



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exact et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie
Science Agronomique
Protection des végétaux

Réf. :

Présenté et soutenu par :

Mlle. Samira Traka

Le : jeudi 4 juillet 2019

**Contribution à l'étude de l'effet de la fertilisation azotée sur la
sensibilité de la tomate au *Botrytis cinerea***

Jury :

M.	AMAR ACHORA	MCB	Université de Biskra	Président
M.	MOHAMED. L. DJEKIREF	MAA	Université de Biskra	Rapporteur
M.	HADJEB Ayoub	Dr	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2018-2019

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله الذي جعل القرآن الكريم
موسيقى للقلوب

Remerciements

Au terme de ce travail, je remercie tout d'abord Allah qui m'a donné le courage et la patience pour achever ce mémoire.

Je suis heureuse aussi d'exprimer ici mes remerciements les plus sincères et mon profond reconnaissance à tous ceux qui de loin ou de près m'ont aidé à réaliser ce travail ; je cite en particulier :

Mr. L. DJEKIREF, d'avoir accepté de diriger ce travail. Pour tous les conseils qu'il m'a régulièrement prodigués, qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude et mes remerciements pour la grande disponibilité et l'intérêt constant qu'il a toujours manifesté à l'égard de ce travail.

Ma reconnaissance s'adresse également à :

Mr. **A. ACHOURA**, pour avoir accepté de présider le jury ;

Mr. **HADJEB Ayoub** qui m'a fait l'honneur de bien vouloir accepter de juger ce mémoire.

Je tiens également à remercier **Mr. Yacine Khechana**, ingénieur en agronomie à l'ITDAS, pour l'aide particulière qu'il m'a apporté.

Dédicaces

Au nom d'Allah le tout puissant

Je dédie ce travail à mes PARENTS,

ce mémoire représente l'aboutissement de leur soutien et de leurs encouragements qui m'ont prodigués tout au long de ma scolarité.

A mes petits anges Aissa et Hind

A mes frères ; Fouzia, Wafa, Abdel Basset,

A toute ma famille, particulièrement Tata :Massaouda,

A tous mes amis (es) ; Yasmine, Safa, et mes cousines Aicha, Latifa et Djamel

A tous ceux que leur absence n'exclus pas leur présence en moi

Ainsi que YACINE Khechana pour son aide Précieuse.

Samira

Sommaire

Introduction	01
Chapitre 1 : synthèse bibliographique	
1. Généralités sur la tomate	03
1.1. Origine de la tomate	03
1.2. Présentation sur la tomate	03
1.3. Position Taxonomique	03
1.4. Description botanique	04
1.5. La classification variétale	05
1.6. Utilisations de la tomate	06
1.7. Propriétés nutritionnelles de la tomate	06
1.8. Importance économique de la tomate	06
2. Culture de la tomate sous abris	08
2.1. Culture de la tomate sous abris	09
2.2. Exigences climatiques de la tomate	09
2.3. Fert-irrigation et engrais azotés	09
2.4. Exigence en éléments fertilisant	09
3.1. Les maladies cryptogamiques	10
3.2. Les maladies bactériennes	12
3.3. Les maladies virales	13
3.4. Les ravageurs.	14
2. Le <i>Botrytis cinerea</i>	16
2.1. Systématique	16
2.2. Gamme d'hôte	16
2.3. Symptômes sur tomate	16
2.4. Cycle de développement	18
2.5. Exigences nutritives	19
2.6. Méthodes de lutte	19
3. L'azote et la plante	20
4. L'azote et le raisonnement de la fertilisation	21
5. Utilisation d'engrais en Algérie	22
6. Effet de la fertilisation azotée sur la résistance des cultures aux Bio-agresseurs	24
7. Liens entre la résistance des plantes et la disponibilité en nutriments	25
8. Implication de l'azote dans les défenses immunitaires	25

Chapitre 2 : Matériel et méthode	
1. Présentation du site d'étude	28
2. Matériel végétal	28
2.1-Variété	28
2.2- Conduite de l'essai	30
2.3- Choix de la dose d'azote	31
2.4- Dosage de l'azote totale (Méthode de KJELDAHL)	31
2.5- Calendrier de traitement phytosanitaire	33
2.6-Mesure de quelques paramètres de contrôle	33
3. Matériel fongique (Souche de champignon <i>Botrytis cinerea</i>)	34
4. Test de sensibilité	34
4.1- Test sur feuilles	34
4.2- Test sur fruits	36
4.3- Test sur plaies d'effeuillage	37
5. Traitement statistique des données	38
Chapitre 3 : Résultats et discussions	
1. Analyses physico-chimiques du sol	39
2. Effet de la fertilisation azotée sur la sensibilité à <i>Botrytis cinerea</i>	42
2.1. Effets sur les disques foliaires	42
2.1.1. Analyse des résultants par la variance	43
2.1.2. Analyse des résultants par le test de Newman-Keuls	44
2.2. Effet sur cicatrices d'effeuillage et sur fruits	46
Conclusion	47
Référence bibliographiques	

Liste des tableaux et figures

Liste des figures

- Figure 01 :** Plant de tomate
- Figure 02 :** Fleur de tomate
- Figure 03 :** Grains de tomate
- Figure 04 :** Dégâts sur feuilles
- Figure 05 :** Dégâts sur fruits
- Figure 06 :** Dégât sur tiges
- Figure 07 :** Dégâts sur fleurs
- Figure 08 :** Cycle de vie de *Botrytis cinerea*
- Figure09 :** La production nationale d'engrais, année 2016
- Figure10 :** Importation d'engrais, année 2016
- Figure 11 :** Une carence azotée entraîne une augmentation de la sensibilité de la tomate à l'agent pathogène nécrotrophe *Botrytis cinerea*.
- Figure12:** Vue aérienne du site d'expérimentation au niveau du département d'agronomie (Google Earth, 2019)
- Figure 13:** Répartition spatiale de la culture de tomate dans la serre d'essai
- Figure 14:** Ajout des doses azotées au niveau des plants de tomate
- Figure 15:** Matras de Kjeldahal (Photo originale ,2019)
- Figure 16:** Souche de *Botrytis Cinerea* (Photo originale, 2019)
- Figure17 :** Test de sensibilité sur disque foliaires
(16a)- Prélèvement des feuilles à partir des plants de tomate.
(16b)-Dépôt des implants mycélien de souche *Botrytis* sur le disque foliaire.
(16c)-Développent des lésions sur les disques et quantification de la surface nécrosée.
- Figure 18 :** Agitation continue d'une suspension d'inoculum issue d'une souche de *B.cinerea*
- Figure 19:** Inoculation de souche de *Botrytis* sur fruits de tomate (Photo originale, 2019)
- Figure20:** Test de sensibilité sur plaies d'effeuillage (Photos originales, 2019)
- Figure 21 :** Conductivité électrique du sol
- Figure 22 :** pH du sol.
- Figure 23 :** Evaluation du taux d'azote dans le sol après la Fert-irrigation des plants par trois doses différentes D1, D2 et D3.
- Figure 24:** Développement de lésions sur les disques et évaluation de surface nécrosée

Figure 25: Représentation graphique de la moyenne des surfaces nécrosées notées sur les disques foliaires issus de plants de tomate soumis à 3 doses différentes de fertilisation azotée et inoculés par une souche de *Botrytis cinerea*.

Liste des tableaux

Tableau 01: Les principaux producteurs de tomate au niveau mondial en 2017.

Tableau 02: Variation de la production de la tomate en Algérie.

Tableau 03: Les Principales maladies bactérienne de la tomate.

Tableau 04 : La production nationale d'engrais, année 2016.

Tableau 05: Importation nationale d'engrais, année 2016.

Tableau 06 : Caractéristiques de la variété objet d'étude.

Tableau 07: Traitement phytosanitaire des plants de l'essai.

Tableau 08: Analyse d'azote au niveau du sol tourbé

Tableau 09: Moyenne et classement des surfaces nécrosées en fonction des trois doses de fertilisation azotée.

Introduction générale

Introduction

Originnaire de l'Amérique de sud, la tomate est un fruit charnu considéré comme l'un des légumes les plus importants dans l'alimentation humaine. Elle est devenue, au fil des ans, un élément inéluctable de la gastronomie de plusieurs pays. En effet, la tomate est, après la pomme de terre, le légume le plus consommé dans le monde, avec une production de 140 million de tonnes chaque année (**BLANCARD, 2009**). Elle est transformée en industrie et consommée comme légume frais. La tomate représente 1/6ème de la production mondiale de légumes (pomme de terre exclue) (**NAVEZ, 2011**).

En Algérie, elle a été introduite par les espagnols au XVIIème siècle. La culture a débutée à l'Ouest et plus précisément à Oran vers 1905 (**BENABADJI, 1977**), puis elle a connu, progressivement, une extension pour atteindre toute la région côtière, notamment le littoral Algérois qui constitue une zone maraichère par excellence. Aujourd'hui, la culture de la tomate occupe une place transcendante dans l'économie agricole ; près de 23977 ha lui sont consacrées annuellement, générant une production moyenne de 13,72 millions de quintaux (qx) durant la campagne 2017-2018 avec des rendements moyens d'environ 428 qx/hectare pour la tomate plein champ et 1.225 qx/hectare pour la tomate sous serre (**MADRP, 2018**).

Cet état de fait est lié en partie aux différents bio-agresseurs inféodés à cette culture. La production de tomate sous serre nécessite un environnement humide et des températures optimales de 20°C à 25°C (**CHAUX ET FOURY, 1994**), ce qui correspond aux exigences climatiques pour la propagation des agents phytopathogènes (**BAPTISTA, 2012**).

La tomate est attaquée par plus de 20 genres de champignons, 19 espèces de virus et 7 espèces bactériennes ainsi que plusieurs ravageurs (**BLANCARD, 2009**). Parmi les champignons qui causent des pertes considérables aux producteurs, on trouve le *Botrytis cinerea* Pers., agent causal de la pourriture grise (Grey Mold).

Pour faire face à ces problèmes, plusieurs types d'intrants sont utilisés afin d'améliorer le rendement de la culture ou d'éliminer les organismes nuisibles. Cependant, l'utilisation de ces produits doit être soumise à des règles de rationalité, ce qui permet de réduire leurs effets néfastes sur la santé humaine, végétale et environnementale.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail qui a pour objectifs de comparer l'effet de trois régimes de Fert -irrigation avec différentes doses d'azote, avec une importante question

de recherche sur l'effet de la fertilisation azotée sur la sensibilité de la culture de tomate à la pourriture grise.

Dans la première partie de cette étude, on présente, à travers une analyse bibliographique, des connaissances générales sur la tomate, sur *B. cinerea*, ainsi que sur l'effet de la nutrition azotée sur la stimulation des défenses de la plante. Le deuxième volet expose la partie expérimentale, où seront rapportées les différentes tâches accomplies au niveau du terrain ainsi qu'au laboratoire. Le troisième chapitre traite les résultats obtenus et leurs analyses. Enfin, on clôture par une conclusion générale.

Chapitre 1

Synthèse bibliographique

1. Généralités sur la tomate

1.1. Origine de la tomate

La tomate est originaire de la région andine du Nord-Ouest de l'Amérique du Sud où sa domestication remonte à plus de 3

5000 ans. Elle a été introduite au Mexique puis, via les Espagnols, en Europe au XVI^{ème} siècle (VEROLET *et al.*, 2001).

1.2. Présentation sur la tomate

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fait partie de la grande famille des Solanacées aux côtés de la pomme de terre, de l'aubergine, du poivron et du piment. Elle est considérée comme premier légume après la pomme de terre et deuxième ressource alimentaire mondiale après les céréales. La tomate est adaptée à des conditions de culture très variées et destinée à la consommation en frais ou à la transformation industrielle (CAUSSE *et al.*, 2000).

La production mondiale a largement progressé au cours des dernières années. Elle est passée de 48 millions de tonnes en 1978 à 124 millions en 2007.

1.3. Position Taxonomique

La tomate est classée par GAUSSEN *et al.* (1982) comme suit :

Règne : Plantae

Sous règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous classe : Asteridae

Ordre : Solanales

Famille : Solanaceae

Genre : *Lycopersicum*

Espèce : *Lycopersicon esculentum* Mill.

1.4. Description botanique

1.4.1. Racine : Forte racine pivotante qui pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus. La racine principale produit une haute densité de racines latérales et adventices.

1.4.2. Tige : Le port de croissance varie entre érigé et prostré. La tige pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4 m. La tige est pleine, fortement poilue et glandulaire.

1.4.3. Feuillage : Feuilles disposées en spirale, 15 à 50 cm de long et 10 à 30 cm de large. Les folioles sont ovées à oblongues, couvertes de poils glandulaires. Les grandes folioles sont parfois pennatifides à la base. L'inflorescence est une cyme formée de 6 à 12 fleurs. Le pétiole mesure entre 3 et 6 cm.

1.4.4. Fleurs : Bisexuées, régulières et entre 1,5 et 2 cm de diamètre. Elles poussent opposées aux ou entre les feuilles. Le tube du calice est court et velu, les sépales sont persistants. En général il y a 6 pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1 cm, qui sont jaunes et courbées lorsqu'elles sont mûres. Il y a 6 étamines anthères ont une couleur jaune vif et entourent le style qui a un extrémité stérile allongée. L'ovaire est supère avec entre 2 et carpelles. En général la plante est autogame, mais la fécondation croisée peut avoir lieu. Les abeilles et les bourdons sont les principaux pollinisateurs.

1.4.5. Fruit : Baie charnue, de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, le fruit est vert et poilu. La couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange. En général les fruits sont ronds et réguliers ou côtelés.

1.4.6. Graines : Nombreuses, en forme de rein ou de poire. Elles sont poilues, beiges, 3 à 5 mm de long et 2 à 4 mm de large. L'embryon est enroulé dans l'albumen. 1000 graines pèse approximativement 2,5 à 3,5 g (NAIKA *et al.*, 2005).

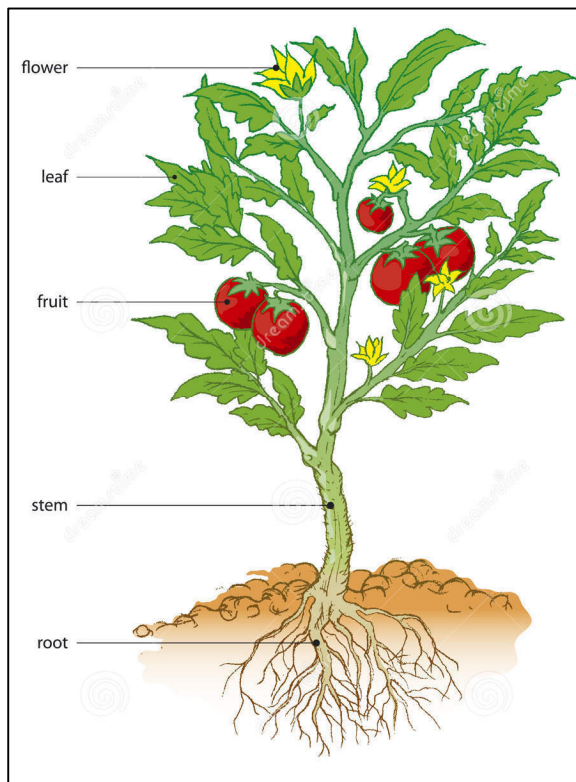


Figure .1. Plant de tomate

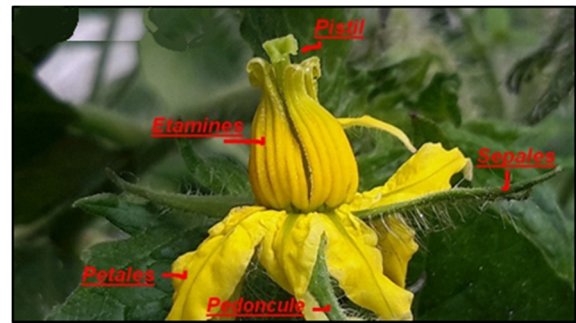


Figure .2. Fleur de tomate



Figure .3 Grains de tomate

1.5. La classification variétale

1.5.1. Les variétés déterminées

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

1.5.2. Les variétés indéterminées :

Ces variétés présentent une tige principale poussant avec régularité et formant un bouquet à fleurs toutes les trois feuilles généralement. Il en résulte que la production des fruits est prolongée. On peut l'arrêter par un pincement du bourgeon terminal à la hauteur souhaitée. Ce groupe se caractérise par un rendement important qui s'étale sur une longue

période (LAUMONNIER, 1979). En Algérie les variétés hybrides sont les plus utilisées citant quelques une : ACTANA, AGORA, BOND, NEDJMA, TAFNA, TAVIRA, TOUFAN, TYERNO et ZAHRA (SNOUSSI, 2010).

1.6. Utilisations de la tomate

Les tomates sont produites en vue de la consommation en frais ou en fruit transformés. Elles ont connu de nombreux débouchés ces dernières décennies : on en fait des concentrés, des jus, du ketchup, de la pulpe, des tomates concassées, des tomates pelées (POLESE, 2007).

1.7. Propriétés nutritionnelles de la tomate

Contrairement à la plupart des fruits, elle est un aliment très peu énergétique, car prise crue, elle n'apporte qu'environ 15 kcal/100 g et 20 kcal/100 g à l'état cuit. La tomate comme la plupart des légumes, présente une bonne densité nutritionnelle avec : 94% d'eau et 6% de matière sèche composée de 50% de sucres (fructose et glucose), 25% d'acides organiques (acides citriques et maliques), 8% de minéraux, 2% d'acides aminés, de caroténoïdes et autres métabolites secondaires, c'est aussi une source de fibres (2 g /100g) soit le quart des apports nutritionnels conseillés (DAVIES et HOBSON, 1981).

1.8. Importance économique de la tomate

1.8.1. Dans le monde

La tomate est l'une des principales productions légumières dans le monde, et particulièrement dans les pays tropicaux et les pays du bassin méditerranéen, elle est cultivée dans plus de 130 pays sur une surface avoisinante 2,5 millions ha (BLANCARD, 2009).

La production mondiale de tomates a battu un record historique en 2016, dépassant les 177.000 millions de kilos, selon les données de FAOSTAT (agence de statistique de l'Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture de la FAO).

Plus précisément, au cours de cette année, il y avait une production totale de 177,042 millions de kilos de tomates, soit 29,08% de plus qu'il y a dix ans. La superficie consacrée en 2016 à la production de tomates était de 4 782 754 hectares, avec un rendement moyen de 3,7 kilos de tomate par mètre carré.

Selon les données développées par le site espagnol Hortoinfo, le rendement moyen aux Pays-Bas a été de 50,7 kg / m² et celui de l'Espagne est de 8,62 kg / m². Il convient également de noter que l'Espagne produit quatre fois plus de tomates que le Maroc et cinq fois plus que la Hollande, mais trois fois moins que la Turquie et 14 fois moins que la Chine.

1.8.2. Les plus grands producteurs mondiaux

La Chine a produit en 2016 une quantité totale de 56 308,91 millions de kilos, soit 31,8% du total mondial. L'extension des superficies que la Chine a consacrée en 2016 à la production de tomate était de 999 312 hectares, avec un rendement de 5,63 kg / m². Le deuxième producteur mondial est l'Inde avec 18 399 millions de kilos de légumes produits en 2016, sur une superficie de 760 000 hectares et un rendement de 2,42 kg / m².

Les États-Unis occupent la troisième position avec une quantité de 13 038,41 millions de kilos, une superficie de 144,410 hectares et un rendement de 9,03 kilos/m². La quatrième position est occupée par la Turquie avec 12 600 millions de kilos, 188 270 hectares et un rendement de 6,69 kg / m². L'Égypte occupe la cinquième position, avec 7,943 millions de kilos de tomates produites sur une superficie de 199,712 hectares et un rendement de 3,98 kg / m².

Tableau 01: Les principaux producteurs de tomate au niveau mondial (FAO, 2017).

Pays	Production (tonnes)
Chine, continentale	59514773
Inde	20708000
Turquie	12750000
États-Unis d'Amérique	10910990
Égypte	7297108
Iran (République islamique d')	6177290
Italie	6015868
Espagne	5163466
Mexique	4243058
Brésil	4230150
Nigéria	4100000
Fédération de Russie	3230718
Ouzbékistan	2455125
Ukraine	2267460
Portugal	1747634
Tunisie	1298000
Maroc	1293761
Algérie	1286286
Cameroun	1279853

1.8.3. En l'Algérie

La culture de la tomate en Algérie se place en seconde position après la pomme de terre. En effet les conditions climatiques des régions productrices de tomate sont très favorables pour l'obtention de bons rendements (ZIDANI, 2007). Le tableau suivant montre la variation de la production Algérienne de la tomate durant les huit dernières années.

Tableau 02. Variation de la production de la tomate en Algérie (FAO, 2017)

Année	Superficie (hectare)	Rendement hg/ha	Production (tonnes)
2010	21, 358,00	33, 6284,00	718, 235,00
2011	20, 575,00	37, 5021,00	771, 606,00
2012	21, 542,00	36, 9958,00	796, 963,00
2013	22, 497,00	43, 3424,00	975, 075,00
2014	22, 646,00	47, 0551,00	1, 065, 609,00
2015	24, 065,00	48, 3593,00	1, 163, 766,00
2016	22, 556,00	56, 7729,00	1, 280, 570,00
2017	23, 977,00	53, 6467,00	1, 286, 286,00

Les plus grandes wilayas productrices de la tomate fraîche sont Biskra avec une production de 2,33 millions de Qx, Mostaganem avec une production de 1,33 million de Qx, Tipaza avec 1,04 million de Qx et Ain Defla avec 728.250 Qx. Outre la tomate fraîche, la production de la tomate industrielle (destinée à la transformation), elle a été de 15,4 millions de qx durant la campagne 2017-2018, avec un rendement de 651 Qx/hectare. Les plus grandes wilayas productrices de la tomate industrielle sont Skikda avec une production de 4,65 millions de Qx, Tarf avec 3,5 millions de Qx, Guelma avec 2,06 millions de Qx et Ain Defla avec 1,68 million de Qx (MADRP, 2018).

2. Culture de la tomate sous abris

2.1. Culture de la tomate sous abris

Ce système de culture vise à produire au long de l'année. La culture sous abri fournit aujourd'hui une part essentielle du marché de frais pour les légumes –fruits tels que la tomate (JEANNEQUIN *et al.*, 2005).

Le but des abris est de créer un environnement favorable au développement de la plante. La maîtrise de cet environnement varie selon le type d'abris. Les tunnels plastiques avec un faible investissement, aident à limiter les contraintes du climat externe, notamment le froid, mais pas à les contrôler. Ils sont utilisés généralement pour une production de tomate (VUILLAUME, 2007). Avec la culture sous abris hors sol, les conditions nutritives de la tomate sont aussi contrôlées en plus (BLANC, 1987).

2.2. Exigences climatiques de la tomate

L'espèce est adaptée à de nombreux types de sol, tant sur le plan de la texture que vis-à-vis du pH. Cependant, il semble que les sols sablo-argileux, limono-sableux ou limoneux, drainants, sont les plus conseillés pour exprimer au mieux le potentiel de la culture. (ANONYME, 2001). La tomate préfère un pH entre 5.5 et 6.5 (I.T.D.A.S, 2006). Le rendement varie peu avec la variation de ce paramètre, mais, la tomate peut être cultivée sur des sols à pH basique, qui sont d'ailleurs les plus rencontrés en Algérie (MERDACIE et ATIA, 2006). Une humidité relative de 75% est jugée optimale ; elle permet d'avoir de bons calibres, et sans défaut de coloration (POLESE, 2007).

Les températures optimales sont:

- Températures diurnes : 20-25°C.
- Températures nocturnes : 13-17°C.
- Température du sol : 14-18°C (CHIBANE, 1999).

2.3. Fertirrigation et engrais azotés

La Fertirrigation consiste à injecter des engrais dans l'eau d'irrigation pour leur permettre d'être rapidement absorbés par les cultures. On l'appelle aussi « Fertigation » ou « irrigation fertilisante ».

Les engrais azotés ont une action très marquée sur la production des racines, des tiges et des feuilles. Ils mettent la plante en mesure d'accroître sa nutrition et par suite son développement. Ces engrais auront donc le meilleur effet sur les « légumes feuilles », choux, épinards, salades et autres.

Parmi ces engrais azotés on peut citer le nitrate de soude. C'est un engrais de printemps, très soluble dans l'eau. Il s'emploie en couverture en vue d'activer immédiatement la végétation au moment où la plante est capable de l'assimiler. Il s'applique à toutes les cultures à doses variables (2 à 3 kilogrammes en moyenne et en deux fois de préférence et à trois semaines d'intervalle par exemple). Il est conseillé de l'épandre entre les rangs avec un léger binage. Il peut aussi être apporté en solution dans l'eau d'arrosage, une fois par semaine, à la dose de 2-3 grammes par litre. Il faut éviter l'usage du nitrate 15 jours avant et après le semis.

2.4. Exigence en éléments fertilisant :

La quantité d'engrais à fournir varie d'une région à une autre, en fonction notamment de la richesse du sol, du climat et de la technique d'irrigation. Généralement, le phosphore ainsi que les engrais organiques (fumier et autres) sont incorporés au sol au moment de la préparation de la serre ; 50% de la potasse sont fournis avant la plantation, le reste l'étant au cours des 10 à 12 premières semaines de la culture.

L'azote est uniquement appliqué après le début de la culture et jusqu'à environ un mois avant la récolte, à raison d'une application par quinzaine (FAO, 1988).

3. Principales maladies et ravageurs de la tomate

Il y a lieu de noter que l'aspect maladies et ravageurs des cultures représente un facteur très important dans leur conduite avec une production économiquement viable et respectueuse de l'environnement et surtout pour la santé humaine (BLANCARD, 2009). La particularité écologique de la culture de la tomate l'expose à diverses nuisances (NECHADI, *et al.*, 2002).

3.1. Les maladies cryptogamiques

3.1.1. Pourriture grise de la tomate

Cette maladie est considérée parmi les maladies les plus redoutables en culture sous serre, elle est causée par *Botrytis Cinerea*, ce champignon peut attaquer toute les parties de la plante principalement les feuilles, la tige et le fruit. La maladie se manifeste sous forme de taches beiges en anneaux concentriques par fois en forme de flamme en plus des chancres de couleurs gris beige légèrement déprimés avec un duvet grisâtre constitué des fructifications conidiennes du champignon. Sur fruit, On observe une pourriture molle avec affaiblissement des tissus qui débute généralement au niveau des sépales ou pétales desséchés. On peut aussi observer des anneaux blanchâtres appelés taches fantômes (EL AKEL *et al.*, 2001). Une humidité relative de 90% et une température 17 à 23°C sont les facteurs qui favorisent cette maladie. *Botrytis* est un champignon de faiblesse, alors lors de l'effeuillage, ébourgeonnement ou du tuteurage. Il y'a une propagation importante de l'infection (EL AKEL *et al.*, 2001).

3.1.2. Alternariose

Cette maladie est induite par *Alternaria solani* provoquant ainsi sur feuille des taches arrondies, bien délimitées, foncée présentant des anneaux concentriques. Mais aussi elle se manifeste par nécrose débutant souvent au niveau de la cicatrice pédonculaire (EL AKEL *et al.*, 2001). Une alternance entre pluie et soleil, favorise la fructification du champignon (MESSIAEN *et al.*, 1991). Elle exige des hygrométries élevées et des températures comprises entre 18 C° et 25 C° (BLANCARD, 1988).

3.1.3. Oïdium

Le champignon *Leveillula taurica* est responsable des taches jaunes sur le dessus des feuilles, des spores blanches et poudreuses se développent sur ces taches, tant sur le dessus que le dessous des feuilles. En cas d'infection grave, on constate une sénescence des feuilles et des baisses de rendement. L'agent pathogène n'infecte ni les fruits, ni les tiges. Le développement de la maladie est favorisé par une humidité relative comprise entre 50 et 70% et une température entre 20 et 25°C. La présence d'eau libre n'est pas nécessaire (EL AKEL *et al.*, 2001).

3.1.4. Mildiou

Le mildiou, causé par *Phytophthora infestans*, est l'une des maladies les plus dévastatrices trouvées dans la culture de tomate à travers le monde (CESPEDES, 2013). Le pathogène *Phytophthora infestans* forme sur feuille de larges taches, d'abord jaunâtres puis brunes. Si les conditions sont favorables, le pourtour reste clair à la face supérieure et couvert d'un duvet blanchâtre à la face inférieure (BOVEY *et al.*, 1972). Et sur fruit on observe des taches brunes marbrées, irrégulièrement bosselées en surface (BLANCARD, 1988). Le cycle de vie de l'agent pathogène, peut être complété en 3-4 jours. L'accumulation rapide de l'inoculum se produit généralement dans les champs ou sous abris pendant la saison favorable, (température moyenne entre 20 et 22°C et une humidité relativement élevée) (JUNIOR, 2006). Par contre une atmosphère sèche et des températures proches de 30°C détruisent le pathogène (BLANCARD, 1988).

3.1.5. Rhizoctone

Est une maladie causée par *Rhizoctonia solani* qui est un champignon tellurique responsable de fonte de semis, il peut entraîner des lésions brun rougeâtre sur toutes les parties de la graine germée. Il produit aussi des chancres situés au collet. Par la suite, il gagne la tige et la ceinture progressivement (BLANCARD, 2009). Il est particulièrement présent dans les sols maraichères ayant porté à plusieurs reprises des cultures légumineuses. Il semble pouvoir se développer aussi bien dans les sols humides et lourds que dans les sols plus légers et plus secs à des températures comprises entre 15 et 26°C (BLANCARD, 1988).

3.1.6. Sclérotiniose

Causée par *Sclerotinia sclerotium*. Ce champignon provoque au niveau des pépinières, des lésions chancreuses humides sur la tige et le collet aboutissant inexorablement à la mort des plantules. Sur plantes plus âgées il se comporte comme colonisateur de blessure produisant des scléroties à l'intérieur de la tige. Ces altérations évoluent progressivement et finissent par ceinturer la tige (BLANCARD, 2009).

3.1.7 Fusariose

Selon SUDHAMOY (2009), la fusariose causée par le champignon tellurique *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* est parmi les maladies les plus dévastatrices de tomate. Au début, les symptômes ne sont visibles que sur une seule moitié de la surface des feuilles, des branches ou des plantes (RUOCCO, 2001). Ces symptômes sont un jaunissement des feuilles et un flétrissement qui se propagent à partir de la base de la tige (MOHAMED H AA., 2003). La maladie provoque de grandes pertes, en particulier sur les variétés sensibles de tomates, lorsque la température du sol et de l'air sont assez élevée. Cela favorise l'apparition de la maladie (SUDHAMOY, 2009).

3.2. Les maladies bactériennes

Les principales maladies bactériennes de la tomate sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 03 : Les principales maladies bactériennes de la tomate (BLANCARD, 2009).

Nom de la maladie	Symptômes	Condition favorable au développement
<i>Pseudomonas syringae</i> La moucheture bactérienne	Sur feuilles, la maladie se manifeste sous forme de minuscules taches noires, entourées d'un halo jaune constituant le symptôme le plus caractéristique. Sur fruits, Apparaissent des petites lésions superficielles brunes circulaires pouvant entraîner sa déformation	La bactérie peut survivre et se maintenir sur la plante sans manifester de symptômes. Le développement de la maladie est favorisée par une humidité relative élevée, des températures d'environ 20°C et en particulier la présence de film d'eau sur les organes de la plante
<i>Xanthomonas campestris</i> La gale bactérienne	Se manifeste sous forme de taches sur toutes les parties aériennes de la plante. Ces taches sont souvent plus grosses que celles de la moucheture Sur fruits, de petites pustules	La maladie est transmise par la semence. Elle est favorisée par des températures assez élevées (optimum 25°C). la pénétration dans les tissus se fait par les ouvertures ou par

	<p>brunâtres d'aspect liégeux, sont observées. Au grossissement du fruit, ces gales s'entourent d'un halo huileux.</p>	<p>des blessures accidentelles. La bactérie se conserve dans les débris des récoltes.</p>
<p><i>Clavibacter michiganensis</i> Le chancre bactérien</p>	<p>La maladie se manifeste souvent par un flétrissement, souvent unilatéral, qui débute par les feuilles de la base.</p> <p>Les folioles s'incurvent sur les bords avant de flétrir. Des stries noires apparaissent souvent sur les pétioles et sur les tiges.</p> <p>Sur tiges, une coupe longitudinale permet de montrer un fil blanchâtre, jaunâtre ou brunâtre au niveau des tissus vasculaires. La décoloration de la moelle et son détachement des tissus vasculaires.</p> <p>Sur fruits, se forment souvent de petites taches blanchâtres dont le centre brunit et s'entoure d'un halo jaune clair qu'on appelle « œil de oiseau »</p>	<p>18 à 24C° avec plus de 80% d'humidité. Comme la plupart des bactéries, elle est favorisée par des périodes climatiques humides. Les plantes plus vigoureuses après un apport d'azote, serait plus sensibles.</p>

3.3. Les maladies virales

3.3.1. Tomato mosaic virus (TOMV) (virus de la mosaïque de la tomate)

Les symptômes dépendront de la variété, l'âge de la plante au moment de l'infestation, et l'état de l'environnement. Le virus provoque marbrures et rugosité des feuilles et nanisme. Des

rendements réduits et roussissement des fruits (BENTON, 2008). La transmission se fait par des pucerons (TROTIN-CAUDAL, 2011).

3.3.2. Cucumber mosaic virus (CMV) (virus de la mosaïque du concombre)

La plante est caractérisée par un raccourcissement marqué des entre-nœuds, des pousses apicales qui lui confère un aspect compact et buissonnant. Leurs folioles sont petites et roulées vers le haut. Les vieilles feuilles sont de taille normale et présentent une mosaïque légère. Les rendements sont considérablement réduits et les fruits sont peu nombreux, petits et maturité inégale (GALLITELLI, 2000). Le CMV peut être acquis et transmis par plus de 80 espèces de pucerons des plantes infectées vers les plantes saines (GALLITELLI, 2000). Le CMV peut être acquis et transmis par plus de 80 espèces de pucerons des plantes infectées vers les plantes saines (GALLITELLI, 2000).

3.3.3. Tomato spotted wilt virus (TSWV) (virus de la maladie bronzée de la tomate) Les symptômes du TSWV sont très variés. Sur les feuilles, on peut observer un symptôme de mosaïque vert clair à vert foncé. Des taches chlorotiques à nécrotiques, parfois en anneaux, apparaissant sur les faces supérieures puis inférieures. On note aussi des plages rouge brun, plus nombreuses et confluentes à la base des folioles, qui deviennent légèrement enroulées (MARCHAUX *et al.*, 2008).

Le principal agent de transmission du TSWV sont les thrips. Neuf espèces de cet insecte ont été rapportées vecteurs de ce virus.

3.3.4. Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) (Virus de du jaunissement et feuille en cuillère de la tomate)

Les plantes atteintes ont une croissance ralentie, ou même bloquée, leur conférant un aspect chétif : réduction des entre nœuds, aspect buissonnant, folioles de petites taille qui jaunissent et deviennent incurvés (cuillère) et parfois filiformes. Les fruits sont petits et peu nombreux. Si l'infection est précoce la récolte est nulle (TROTIN-CAUDAL, 2011). Transmis par les aleurodes (BENTON, 2008).

3.4. Les ravageurs

3.4.1. La mineuse

Les larves de *Tuta absoluta* creusent des mines dans les feuilles au point d'avoir les deux épidermes, de la face supérieure et inférieure, transparents. Sur fruits, des galeries peuvent être observées sur les sépales et au niveau de la tige. On observe également des perforations et dessèchements sur la partie haute de la plante (TROTIN-CAUDAL, 2011). Le seuil de température de développement de *Tuta absoluta* est de 7 à 9°C selon les stades du ravageur. Toutefois, à 4°C, ces larves se maintiennent en conditions de laboratoire. Des températures

constantes de 35 °C entraînent un arrêt de son développement. Par contre il serait maintenu dès qu'il y a alternance des températures (ex.25°C à 35) (TROTIN- CAUDAL, 2011).

3.4.2. Les aleurodes

Ils injectent une salive durant le processus de nutrition. Cette salive contient des enzymes et des toxines qui perturbent les processus physiologiques des plantes. Ces perturbations peuvent être à l'origine d'une maturité précoce et d'une coloration irrégulière des fruits de tomate (TROTIN-CAUDAL, 2011).Les aleurodes se développent à des températures variant de 10 à 32°C ce qui leur confère des possibilités de se maintenir et se multiplier presque toute l'année en culture de tomate sous serre (EL AKEL, 2001).

3.4.3. Les thrips

Sur feuilles, ces insectes présentent des taches argentées puis blanches avec des ponctuations noir brillant, correspondant aux déjections des thrips. Sur fruits, il s'agit d'une petite ponctuation brune entourée d'un halo blanchâtre que l'on peut observer sur fruit vert (TROTIN-CAUDAL, 2011). Le développement des thrips paraît être favorisé par des climats où l'air a un taux élevé d'humidité relative et où les précipitations sont assez faibles. Au moment où les adultes sortent du sol, de fortes pluies freinent beaucoup les pullulations.

3.4.4. Les noctuelles

Des perforations sont occasionnées par les chenilles qui se nourrissent des feuilles dès leur éclosion. Elles causent des galeries dans le fruit et leur pré maturation voir un pourrissement en cas d'attaque précoce sur jeune fruit vert. De même des fruits broutés en surface sont quelque fois rencontrés. Au niveau de la tige, on observe des perforations (TROTIN-CAUDAL, 2011). Les noctuelles sont exigeant vis-à-vis de la température de sorte qu'à 25°C les œufs éclosent après 4 jours environ et qu'à 22°C le développement de la larve dure approximativement 18 jours contre 50 environ à 17°C (MALAIS ET RAVENSBERG, 2006).

3.4.5. Les acariens

Les acariens piquent les folioles à la face inférieure mais aussi éventuellement à la face supérieure. Ces piqûres provoquent un dessèchement des cellules, donnant un aspect moucheté à la face supérieure. En cas de forte attaque, un dessèchement de feuilles ou de la plante entière peut être observé avec la présence de toiles très fines caractéristiques qui recouvrent les organes atteints (TROTIN-CAUDAL, 2011).Les acariens se développent et se multiplient très rapidement par temps chaud et sec (température supérieure à 22°C et humidité relative inférieure à 50%). Le développement de l'œuf à l'adulte dure environ 15 jours à 20°C, 9 jours à 25°C et moins de 7 jours dès que la température dépasse 30 °C (TROTIN-CAUDAL, 2011).

3.4.6. Les pucerons

Leurs piqures provoquent la crispation ou l'enroulement des feuilles. Ils sont localisés sous les feuilles. Les pucerons secrètent un miellat sur lequel se développe la fumagine (MOREAU et LETEINTURIER, 1997). Dans les conditions de l'abri, les pucerons se multiplient très rapidement : à 20°C le temps moyen de doublement de la population est de 2,4 à 5,1 jours. La durée de développement est très influencée par la température ; à 20°C elle est d'environ 8.9 jours (TROTIN-CAUDAL, 2011).

2. Le *Botrytis cinerea*

2.1. Systématique :

Après les remaniements de la classification des mycètes, la classification actuelle de *Botrytis cinerea* est comme suit :(CARD, 2005).

Règne	Fungi
Division	Ascomycota
Classe	Leotiomycetes
Ordre	Helotiales
Famille	Sclerotiniaceae
Genre	<i>Botryotinia</i>
Espèce	<i>Botrytis cinerea</i>

2.2. Gamme d'hôte :

Le *Botrytis cinerea* est un ascomycète pathogène, ubiquiste et très polyphage. Ce champignon est responsable de pourritures sur un grand nombre de plantes hôtes d'importances économiques en agriculture. Il attaque plus de 200 espèces de cultures dans le monde (GOVRIN, and LEVINE, 2000 ; LECOMPTE *et al.*, 2013).Parmi elle, on cite certaines cultures qui entrent en rotation avec la tomate comme la laitue, le poivron et l'aubergine (BLANCARD, 1997)

2.3. Symptômes sur tomate

Sur les cultures de tomate, *B. Cinerea* affecte toute les parties de la plante. Les attaques de pourriture grise peuvent provoquer une diversité de symptômes (WILLIAMSON *et al.*, 2007), et se manifestent sur les différents organes de la plante comprenant les feuilles, tiges et les fruits. Cette maladie cause souvent des dégâts très importants (EDEN *et al.*, 1996) .

2.3.1. Symptômes sur feuilles :

Sur les feuilles, *B. cinerea* peut provoquer des nécroses et des lésions et laisse apparaître des taches brunes à l'extrémité des folioles permettant ainsi l'apparition d'un duvet grisâtre sur la feuille. Lors d'une épidémie grave, le feuillage entier va être détruit (ELAD *et al.*, 1995).

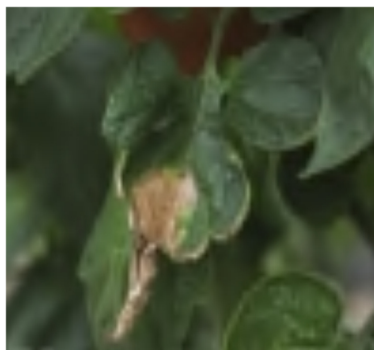


Figure 04: Dégâts sur feuilles (INRA ,Avignon. France, 2001)

2.3.2. Symptômes sur fruits :

L'infection commence à la pointe florale ou au bout du pédoncule. Une couche de champignon d'une couleur grise a tendance à se former rapidement lorsque les conditions d'humidité sont élevées. Dans ce cas une pourriture molle aqueuse va altérer le fruit, qui, dans ce cas tombe et sert de source d'inoculum secondaire dans la serre (ELAD *et al.*, 1995, ELHADI, 2012). Sur les tomates, le pathogène induit également un symptôme nommé «fantôme». Ce type de symptôme est associé au système de défense successif de la plante caractérisé par de petites lésions nécrotiques, généralement entourées d'un halo lumineux. Les points fantômes peuvent être dispersés dans tout le fruit, affectant ainsi sa qualité (ELAD *et al.*, 2007).



Figure 05 : Dégâts sur fruits (INRA, Avignon. France, 2001)

2.3.3. Symptômes sur tiges :

Lorsque la tige est envahie par *B.cinerea*, le plant meurt entièrement ; ce qui va engendrer des pertes de rendement (ELAD *et al.*, 1995). A ce niveau, l'infection aura lieu à la faveur d'une blessure, et commence généralement à la base des pétioles de la feuille (ELHADI, 2012).



Figure 06 : Dégât sur tiges (INRA, Avignon. France)

2.3.4. Symptômes sur fleurs :

Lorsqu'une fleur est infectée elle avorte et ne produit de fruit, cette infection, dans certains cas, se développe pour atteindre également la tige (ELAD *et al.*, 1995).



Figure 07 : Dégâts sur fleurs (INRA, Avignon. France, 2001)

2.4. Cycle de développement :

Pour la phase asexuée, des conidiophores grisâtres produisent des conidies par mitose. Lorsque les conditions sont favorables les conidiophores libèrent les conidies dans l'air (PETIT, 2008). Les conidies sont la principale source de dissémination du champignon. Une fois les conidies installés sur un tissu végétal blessé ou sénescant, avec des conditions d'hygrométrie et de températures favorables, un mycélium cloisonné se développe et colonise les tissus. Lorsque le mycélium est au stade de fructification, il produit des conidiophores et le cycle est relancé (WILLIAMSON *et al.*, 2007).

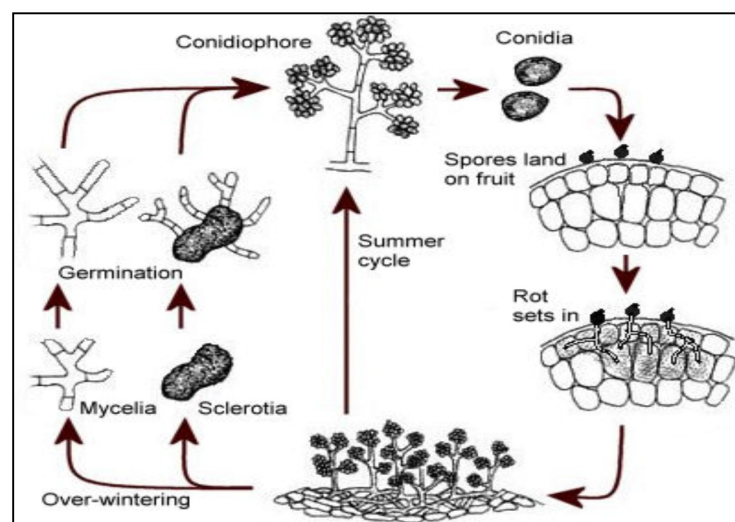


Figure08: Cycle de vie de *Botrytis cinerea* (source Agrios, 2005)

2.5. Exigences nutritives

Pour mieux se développer, *B.cinerea* nécessite la présence d'une source exogène de nutriment, que ce soit pour la germination des spores, le développement du mycélium, ou la formation des appressorium (LI *et al.*, 2004). La présence du carbone est nécessaire à la germination (BLAKEMAN, 1975). Quant à l'azote, sa présence dans le sol avec un taux élevé stimule le développement des plants de tomate et réduit l'incidence de l'infection par *Botrytis cinerea* (VERHOEFF, 1968).

2.6.Méthodes de lutte

La lutte contre la pourriture grise nécessite une combinaison de plusieurs moyens. Les méthodes de lutte telles que les techniques culturales (ELAD *et al.*, 2007), la gestion du climat (JEANNEQUIN *et al.*, 2011), et la lutte chimique sont développées (BILLARD *et al.*, 2011), tandis que la lutte biologique est abordée comme une perspective prometteuse (HMOUNI *et al.*, 2005).

3. L'azote et la plante

Bien que l'azote compose 80% de l'atmosphère, seules quelques espèces peuvent l'utiliser directement sous forme gazeuse. La majorité des plantes l'utilisent directement et préférentiellement sous forme de nitrate (NO_3) et rarement sous forme organique (NH_4). La forme de l'azote absorbée est très importante. Une alimentation basée essentiellement sur l'ammonium induit une augmentation des acides aminés dans les tissus et un déficit en acide organique. Chez la tomate le symptôme le plus visible est une diminution de la croissance végétative et la toxicité des feuilles et des tiges (PEET *et al.*., WELLES, 2005). Une alimentation riche en nitrates augmente la teneur des tissus en protéines.

L'azote intervient aussi dans le métabolisme du carbone et peut aussi stimuler ou réprimer l'action de certains gènes de la plante impliqués dans les mécanismes de défense (AZIZ *et al.*, 1998). Une fois absorbé, l'azote est incorporé directement dans les acides aminés, protéines, acides nucléiques, composés phénoliques et certaines hormones et composés secondaires, se qui peuvent être une source de toxine ou d'alimentation. Une carence se traduit généralement par une chlorose des feuilles, l'excès provoque une augmentation du rapport tige, (feuilles, racine) (HOPKINS, 2003) et une intensification de la coloration des parties vertes qui vire vers le vert bleuté (LEPOIVRE, 2003). La teneur en azote est variable selon les organes, Les racines, tiges et feuilles comportent en général 6% alors que les fruits ne comportent que 1,5% (TOOR *et al.*, 2006).

3.1. Absorption de l'azote et fertilisation

Il faut tenir compte des périodes d'absorption en azote par les racines (qui dépendent du cycle de la plante) pour le calcul de la fertilisation azotée, afin que les fertilisants libèrent l'azote au bon moment et en quantité suffisante pour la culture.

Lorsque l'azote est apporté sous forme d'engrais minéral, les épandages fractionnés sont possibles. Pour les apports de matières organiques, le fractionnement est le plus souvent irréalisable : il faut choisir une matière à libération en azote plus ou moins lente qui coïncide au mieux avec les besoins instantanés de la culture. Pour satisfaire les besoins de la culture et entretenir la fertilité du sol, le raisonnement de la fertilisation consiste à calculer la dose de matière organique à apporter en fonction des besoins en N, P, K, puis la dose complémentaire en engrais minéraux (CHABALIER *et al.*, 2007).

3.2. Composition des organes de la plante

Chaque organe a une composition et des besoins chimiques spécifiques. Les organes de transfert de la sève et de soutien, comme les tiges, sont pauvres en azote et en phosphore. Les organes très actifs, comme les feuilles, sont riches en ces deux éléments. Les organes de stockage de sucre ou d'amidon, comme les tiges de canne, les tubercules et les racines, sont riches en K. Les organes de stockage de protéines, comme les grains, sont riches en azote et en phosphore (CHABALIER *et al.*, 2007).

3.3. L'azote est le principal facteur de production

L'azote permet à la plante de réaliser la photosynthèse et donc de croître. C'est pour cette raison que l'azote est considéré comme le pivot de la culture. Dans la plante, 80 % de l'azote sont sous forme protéique, le reste étant des acides aminés libres et des acides nucléiques (ADN, ARN). L'azote permet la constitution de réserves protéiques dans les graines. Il est donc primordial de connaître les besoins azotés de la culture et, si c'est possible, ses besoins instantanés à chaque stade de développement. Le calcul de la fertilisation optimale, dite fertilisation raisonnée, permet de concilier rendement, qualité et conservation après récolte, ainsi que protection de l'environnement. Des apports non raisonnés (dates mal choisies, quantités trop faibles ou trop fortes) peuvent avoir des effets néfastes : mauvais rendements, reliquats d'azote élevés dans le sol après la récolte, drainage de l'azote excédentaire vers les nappes d'eau profondes. De plus, la teneur excessive en nitrates dans les tissus de la plante entraîne une sensibilité accrue aux insectes et aux maladies cryptogamiques (verse, oïdium, rouilles, *Sclerotinia*, *Botrytis*, etc.). L'azote a un rôle sur la qualité des produits récoltés. Pour les grains, on recherche des teneurs élevées en protéines (donc en N). Pour la salade, la carotte, la betterave, les légumes feuilles, on recherche des teneurs faibles en nitrates (pour la salade, inférieures à 3,5 g/kg de poids frais)(CHABALIER *et al.*, 2007).

4. L'azote et le raisonnement de la fertilisation

La quantité d'azote absorbée par la plante détermine le niveau d'absorption des autres éléments minéraux. L'agriculteur doit donc connaître les besoins totaux de la culture en azote afin de caler le plan de fertilisation pour les autres éléments essentiels (phosphore et potassium). Les besoins en éléments minéraux sont différents selon le stade de développement de la culture : la fertilisation doit être apportée au bon moment et en quantité suffisante. Des apports trop élevés entraînent des risques d'accidents végétatifs et des pollutions de l'environnement (CHABALIER., 2007).

5. Utilisation d'engrais en Algérie

L'Algérie, malgré ses richesses, ses potentialités et ses capacités, utilise peu d'engrais comparativement aux autres pays (Maroc, Tunisie...). L'utilisation semble se stabiliser autour de 45 unités d'éléments nutritifs/ha, mais reste en deçà des normes d'intensification des cultures et d'amélioration de la productivité (FAO 2005).

L'Algérie recèle des ressources phosphatées importantes, ce qui permet de satisfaire les besoins de l'agriculture en engrais et l'exportation d'une quantité appréciable. La structure d'exploitation minière, l'Entreprise nationale du fer et du phosphate, FERPHOS, est en mesure de fournir à ASMIDAL, l'entreprise de transformation et de production, des quantités de phosphate naturel couvrant ses besoins, avec un surplus pour l'exportation. S'agissant de l'azote, les ressources en gaz de l'Algérie (cinquième rang mondial) permettent la couverture de la totalité de ses besoins et la possibilité d'exporter gaz et engrais azotés. Avec l'ouverture économique et la libéralisation du marché, ASMIDAL n'est plus le seul pourvoyeur d'engrais ; des sociétés privées ont investi le marché national (importation et reformulation d'engrais en fonction de la demande) mais leur impact est encore très limité (FAO 2005).

Tableau 04 : Production nationale d'engrais (FAO, 2016)

Produit	Production (tonnes)
Ammoniac anhydre (pour application directe)	1130000
Nitrate d'ammonium	85000
NPK	100000
Phosphate naturel	1270000
Solutions d'urée et de nitrate d'ammonium (UAN)	388000
Superphosphates plus de 35%	16000
Superphosphates et autres	0
Urée	1259000

Tableau 05 : Importation nationale d'engrais. (FAO, 2016)

Produit	Importation (tonnes)
Ammoniac anhydre (pour application directe)	2.73
Autres composés NP	10775.82
Autres engrais azotés, non classés ailleurs	2553.13
Autres engrais phosphatés, non classés ailleurs	104.02
Autres engrais potassiques, non classés ailleurs	3223.35
Chlorure de potassium	7162.06
Composés PK	7162.06
Nitrate d'ammonium	5030.37
Nitrate de potassium	624.16
Nitrate de sodium	916.85
NPK	58115.34
Phosphate diammonique (DAP)	2.01
Phosphate monoammonique (MAP)	28354.77
Phosphate naturel	2.18
Solutions d'urée et de nitrate d'ammonium (UAN)	691.09
Sulfate d'ammoniaque	4984.5
Sulfate de potassium	26585.32
Superphosphates plus de 35%	3400
Urée	41199.37

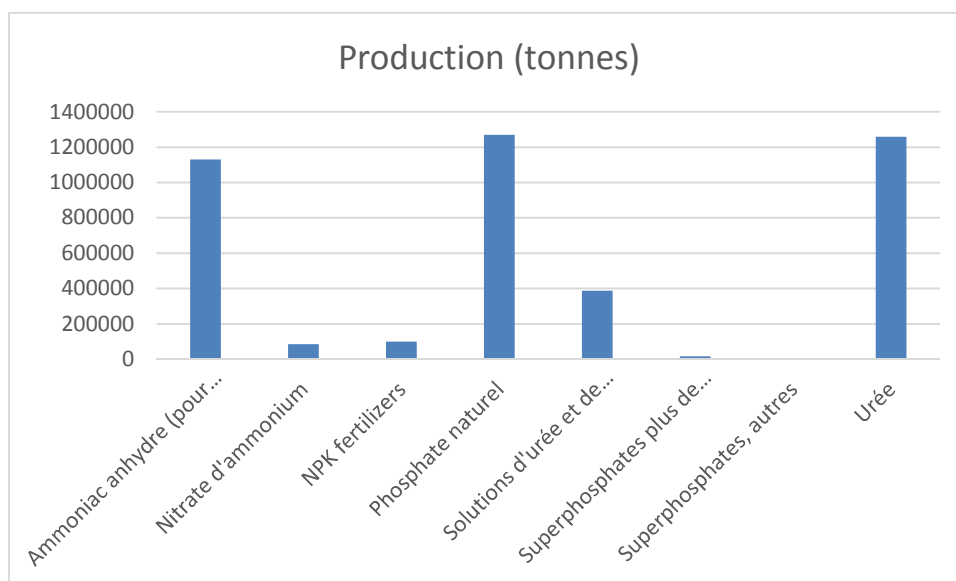


Figure 09 : Production nationale d'engrais, (FAO, 2016)

À partir de la figure 09 nous notons que la production nationale d'engrais est généralement reste faible par rapport au grands pays producteurs et que les engrais à base du phosphate et d'azote montre la production le plus élevée à l'échelle nationale, ce qui est dû à la forte demande de ces produits aux agriculteurs.

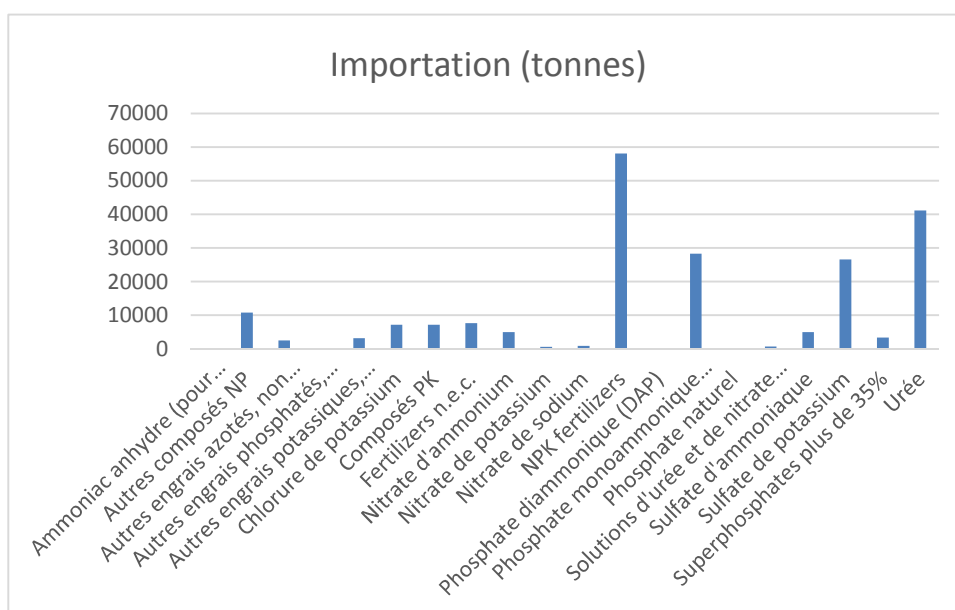


Figure 10 : Importation d'engrais, (FAO, 2016)

On note aussi à partir de la figure 10 que les engrais les plus importées en Algérie sont le NPK avec 58115 tonnes/ans et d'Urée avec 41199.37 tonnes/ans.

6. Effet de la fertilisation azotée sur la résistance des cultures aux Bio-agresseurs.

L'apport des éléments minéraux, dont l'azote, modifie la composition biochimique des plantes. La fertilisation azotée en particulier conduit à augmenter les teneurs en composés azotés (SINGH ET KAITH, 1995) et à diminuer la teneur en composés de défense carbonés (HOFFLAND *et al.*, 2000).

Les travaux qui traitent l'impact de la fertilisation sur la résistance des plantes, montrent que la sensibilité à l'infestation augmente avec la fertilisation, atteint un plateau puis décroît pour les fortes doses (GRECHIET *et al.*, 2010 ; SAUGEET *et al.*, 2010 ; MARQUIS *et LILL*, 2010). L'augmentation de la disponibilité en azote favorise d'abord la croissance (nombre et vitesse de croissance des pousses (GRECHI *et al.*, 2010) et dans un second temps l'augmentation des concentrations en azote de la plante.

Plusieurs hypothèses sont actuellement discutées pour expliquer l'effet inhibiteur des fortes concentrations en azote. Celles-ci pourraient entre autre stimuler la biosynthèse de composés de défense (BARTO *et al.*, 2008).

7. Liens entre la résistance des plantes et la disponibilité en nutriments

Les nutriments sont essentiels pour la croissance et le développement des plantes, peuvent affecter la sévérité des maladies (HUBER *et GRAHAM*, 1999). Aucune règle générale n'est observée concernant leurs effets. En fonction de l'agent pathogène ou de la plante, un nutriment particulier peut participer à la diminution ou à l'augmentation de la sévérité d'une maladie. Par exemple, l'application d'azote provoque une diminution de la sensibilité de la tomate à *Alternaria solani* (BLACHINSKI *et al.*, 1996), alors qu'une augmentation de sensibilité est observée lors de l'infection par *Pseudomonas syringae* chez cette même plante (HOFFLAND *et al.*, 2000).

8. Implication de l'azote dans les défenses immunitaires

8.1. Fertilisation azotée et maladies

Il est aujourd'hui largement reconnu que la disponibilité en azote a une influence sur les interactions plante/agents pathogènes (FAGARD *et al.*, 2014). De nombreuses études agronomiques indiquent que la disponibilité en azote influence la résistance des plantes aux maladies (HUBERET WATSON, 1974; DORDAS, 2008). Cependant, cet effet est très variable selon les cas et pourrait en partie être corrélé au mode de vie de l'agent pathogène. En effet, la

fertilisation azotée augmente la sensibilité des plantes aux agents pathogènes biotrophes alors qu'elle diminue chez les plantes infectées par des agents pathogènes nécrotrophes (SNOEIJERS *et al.*, 2000; MITTELSTRASS, 2006; DORDAS, 2008).

Chez la pomme de terre par exemple, des résultats contradictoires sont observées entre *Phytophthora infestans* (hémibiotrophe) et *Alternaria solani* (nécrotrophe). En effet, la fertilisation azotée augmente la résistance des plantes à *Alternaria solani* alors que les plantes deviennent plus sensibles à *Phytophthora infestans*. De plus, il a été montré qu'en limitation azotée, *Arabidopsis thaliana* est plus sensible à la bactérie *Erwinia amylovora* alors que cette même limitation provoque une augmentation de la résistance de la plante au champignon nécrotrophe *Botrytis cinerea* (FAGARD *et al.*, 2014). D'autres facteurs entrent en jeu concernant le rôle de l'azote sur les maladies et pourraient expliquer en partie les résultats contradictoires observés dans la littérature. (LECOMPTE *et al.*, 2010) ont montré que l'impact de la disponibilité en azote sur la sensibilité de la plante à *Botrytis cinerea* était dépendant de la virulence de la souche utilisée. Les effets positifs ou négatifs de l'azote sur le développement des maladies sont également observés au niveau intra-spécifique comme chez le riz. Dans ce cas, les différences observées de susceptibilité au champignon pathogène *Magnaporthe oryzae* pourraient être en partie expliquées par la variabilité de l'efficacité d'utilisation de l'azote (BALLINI *et al.*, 2013).

Tous ces résultats indiquent que l'impact de la fertilisation azotée sur la maladie des plantes est complexe et nécessite des études plus poussées des mécanismes impliqués dans la modulation de la résistance par l'azote.

8.2. Effet de l'azote sur les réponses de défense des plantes

La fertilisation azotée peut affecter les interactions plante-agent pathogène en perturbant les réponses de défense de la plante. Suite à l'attaque de la plante par un microorganisme, celle-ci diminue temporairement l'investissement énergétique alloué à la croissance au profit de la défense (VOS *et al.*, 2013). Ce changement dans le métabolisme est appelé compromis entre la croissance et la défense (WALTERS *et HEIL*, 2007) et serait lié à la limitation des ressources de la plante entraînant une priorisation de leur utilisation soit pour les défenses soit pour la croissance.

Un lien important existe entre nutrition et défense. En effet, des études, utilisant des traceurs de carbone et d'azote, ont montré que les flux métaboliques étaient altérés lors de la réponse immunitaire pour permettre la synthèse de composés de défense, suggérant ainsi une redirection du métabolisme (ENGELSDORF *et al.*, 2013 ; ULLMANN-ZEUNERT *et al.*, 2013).

Cependant, la balance croissance/défense n'est pas une règle générale et la synthèse de certains composés de défense peut être, au contraire, stimulée dans des conditions où la croissance de la plante est favorisée (MASSAD *et al*, 2012).

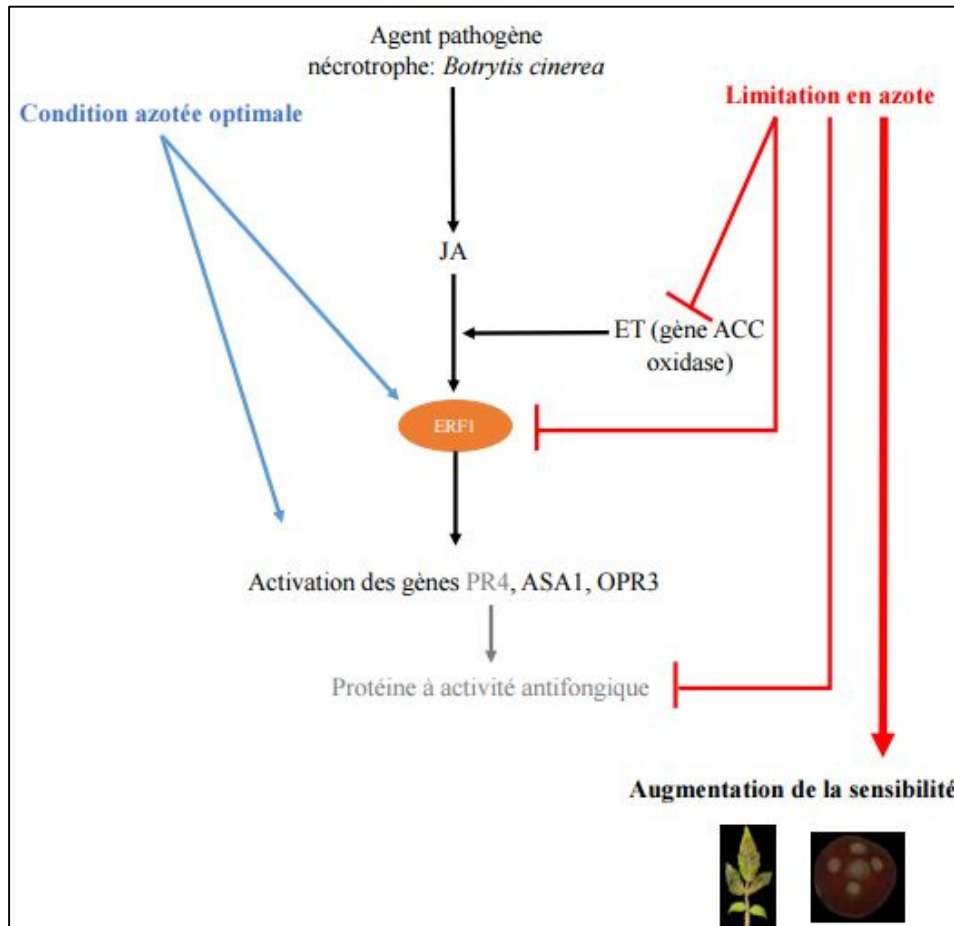


Figure 11: La carence azotée entraîne une augmentation de la sensibilité de la tomate à l'agent pathogène nécrotrophe *Botrytis Cinerea*. (VEGA *et al*, 2015)

En condition limitante en azote :

- le gène ACC oxidase, impliqué dans la synthèse de l'éthylène, ainsi que le facteur de transcription ERF1 (EthyleneResponse Factor), sont réprimés,
- les gènes anthranilatesynthase 1 (ASA1), 2-oxophytodienoate réductase 3 (OPR3), et pathogenesis-related 4 (PR4) sont également réprimés,
- la plante devient plus sensible à *Botrytis cinerea*.

Chapitre 2

Matériels et Méthodes

1. Présentation du site d'étude

L'étude a été réalisée dans une serre tunnel située au niveau du terrain expérimental du département d'agronomie. C'est une serre de forme classique, couverte en polyéthylène dont les dimensions sont de 8m de largeur, 50m de long et 3.5 m de hauteur (figure 12).




Figure12 :Vue aérienne du site d'expérimentation au niveau du département d'agronomie (Google Earth, Mai-2019).

2. Matériel végétal

2.1-Variété

Le matériel végétal choisi pour notre étude est constitué par une seule variété de tomate nommée Sahara F1. Les principales caractéristiques de cette variété sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau06 : Caractéristiques de la variété objet d'étude.

Variété	Caractéristiques
<p style="text-align: center;">TOMATE SAHRA F1</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Tomate hybride d'origine Chinoise - Croissance indéterminée. - Plant Vigoureux. - Feuillage dense de couleur vert foncé. <p>et une bonne couverture végétale.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entre- nœuds courts et une bonne nouaison sous les conditions climatiques difficiles - Fruit rond et légèrement aplati, ferme avec une couleur rouge vif. - Les fruits sont de taille énorme, poids supérieur à 500 g. Ils sont légèrement côtelés. - Sensible au Botrytis et au TYLC - Excellent rendement avec une moyenne de 6 fruits par bouquet.

2.2- Conduite de l'essai

Notre essai a été réalisé en mettant 120 pots arrangés sur 4 lignes ; chaque ligne contient 30 pots et chaque pot contient un plant de tomate

Les pots ont été divisés en quatre lots égaux (L0, L1, L2, L3). Le premier (L0) a été réservé comme témoin (irrigué en eau sans apport azotique). Chacun des trois lots (L1, L2, et L3) a été soumis à une fertirrigation manuelle d'une dose (D1, D2, D3) respectivement.

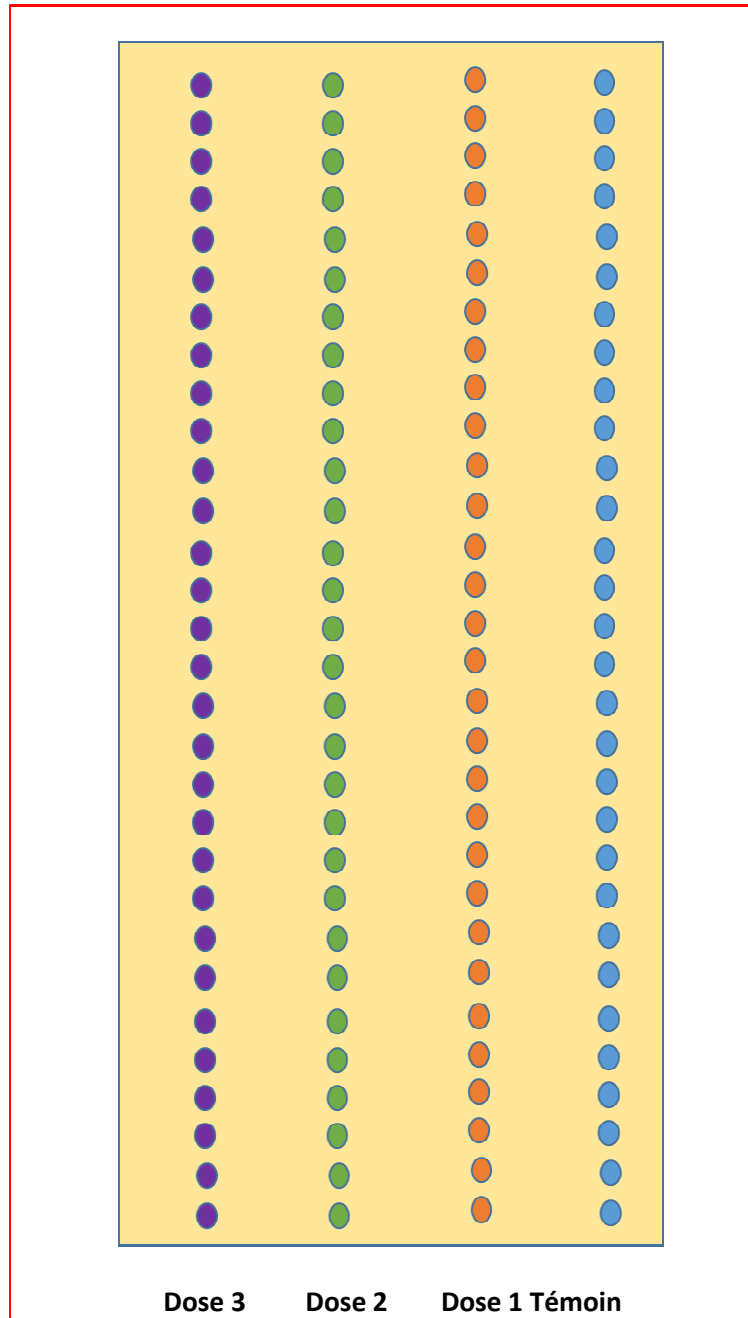


Figure 13: Répartition spatiale de la culture de tomate dans la serre d'essai

2.3- Choix de la dose d'azote

Les doses appliquées ont été choisies en fonction de trois critères. La première (D1) correspond à la dose utilisée par les agriculteurs de la région de M'ziraa (Wilaya de Biskra); elle est de 0,2 kg d'azote (sous forme d'urée) par serre. Cet apport est effectué durant le cycle végétatif de la plante. L'extrapolation de ces chiffres, selon nos données, montre que la dose (D1) serait de 0,16 g/plant.

La seconde dose (D2) a été choisie d'après les données de l'ITDAS (2019); elle est estimée à 6 Qx/h en azote (sous forme d'urée). Dans notre cas, les besoins seraient de 0,15 g/plant.

La troisième dose (D3) représente la moyenne des deux doses (D1) et (D2); elle a été fixée à 0,155 g/plant.

Les besoins azotés de la plante ont été apportés suivant la fréquence d'irrigation.



Figure 14: Ajout des doses azotées au niveau des plants de tomate

2.4- Dosage de l'azote totale (Méthode de KJELDAHL)

C'est une technique de détermination du taux d'azote dans un échantillon. Elle est applicable pour le dosage de l'azote de différents composés tels : sol, végétale, protéines

2.4.1. Réactifs

- Acide sulfurique.
- Catalyseur : (0,25 g de sélénium, 01 g de sulfate de cuivre, 01 g de sulfate de potassium)
- Hydroxyde de sodium NaOH (6 N).
- Indicateur de Tashiro.

2.4.2 Mode opératoire

a-La minéralisation : Pour doser l'azote contenu dans un échantillon du sol par la méthode de Kjeldahl, on procède d'abord à la minéralisation. Pour cela, on procède comme suit:

- Peser 1g de terre fine, passée au tamis à maille de 2mm ;
- L'introduire dans un matras de Kjeldahl de 500ml ;
- Ajouter 1g de catalyseur ;
- Ajouter 20ml d' H_2SO_4 concentré et homogénéiser par agitation ;
- Porter à la rampe d'attaque sous hôte bien ventilée ;
- Chauffer d'abord à feu doux ; puis à feu vif jusqu'à l'obtention d'un liquide incolore ;
L'opération peut demander plusieurs heures ;
- Chauffer encore $\frac{1}{4}$ h à $\frac{1}{2}$ h après la décoloration ;
- Laisser refroidir le matras ;
- Ajouter avec précaution l'eau distillée jusqu'à 100ml.

b-Distillation

- Prélever 25ml pour la distillation.
- Ajouter 30ml NaOH (6N) et distiller en recueillant le distillat dans un bécher qui contient 10ml d'acide borique (2%) et un indicateur coloré mixte jusqu'à 80ml.

c-Titration

Titrer avec l'acide sulfurique (0.1N)

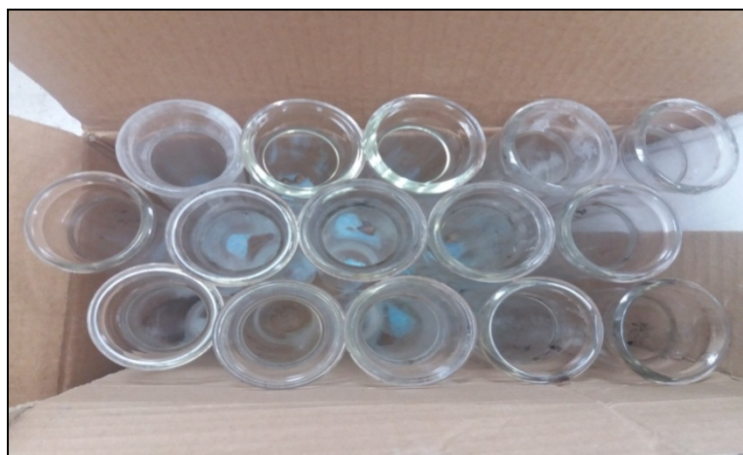


Figure 15 : Matras de Kjeldahl(Photo originale ,2019)

2.5- Calendrier de traitement phytosanitaire

Tableau 07: Traitement phytosanitaire des plants de l'essai.

Désignation	Date	Objectif
SNAKE	15-12-2018	Désinfection du sol
BACTIMEC (suspension concentrées)	16-12-2018 11-03-2019	Traitement préventif contre les acariens
VAPCOMIC	20-12-2018	Traitement contre la mineuse de la tomate (<i>Tuta absoluta</i>)
TRIFIDAN 25	19-03-2019	Traitement contre L'oïdium (fongicide systémique)
MAXIL (poudre mouillable (wp) contenant 8 de Métalaxyl M + 64 de Mancozèbe	19-03-2019	Traitement contre les mildious (fongicide systémique et de contact)

2.6-Mesure de quelques paramètres de contrôle

Dans le but de contrôler l'utilisation effective de l'azote par nos plants de tomate, les mesures de certains paramètres indicateurs s'avèrent indispensables. Pour cette fin, les mesures de paramètres suivant ont été réalisées :

- pH de la tourbe et les sols ;
- Conductivité électrique ;
- Taux d'azote.

3. Matériel fongique (Souche de champignon *Botrytis cinerea*)

La souche de *Botrytis cinerea*, utilisée dans notre étude, a été isolée par nous-même sur milieu PDA, à partir de plantes de tomate infectées en provenance de la région de M'ziraa .

L'identification a été faite selon les critères macro et microscopiques de l'espèce fongique en se basant sur la clé d'identification de BARNETT et HUNTER(1972).

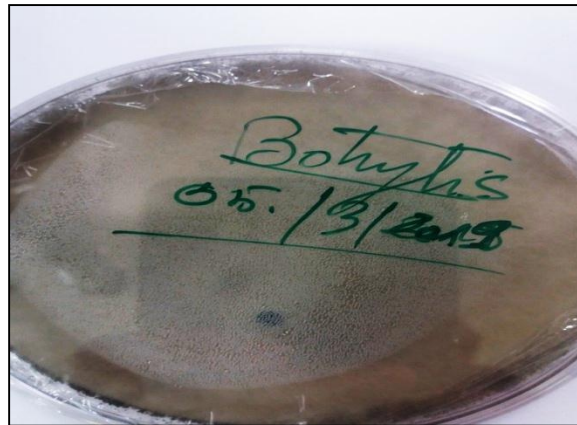


Figure 16 : souche de *Botrytis cinerea* (Photo originale, 2019)

Milieu Potato-Dextrose Agar (PDA)

- Jus de pomme de terre200 g
- Glucose20g
- Agar20g
- Eau distillée1000 ml

4. Test de sensibilité

4.1- Sur feuilles

Quatre plants ont été choisis à partir de chacun des trois régimes de fert-irrigation testés. De chacun de ces plants, trois feuilles ont été prélevées à des niveaux différents, à savoir, le haut le milieu et le bas du végétal.

A partir de chacune de ces feuilles, un disque foliaire, d'un diamètre de 02 cm, a été excisé à l'aide d'un emporte-pièce, en prenant la nervure centrale du limbe à chaque fois. Les disques excisés ont été immédiatement déposés dans des boîtes de Petri contenant un papier absorbant imbibé d'eau stérile. Chaque boîte contenait trois disques représentant les trois niveaux de la prise des feuilles sur chaque plant. Un lot de quatre boîtes a été réservé pour le témoin ; ce dernier est

pris à partir des plantes témoins n'ayant reçu aucune fertilisation. L'opération a été réalisée avec quatre répétitions. Au total on sort avec 48 disques foliaires.

4.1.1- Préparation de l'inoculum

Des boutures mycéliennes, prises à partir de la souche fongique étudiée, ont été utilisés pour l'inoculation des disques foliaires. Ces boutures, sous formes de pastilles d'un diamètre de 05 mm, ont été excisées à l'aide d'un emporte-pièce stériles à partir de colonies âgées de 07 jours sur milieu PDA.

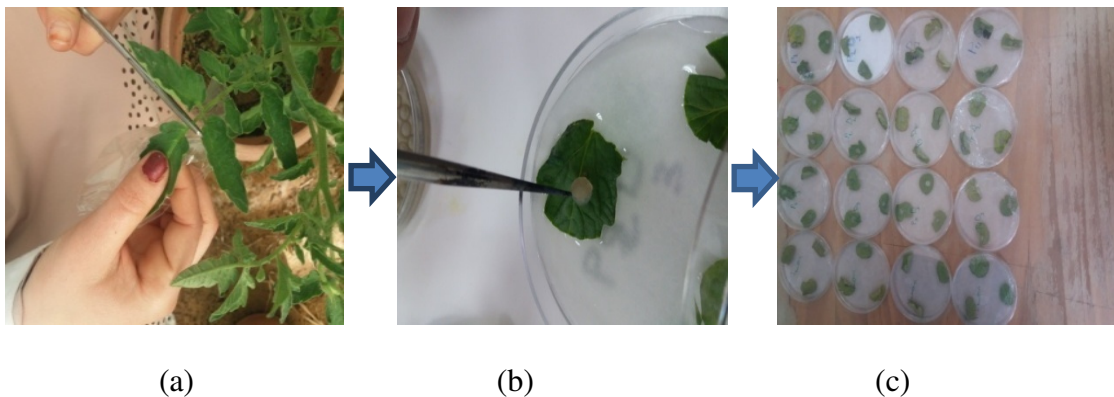


Figure 17 : Test de sensibilité sur disques foliaires

(16a) prélèvement des feuilles à partir des plants de tomate.

(16b) Dépôt des implants mycéliens de souche *Botrytis* sur les disques foliaires.

(16c) Développement des lésions sur les disques et quantification de la surface nécrosée.

4.1.2- Inoculation

Un implant mycélien est déposé au centre de chaque disque foliaire à l'aide d'un scalpel stérile. Les boîtes ont été incubées à la température ambiante du laboratoire

4.1.3- Notation

Pour évaluer la surface foliaire attaquée, des photos des disques foliaires inoculés ont été prises à l'aide d'un appareil numérique trois jours après inoculation. Pour estimer la surface des lésions causées par le champignon, les images ont été ensuite analysées avec le logiciel Assesse 2.0.

4.2-Test sur fruits

4.2.1- Préparation de l'inoculum (suspension des spores)

Pour préparer un inoculum à base d'une suspension de spores, deux erlenmeyer contenant 250 ml de PDA liquide (sans agar) ont été préparés. Ensuite, des boutures mycéliennes obtenues à partir de la souche de *B.cinerea*, ont été repiquées dans ce milieu. Les erlenmeyer ont été soumis à une agitation mécanique continue (figure 17). Après filtration, la concentration de la suspension a été ajustée à une dose de 10^6 spores / ml à l'aide d'un hématimètre de Thoma.

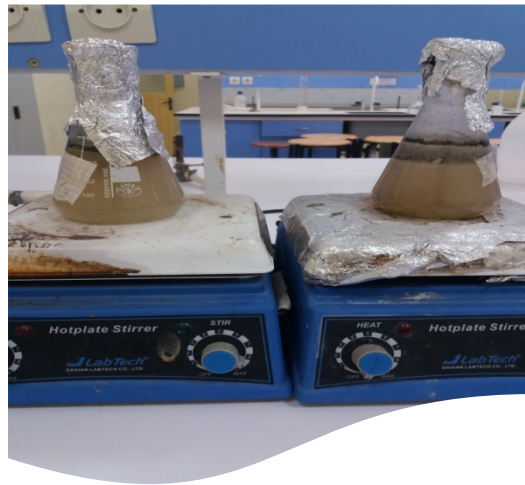


Figure 18: Agitation continue d'une suspension d'inoculum issue d'une souche de *B. Cinerea*

4.2.2- Inoculation

Les fruits ont été inoculés dans la serre. Pour chacun des trois régimes de fertirrigation, 03 plantes sont sélectionnées au hasard et le bouquet floral présentant des fruits de maturité contrastée (fruit vert à fruit mûr) est marqué à l'aide d'une étiquette. Les bouquets comportent chacun 04 fruits.

Pour chaque bouquet floral, après avoir effectué un trou de 02mm de profondeur dans chaque fruit, à l'aide de l'extrémité d'un cône de micropipette, on dépose 10µl de suspension de spores.



Figure 19: Inoculation de souche de *B.cinerea* sur fruits de tomate
(Photo originale, 2019).

4.2.3- Notation

A la suite de l'inoculation, des zones de pourriture molle devraient se développer au niveau de chaque point d'inoculation. On mesure le diamètre maximal de chaque lésion à l'aide d'un pied à coulisse. Les notations sont effectuées 2 ; 3 et 4 jours après l'inoculation. Pour pouvoir évaluer un effet possible de la maturité des fruits sur leur sensibilité à *B.cinerea*, on prend soin de repérer l'implantation de chacun des 04 quatre fruits sur chaque bouquet (Figure 16).

4.3-Test sur plaies d'effeuillage

4.3.1- Inoculum

On utilise une suspension de spores, préparée de la même manière que pour les inoculations sur fruits.

4.3.2- Inoculation

L'inoculation a été réalisé sur des plaies d'effeuillage effectuées, en laissant des fragment de pétiole de 1 cm sur les tige pour l'installation du pathogène sur les plaies (Decognet *et al.*, 2010). Sur chaque plaie, une aliquote de 10 μ l de suspension de spores est déposée à l'aide d'une micropipette (figure 18). Trois plantes prises au hasard pour les trois régimes de fertirrigation ont été inoculées.



Figure 20: Test de sensibilité sur plaies d'effeuillage (Photos originales, 2019)

4.3.3- Notation

Les notations sur le développement du *Botrytis* sont réalisées pendant les 02 semaines qui suivent chaque inoculation (Tableau 09). Les observations portent sur la mesure de la longueur des chancre causés par *B.cinerea* sur les tiges qui apparaissent à partir des plaies d'effeuillages inoculées. La longueur des chancres est mesurée à l'aide d'un décimètre.

5. Traitement statistique des données

Le traitement statistique des résultats a été effectué à l'aide du logiciel "XLSTAT". Les facteurs pris en considération sont : l'effet de la dose de fertilisation azotée sur le développement de *B.cinerea* sur, disques foliaires, surfruits et sur plaies d'effeuillage.

1. Analyses physico-chimiques du sol

1.1. Conductivité électrique du sol

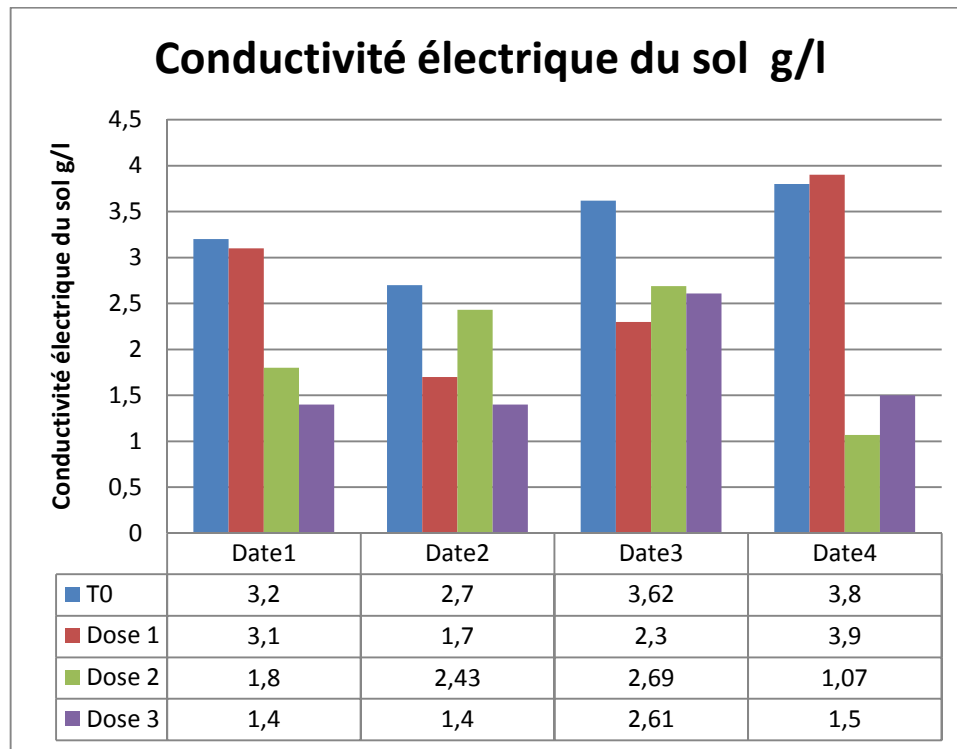


Figure 21 : Conductivité électrique du sol

La figure 21 montre que l'irrigation n'a pas provoqué une modification nette de salinité pour l'ensemble des doses et durant toute la période de l'essai. On note une diminution de la CEC au deuxième traitement (Date 2) avec la dose 1 et le témoin T0 ; le phénomène inverse a eu lieu avec la dose 2 mais les choses se sont légèrement redressées à la fin. Ces variations de la CEC pourraient être expliquées par les quantités d'eau d'irrigation qui n'étaient peut-être pas bien équitables.

1.2. PH du sol

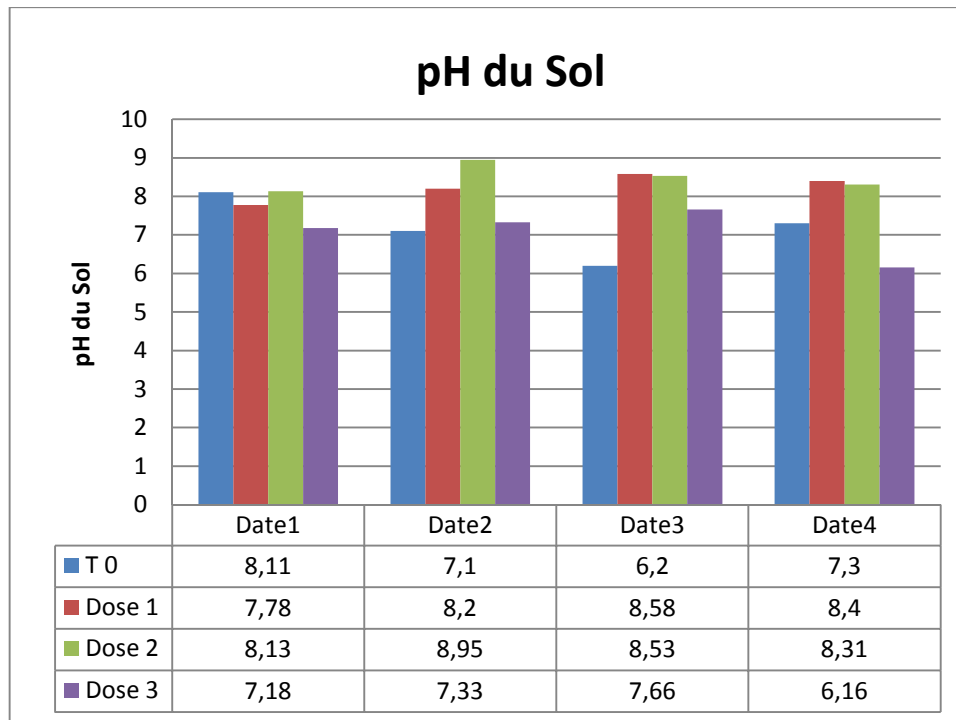


Figure 22 : pH du sol.

Les valeurs enregistrées dans la figure 22 montrent que la réaction du sol témoin et celui de la dose 2 est exprimée par un pH basique au premier traitement. Si le pH pour le témoin a oscillé entre une valeur neutre et une autre acide pour le témoin, à l'opposé, il semble que les conditions de la mise en culture ont induit une alcalinité de la couche arable où la dose 2 indique un pH fortement alcalin avec une réaction du sol de 8.95 au deuxième traitement. La dose 3 montre une valeur entre 6.16 et 7.66.

A partir des résultats obtenus, suite aux analyses physico-chimiques effectuées, il paraît qu'on ne possède pas assez d'éléments discriminants à ce niveau. Bien qu'il est reconnu que les champignons apprécient davantage des pH acides que basiques ; ces derniers étant plus propices au développement des populations bactériennes, les deux paramètres choisis, considérés seuls, ne peuvent expliquer la corrélation entre l'infection parasitaire et la nutrition azotée.

D'autre part, un dosage du taux d'azote initial dans notre sol paraît être nécessaire.

1.3. Analyse de l'azote au niveau du sol tourbé

Tableau 08 : représenté analyse azoté au niveau du sol tourbé

Apport d'azote	Avant		Après		
	Sol tourbé		Sol D1	Sol D2	Sol D3
Valeurs %	0,87		0,14	0,08	0,18

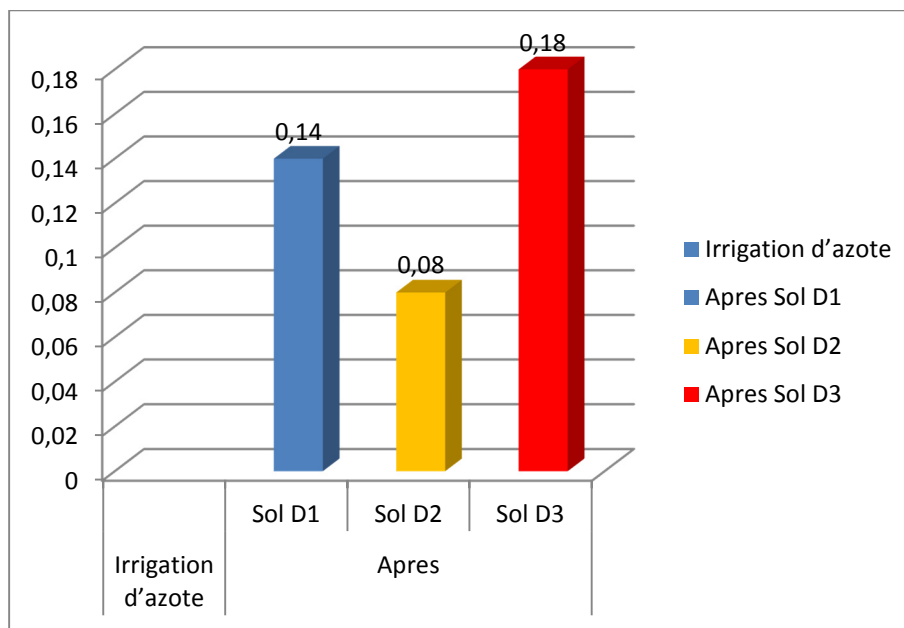


Figure 23 : Evaluation du taux d'azote dans le sol après la fertirrigation des plants par trois doses différentes D1, D2 et D3.

L'objectif de cette manipulation est de mettre en évidence l'utilisation de l'azote incorporé dans l'eau d'irrigation par les plants. L'examen des valeurs enregistrées, par l'analyse du taux d'azote au niveau du mélange sol-tourbe, montrent une diminution de la quantité initiale d'azote après la fertirrigation. Ce qui indique une utilisation effective de cet élément par les plants irrigués. Cependant, le fait que cette utilisation n'est pas uniforme mais diffère selon les doses apportées, cela insinue que les plantes n'ont pas utilisé l'azote qui se trouvait initialement dans le sol tourbé, mais aussi celui apporté par les dose de la fertirrigation. Une utilisation maximale a eu lieu avec la dose 02.

2. Effet de la fertilisation azotée sur la sensibilité à *Botrytis cinerea*

2.1. Effets sur les disques foliaires

Chaque donnée représente la moyenne de 12 mesure se surface nécrosée effectuées trois jours après inoculation (figure 24) ces symptôme sont exprimés pour l'ensemble des tests effectués sur les disques foliaires prélevés.



Figure 24: Développement de lésions sur les disques et évaluation de surface nécrosée

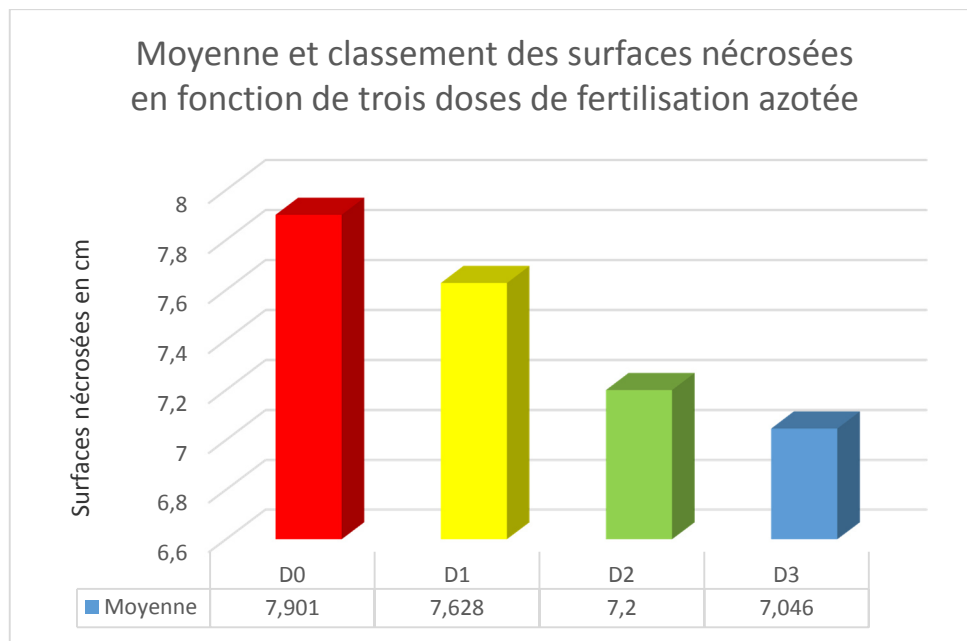


Figure 25: Représentation graphique de la moyenne des surfaces nécrosées notées sur les disques foliaires issus de plants de tomate soumis à 3 doses différentes de fertilisation azotée et inoculés par une souche de *Botrytis cinerea*.

2.1.1. Analyse des résultats par la variance

Pour mettre en évidence la variabilité de sensibilité des plants inoculés, suite à l'effet des traitements appliqués, nous avons procédé à l'analyse de la variance menée en essai bloc à un seul facteur : la dose.

D'après les valeurs de enregistrées, on peut déduire que les doses du fertilisant ont globalement un effet significatif sur la sensibilité des plantes pour le paramètre considéré à savoir le taux de lésion, évalué par la surface nécrosée sur limbe des feuilles inoculées expérimentalement.

2.1.2. Analyse des résultats par la P.P.A.S (test de Newman–Keuls)

Les résultats du test de Newman–Keuls, comparant les moyennes des nécroses enregistrées en fonction de la dose au seuil de 5 %, sont donnés par le tableau.

Tableau 09 : Moyenne et classement des surfaces nécrosées en fonction de trois doses de fertilisation azotée.

Dose	Moyenne	Groupes
D0	4.570	A
D1	3.713	B
D2	2.713	C
D3	2.790	C

D’après les résultats du test de Newman-Keuls, comparant les groupes de moyennes de la sensibilité de la plante, exprimée en fonction de taux de nécrose enregistrés, on constate, bien que ce test différencie la sensibilité de la plante en classant dans une classe différente pour la dose D1, il fait paraître un chevauchement de ce facteur pour la dose D2 et D3

Ce test indique que c’est la dose D1 qui provoque plus de sensibilité chez la plante, cette sensibilité reste indifférente avec l’augmentation de la dose de la fertilisation azotée.

De l’analyse par la P.P.A.S, il convient de retenir que la sensibilité du plant de tomate objet de notre étude, après sept jours de test était plus importante pour les plants conduits sous de faibles doses d’azote, que pour ceux conduits sous de fortes doses.

Ce résultat correspond à celui obtenu par HOFFLAND *et al*, (1999) , LECOMPTE *et al* .(2010) et LEBKARA (2010). En effet, des études sur la sensibilité des feuilles de tomate à *B.cinerea* ont montré qu’une irrigation avec de fortes doses d’azote diminue les risques d’attaques par ce pathogène. D’autre part, les travaux de LECOMPTE *et al*. (2010) sur des jeunes plantes de tomates irriguée avec des doses différentes d’azote, ou des mesures de chancre ont été effectuées sur la tige, aboutissent aux mêmes résultats.

Cela pourrait s’expliquer par le fait que les excès d’azote induisent en générale trop de vigueur.

D'autre part, on a rapporté dans la partie bibliographique que les feuilles de tomate contiennent de grandes quantités de glycoalcaloïdes, notamment la déhydrotomatine et l' α -tomatine (KOZUKUE *et al.*, 2004), ces substances jouent un rôle primordial dans la défense de la plante contre les agents pathogènes comme le *B. cinerea* (FRIEDMAN, 2002). L'influence de ces substances est donc judicieuse de penser que l'influence de ces substances sur les résultats n'est pas à écarter. Cependant, il faut souligner que des analyses et des mesures précises devraient être effectuées pour vérifier cette supposition. HOFFLAND *et al.*, (1999) dans leur travail excluaient l'action de l' α -tomatine sous prétexte que les feuilles les plus sensibles, avec un rapport C/N élevé, contenaient plus d' α -tomatine. Mais, il faut souligner qu'en général ce genre de caractéristiques varie scrupuleusement avec la variété du végétal et les conditions environnementales de la culture. En effet, selon RAYNAL (1999), sous des conditions climatiques difficiles par exemple, les plantes présentent une sensibilité accrue aux attaques parasitaires telles que Botrytis et la moelle noire.

Nous suggérons de notre côté, et nous rejoignons par cela l'hypothèse émise par ces auteurs, que l'effet de la fertilisation azotée sur la sensibilité devrait être expliqué par la variation des niveaux de glucides solubles et spéculer sur le rôle de ces hydrates de carbone dans le processus d'infection. D'autre part, ces feuilles contenaient également des glucides plus solubles. Le niveau d'hydrates de carbone solubles serait en corrélation positive avec la sensibilité.

Une connaissance du degré d'agressivité de notre souche aurait pu être discriminatif. Des données nous manquaient également quant à la sensibilité ou la résistance de la variété de tomate étudiée au *B. cinerea*. ABRO *et al.*, (2013) notent que le taux d'infection était plus élevée avec des spores produits sur des plantes conduites sous un régime d'alimentation azotée très élevée. Il était plus bas pour un inoculum obtenu à partir de plantes avec des niveaux modérés de la fertilisation azotée. Ces effets ont été signalés par d'autres travaux. Ainsi, HUBERT et WATSON (1974) à partir de nombreuses données bibliographiques pensent que l'azote ammoniacal augmente ou diminue la sensibilité du végétal suivant le couple plante-pathogène (in LEMAIRE *et al.*, 2003)

L'impact des conditions d'expérimentation ne peuvent être négligés. En effet, notre essai a été conduit dans des circonstances un peu délicates ; un excès de chaleur a eu lieu durant cette période. Cet état a été aggravé par l'utilisation d'un film plastique non conforme aux normes de travail recommandées.

2.2. Effet sur les cicatrices d'effeuillage et sur fruits

Pour cette partie, et après inoculation des cicatrices d'effeuillage et les fruits par la même souche de *B.cinerea*, aucun résultat n'a pu être enregistré. En effet les symptômes qui devraient apparaître suite à cette infection artificielle n'ont pas pu s'exprimer. Cela pourrait être dû aux conditions de la serre où régnait une forte chaleur. Ceci influe sur l'efficacité de l'inoculum.

Conclusion

Conclusion

L'azote est l'élément le plus important pour la vie des végétaux. Extrait de l'air par quelques plantes ou du sol, il en est le moteur et sert à construire toutes les parties vertes qui assurent la croissance et la vie. Cependant, il faut savoir qu'un excès d'azote entraîne notamment un retard de la maturité comme par exemple un retard ou une absence de floraison (dû à l'allongement excessif de la période végétative) et augmente également la sensibilité aux infections et au gel.

Dans la présente étude, notre objectif est d'étudier l'effet d'un fertilisant sur la sensibilité d'une plante cultivée à une maladie. Le principe de travail a été réalisé par la notation de l'impact de trois doses d'azote sur l'action d'une souche de *Botrytis cinerea*, au niveau d'une variété de tomate. Le choix du matériel végétal et fongique a été justifié par leur importance économique. Le protocole de travail, mis au point pour arriver à cette fin, nous a permis d'obtenir des résultats qui paraissent répondre d'une façon sommaire sur la question de recherche posée. L'analyse et la discussion de ces résultats obtenus présentent des arguments valables qui pourraient expliquer et justifier cette situation.

En conclusion il faut retenir que la sensibilité des plants de tomate, objet de notre étude, était plus importante pour les plants conduits sous de faibles doses d'azote, que pour ceux conduits sous de fortes doses.

Nos résultats concordent avec ceux de certains travaux qui ont traités cette problématique. D'autre part, les résultats qui seraient enregistrés sur les effets des doses et de la souche au niveau des cicatrices d'effeuillage et des fruits, auraient été un paramètre discriminant plus fiable sur la sensibilité de l'essai et fournir d'autres données.

Dans le cadre des perspectives, il serait très important d'élargir l'étude avec une vaste gamme de souches et de variétés. D'autres part, l'étude de l'effet de l'azote, et même d'autres éléments fertilisants, sur d'autres bio agresseurs et espèces végétales d'importance économique, est très importante. Signalons aussi que l'évolution de l'impact de la forme d'azote apportée est d'une grande importance dans ce domaine.

L'étude des interactions des plantes hôtes avec leur bio agresseurs révèlent des secrets de plus en plus étonnants et tous les travaux dans ce domaine s'accordent qu'il est très difficile de généraliser un résultat. Parfois même traitent le même système d'étude. Mais même si ces études n'arrivent pas, du moins pour le moment, à mettre les choses en équation l'utilisation de l'azote, et tout autre produit, doit être raisonné afin de limiter les effets secondaires qui sont

fréquemment imprévisibles .les résultats obtenus suggèrent qu'il pourrait être possible de trouver un niveau optimal de fertilisation azotée pour arriver à cette fin .

Références bibliographiques

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABRO, M A LECOMPTE, F., BRYONE, F., NICOT, P.C. (2013). Nitrogen fertilization of the host plant influences production and pathogenicity of botrytis cinerea secondary inoculums .phytopathology, volume 103. Pp 261-267.

AHUJA I, KISSEN R & BONES AM (2012). Phytoalexins in defense against pathogens. Trends Plant Sci. 17: 73–90 and of methods of deleafing upon the occurrence of *B. cinerea* under commercial.

ANONYME. (2001). Tomate. Fiche technique en agriculture biologique.

ANONYME. (2019). <http://www.hortoinfo.es>.

ANONYME. (2005). <http://www.agrios.it/en>.

BALLINI E, NGUYEN TT & MOREL J-B (2013). Diversity and genetics of nitrogen-induced susceptibility to the blast fungus in rice and wheat. Rice N. Y. N 6: 32p.

BARTO, ENRIGHT, EYLES, WALLIS, CHORBADJIAN, HANSEN, HERMS, BONELLO& CIPOLLINI (2008). Effects of Fertilization and Fungal and Insect Attack on Systemic Protein Defenses of Austrian Pine. J. Chem. Ecol. 34: Pp 1392-1400.

BENTON J. (2008). Tomato plant culture: In the field, Greenhouse, and home garden, Deuxième édition: Taylor et Francis Group. New York. 399 p.

BIEKER S & ZENTGRAF U (2013). Plant Senescence and Nitrogen Mobilization and Signaling. In Senescence and Senescence-Related Disorders, Zhiwei W (ed) InTech.

BLACHINSKI D, SHTIENBERG D, DINOOR A, KAFKAFI U, SUJKOWSKI LS, ZITTER TA & FRY WE (1996). Influence of foliar application of nitrogen and potassium on Alternaria diseases in potato, tomato and cotton. Phytoparasitica. Pp 24 - 281

BLACHINSKI D, SHTIENBERG D, DINOOR A, KAFKAFI U, SUJKOWSKI LS, ZITTER TA & FRY WE (1996). Influence of foliar application of nitrogen and potassium on

Alternaria diseases in potato, tomato and cotton. *Phytoparasitica*. Pp 24 -281

BLAKEMAN J. P. (1975). Germination of *Botrytis cinerea* conidia in vitro in relation to nutrient conditions on leaf surfaces .transaction of the British mycological society 65:239-247.

BLANC, D. (1987). Les cultures hors sol Inra édition. INRA Paris.

BLANCARD D. (1988). Les maladies de la tomate, observer, identifier, lutter. Edition : INRA. Paris. 210 p.

BLANCARD D. (2009). Les maladies de la tomate, identifier, connaitre, maitriser. Edition : Quæ. Paris. 691 p.

BOVEY R. (1972). La des plantes défense cultivée. Edition: Payot. Paris.863 p.

CARD, S.D. (2005). Biological control of *Botrytis cinerea* in lettuce and strawberry crops. Thèse de doctorat, Lincoln University, New Zealand, 199 p. Cecchini,G. Function and structure of complex II of the respiratory chain. *Annu. Rev.Biochem*, (2003), n°72, Pp.77–109.

CÉSPEDES MC., CARDENAS ME., VARGASA M., ROJAS A., MORALES JG., JIMÉNEZ P., BERNALAJ. ET RESTREPO S. (2013). Revistal bero American a de Micologia.30 (2). Pp 81-87.

CHIBANE A., 1999. Fiche Technique : Tomate sous serre. Transfert de Technologie en Agriculture n°57. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA.

CHINCHILLA D, ZIPFEL C, ROBATZEK S, KEMMERLING B, NÜRNBERGER T, JONES JDG, FELIX G &BOLLER T (2007). Aflagellin-induced complex of the receptor FLS2 and BAK1 initiates plant defence. *Nature* 448: 497–500

CLARK, C. A., AND J. W. LORBEER. (1976). Comparative histopathology of *Botrytis-squamosa* and *Botrytis-cinerea* on onion leaves. *Phytopathology* 66: Pp 1279-1289.

DAVIES JN. ET HOBSON GE. (1981). The constituent of tomato fruit-the influence of environment, nutrition, and genotype. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 15: Pp

205-280.

DONECHE, B. (1986). The nature of the exudates of grape berries and their effect on germination of conidia of botrytis-cinerea. *Agronomie* 6: Pp 67-73.

DORDAS C (2008). Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 28: Pp 33–46.

EL AKEL M., CHOUIBANI M. ET KAACK H. (2001). Protection intégrée en culture de tomate Integrated Pest Management Review. 1 : Pp15-29.

ENGELSDORF T, HORST RJ, PRÖLS R, PRÖSCHEL M, DIETZ F, HÜCKELHOVEN R & VOLL LM (2013). Reduced carbohydrate availability enhances the susceptibility of Arabidopsis toward Colletotrichum higginsianum. *Plant Physiol.* 162: Pp 225–238.

FAGARD M, LAUNAY A, CLÉMENT G, COURTIAL J, DELLAGI A, FARJAD M, KRAPP A, SOULIÉ M-C & MASCLAUX-DAUBRESSE C (2014). Nitrogen metabolism meets phytopathology. *J. Exp. Bot.*

FAO (2005) Utilisation des engrais par culture en Algérie, Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture, Pp 27 : 33.

FAO. (1988). Culture protégées en climat méditerranéen : Etude FAO production végétale et protection des plantes. Edition: FAO .318 p.

FAOSTAT. (2017). Food and Agriculture Organisation of the United Nations. Consultable à <http://faostat.fao.org>.

FILONOW, A. B. (2003). Germination and adhesion of fungal conidia on polycarbonate membranes and on apple fruit exposed to mycoactive acetate esters. *Canadian Journal of Microbiology* 49: Pp130-138.

FRIEDMAN .M., (2002). Tomato glycoalkaloids :role in the plant and in the diet – journal of agricultural and food chemistry ;V50. Pp 5751-5780.

FRITZ C, PALACIOS-ROJAS N, FEIL R & STITT M (2006). Regulation of secondary metabolism by the carbon-nitrogen status in tobacco: nitrate inhibits large sectors of phenylpropanoid metabolism. *Plant J. Cell Mol. Biol.* 46: Pp 533–548

GALLITELLI D. (2000). The ecology of cucumber mosaic virus and sustainable agriculture. Elsevier.71: Pp 9-21.

GAUSSEN H., LEFOY J. ET OZENDA P. (1982). Précis de Botanique. 2eme ed. Masson, Paris : 172 p.

GOVRIN, E. AND LEVINE, A. (2000). The hypersensitive response facilitates.

GRECHI I, HILGERT N, SAUPHANOR B, SENOUSI R, LESCOURRET F (2010). Modelling coupled peach tree-aphid population dynamics and their control by winter pruning and nitrogen fertilization. *Ecol. Model* 19: Pp 2363–2373

GULLINO, M.L. VERHOEFF .K., MALATHRAKIS .N.E. AND B.WILLIAMSON ., (1992). Chemical control of *Botrytis* spp., in Recent advances in Botrytis research ,ed .puboc scientific publishers , wageningen. the Netherlands., Pp. 217-222.

HAMMERS CHMIDT R (1999). PHYTOALEXINS: What Have We Learned After 60 Years? *Annu. Rev. Phytopathol.* 37: Pp 285–306

HOFFLAND E, DICKE M VAN TINTELEN W, DIJIKMAN H, VAN BEUSICHEM M L (2000). Nitrogen availability and defense of tomato against two-spotted spider mite. *J. Chem. Ecol.* 26: Pp 2697-2711.

HOFFLAND E, JEGER MJ & BEUSICHEM ML VAN (2000). Effect of nitrogen supply rate on disease resistance in tomato depends on the pathogen. *Plant Soil* 218: Pp 239–247

HUBER DM & WATSON RD (1974). Nitrogen Form and Plant Disease. *Annu. Rev. Phytopathol.*12: Pp139–165

HUBER DM, GRAHAM RD (1999). The role of nutrition in crop resistance and tolerance to diseases. In: Rengel Z (ed) Mineral nutrition of crops: fundamental mechanisms and implications. New York : Food Products Press, Pp 169-206

HOFFLAND.E. VAN BEUSICHEM. M.L. and JEGER .M. J., (1999) Nitrogen availability and susceptibility of tomato leaves to *Botrytis cinerea*. plant and soil .V. Pp 263-272.

HÜCKELHOVEN R (2007). Cell wall-associated mechanisms of disease resistance and susceptibility. Annu. Rev. Phytopathol. 45: Pp 101–127

JEANNEQUIN, B., DOSBA F .ET AMIOT –CARLIN M J., (2005). Fruit et légume caractéristiques et principaux enjeux. Collection un point sur les filières .INRA .paris .

JUDD, W. S., C. S. CAMPBELL, and E.KELLOGG. (2002). Botanique systématique: une perspective phylogénétique, De Boeck Université édition, Paris.

JUNIORVL., MAFFIA LA., ROMEIRO RD.ET MIZUBUTTI ESG.(2006). Biocontrol of tomato late blight with the combination of epiphytic antagonists and rhizobacteria. Biological control. 38 : Pp 331-340.

KACHROOA & ROBIN GP (2013) Systemic signaling during plant defense. Curr. Opin. Plant Biol. 16: Pp 527–533

KOZUKUEN ., HAN ., LEE.K and FREIDMAN M. , 2004- Dehydrotomatine and α – Tpmatine content in tomato in tomato fruits and végétatives plant tissues . Journal of agriculture and food chemistry V52. Pp 2079-2083.

LAUMONNIER R. (1979). Culture légumières et maraichères, tome III. Edition : Bailliere. Paris. 279 p

LECOMPTE F, ABRO MA &NICOT PC (2010). Contrasted responses of *Botrytis cinerea* isolates developing on tomato plants grown under different nitrogen nutrition regimes. Plant Pathol. 59: Pp 891–899

LECOMPTE, F., ABRO, M.A. AND NICOT, P.C. (2013). Can plant sugars mediate the effect of nitrogen fertilization on lettuce susceptibility to two necrotrophic pathogens: *Botrytis cinerea* and *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant and Soil*. 369, 387-401.

LEBKARA .T. , 2010 .l'effet de la fertilisation azotée sur la sensibilité de la culture de la tomate à *Botrytis cinerea* en situation de production , mémoire de fin d'études du master 3A. Montpellier .France .28p.

LI, G. Q., H. C. HUANG, S. N. ACHARYA, AND R. S. ERICKSON. (2004). Biological control of blossom blight of alfalfa caused by *Botrytis cinerea* under environmentally controlled and field conditions. *Plant Disease* 88: Pp 1246-1251.

LOON LC VAN, REP M & PIETERSE CMJ (2006). Significance of Inducible Defense-related Proteins in Infected Plants. *Annu. Rev. Phytopathol.* 44: Pp 135–162

MADRP. (2018). Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Direction des statistiques. Alger.

MALAIS MH., ET RAVENSBERG WJ. (2006). Connaître et reconnaître, la biologie des ravageurs des serres et de leurs ennemis naturels. Koppert.Pays-Bas. 290 p.

MARCHAUX G., GOGMALONS P., GEBRE K. ET COORD. (2008). Virus des solanacées : du génome viral à la protection des cultures. Edition : Quae. Paris. 896 p.

MARQUIS R J, LILL R J (2010). Impact of plant architecture versus leaf quality on attack by leafywing carter pillars on five oak species. *Oecologia* 163: Pp 203-213

MASSAD TJ, DYER LA & C GV (2012). Costs of Defense and a Test of the Carbon-Nutrient Balance and Growth-Differentiation Balance Hypotheses for Two Co-Occurring Classes of Plant Defense. *PLOS ONE* 7: e47554.

MOHAMED H A A. ET HAGGAG WH.(2003). Biocontrolpotentiel of salinity tolerant mutants of *Trichoderma harzianum* against wild of tomato. colloque international tomate sous abris .Avignon, 17,18 et 19 septembre 2003.

MOROT-GAUDRY J-F (2001). Nitrogen assimilation by plants: physiological, biochemical and molecular aspects Science Publishers.

MUR LAJ, CARVER TLW & PRATS E (2006). No way to live; the various roles of nitric oxide in plant–pathogen interactions. *J. Exp. Bot.* 57: Pp 489–505

MUR LAJ, KENTON P, LLOYD AJ, OUGHAM H & PRATS E (2008). The hypersensitive response; the centenary is upon us but how much do we know? *J. Exp. Bot.* 59: Pp 501–520

NAVEZ, (2011). nutrient conditions on leaf surfaces. *T. Brit. Mycol. Soc.*, vol. 65, Pp. 239-247.
pathogens: *Botrytis cinerea* and *Sclerotinia sclerotiorum*?. *Plant and Soil.* 369, perspective phylogénétique, De Boeck Université edition, Paris.

PHILIPPE, D ET MYRIAM ., (2007) .la planète tomate culture , cuisine , santé.

PIERRE-F CHABALIER, VIRGINIE V KERCHOVE, HERVE S MACARY (2007). Guide de la fertilisation organique à la Réunion, MVAD, Mission de Valorisation Agricole des Déchets - Ile de La Réunion Pp 15 : 17 : 20

POLESE J-M . (2007). La culture des tomates. Edition: Artémis. chine. 95 p.

POLESE, J. (2007). La culture des tomates, Artemis edition.

RAYNAL.C-LACROIX. (1999). azote (cultures légumières et fraisier environnement et qualité .Ed CTIFL.223p.

ROBERTA, M. (2007). Place de la méditerrané dans la production mondiale de fruits et légumes. les note d’analyse du CIHEAM 23p.

SAUGE MH, GRECHI I, POËSSEL, (2010). Nitrogen fertilization effects on *Myzus persicae* e aphid dynamics on peach: vegetative growth allocation or chemical defence?.*Entomol. Exp. Appl.*136: Pp 123-133.

SINGH D, KAITH N S (1995). Effect of pruning and nitrogen on leaf-nutrient status of peach (*Prunus persica*). Indian. J. Agr. Sci 65: Pp 337-340.

SNOEIJERS SS, PÉREZ-GARCÍA A, JOOSTEN MHAJ & WIT PJGMD (2000). The Effect of Nitrogen on Disease Development and Gene Expression in Bacterial and Fungal Plant Pathogens. Eur. J. Plant Pathol. 106: 493–506

SNOUSSI S.(2010). Rapport de mission étude de base sur la tomate. Edition: GTFS/REM/070/ITA. Algérie.52p

SUDHAMOY M., NIRUPAMA M.ET ADINPUNYA M. (2009). Salicylic acid-induced resistance To *Fusarium oxysporum. sp. lycopersici* in tomato Plant Physiology and Biochemistry.47 : Pp 642-649.

TROTTIN-CAUDAL Y. (2011). Maitrise de la protection intégrée Tomate sous serre et abris. Edition : Ctifl. Paris. 282p.

VEGA A, CANESSA P, HOPPE G, RETAMAL I, MOYANO TC, CANALES J, GUTIÉRREZ RA & RUBILAR J (2015). Transcriptome analysis reveals regulatory networks underlying differential susceptibility to *Botrytis cinerea* in response to nitrogen availability in *Solanum lycopersicum*. Plant Biot. Interact.: 911p.

VEGA A, CANESSA P, HOPPE G, RETAMAL I, MOYANO TC, CANALES J, GUTIÉRREZ RA & RUBILAR J (2015). Transcriptome analysis reveals regulatory networks underlying differential susceptibility to *Botrytis cinerea* in response to nitrogen availability in *Solanum lycopersicum*. Plant Biot. Interact.: 911p.

VERHOEFF K. (1968). Studies on *Botrytis cinerea* in tomatoes. Effect of soil nitrogen level.

VEROLET J-F., RAFFIN R., JAGU L. ET BERRY D. (2001). Tomate sous grand tunnel froid, Fiche technique, 9 p.

VOS IA, PIETERSE CMJ & VAN WEES SCM (2013). Costs and benefits of hormone-regulated plant defences. Plant Pathol. 62: Pp 43–55.

VUILLAUME, F. (2007). Modélisation de la dynamique des foyers de *Bemisia tabaci* sous serre de tomate grâce au logiciel Cormas in Protection des Plantes et l'Environnement Sup Agro, Montpellier.

WALTERS D & HEIL M. (2007). Costs and trade-offs associated with induced resistance. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 71: Pp 3–17.

WILLIAMSON, B., B. TUDZYNSK, P. TUDZYNSKI, AND J. A. L. VAN KAN. (2007). Botrytis cinerea : the cause of grey mould disease .*molecular pathology* 8 :56-580.

ZIDANI S. (2009). Valorisation des pelures de la tomate séchée en vue de leur incorporation dans la margarine. Mémoire de Magister. Université M'hamed Bougara Boumerdes, Faculté des sciences de l'ingénieur. 114p.

ملخص

تأثير التسميد النتروجيني على حساسية نبات الطماطم للعفن الرمادي الذي يسببه الفطر *Botrytis cinerea*

العفن الرمادي الذي يسببه الفطر *Botrytis cinerea* هو أحد الأمراض الفطرية الهامة لنبات الطماطم في البيوت المحمية. وتعتبر الوسيلة الرئيسية لمراقبة هذا المرض عادة هي المكافحة الكيميائية. الغرض الرئيسي من هذا العمل هو دراسة تأثير التسميد النتروجيني على حساسية نبات الطماطم لفطر *Botrytis cinerea*، لذلك مجموعة من نباتات الطماطم نوع (صحراء) سقيت بماء مزود بثلاث جرعات مختلفة من النتروجين وتم تلقيحها في الأجزاء الهوائية لنبات الطماطم (عقد الأوراق، الأوراق، الثمار) بسلالة من فطر *Botrytis cinerea* والنتائج تظهر أن الحساسية تنقص مع كمية الجرعة من جهة و من جهة أخرى نلاحظ أن التسميد بالسقي يصعب التحكم فيه على أرض الواقع.

الكلمات المفتاحية: *Botrytis cinerea*، الأزوت، التسميد بالري، الحساسية.

Résumé

L'effet de la fertilisation azotée sur la sensibilité de Tomate au *Botrytis cinerea*

La pourriture grise, causée par le champignon *Botrytis cinerea*, est l'une des plus importantes maladies cryptogamiques de la tomate sous abris. La principale méthode de lutte généralement envisagée contre cette maladie reste la lutte chimique. Le but principal de ce travail était d'étudier l'effet de la fertilisation azotée sur la sensibilité des plantes de tomate au *Botrytis cinerea*. Des plants de la variété SAHRA ont été fertirrigués avec trois doses d'azote différentes. On a inoculé différents organes aériens des plantes de la tomate (plaies d'effeuillages, feuilles, fruits) par une souche de *Botrytis cinerea*. Nos résultats montrent que la sensibilité diminuerait avec la dose d'azote d'une part et d'autre part, la fertirrigation est une tâche très délicate à maîtriser sur le terrain.

Mots clés : *Botrytis cinerea*, azote, fertirrigation, sensibilité.

Abstract

The effect of nitrogen fertilization on the susceptibility of Tomato to *Botrytis cinerea*

Botrytis cinerea fungus is one of the most important tomato fungus diseases under shelter. The main control method generally considered against this disease remains chemical control. This work was to study the effect of nitrogen fertilization on the susceptibility of tomato plants to *Botrytis cinerea*. Plants of the variety SAHARA were made -irrigated with three different doses of nitrogen. We have inoculated various aerial parts of the tomato plants (leaf-plucking wounds, leaves, fruits) with a strain of *Botrytis cinerea*. Our results show that the sensitivity decreases with the nitrogen dose, and the fertigation is a very delicate task to master on the ground.

Keyword : *Botrytis cinerea*, nitrogen, fertigation, susceptibility .