for a new paradigm? *Postharvest Biology and Technology.* Pp 52: 137-145.
- **DSA (Direction des Services Agricole de la Wilaya de Mostaganem., 2010 :** Statistiques agricoles. Services des statistiques.
- **Dubos B., Bulit J., Bugaret Y. and Verdu D., 1978-1982:** The possibilities of using *Trichoderma viride* for the biological control of *Botrytis cinerea* and *Phomopsis viticola* on grapevines. *Comptes Rendus des Seances de l'Academie d'Agriculture de France.* Pp 14: 1159-1168
- **Durand J.H., 1958 :** Les sols irrigables. Etude pédologique. Alger. Pp190.
- **Eastman P.A.K. & Camm E.L., 1995:** Regulation of photosynthesis in interior spruce during Water stress: changes in gas exchange and chlorophyll fluorescence. *Tree Physiology* Pp15: 229-235.
- **Edwards. I., 1981 :** Fertilisation potassique et amélioration de la tolérance aux stress : Pp66.

- **El Oirdi M., 1996** : Contribution à l'étude de la pyriculariose de riz due à *Pyricularia oryzae*. Application de quelques moyens de lutte. Thèse de doctorat de troisième cycle, Université Ibn Tofaïl, Faculté des Sciences de Kénitra, Pp139.
- **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* Pp16: 635-642.
- **Elad, Y., Malathrakis, N.E., and Dik, A.J., 1995**: Biological control of *Botrytis* incited diseases and powdery mildews in greenhouse crops. *Crop Protection* Pp15: 224-240.
- **Elad Y, Yunis H and Katan T., 1992**: Multiple fungicide resistance to benzimidazoles, dicarboximides and diethofencarb in field isolates of *Botrytis cinerea* in Israel. *Plant Pathology* 41.Pp 41–44.
- **Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P., and Delen N., 2004** : *Botrytis: Biology, Pathology and Control* (Dordrecht the Netherlands: Kluwer Academic Publishers).
- **Elmer, P. A. G. and T. J. Michailides., 2004** : Epidemiology in *Botrytis cinerea* in orchard and vine crops. In *Botrytis: Biology, Pathology and Control*, edited by Y.
- **Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen.** (Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers) Pp243-272.
- **Elosta. M., 1998** : Etude agro économique de l'irrigation et de la fertilisation par le système goutte a goutte sur la tomate industrielle en plein champ ; thèse d'ing \_ agro .El Taref : Pp84.
- **Essington M.E., 2004**: *Soil and water chemistry, an integrative approach*. CRC Press, USA. F.A.O(1970) : rapport aux gouvernement des pays du Proche-Orient et l'Afrique du nord. « Problème de production des agrumes au Proche Orient et en l'Afrique du nord » .AT n° 2870.
- **Esterio M., J. Auger, C. Ramos and H. García., 2007**: First report of fenhexamid resistant isolates of *Botrytis cinerea* on grapevine in Chile. *Plant Disease*. Pp91, 768.

- **Fan, C., Pu, N., Wang, X., Wang, Y., Fang, L., Xu, W. and Zhang, J., 2008:** Agrobacterium -mediated genetic transformation of grapevine ( *Vitis vinifera* L.) with a novel stilbene synthase gene from Chinese wild *Vitis pseudoreticulata*. *Plant Cell, Tiss. Organ. Cul.*, Pp92(2), 197-206.
- **Fernández-Ortuño, D., Chen, F., and Schnabel, G., 2012:** Resistance to Pyraclostrobin and Boscalid in *Botrytis cinerea* isolates from strawberry fields in the Carolinas. *Plant Dis.* Pp96, 1198-1203.
- **Françoise Rocher et Jean-Louis Bonnemain., 2004 :** évaluation de la systémie phloémienne de nouvelles molécules à effet fongicide et d'activateurs de réactions de défense.
- **GALLAIS A. et BANNEROT H., 1992 :** Amélioration des espèces végétales cultivés objectif et critères de sélection. INRA, Paris. Pp765.
- **Godde D., 1999:** Adaptation of the photosynthetic apparatus to stress conditions. In: Lerner.
- **Gouny, P. et Cornillon, P., 1973 :** La salinité, aspects théoriques, modes de contrôle. PHM-*Revue Horticole*, 142 :Pp3-7
- **Guenaoui Y., 2010 :** *Tetranychus evansi* (Baker & Pritchard) (Acari:Tetranychidae) acarien invasif signalé sur culture de tomate à Mostaganem dans le nord-ouest de l'Algérie. Université de Mostaganem, Mostaganem, Algérie. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 40, Pp. 193–195.
- **Gullino, M.L. 1992:** Chemical control of *Botrytis* spp, Pp. 217-222, in: Recent advances in *Botrytis* research. K. Verhoeff, N. E. Malathrakakis and B. Williamson, eds. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, The Netherlands.
- **Haas D., Blumer C. & Keel C., 2000:** Biocontrol ability of fluorescent pseudomonads genetically dissected: importance of positive feedback regulation. *Curr. Opin. Biotechnol.* Pp11, 290–297.

- **Hachemi. B., 1999** : Evolution de la croissance de deux variétés de tomate industrielle. Mémoire d'ing agro. INA. Alger: Pp74.
- **Halitim A., 1985** : Contribution à l'étude des sols des zones arides (Hautes Plaines Steppiques d'Algérie). Morphologie, distribution et rôle des sels dans la genèse et le comportement des sols. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Rennes, Pp383.
- **Halitim A., Robert M., Tessier D ET Prost R., 1984** : Influence des cations échangeables (Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>) et la concentration saline sur le comportement physique (rétention en eau, conductivité hydraulique de la mont morillonite agronomie. 4 (5), Pp : 451 – 459.
- **Handj et al, 1995 in Sinoussi ,2001** : Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérale.
- **Hmouni A., Hajlaoui MR., Mlaiki A.,1996**: Résistance de *Botrytis cinerea* aux benzimidazoles et aux dicarboximides dans les cultures abritées de tomate en Tunisie. *OEPP/EPPO Bull.* **26**, Pp. 697–705.
- **Haouala F., Ferjani H., Ben El Hadj S., 2007**: Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> et Ca<sup>2+</sup>) et du chlore (Cl<sup>-</sup>) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais du chiendent. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 11(3). Pp235-244.
- **Hedli . M ., 1994** : Rencontre régionale (Est) sur la tomate industrielle de la Wilaya de Skikda : Pp50.
- **Hennebert, G.L. 1973**: *Botrytis* and *Botrytis*-like genera. *Persoonia* 7: Pp183-204
- **Idrenmouche S., 2011** : Biologie et écologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) dans la région de Boumerdes. Mémoire Magistère en Sciences Agronomiques. E.N.S.A. El Harrach, Pp103.

- **Jarvis WR., 1977:** Botryotinia and Botrytis Species: Taxonomy, Physiology, and Pathogenicity. Research Branch, Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada, Pp 195.
- **Keren R., 2000:** Salinity. In: Sumner M.E. (Ed). Handbook of Soil Science. CRC Press, NY, USA, pp G3-G25.
- **Kim, Y.K., and Xiao, C.L., 2011:** Stability and fitness of pyraclostrobin and boscalidresistant phenotypes in field isolates of Botrytis cinerea from apple. Phytopathology 101, Pp1385-1391.
- **Korolev, N., Mamiev, M., Zahavi, T., and Elad, Y., 2009:** Resistance to fungicides among Botrytis cinerea isolates from tomato and other hosts in Israel. Acta Horticulturae 808:Pp 367-376.
- **Kosuge T and Hewitt WB., 1964:** Exudates of grape berries and their effect on germination of conidia of Botrytis cinerea. Phytopathology 54: Pp167-172.
- **Kretschmer, M., and Hahn, M., 2008:** Fungicide resistance and genetic diversity of Botrytis cinerea isolates from a vineyard in Germany. J. Plant Dis. Prot. 115,Pp 214–219.
- **Lambert, A.M. and R.A. Casagrande., 2006:** No Evidence of Fungal Endophytes in Native and Exotic Phragmites australis. Northeastern Naturalist 13: Pp561-568.
- **Laumonier R., 1979 :** Cultures légumières et maraichere. Tome 3. Ed. Bailliere, Paris. Pp279.
- **Leach S. S., Nielsen L. W., 1975:** Elimination of fusarial contamination on seed potatoes. Am. Potato J., 52, 211-218.
- **Leroux, P., 2004:** Chemical control of Botrytis and its resistance to chemical fungicides. In: Botrytis: Biology, Pathology and Control, Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P. and Delen, N, eds. (Dordrecht The Netherlands: Springer) pp. 195–222.

- **Leroux, P., 1993** : Prévoir, une résistance peut en cacher une autre. *Perspect. Agric.* 185 :Pp 95-98.
- **Leroux, P., Fritz, R., Debieu, D., Albertini, C., Lanen, C., Bach, J., Gredt, M., and Chapeland F., 2002**: Mechanisms of resistance to fungicides in field strains of *Botrytis cinerea*. *Pest. Manag. Sci.* 58, Pp876–888.
- **Leroux, P., Gredt, M., Leroch, M., and Walker, A.S., 2010**: Exploring mechanisms of resistance to respiratory inhibitors in field strains of *Botrytis cinerea*, the causal agent of gray mold. *Appl. Environ. Microbiol.* 76, 6615–6630.
- **Levitt, J., 1980**: Responses of Plant to Environmental Stress Chilling, Freezing and High Temperature Stresses, 2 nd edn. Levitt, J. (ed.). Academic Press, New York, NY.
- **Levy G.J., 2000**: Sodicity. In: Sumner M.E. (Ed). *Handbook of Soil Science*. CRC Press, NY, USA, Pp G27-G62.
- **Longstreth DJ, Nobel PS., 1979**: Salinity effects on leaf anatomy: consequences for photosynthesis. *Plant Physiol.* Apr; 63(4):Pp700–703.
- **Maatallah .S., et barchiche . C. ., 1983** : La culture de tomate de plein champ pour la conserve. *ITCMI. Annaba* : Pp57.
- **MAC Donald, J.D., 1984**: Salinity effects on the susceptibility of *Chrysanthemum* roots to *Phytophthora Cryptogea*. *Phytopathology* 74: Pp621-624.
- **Maifi . A., 1994** : Etude comparée de la qualité de semences de tomate industrielle produite localement et importées. Thèse d'ing. agro. université de Batna : Pp54.
- **Maillard, J., 2001** : Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risques et recommandations. *Handicap International*. Novembre 2001, Pp34.

- **Marlet, S. ,2005** : Gestion de l'eau et salinisation des sols dans les systèmes irrigués Synthèse de l'atelier du PCSI sur : Vers une maîtrise des impacts environnementaux de l'irrigation. CIRAD/AMIS, Montpellier, France, n°40, Pp. 12-23.
- **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,Pp 692-700.
- **Mashali.A, Suarez.D, L.Nabhan.H, Rabindra.R, 2005** : Intefrated management for sustainabale use of slat –affected soils . Rome : FAO Soils Bulletin, now printing.
- **Meguenni. H ., 1986** : Essai de caractérisation d'une carence potassique chez la tomate. Thèse d'ing agro. INA\_el Harrach : Pp57.
- **Mélanie, G.R. 2014** : Mise au point d'une méthode par pyroséquençage de détection et de quantification des mutations liées à la résistance au boscalide chez *botrytis cinerea*.
- **Mermoud A ., 2006** : Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de lausanne, Pp23.
- **Messiaen C.M. et Lafon R., 1971** : Les maladies des plantes maraîchères. INRA, Paris, Pp441.
- **Messiaen. C.M ., Blancard .D., Rouxel . F ., lafon . R ., 1991** : Les maladies des plantes maraichères .INRA . Paris : Pp546.
- **Migeon S, Garziglia S, Sage F, Sardou O., 2005:** Submarine landslides in the Ligurian basin: Impact of sediment supply, earthquakes and salt tectonic. In: Association of the French Sedimentologists Meeting, Presqu'île de Giens, Book of Abstracts.
- **Mouhouche B. & Boulassel A., 1999** : Contribution à une meilleure maîtrise des pertes en eau d'irrigation et de la salinisation des sols en zones arides. INRA. Algerie .Recherche Agronomique.Pp4,

- **Mouhouche. B., 1983** : Influence du rationnement de l'eau sur la production de la tomate. Thèse magister – INRA. Alger : Pp55.
- **Munns R et al ., 1983** : Halotolerante ukaryotes. In *Physiological Plant Ecology. III. Responses to the Chemical and Biological Environment. Encycl. Plant Physiol.*, Pp. 59- 135 New Series, Vol. 12C. Springer, Berlin.
- **Myresiotis, C. K., et al., 2007** : Resistance of *Botrytis cinerea* isolates from vegetable crops to anilinopyrimidine, phenylpyrrole, hydroxyanilide, benzimidazole, and dicarboximide fungicides. *Plant Disease*. 91, Pp407-413.
- **Naika S., DE Jeude J.V.L., DE JEFFAU M., Hilmi M., VANDAM B., 2005** : la culture de la tomate, production, transformation et commercialisation Ed. Wageningen, Pays-Bas. Pp105.
- **Nicot, P.C., and Baille, A., 1996**: Integrated control of *Botrytis cinerea* on greenhouse tomatoes, Pp169-189, in: *Aerial plant surface microbiology*. C. E. Morris, P. C. Nicot and C. Nguyen-The, eds. Plenum Press, New-York.
- **Nimbalkar JD., Joshi GV. 1975**: Effect of increasing salinity on germination, growth and mineral metabolism of sugarcane var. co. 740. *J. Biol. Sci.* 18, Pp. 55–63.
- **O'Neill, T.M., Shtienberg, D., and Elad, Y., 1997**: Effect of some host and microclimate factors on infection of tomato stems by *Botrytis cinerea*. *Plant Disease* 81: Pp36-40.
- **Orcutt D.M. & Nilsen E.T., 2000**: *Physiology of plants under stress*. John Wiley & Sons Inc., New York, NY, USA.
- **Ortega U., Dunabeitia M., Menendez S., Gonzalez-murua & Majada J., 2004**: Effectiveness of mycorrhizal inoculation in the nursery on growth and water relations of *Pinus radiata* in different water regimes. *Tree physiology* 24:Pp 65-73.



- **Parida A.K., Das A.B., 2005:** Salt tolerance and salinity effect on plants: review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol.60, Pp. 324-349.
- **Paternelle, M.C. et C. Lhoutellier. 2002 :** Index phytosanitaire ACT. Association de coordination technique agricole, Paris, France.Pp 788.
- **Pessarakli M., 1999:** Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker, USA, Pp 1190.
- **Pessarakli, M. et Zhou, M., 1990 :** Effect of salt stress on nitrogen fixation by different cultivars of green beans. *Journal of plant nutrition*. Vol. 13, no 5, Pp. 611-629.
- **Philouze J. & Laterrot H., 1992 :** Amélioration variétale de la tomate: Objectifs et critères de sélection. In: Gallais A. & Bennerot H., Eds. Amélioration variétale des espèces cultivées, Paris, France: INRA. Pp. 379-391.
- **Philouze, J., 1986 :** Tomate. Ferline: la qualite en plein champ. *Fruits et Legumes* (30), 56-59. <http://prodinra.inra.fr/record/78918>
- **Prabhu A. V. Khelfane K. et Bekal S. 1992 :** Compilation des maladies fongiques des plantes en Algérie, Institut de biologie, Université de Tizi-Ouzou, Publication : Office des Publications Universitaires. Pp85.
- **Prusky, D., 1985:** Development, persistence, survival, and strategies for control of thiabendazole-resistant strains of *Penicillium expansum* on pome fruits. *Phytopathology* 75 :Pp 877-882.
- **Rapilly, F., 1968 :** Les techniques de mucologie végétale. Paris Inst. Nat de la recherche agronomique 1968-102 p.
- **Regragui A., Lahlou H., 2005:**Effect of salinity on in vitro *Trichoderma harzianum* antagonism against *Verticillium dahliae*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. Pp8(6):872–876. doi: 10.3923/pjbs.2005.872.876.

- **Rey Y. et Costes C., 1965** : La physiologie de la tomate, étude bibliographique. INRA. Pp111.
- **Rocher F ., 2004** : Lutte chimique contre les champignons pathogènes des plantes: évaluation de la systémie phloémienne de nouvelles molécules à effet fongicide et d'activateurs de réactions de défense des plantes. PhD thesis. Université de Poitiers, Poitiers, France.
- **Romero-Aranda, R., Soria, T., Cuartero, J., 2001** : Tomato plant–water uptake and plant–water relationships under saline growth conditions. Plant Sci. Pp 160:265–272.
- **Rosslenbroich, H. J., Stuebler, D., 2000**: Botrytis cinerea - history of chemical control and novel fungicides for its management. Crop Protection. Pp19, 557-561.
- **Rotem J and Aust HJ., 1991**: The effect of ultraviolet and solar radiation and temperature on survival of fungal propagules. Journal of Phytopathology 133:Pp 76-84.
- **Ruocco M., Massimo G., Oscar A., Bernard B. et Jurgen K., 2010** : Food quality safety. Lutte biologique n°2. Tomate.CNR, Italie, UE. Pp104.
- **Salinas, J., Glandorf, D.C.M., Picavet, F.D., and Verhoeff, K., 1989**: Effects of temperature, relative humidity and age of conidia on the incidence of spotting on gerbera flowers caused by Botrytis cinerea. Netherlands Journal of Plant Pathology Pp95: 51-64.
- **Schroeder JI, Allen GJ, Hugouvieux V, Kwak JM, Waner D .,2001**: GUARD CELL SIGNAL TRANS- DUNCTION. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology Pp 52 : 627–658,
- **Servant J.M., 1970** , Etude expérimentale de l'influence des conditions salines sur la perméabilité des sols, conséquences pédologiques. Sci. Du sol.2, pp : 87-103.

- **Shiraishi, M., Fukutomi, M., and Akai, S., 1970:** Effects of temperature on the conidium germination and appressorium formation of *Botrytis cinerea* Pers. Annals of the Phytopathological Society of Japan Pp36: 234-236.
- **Snoussi S. A., 2010 :** Etude de base sur la tomate en Algérie. Rapport de mission Programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche-Orient. Rome, Pp 52.
- **Standaert J.Y., Maraite H. Myttenaere C. et Meyer J.A., 1978 :** Etude de l'influence de la concentration saline et du rapport Na/Ca du milieu nutritif sur la sensibilité de la tomate à la fusariose vasculaire. Plant and soil Pp 50: 269-286.
- **Sulistyowati L. and Keane P.J., 1992:** Effect of soil salinity and water content on stem rot caused by *Phytophthora citrophthora* and accumulation of phytoalexin in *Citrus* rootstocks. Phytopathology Pp82: 771-777.
- **Swiecki T.J. and Mac DONALD J.D., 1991:** Soil Salinity Enhances *Phytophthora* Root Rot of Tomato but Hinders Asexual Reproduction by *Phytophthora parasitica* . Amer. Soc. Hort. Sci. Pp116 (3) :471-477.
- **SZABOLCS (I.), 1989:** - Salt-affected Soils CRC Press Inc., Florida, Pp274.
- **Szabolcs .I., 1994:** Soils and salinisation. In Handbook of Plant and Crop Stress. Ed. M Pessarakali. pp. 3–11. Marcel Dekker, New York.
- **Tajani M, El Oirdi M, Douira A & El Haloui NE., 1999 :** In vitro effect of some fungicides on *Magnaporthe grisea* development. Phytopathol Medi Pp38: 13-19
- **Tasca G., Stoianovici L, 1984:** Aspects of the efficiency of several fungicides applied after harvest on dry rot (*Fusarium* spp.) that occurs in storage of table potatoes. Potato Res., Pp27, 96.
- **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 Pp76: 1114.

- **Thomashow, L.S., 1996:** Biological control of plant root pathogens. *Current Opinion in Biotechnology* Pp7: 343-347.
- **Trottin-Caudal Y., Fournier C., Leyre J.M., Decognet V., Romiti C., Pinot P.C. et Bardin M., 2003 :** Efficiency of plant extract from *Reynoutria sachalinensis* (Milsana) to control powdery mildew on tomato (*oidium neolycopersici*). Colloque international tomate sous abri. Avignon, 17, 18 et 19 septembre 2003.
- **U.S.S.L.S. (United State Salinity Laboratory Staff) 1954:** Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. US Department of Agriculture, Handbook n°60, U. S. Gov. Print. Office, Washington DC.
- **Veloukas, T., Leroch, M., Hahn, M., and Karaoglanidis, G.S., 2011:** Detection and molecular characterization of boscalid-resistant *Botrytis cinerea* isolates from strawberry. *Plant Dis.* Pp95, 1302-1307.
- **Vidal, JR.; Kikkert, JR.;Wallace, PG. & Reisch, BI. 2003:** High-efficiency biolistic co-transformation and regeneration of ‘Chardonnay’ (*Vitis vinifera* L.) containing npt-II and antimicrobial peptide genes. *Plant Cell Reports*, 22, pp. 252–260.
- **Volpin H., Elad Y., 1991 :** Influence de la nutrition de calcium sur la susceptibilité des fleurs rose à la pourriture grise . *phytopathologie .* ; 81 (11): 1390-1394. doi:. 10.1094 / phyto-81-1390.
- **Wacquant.C., 1995 :** Maîtrise de la conduite climatique. Tomate sous serre et abris en sol et hors sol. Les éditions du CTIFL, Paris, 127 p.
- **Wang Y., Nil N., 2000:** Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase–oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* Pp75, 623–627.

- **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* Pp136: 115-120.
- **Whetzel, H.H., 1945:** A synopsis of the genera and species of the *Sclerotiniaceae*, a family of stromatic inoperculate discomycetes. *Mycologia* Pp37: 648-714.
- **Williamson, B., Tudzynski, B., Tudzynski, P., and Van Kan, J.A.L., 2007:** *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. *Mol. Plant Pathol.* Pp 8, 561–580.
- **Yamamoto T., Iketani H., Ieki H., Nishizawa Y., Notsuka K., Hibi T., Hayashi T. and Matsuta N., 2000:** Transgenic grapevines plants expressing a rice chitinase with enhanced resistance to fungal pathogens. *Plant Cell Reports* Pp19: 639-646.
- **Yamazaki. H, Hoshina T., 1995 :** Calcium nutrition affecte la résistance des plants de tomates au flétrissement bactérien. *HortScience*. Pp 30 (1): 91-93.
- **Yedidia I., Benhamou N., Chet I., 1999:** Induction of defense responses in cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) by biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. *Appl. Environ. Microbiol.* 65, p. 1061–1070.
- **Yin, Y.N., Kim, Y.K., and Xiao, C.L., 2011:** Molecular characterization of boscalid resistance in field isolates of *Botrytis cinerea* from apple. *Phytopathology* 101, 986-995.
- **Zerguine Karima., 2014 :** Etude in vitro du pouvoir antagoniste de *Trichoderma harzianum* vis-à-vis de *Botrytis cinerea* agent causal de la pourriture grise de la tomate (*Lycopersicon esculantum*). Mémoire fin d'étude Master 2.
- **Zid, E. et Grignon, C., 1991 :** Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes au stress. Cas des stress salin et hydrique. Dans : *L'Amélioration des Plantes pour l'Adaptation aux Milieux Arides*. Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, pp. 91-108.
- **Zuang .A., 1982 :** Fertilisation des cultures légumières . Montfavet . Paris.Pp 365.

.

## 1-effet de salinité sur l'agent pathogène :

### 1.1.La croissance mycélienne en présence la salinité :

#### Annexe 1: ANALYSE DE VARIANCE : (48h)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3,623	20	0,181				
VAR.FACTEUR 1	0,93	6	0,155	0,805	0,58326		
VAR.RESIDUELLE 1	2,693	14	0,192			0,439	20,20%

#### Annexe 2 : ANALYSE DE VARIANCE : (4jours)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	12,931	20	0,647				
VAR.FACTEUR 1	7,767	6	1,295	3,51	0,02487		
VAR.RESIDUELLE 1	5,163	14	0,369			0,607	8,82%

#### Annexe 3 : ANALYSE DE VARIANCE : (7jours)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2,603	20	0,13				
VAR.FACTEUR 1	0,645	6	0,107	0,768	0,60823		
VAR.RESIDUELLE 1	1,958	14	0,14			0,374	4,47%

### 1.2.la sporulation pour le témois (botrytis+nacl+cacl) :

#### Annexe4 : ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	10572200	20	528610				
VAR.FACTEUR 1	9497729	6	1582955	20,625	0,00001		
VAR.RESIDUELLE 1	1074471	14	76747,93			277,034	41,61%

## 2. Efficatiter des fongicide

### 2.1. 1<sup>er</sup> cas iprodion

#### Annexe .5 : ANALYSE DE VARIANCE croissance mycélienne (Iprodione) 7<sup>ème</sup> Jours

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	57,309	14	4,094				
VAR.FACTEUR 1	44,538	4	11,134	8,718	0,00289		
VAR.RESIDUELLE 1	12,772	10	1,277			1,13	21,30%

**Annexe.6** ANALYSE DE VARIANCE de sporulation (Iprodione)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2455896	11	223263,3				
VAR.FACTEUR 1	1248391	3	416130,2	2,757	0,11141		
VAR.RESIDUELLE 1	1207505	8	150938,2			388,508	33,12%

**2.2.2<sup>ème</sup>** cas Thiophanate-Méthyle :**Annexe.7** ANALYSE DE VARIANCE croissance mycélienne (Méthyl- thiophanat)  
7<sup>ème</sup> Jours :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	160,709	14	11,479				
VAR.FACTEUR 1	159,774	4	39,944	427,204	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,935	10	0,093			0,306	13,71%

**2.3.3<sup>ème</sup>** cas Fenhexamide :**Annexe.8** ANALYSE DE VARIANCE croissance mycélienne (Fenhexamide) 7<sup>ème</sup> jours :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	117,402	14	8,386				
VAR.FACTEUR 1	116,521	4	29,13	330,398	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,882	10	0,088			0,297	5,93%

**Annexe.9** ANALYSE DE VARIANCE de sporulation

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	27400,91	11	2490,992				
VAR.FACTEUR 1	13858,25	3	4619,416	2,729	0,11355		
VAR.RESIDUELLE 1	13542,67	8	1692,833			41,144	86,77%



### 3. Action recombiner Iprodione+chlorure :

**Annexe .10:** ANALYSE DE VARIANCE croissance mycélienne (Iprodione) + NaCl 7<sup>ème</sup> jours :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	43,571	35	1,245				
VAR.FACTEUR 1	16,371	3	5,457	5,558	0,00492		
VAR.FACTEUR 2	0,79	2	0,395	0,402	0,67805		
VAR.INTER F1*2	2,845	6	0,474	0,483	0,81546		
VAR.RESIDUELLE 1	23,565	24	0,982			0,991	24,82%

**Annexe .11:** ANALYSE DE VARIANCE croissance mycélienne (Iprodione) + CaCl<sub>2</sub> 7<sup>ème</sup> jours :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	81,839	35	2,338				
VAR.FACTEUR 1	41,462	3	13,821	11,826	0,00007		
VAR.FACTEUR 2	3,018	2	1,509	1,291	0,29329		
VAR.INTER F1*2	9,31	6	1,552	1,328	0,28314		
VAR.RESIDUELLE 1	28,048	24	1,169			1,081	23,81%

**Annexe .12:** ANALYSE DE VARIANCE la sporulation (Iprodione) + NaCl 7<sup>ème</sup> jours :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	8456644	35	241618,4				
VAR.FACTEUR 1	1563621	3	521206,8	2,307	0,10106		
VAR.FACTEUR 2	967957	2	483978,5	2,142	0,1375		
VAR.INTER F1*2	502624,5	6	83770,75	0,371	0,89037		
VAR.RESIDUELLE 1	5422442	24	225935,1			475,326	54,44%

**Annexe .13:** ANALYSE DE VARIANCE la sporulation (Iprodione) + CaCl<sub>2</sub> 7<sup>ème</sup> jours

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	22096800	35	631337				
VAR.FACTEUR 1	7274798	3	2424933	9,721	0,00025		
VAR.FACTEUR 2	5586095	2	2793048	11,196	0,00041		
VAR.INTER F1*2	3248724	6	541454	2,17	0,08152		
VAR.RESIDUELLE 1	5987179	24	249465,8			499,466	56,00%

#### 4. Action recombiner tiophanate-mythél +chlorure :

**Annexe .14:** ANALYSE DE VARIANCE croissance mycélienne (tiophanate-mythél) + NaCl 7<sup>ème</sup> jours :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	391,715	35	11,192				
VAR.FACTEUR 1	264,029	3	88,01	64,581	0		
VAR.FACTEUR 2	26,693	2	13,346	9,793	0,00084		
VAR.INTER F1*2	68,286	6	11,381	8,351	0,00007		
VAR.RESIDUELLE 1	32,707	24	1,363			1,167	47,70%

**Annexe .15:** ANALYSE DE VARIANCE croissance mycélienne (tiophanate-mythél) + CaCl<sub>2</sub> 7<sup>ème</sup> jours :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	347,439	35	9,927				
VAR.FACTEUR 1	311,888	3	103,963	104,369	0		
VAR.FACTEUR 2	1,939	2	0,97	0,973	0,39427		
VAR.INTER F1*2	9,705	6	1,618	1,624	0,18329		
VAR.RESIDUELLE 1	23,907	24	0,996			0,998	33,16%

**Annexe .16:** ANALYSE DE VARIANCE la sporulation (tiophanate-mythél) + NaCl 7<sup>ème</sup> jours :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	4253014	35	121514,7				
VAR.FACTEUR 1	3234683	3	1078228	52,843	0		
VAR.FACTEUR 2	204288,5	2	102144,3	5,006	0,01508		
VAR.INTER F1*2	324333,8	6	54055,63	2,649	0,04066		
VAR.RESIDUELLE 1	489708	24	20404,5			142,844	67,93%

**Annexe .17:** ANALYSE DE VARIANCE la sporulation (tiophanate-mythél) + CaCl<sub>2</sub> 7<sup>ème</sup> jours

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	4751004	35	135743				
VAR.FACTEUR 1	2364980	3	788326,7	9,677	0,00025		
VAR.FACTEUR 2	57084,5	2	28542,25	0,35	0,7124		
VAR.INTER F1*2	373734	6	62289	0,765	0,6062		
VAR.RESIDUELLE 1	1955205	24	81466,88			285,424	148,25%

## 5. Action recombinaire Fehnexamide + chlorure :

**Annexe .18:** ANALYSE DE VARIANCE croissance mycélienne (Fehnexamide) + NaCl 7<sup>ème</sup> jours

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	195,335	35	5,581				
VAR.FACTEUR 1	171,444	3	57,148	108,796	0		
VAR.FACTEUR 2	2,208	2	1,104	2,102	0,14238		
VAR.INTER F1*2	9,077	6	1,513	2,88	0,02931		
VAR.RESIDUELLE 1	12,607	24	0,525			0,725	20,61%

**Annexe .19:** ANALYSE DE VARIANCE croissance mycélienne (Fehnexamide ) + CaCl<sub>2</sub> 7<sup>ème</sup> jours

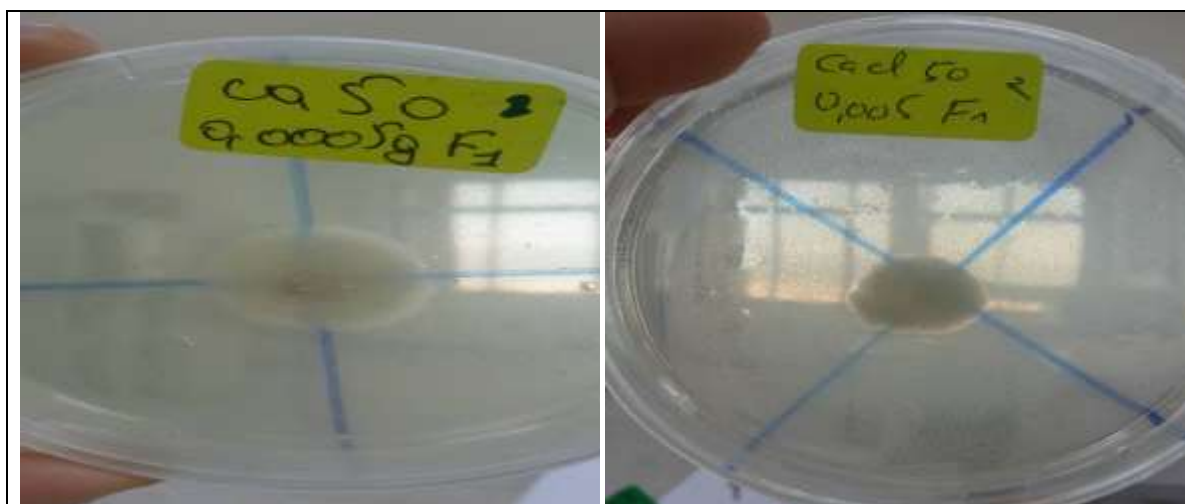
	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	221,576	35	6,331				
VAR.FACTEUR 1	171,886	3	57,295	330,153	0		
VAR.FACTEUR 2	30,715	2	15,358	88,495	0		
VAR.INTER F1*2	14,81	6	2,468	14,224	0		
VAR.RESIDUELLE 1	4,165	24	0,174			0,417	11,97%

**Annexe .20:** ANALYSE DE VARIANCE, la sporulation (Fehnexamide) + NaCl 7<sup>ème</sup> jours :

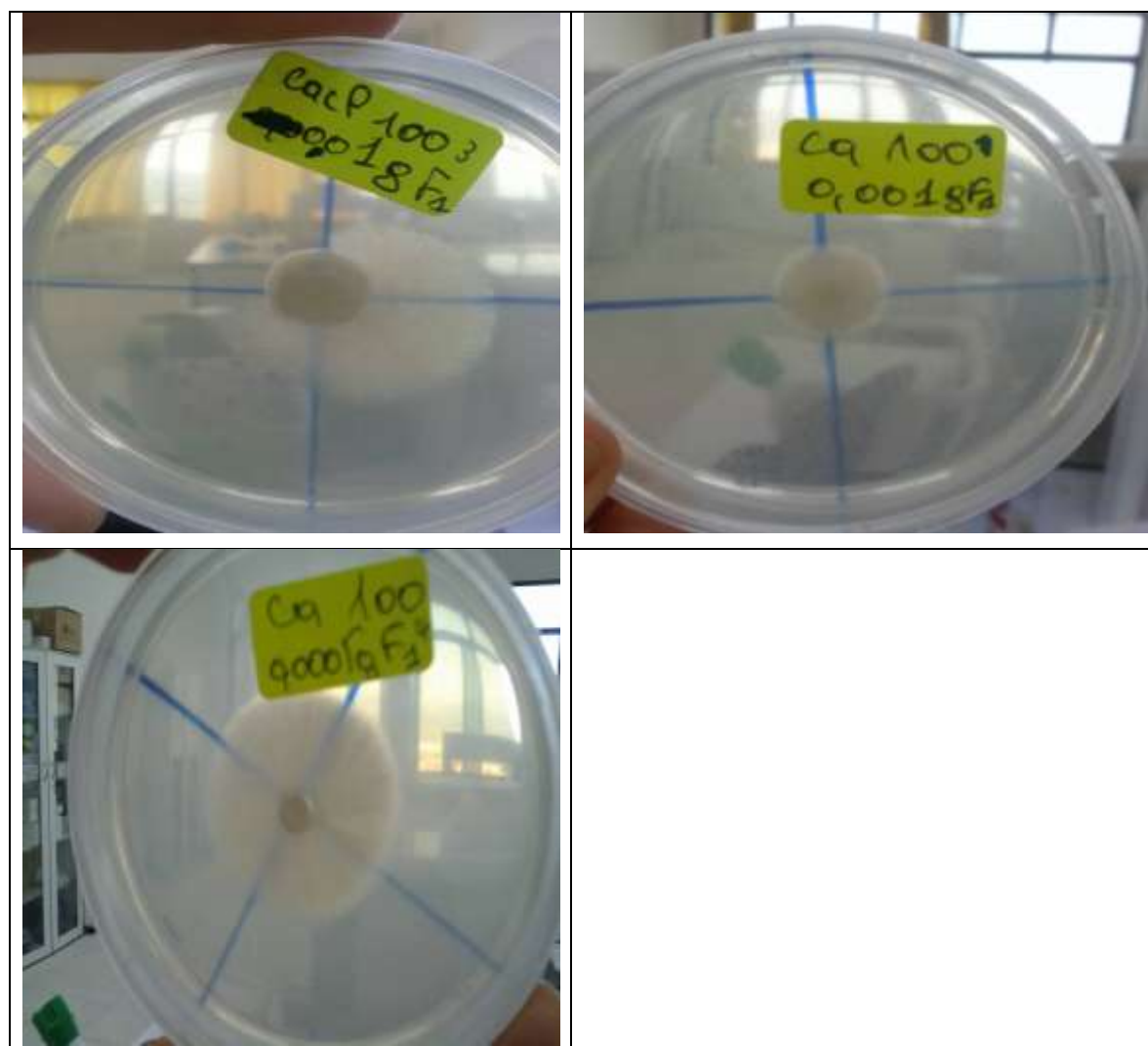
	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2730607	35	78017,34				
VAR.FACTEUR 1	1189559	3	396519,5	18,338	0		
VAR.FACTEUR 2	355838	2	177919	8,228	0,00199		
VAR.INTER F1*2	666258,5	6	111043,1	5,135	0,00166		
VAR.RESIDUELLE 1	518952	24	21623			147,048	80,28%

**Annexe .21:** ANALYSE DE VARIANCE la sporulation (Fehnexamide) + CaCl<sub>2</sub> 7<sup>ème</sup> jours

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1342115	35	38346,14				
VAR.FACTEUR 1	637466,4	3	212488,8	15,521	0,00001		
VAR.FACTEUR 2	89904,75	2	44952,38	3,284	0,05379		
VAR.INTER F1*2	286184,4	6	47697,39	3,484	0,01281		
VAR.RESIDUELLE 1	328559,3	24	13689,97			117,004	75,85%



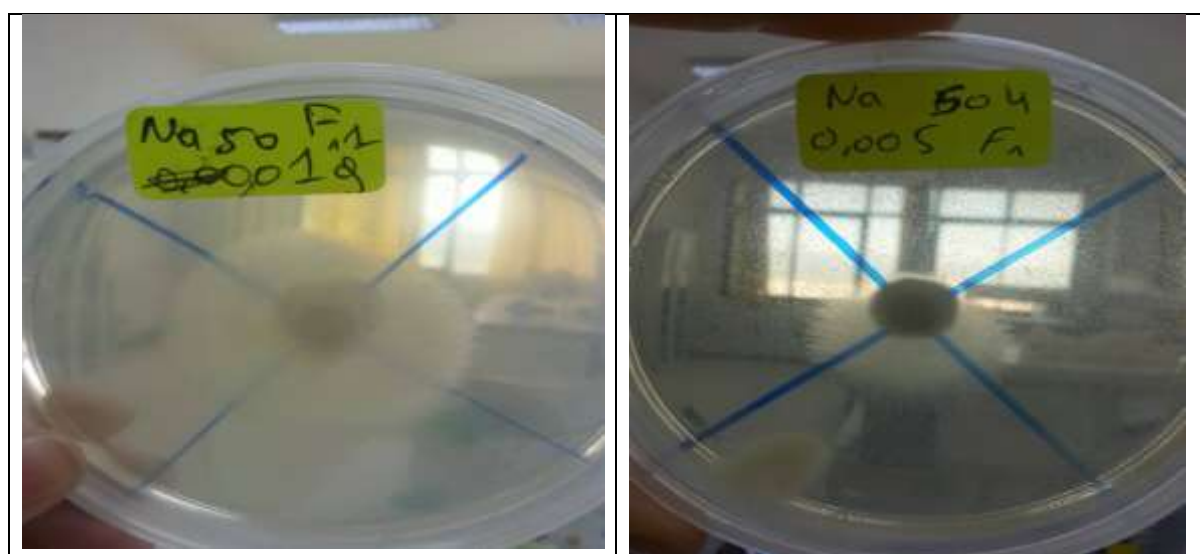
**Figure 1.** L'Iprodione recombiner au 50 ppm de  $\text{CaCl}_2$



**Figure2.** L'Iprodione recombiné aux 100 ppm de  $\text{CaCl}_2$

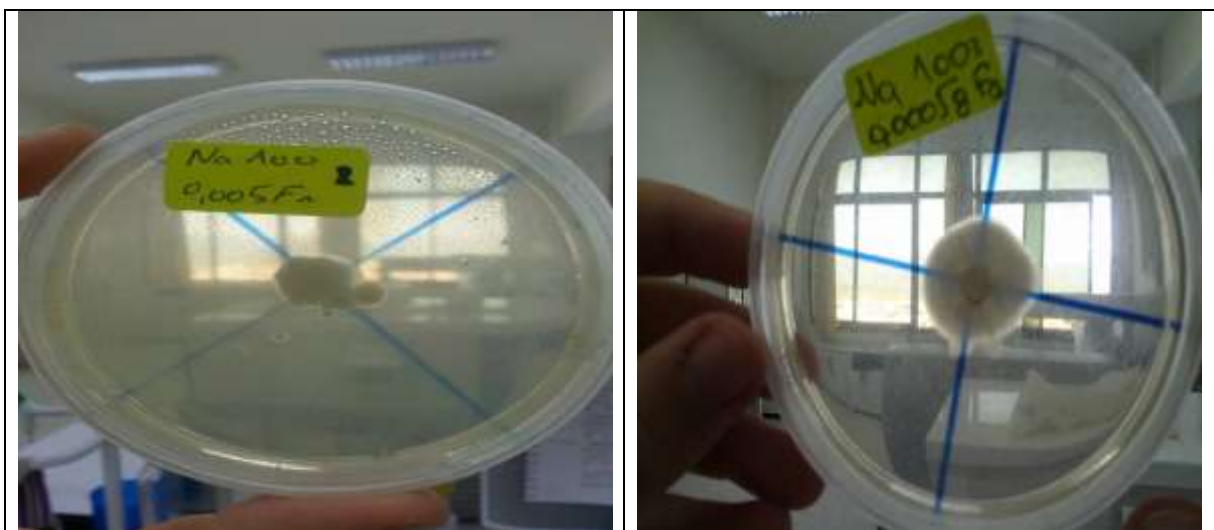


**Figure 3.** L'iprodione recombinaé au 200 ppm de  $\text{CaCl}_2$



**Figure 4.** L'iprodione recombinaé aux 50 ppm de  $\text{NaCl}$

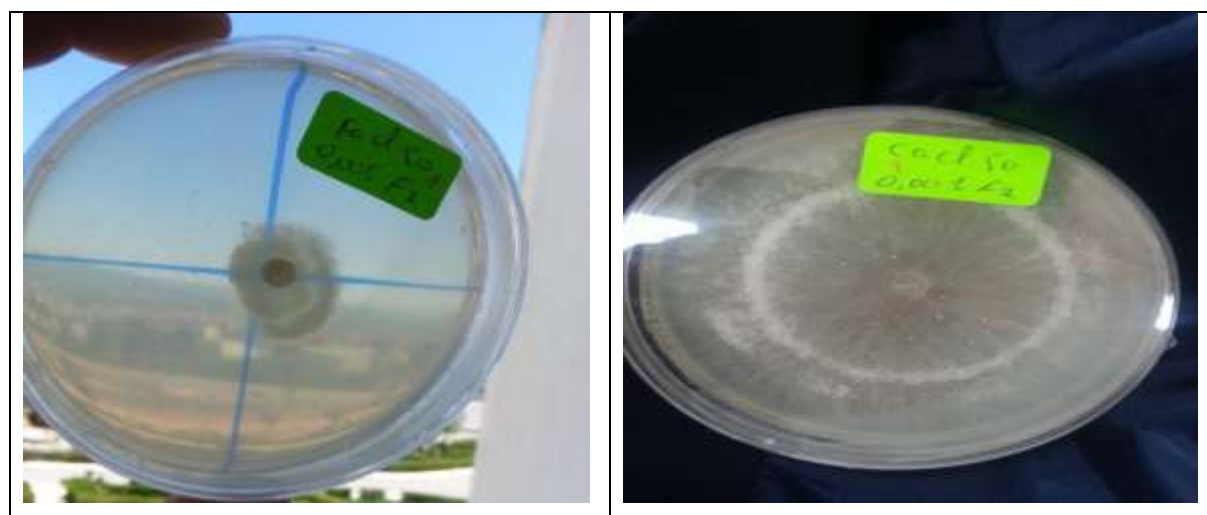




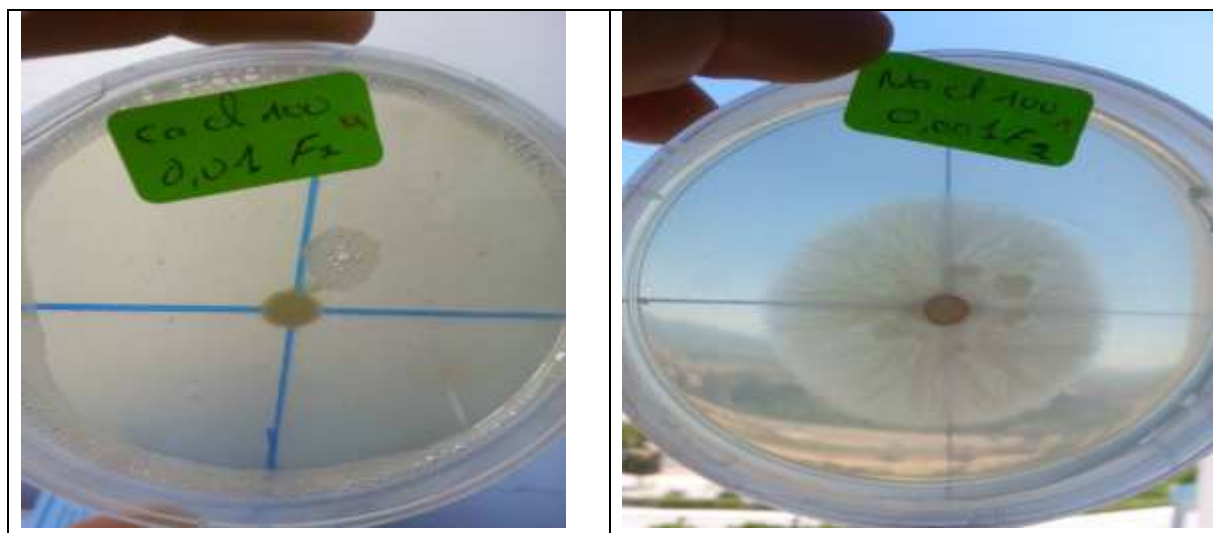
**Figure 5.** L'iprodione recombined aux 100 ppm de NaCl



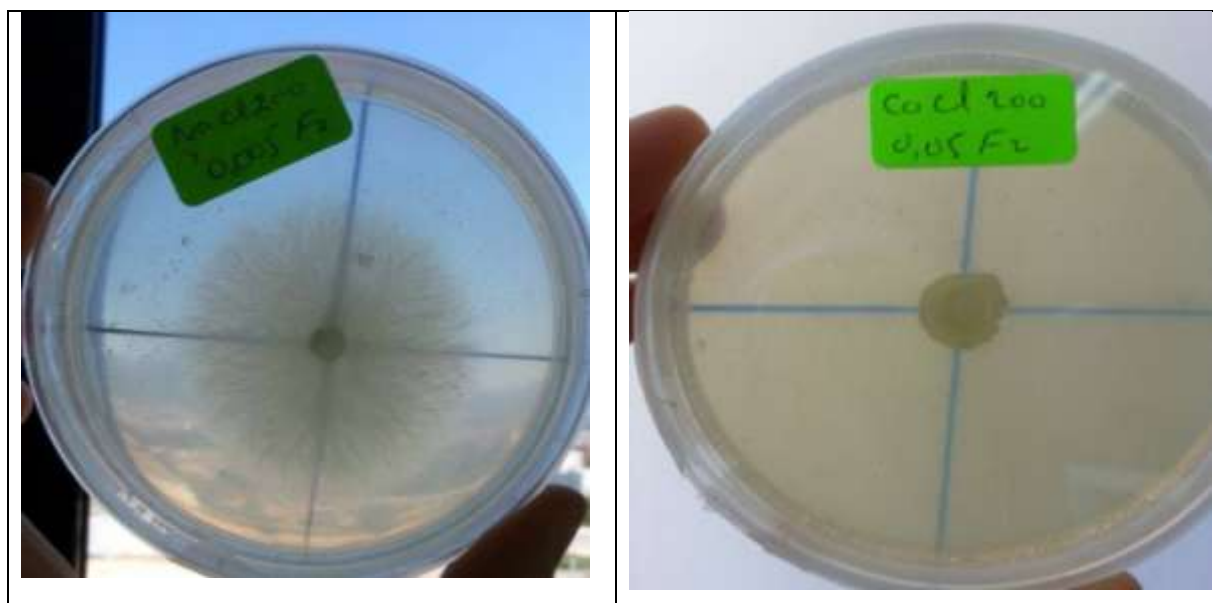
**Figure 6.** L'iprodione recombined aux 200 ppm de NaCl



**Figure 7.** Tiophanate-méthyl recombined aux 50 ppm de  $\text{CaCl}_2$



**Figure 8.** tiophanate-méthyl recombéné aux 100 ppm de  $\text{CaCl}_2$



**Figure 9.** tiophanate-méthyl recombéné aux 200 ppm de  $\text{CaCl}_2$

## 1. Matériels

Le but de cette étude est l'évaluation « in vitro » l'effet de la salinité sur l'efficacité de trois fongicides de synthèse vis-à-vis de *Botrytis Cinerea* agent causal de pourriture grise de la tomate.

### 1.1. Matériel fongique

L'isolat de l'agent pathogène *B. cinerea* utilisé dans cette étude a été obtenu à partir de feuilles et tiges de pieds de tomate présentant des symptômes de pourriture grise. L'échantillon provenant de serres localisées dans la plaine du Nord-Ouest algérien.

### 1.2. Milieu de culture utilisé

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

Le choix d'un milieu de culture est basé sur son adéquation pour un bon développement du pathogène.

La composition du milieu « PDA » (Potato Dextrose Agar) est la suivante :

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

### 1.3. Fongicides utilisés

Les fongicides les plus commercialisés en Algérie pour lutter contre la pourriture grise ont été retenus et utilisés aux doses homologuées.

**Tableau 4** : caractéristiques des fongicides testés

Nom commercial	Matière active	Type de formulation	Famille	Dose appliquée
Corval	Iprodione	Poudre mouillable (W.P)	Dicarboximides	150 g/hl
Pelt 44	Thiophanate-méthyl 70%	Poudre mouillable (W.P)	Benzimidazoles	200 g/hl
Teldor	Fenhexamide	Granulés dispersables (WG)	Hydroxyanilides	1 - 1,5 kg/ha



## 2. Méthodes

### 2.1. Effet *in vitro* de la salinité du milieu sur *B. cinerea*

Des rondelles de 4 mm de diamètre préalablement découpées à l'emporte pièce dans la zone de croissance active d'une culture d'une semaine. Les boutures sont déposés au centre de boîtes de Pétri avec milieu PDA, les deux sels (chlorure de calcium et de sodium) en plusieurs concentration 50, 100, et 200 ppm, incubé à l'obscurité et à  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ .

### 2.2. Test de l'efficacité *in vitro* des fongicides sur les différentes étapes du cycle de vie de champignon.

Pour cette étude quatre concentrations ont été choisies de chaque fongicide.

En effet, pour le fongicide Corval (Iprodione), les concentrations choisies étaient 0.05, 0.1, 0.5 et 5 g/l.

Pour le deuxième fongicide Pelt (Thiophanate-méthyl 70%) les concentrations testées ont été respectivement de 0.1, 0.5, 1, 5g /l.

Le troisième fongicide Teldor (Fenhexamide) les concentrations testées sont 0.05, 0.1, 0.5, 5 g /l.

Les volumes finaux des solutions fongicides ont été préparés par des dilutions avec les volumes d'eau appropriés. Les fongicides sont ensuite incorporés dans les erlenmeyer contenant le milieu PDA quand ce dernier atteint une température avoisinant  $45^\circ\text{C}$ . Après une légère agitation permettant d'homogénéiser le mélange, le milieu est coulé dans les boites de pétri à raison de 20ml par chaque boite de pétri. Les boites témoins ont été préparées dans les mêmes conditions mais sans ajout de fongicide. Après solidification du milieu de culture, des disques mycéliens coupés des cultures de chaque souches de *Botrytis cinerea* âgés de 4 jours et mesurant 2mm ont été déposés au centre de chaque boite de Pétri. Ces boîtes ont été incubées à une température de  $25^\circ\text{C}$  correspondant à l'optimum de croissance mycélienne de *Botrytis cinerea*.

Pour les associations fongicides–salinité, les fongicides ont été évalués en présence de 3 concentrations 50, 100, 200 ppm en  $\text{CaCl}_2$  et  $\text{NaCl}$ .

### 2.3. Efficacité des fongicides sur la croissance mycélienne

La croissance mycélienne a été estimée par la mesure du diamètre de chaque culture. La mesure est prise sur deux axes perpendiculaires qui se coupent au milieu de disque mycélien. Le diamètre final consiste en la moyenne des deux lectures sur l'axe horizontal et l'axe vertical. Pour chaque sel et chaque concentration de fongicide, trois boîtes de Pétri ont été observées par

essai. Les mesures des moyennes de deux diamètres perpendiculaires de chaque colonie sont faites chaque 2 jours, 4 jours et pendant 7 jours, selon la formule:

Le pourcentage d'inhibition TI (%) a été déterminé par rapport au témoin et calculé selon la formule de Leroux et Gredet (1978):

$$TI = \frac{X_t - X_s}{X_t} \times 100$$

TI : taux d'inhibition en (%)  
 X<sub>t</sub> : croissance mycélienne du témoin en mm  
 X<sub>s</sub> : croissance mycélienne en présence de fongicide.

#### 2.4. Efficacité des fongicides sur la sporulation

Les spores de *B. cinerea* ont été récoltées à partir d'une culture âgée d'environ 2 semaines dans des boîtes de Pétri de 8.5 cm de diamètre et incubées à 25 °C. Des plaques de culture de 2 semaines ont été agitées au vortex dans un tube contenant 10 ml d'eau distillée stérile et 0,05 ml de Tween 80 pendant 5 minutes afin de détacher les spores. Puis la suspension enrichie en spores est filtrée à travers d'un filtre pour éliminer les débris de mycélium. Le comptage du nombre total de spores a été effectué à l'aide d'une cellule de Malassez, à raison de trois comptages par suspension et par fongicide, ainsi que pour le sel ou un mélange des deux. Les moyennes de ces mesures ont par la suite été calculées. Les valeurs ont été exprimées en nombre de spores par ml.

#### 2.5. Analyses Statistiques.

Toutes les analyses statistiques ont été analysées par (STATBOX 6.0.4, Grimmersot). Les données ont été analysées par les deux sens factoriels. Comparaison des moyens et des interactions a été réalisée par le test "Duncan's multiple range" au seuil de 5 %.

## Résumé

Effet de trois fongicides (Iprodione, Thiophanate-Méthyl, Fenhexamide) contre *Botrytis cinerea*, ont été testés dans diverses conditions salines. Dans les essais in vitro, le  $\text{CaCl}_2$  évalué à 100 et 200 meq a montré une efficacité faible à réduire la croissance mycélienne. Par contre, le chlorure de sodium stimule le développement de ce parasite allant jusqu'à 200ppm. La concentration croissante en NaCl du milieu favorise la production de spores par cet isolat. En revanche, l'effet du chlorure de calcium s'est traduit par une réduction de la sporulation.

L'iprodione, a donné des résultats très satisfaisants sur la croissance mycélienne  $\text{Cl}50=50\text{g/hl}$ , et a un effet moindre sur la sporulation. Une diminution constatée pour la croissance mycélienne dans les associations Iprodione – NaCl et Iprodione –  $\text{CaCl}_2$ , par contre ces associations n'ont montré aucun effet sur la sporulation de cet isolat de *B. cinerea*.

Les associations Thiophanate-Méthyl –  $\text{CaCl}_2$  et Thiophanate-Méthyl – NaCl n'ont montré aucun effet inhibiteur sur la croissance mycélienne. En effet, ces associations ont montré un effet stimulateur de la sporulation de *Botrytis cinerea*.

Le chlorure de sodium s'est manifesté par une diminution de la croissance mycélienne en présence de Fenhexamide. Le pourcentage d'inhibition atteint 54.55% pour l'association 0.5g/l de Fenhexamide et 200meq en NaCl. En effet le chlorure de calcium utilisé à faible concentrations (50 et 100meq) s'est manifesté par une diminution de la croissance mycélienne. Le pourcentage d'inhibition atteint 54.55% pour l'association 0.5g/l de Fenhexamide et 100meq en  $\text{CaCl}_2$ .

Pour les doses comprises entre 0.05 et 0.5 g/l, les associations Fenhexamide – NaCl ont montré un effet stimulateur de la sporulation de *Botrytis cinerea* pour la plupart concentration salines. En effet, à 50meq en NaCl le nombre de spore réduit en présence de 0.5g/l de Fenhexamide, avec un taux d'inhibition de 69.14%.

**Mots clés :** *Botrytis cinerea*, la tomate, lutte chimique, Iprodione, Thiophanate-Méthyl, Fenhexamide, chlorure de calcium, chlorure sodium.

## Abstract

Effect of three fungicides (Iprodione, Thiophanate-Methyl, Fenhexamid) against *Botrytis cinerea*, were tested in various saline conditions. In in vitro tests, the  $\text{CaCl}_2$  rated at 100 and 200 meq showed low efficacy in reducing mycelial growth. contrariwise, sodium chloride stimulates the development of this parasite up to 200ppm. The increasing concentration of NaCl in medium favors spore production by this isolate. In contrast, the effect of calcium chloride resulting in a reduction of sporulation.

Iprodione, gave very satisfactory results on the mycelial growth  $\text{CL}_{50} = 50 \text{ g / hl}$ , and has a smaller effect on sporulation. A decrease observed for the mycelial growth in Iprodione associations - NaCl and Iprodione - $\text{CaCl}_2$ , by against these associations showed no effect on sporulation of this isolate of *B. cinerea*.

Associations Thiophanate-Methyl - $\text{CaCl}_2$  and Thiophanate-Methyl -NaCl showed no inhibitory effect on mycelial growth.

Indeed, these associations showed a stimulatory effect on sporulation of *Botrytis cinerea*. Sodium chloride was manifested by a reduction in mycelial growth in the presence of Fehnexamide. The percentage of inhibition achieved 54.55% for the combination 0.5g / l Fenhexamid and 200meq in NaCl. Indeed, calcium chloride used in low concentrations (50 and 100meq) manifested by decreased mycelial growth. The percentage of inhibition achieved 54.55% for the combination 0.5g / l Fenhexamid and 100meq in  $\text{CaCl}_2$ . For doses between 0.05 and 0.5 g / l, Fenhexamid -NaCl associations showed a stimulatory effect of sporulation of *Botrytis cinerea* mostly saline concentration. Indeed, 50meq NaCl reduces the number of spores in the presence of 0.5g / l Fenhexamid, with an inhibition rate of 69.14%.

**Key-words:** *Botrytis cinerea*, tomato, chemical control, Iprodione, Thiophanate-Methyl, Fenhexamid, calcium chloride, sodium chloride.

## ملخص

تم اختبار تأثير ثلاثة مبيدات فطرية ضد المعنقدة السنجابية، في اوساط ملحية مختلفة. في الفحوص in vitro، أظهرت التجارب فعالية كلوريد الكالسيوم عند تراكيز 100 و 200 ميلي مكافئ في الحد من نمو فطر. بينما كلوريد الصوديوم يحفز تطوير هذا الطفيلي حتى التركيز 200 ميلي مكافئ. زيادة تركيز كلوريد الصوديوم في وسط يحفز إنتاج الابواغ لهذا الفطر. في المقابل، فإن كلوريد الكالسيوم أدى إلى تخفيض هذه الابواغ. Iprodione أعطى نتائج مرضية للغاية على نمو فطر CL50=50g/hl، وله تأثير أقل على تبوغ هذه العزل من الفطر.

أظهر التجارب أن المزج بين Iprodione -NaCl و Iprodione -CaCl<sub>2</sub> يؤدي الى انخفاض لنمو الفطر بينما هذا المزج ليس له أي تأثير على تبوغ هذه العزلة. بالمقابل المزج بين CaCl<sub>2</sub>-Méthyl Thiophanat و NaCl-Méthyl Thiophanat ليس له أي تأثير كبح بشكل خاص على نمو الفطر. في الواقع، أظهر هذا المزج تأثير محفز على تبوغ الفطر.

وقد تجلى تأثير كلوريد الصوديوم على Fehnexamide عن طريق تخفيض نمو فطر بنسبة مئوية بلغت 54.55% بمزج 0.5غرام/لتر من Fehnexamide مع 200 ميلي مكافئ من كلوريد الصوديوم. في الواقع استعمال كلوريد الكالسيوم بتراكيز منخفضة (50 و 100 ميلي مكافئ) تجلى في كبح نمو فطر بنسبة مئوية بلغت 54.55% بمزج 0.5غرام/لتر من Fehnexamide مع 100 ميلي مكافئ من كلوريد الكالسيوم. مزج Fehnexamide مع كلوريد الصوديوم من اجل تراكيز 0.05 و 0.5 غرام/لتر عن تحفيز إنتاج الابواغ. في الواقع، 50 مكافئ كلوريد الصوديوم يقلل من عدد من الابواغ في وجود 0.5غرام / لتر Fehnexamid، مع معدل تثبيط 69.14%.

**كلمات البحث** السنجابية المعنقدة، الطماطم، المكافحة الكيميائية، : ، كلوريد الكالسيوم

وكلوريد الصوديوم Iprodione Thiophanat Méthyl, Fehnexamide

## Résumé

Effet de trois fongicides (Iprodione, Thiophanate-Méthyl, Fenhexamide) contre *Botrytis cinerea*, ont été testés dans diverses conditions salines. Dans les essais in vitro, le  $\text{CaCl}_2$  évalué à 100 et 200 meq a montré une efficacité faible à réduire la croissance mycélienne. Par contre, le chlorure de sodium stimule le développement de ce parasite allant jusqu'à 200ppm. La concentration croissante en NaCl du milieu favorise la production de spores par cet isolat. En revanche, l'effet du chlorure de calcium s'est traduit par une réduction de la sporulation.

L'iprodione, a donné des résultats très satisfaisants sur la croissance mycélienne  $\text{CI}_{50}=50\text{g/hl}$ , et a un effet moindre sur la sporulation. Une diminution constatée pour la croissance mycélienne dans les associations Iprodione – NaCl et Iprodione –  $\text{CaCl}_2$ , par contre ces associations n'ont montré aucun effet sur la sporulation de cet isolat de *B. cinerea*.

Les associations Thiophanate-Méthyl –  $\text{CaCl}_2$  et Thiophanate-Méthyl – NaCl n'ont montré aucun effet inhibiteur sur la croissance mycélienne. En effet, ces associations ont montré un effet stimulateur de la sporulation de *Botrytis cinerea*.

Le chlorure de sodium s'est manifesté par une diminution de la croissance mycélienne en présence de Fenhexamide. Le pourcentage d'inhibition atteint 54.55% pour l'association 0.5g/l de Fenhexamide et 200meq en NaCl. En effet le chlorure de calcium utilisé à faible concentrations (50 et 100meq) s'est manifesté par une diminution de la croissance mycélienne. Le pourcentage d'inhibition atteint 54.55% pour l'association 0.5g/l de Fenhexamide et 100meq en  $\text{CaCl}_2$ .

Pour les doses comprises entre 0.05 et 0.5 g/l, les associations Fenhexamide – NaCl ont montré un effet stimulateur de la sporulation de *Botrytis cinerea* pour la plupart concentration salines. En effet, à 50meq en NaCl le nombre de spore réduit en présence de 0.5g/l de Fenhexamide, avec un taux d'inhibition de 69.14%.

**Mots clés :** *Botrytis cinerea*, la tomate, lutte chimique, Iprodione, Thiophanate-Méthyl, Fenhexamide, chlorure de calcium, chlorure sodium.