

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة بجاية
Tasdawit n'Bgayet
Université de Béjaïa

Université A. MIRA-BEJAIA
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Microbiologie

Mémoire

Présenté par

M^{lle} OUKALA Nadira

Pour l'obtention du diplôme de Magister

Filière : **Biologie**

Option : Microbiologie appliquée aux substances antimicrobiennes

Thème

**Etat sanitaire des cultures de tomate sous serre
et étude de l'impact des pratiques culturales sur
le développement de la pathologie dominante**

Soutenu le 26 /02 /2014 Devant le jury composé de:

M ^r ZAIDI F.	PROF.	U. A. M. B.	Président
M ^r . AISSAT K.	MCA.	U. A. M. B.	Rapporteur
M ^r . TOUATI A.	PROF.	U. A. M. B.	Examineur
M ^r . KECHA M.	PROF.	U. A. M. B.	Examineur

2013/2014

Remerciements

Avant tout, je tiens à remercier Dieu le tout puissant, pour m'avoir donné la force et la patience pour finaliser ce travail ;

Je tiens particulièrement à remercier Monsieur **AISSAT K.** pour m'avoir fait l'honneur d'être le rapporteur de mon mémoire, pour m'avoir accueilli au sein de son laboratoire, de m'avoir fait la confiance, m'avoir encouragé et conseillé tout en me laissant une grande liberté. Pour son soutien et sa grande générosité, qu'il soit assuré de ma profonde gratitude ;

Ma gratitude et ma profonde reconnaissance vont également à l'égard du Monsieur **ZAIDI F.** d'avoir accepté de présider le jury de ma soutenance ;

Je suis reconnaissante à Monsieur **TOUATI A.** et Monsieur **KECHA M.** d'avoir manifesté de l'intérêt pour ce travail en me faisant l'honneur d'examiner ce manuscrit ;

Je suis reconnaissante à tout le personnel des différentes **Subdivisions d'Agriculture** de la wilaya, de la **DSA** et de l'**INPV** pour leurs aides et leurs orientations ;

Je remercie également **M^{lle} AINSEUR Z.** ACV dans la commune de Boukhelifa qui m'a accompagnée dans mes premières sorties sur le terrain ;

Un remerciement particulier à tous les **AGRICULTEURS** de Boukhelifa, de Tichy, de Samoune et d'Amizour qui m'ont permis de réaliser l'expérimentation sur leurs exploitations. Sans leurs collaborations, ce travail n'aurait jamais vu le jour ;

Enfin un grand merci à ma famille, à mon fiancé, à mes amis (es) en particulier les ingénieurs du laboratoire de mycologie : **M^{lle} ATI F. Z.** et **M^{lle} Boucheffa D.**

Merci à tous.

En guise de reconnaissance, je dédie ce modeste travail A mes chers parents, A mon fiancé, A mes frères, A ma sœur et A mes amis (es).

SOMMAIRE

Liste de figures

Liste de tableaux

Liste d'annexes

Liste d'abréviation

Glossaire

Introduction -----01

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. Généralités sur la tomate -----03

I.1. Historique -----03

I.2. Importance économique de la tomate en frais -----03

I.3. Importance nutritionnelle -----06

I.4. Description botanique de la plante -----07

I.5. Exigences culturales-----08

I.6. Systèmes de culture -----09

II. Principaux bio-agresseurs de la tomate sous abri-----10

II.1. Maladies cryptogamiques-----10

II.2. Maladies bactériennes-----14

II.3. Maladies virales -----15

II.4. Nématodes et ravageurs-----16

III. Méthodes de lutte contre les pathologies de la tomate sous abri -----17

III.1. Méthodes génétiques-----17

III.2. Méthodes chimiques -----17

III. 3. Méthodes biologiques -----18

III. 4. Protection intégrée -----19

III. 5. Méthodes culturales -----20

Chapitre II : Matériel et Méthodes

I. Présentation de la zone d'étude -----	25
I.1. La région de Tichy -----	25
I.2. La région de Boukhelifa -----	25
I.3. La région d'Ilmaten -----	25
I.4. La région d'Amizour -----	26
II. Matériel végétal -----	27
III. Méthodes d'identification des maladies -----	27
III. 1. Identification des maladies sur le terrain -----	27
III. 2. Identification des maladies au laboratoire -----	28
III. 2. 1. Identification des maladies fongiques -----	28
III.2. 2. Identification des maladies bactériennes -----	30
III. 2. 3. Identification des maladies virales -----	33
III. 2. 4 Identification des maladies dues aux ravageurs -----	33
IV. Méthodes d'étude de l'incidence des pathologies -----	33
IV. 1. Protocole d'étude sur le terrain -----	33
IV. 2. Méthode de notation et de quantification des pathologies -----	34
V. Méthodes d'étude de l'impact des pratiques culturelles sur le développement de la pathologie dominante -----	35
V. 1. Présentation du site expérimental -----	35
V. 2. Conduite de la culture -----	35
V. 3. Protocole d'étude sur le terrain -----	37
V. 4. Etude de l'impact du paillage -----	37
V.5. Etude de l'impact de l'utilisation des amendements organiques -----	38
V.6. Etude de l'impact du choix variétal -----	39
V.7. Analyses statistiques -----	39

Chapitre III : Résultats et Discussion

I. Identification des maladies-----	41
I. 1. Identification des maladies cryptogamiques-----	41
I. 1. 1. La fonte de semis-----	40
I. 1. 2. Le rhizoctone-----	41
I. 1. 3. La pourriture grise -----	42
I. 1. 4. Le mildiou-----	43
I. 1. 5. La pourriture blanche-----	44
I. 1. 6. L'alternariose -----	45
I. 1. 7. Le mal blanc -----	46
I. 2. Identification des maladies bactériennes -----	47
I. 2. 1. La moucheture bactérienne -----	47
I. 3. Identification des maladies virales -----	49
I. 4. Identification des maladies dues aux ravageurs-----	50
I. 4. 1. La mineuse-----	50
II. Quantification de l'incidence des maladies-----	51
II. 1. Stade plantation / fleuraison -----	51
II. 2. Stade fructification / début de récolte -----	52
II. 3. Stade fin de production -----	53
II. 4. Bilan sanitaire -----	54
III. Impact des pratiques culturales sur le développement de la pourriture grise-----	57
III. 1. Impact du paillage -----	57
III. 2. Impact de l'amendement organique-----	61
III. 3. Impact du type variétal -----	63
Conclusion et perspectives-----	65

Références bibliographiques

Annexes

Liste de figures

<i>Figure</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
01	Différents organes de la tomate	07
02	Présentation de la zone d'étude	25
03	Protocole de prélèvement et d'isolement des agents fongiques	28
04	Technique de culture sur lamelle	30
05	Protocole d'étude sur le terrain	33
06	Site de Baccaro	35
07	Pépinière	36
08	Caractéristiques des tunnels dans l'EAI ₁ et l'EAI ₂	37
09	Enregistreur des températures de l'air	38
10	Caractéristiques des tunnels dans l'EAI ₃	38
11	Symptôme de la fonte de semis sur les plantes de tomate	40
12	Aspect de <i>Pythium sp.</i> sur milieu de culture et sous microscope	41
13	Symptômes du rhizoctone sur le collet de tomate	41
14	Aspect de <i>Rhizoctonia solani</i> sur milieu de culture et sous microscope	42
15	Symptôme de la pourriture grise sur les différents organes de la tomate	42
16	Aspect de <i>Botrytis cinerea</i> sur milieu de culture et sous microscope	43
17	Symptômes du mildiou	43
18	Aspect de <i>P. infestans</i> en conditions d'humidité et sous microscope	44
19	Symptômes de la pourriture blanche	44
20	Aspect de <i>S. sclerotiorum</i> sur le milieu de culture et sous microscope	45
21	Symptômes de l'aternariose sur la foliole de tomate	45
22	Aspect d' <i>Alternaria alternata</i> sur milieu de culture et sous microscope	46

23	Symptômes du mal blanc causé par <i>L. taurica</i> et par <i>O. neolycopersici</i> et leurs aspect sous microscope	47
24	Symptômes de la moucheture bactérienne sur les différents organes de la tomate	47
25	Aspect de la souche bactérienne sur la gélose King B	48
26	Résultats de quelques tests biochimiques	49
27	Résultat du test de pathogénicité sur le plant de tomate	49
28	Symptômes de maladies virales	50
29	Symptômes de la mineuse sur la tomate	50
30	Différents stades larvaires et chrysalide de <i>Tuta absoluta</i>	51
31	Prévalence et taux d'infestation des pathologies sur les cultures de tomate durant le stade plantation / floraison	52
32	Prévalence et taux d'infestation des pathologies sur les cultures de tomate durant le stade fructification / début de récolte	53
33	Prévalence et taux d'infestation des pathologies sur les cultures de tomate en fin de la saison culturale	53
34	Cinétique de l'incidence de la pourriture grise sur les tiges de tomate selon l'utilisation du paillage	57
35	Evolution des températures journalières de l'air à l'intérieur des tunnels avec (P) et sans paillage (NP) durant la saison culturale	59
36	Cinétique de l'incidence de la pourriture grise sur les tiges de tomate selon l'utilisation de l'amendement organique	61
37	Cinétique de l'incidence de la pourriture grise sur les tiges de tomate selon le type variétal	63
38	Photos des deux variétés de tomate étudiées	64

Liste des tableaux

<i>Tableau</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
I	Principaux pays producteur de la tomate en frais en 2011	04
II	Evaluation de la production de la tomate en frais en Algérie entre 2001-2011	05
III	Evolution de la production de la tomate en frais dans la wilaya de Bejaïa entre 2003-2011	06
IV	Constituants chimique du fruit de tomate	06
V	Principaux virus attaquant les cultures de tomate	15
VI	Nématodes et principaux ravageurs attaquant les cultures de tomate	16
VII	Caractéristiques des tunnels dans les sites de l'étude	26
VIII	Caractéristiques des variétés de tomate étudiées	27
IX	Echelle de notation de l'incidence des maladies dans un tunnel	34
X	Engrais appliqués dans l'EAI ₁ , l'EAI ₂ et l'EAI ₃ durant la saison culturale	36
XI	Caractéristiques des tunnels à Baccaro	39
XII	Résultats des tests biochimiques	48
XIII	Effet du paillage sur la cinétique du développement de la pourriture grise sur tige de tomate	58
XIV	Effet du paillage sur les températures journalières minimales, moyennes et maximales de l'air à l'intérieur des tunnels	60
XV	Effet de la fiente de dinde sur la cinétique du développement de la pourriture grise sur tige de tomate	61
XVI	Effet du type variétal sur la cinétique du développement de la pourriture grise sur la tige de tomate	63

Liste des annexes

<i>N°</i>	<i>Titre</i>	<i>N° de tableau</i>
01	Résistance chez la tomate	XVII
02	Pesticides utilisés en culture de tomate en Algérie	XVIII et XIX
03	Agents de lutte biologique en culture de tomate	XX et XXI
04	Milieus de culture et tampons	/
05	Questionnaire	/
06	Traitements phytosanitaires utilisés dans l'EAI ₁ , l'EAI ₂ et l'EAI ₃	XXII

Liste des abréviations

AUDPC: The Area Under the Disease Progress Curve.

DAS-ELISA: Double Antibody Sandwich Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay.

DI : Disease Incidence

EAI : Exploitation Agricole Individuelles.

HR: Humidité Relative.

F1: Hybride de première génération

IP : Infected plant

MA : Milieu Extrait de Malt Agar.

MADR : Ministère d'Agricultures et de Développement Rural.

N : Niveau d'attaques.

NP : Tunnels sans paillage.

P : Tunnels avec paillage.

PDA : Milieu Pomme de terre Dextrose Agar.

PP : Milieu Petit Poits.

RT-PCR: Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction.

TOP: Total Of Plants

Tm : Température moyenne.

Tmax : Température maximale.

Tmin : Température minimale.

UV: Ultra Violet.

Glossaire

A

Apothécies : Structure en forme de disque ou de trompette sur laquelle se forment des ascospores chez les ascomycètes.

Ascospores : Spore issue de la reproduction sexuée chez les Ascomycètes, se formant à l'intérieur d'un asque.

A. U. D. P. C. : Surface comprise entre l'axe des abscisses qui correspond à un temps et la courbe qui retrace la progression de l'épidémie en portant en ordonnée l'évolution de la quantité de maladie.

C

Chancre : Lésion nécrotique plus ou moins localisée.

Chlorotique : Apparition d'une coloration anormalement jaunâtre sur un organe végétale.

Conidies : Spore issue de la multiplication asexuée formée à l'extrémité d'un conidiophore.

Conidiophore : Hyphe spécialisé sur lequel se forment une ou plusieurs conidies.

Cultivar : Variété cultivée.

D

Dominant : Qualifie un gène qui s'exprime phénotypiquement lorsqu'il est présent dans la plante.

E

Epidémiologie : Etude de l'apparition, du développement et de la dispersion d'une maladie en relation avec l'environnement.

H

Hyalin : Sans couleur, transparent.

Hybride : Un individu descendant de deux parents de génotype différents.

L

Larve: Forme juvénile de certains animaux précédant le stade adulte.

M

Morphotype : Appelé aussi « type morphologique », est la forme courante et classique de l'espèce.

N

Nahuatl : Langue indigène du Mexique.

Nécroses apicales : Appelé aussi maladie de cul noir, se manifestent par des plages nécrotiques à la base du fruit, causées par une carence en calcium.

Nécrotrophique : Mode de vie d'un organisme en parasite d'une plante vivante causant sa mort. Par la suite, il devient saprophyte et décompose les tissus morts.

P

Parasite : Se dit d'un organisme vivant au déterminant d'un autre organisme vivant.

Polyphage : Un pathogène pouvant avoir plusieurs organismes hôtes.

R

Résistance monogénétique: Résistance déterminé par un seul gène.

S

Sclérotés : Masse compacte de mycélium aggloméré, souvent de couleur brune à noire, adaptée à la survie en conditions défavorables.

La tomate est l'un des légumes les plus appréciés et les plus cultivés dans le Monde. Elle occupe la deuxième place après la pomme de terre avec une production de 159,03 millions de tonnes en 2011 (FAO, 2011).

En Algérie la culture de tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole nationale. C'est la principale culture sous serre avec une superficie de 2945 ha en 2011, générant une production moyenne de 3 millions de quintaux, soit 38% de la production totale de tomate (MADR, 2011).

Au cours de son cycle végétatif, cette culture est continuellement menacée par les différentes maladies et ravageurs qui l'affectent aussi bien en terme de quantité qu'en terme de qualité. Parmi les ennemis de cette culture, le mildiou, l'oïdium, la pourriture grise et la mineuse (Blancard et *al.*, 2009). Cette situation, se trouve aggravée par le fait que le système de production sous serre se caractérise par des conditions microclimatiques (chaleur et taux d'humidité élevé) qui favorisent le développement de différents bio-agresseurs (Eden et *al.*, 1996; Baptista et *al.*, 2012).

Pour leur maîtrise, plusieurs méthodes de lutte sont entreprises (génétique, chimiques et biologiques). Cependant, ces dernières présentent des limites. Pour plusieurs agents pathogènes aucune variété commerciale résistante n'a été rapportée. De plus, l'utilisation excessive des produits phytosanitaires a engendré l'augmentation des risques de résidus chimiques (pollution) et le développement des résistances (Baptista et *al.*, 2012). Les méthodes biologiques présentent aussi des contraintes, en raison de la complexité des interactions entre l'agent de lutte, le pathogène concerné et leur environnement, ce qui génère une efficacité très variable (Corbaz, 1990 ; Ajouz, 2009).

Afin d'assurer une meilleure protection et de minimiser l'ensemble des contraintes limitant ces méthodes, trois concepts ont émergé ces dernières années : La lutte intégrée qui vise à restreindre les organismes nuisibles à des niveaux économiquement acceptables par l'intégration des méthodes compatibles avec les organismes ; la protection intégrée qui vise à la gestion équilibrée de la protection phytosanitaire (chimique, biologique, mesures phytotechniques, fertilisation, variétés, ...) ; et plus récemment la production intégrée qui consiste à la production d'aliments de haute qualité en utilisant des ressources et des mécanismes de régulation naturels pour remplacer des apports dommageables à l'environnement ce qui assure à long terme une agriculture viable (Nicot 2008).

En Algérie, l'application pratique de ces approches est difficile et se heurte à des difficultés principalement d'ordre économique, mais aussi d'ordre technique en raison du manque de données officielles sur les maladies qui touchent cette culture.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre étude dont les objectifs sont :

- 1- L'établissement d'un bilan phytosanitaire sur la culture de tomate produite sous serres dans la wilaya de Bejaïa.
- 2- Une quantification comparée des pathologies et l'analyse de leur évolution au cours de la campagne culturale 2012 / 2013.
- 3- L'étude de l'impact de quelques pratiques culturales sur le développement de la principale pathologie recensée.

Pour la réalisation de ces objectifs, une démarche par étape s'est avérée nécessaire:

↻ Dans un premier temps, nous avons réalisé une enquête auprès des subdivisions d'agriculture de la wilaya qui nous ont orientés vers les producteurs de tomate auprès desquels nous avons caractérisé les conduites culturales et nous avons sélectionné les sites de l'étude.

↻ Dans un second temps, nous avons procédé à l'étude des affections rencontrées lors des prospections dans les sites étudiés. Cette étape comprend une étude des symptômes et l'identification des agents pathogènes.

↻ Dans un troisième temps, nous avons procédé à des notations et une quantification des différentes pathologies identifiées.

↻ Dans un dernier temps, nous avons entamé une étude sur l'impact de certaines pratiques culturales (utilisation du paillage, utilisation d'un amendement organique et le choix du type variétal) sur le développement de la pathologie dominante.

A la fin de notre étude, nous tenterons de dégager des pistes pour une amélioration de la production de la tomate dans notre région, basée sur l'utilisation de bonnes pratiques culturales en vue d'une production économiquement rentable pour les agriculteurs.

I. Généralités sur la tomate

I.1. Historique

Le terme tomate dérive du mot Nahuatl «tomalt», elle est originaire des Andes d'Amérique du Sud, fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe en 1544. De là, sa culture s'est propagée en Asie du Sud et de l'Est, en Afrique et au Moyen Orient, par la suite, la tomate a été introduite dans d'autres régions d'Amérique du Nord (Naika et *al.*, 2005).

En Algérie, la tomate a été introduite par les cultivateurs du Sud de l'Espagne. Sa culture a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral Algérois (Latigui, 1984).

Les botanistes ont attribué plusieurs nominations à la tomate, à savoir, « *Solanum esculentum*, *Solanum lycopersicum* L, ou *Lycopersicon lycopersicum* » et le nom finalement retenu est *Lycopersicon esculentum* Mil. qui est attribué par Philip Miller en 1754 (Blancard et *al.*, 2009).

Le nom du genre « *Lycopersicon* » est un mot Gréco-latin qui signifie « pêche de loup » et le nom de l'espèce « *esculentum* » signifie « comestible », cette comestibilité concerne, les fruits mûrs, car les feuilles et les jeunes fruits verts contiennent des alcaloïdes (tomatines et solanines) très toxiques, qui disparaissent lors de la maturation (Chaux et Foury, 1994).

I.2. Importance économique de la tomate en frais

❖ Dans le monde

La tomate est l'une des principales productions légumières dans le monde, elle est cultivée sous toutes les latitudes sur une superficie d'environ 4,73 millions d'hectare (FAO, 2011).

La production de la tomate a progressé régulièrement, elle est passée de 48 millions de tonnes en 1978 à 159 millions de tonnes en 2011 (Blancard et *al.*, 2009 ; FAO, 2011). Le tableau ci-dessous montre les principaux pays producteur de la tomate en 2011.

Tableau I : Principaux pays producteur de la tomate en frais en 2011 (FAO, 2011).

Classement	Pays	Production*	Classement	Pays	Production*
1	Chine	48.57	8	Brésil	4.41
2	Inde	16.82	9	Espagne	3.82
3	Etats-Unis	12.62	10	Ouzbékistan	2.58
4	Turquie	11.00	11	Mexique	2.43
5	Egypte	8.10	12	Russie	2.20
6	Iran	6.82	13	Ukraine	2.11
7	Italie	5.95	14	Tunisie	1.28

* : Millions de tonnes

❖ En Algérie

La tomate occupe une place privilégiée dans le secteur maraîcher en Algérie. Elle est considérée comme une espèce prioritaire et classée en troisième lieu après la pomme de terre et l'oignon. La production moyenne en 2011 est de 790 mille tonnes avec un rendement moyen de 336 Qx / ha (Snoussi, 2010 ; FAO, 2011).

La superficie totale réservée pour cette culture est de 23500 ha, dont la répartition géographique est tributaire des conditions climatiques d'une part et de la vocation des terres d'autre part. Les zones réservées pour la tomate sont concentrées au niveau :

- Des plaines du littoral à climat tempéré : Alger, Tipaza, Bejaia, Oran, Annaba, Skikda.
- Centre : Blida, Ain Defla, Chlef.
- Le Sud à climat aride (Biskra) : Dans ces régions, les investissements sont très importants, du fait du climat qui permet d'avoir des récoltes entre Décembre et Avril avec des rendements qui peuvent atteindre jusqu'à 750 Qx / ha (Snoussi, 2010).

Le tableau suivant présente l'évolution de la production, les rendements et les superficies réservées pour la culture de tomate en Algérie entre 2001 et 2011.

Tableau II : Evolution de la production de la tomate en frais en Algérie entre (2001-2011) (FAO, 2011).

Année	Production (tonnes)	Rendement (Qx / ha)	Surface cultivée (Ha)
2001	830, 531.00	208, 518.96	39, 830.00
2002	814, 941.00	191, 705.72	42, 510.00
2003	887, 097.00	193, 985.63	45, 730.00
2004	1, 092, 270.00	233, 695.63	46, 729.00
2005	1, 023, 450.00	241, 641.88	42, 354.00
2006	796, 160.00	256, 784.39	31, 005.00
2007	567, 313.00	282, 540.47	20, 079.00
2008	559, 249.00	284, 532.69	19, 655.00
2009	641, 034.00	308, 352.49	20, 789.00
2010	718, 240.00	336, 412.18	21, 350.00
2011	790, 000.00	336, 170.21	23, 500.00

❖ **Dans la wilaya de Bejaïa**

Dans la wilaya de Bejaïa, les superficies utilisées pour la culture de tomate sont en nette régression. De 367 ha en 2003, elles ont chuté jusqu'à 210,5 ha en 2011 (DSA, 2012).

Les tomates produites sous serre occupent une partie importante de ces superficies et présentent 41% de la production totale (MADR, 2011).

Le tableau ci-dessous présente l'évolution des superficies réservées pour la culture de tomate (plein champ et sous serre) ainsi que leurs productions pour la période allant du 2003 à 2011 dans la wilaya de Bejaïa.

Tableau III : Evolution de la production de la tomate en frais dans la wilaya de Bejaïa pour la période entre 2003 et 2011 (DSA, 2011).

Année	Production (Qx)	Rendement (Qx / ha)	Superficies (Ha)
2003	58 700	159,94	367
2004	60 200	213,47	282
2005	56 380	191,76	294
2006	53 100	201,13	264
2007	53 468	213	251
2008	48 586	195	249
2009	70 130	304,91	230
2010	49 276	223,98	220
2011	45 515	216,42	210,3

I.3. Importance nutritionnelle

La tomate est très prisée pour son intérêt alimentaire et sa valeur nutritive. Le fruit est très riche en vitamine C, en sucre et en acide organique (tableau VI). Ses teneurs en potassium, en vitamine A, en B carotène et sa richesse en pigment lycopène en font un légume à propriétés anticancéreuses notamment (Blancard *et al.*, 2009).

Tableau IV : Constituants chimiques du fruit de tomate (équivalent en % pour 100g) (Davies *et al.* 1981, Blancard *et al.*, 2009).

Eau			95%
Matière sèche	soluble	Sucres (glucose et fructose)	55%
		Acides organiques (acide citrique et malique)	12%
		Minéraux (potassium, chlore, magnésium et phosphore)	7%
		Pigment caroténoïdes, composés volatiles et vitamines (C, B, K, E, A)	5%
	insoluble	Cellulose et matières pectiques	21%
			5%

I.4. Description botanique

La tomate est une plante maraîchère, herbacée, annuelle, appartenant à la famille des *Solanaceae*. Elle est aromatique lorsqu'on la froisse, sa taille varie entre 40 cm à plus de 5 mètres selon les variétés et le mode de culture (Blancard et *al.*, 2009).

Les fleurs des variétés cultivées sont groupées en inflorescences simples ou ramifiées, leur nombre est variable allant de 5 à 12. Les fruits se sont des baies charnues, tendres, lisses ou creusées de sillons. La pulpe est divisée en loges contenant les graines dans le mucilage (Bernard et *al.*, 2009).

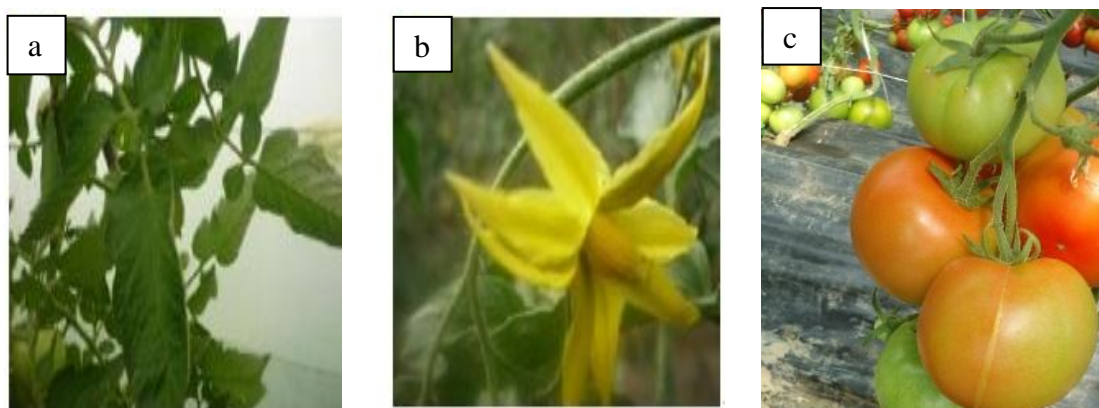


Figure 1 : Différents organes de la tomate **a**: Les feuilles **b**: la fleur **c**: Le fruit (Originale, 2013).

Selon Blancard et *al.* (2009), il existe plusieurs caractères distinctifs qui permettent de différencier entre les variétés de la tomate.

❖ Le type de croissance de la plante :

- Croissance déterminée : La plante arrête son développement après 2 à 5 inflorescences et les pousses latérales stoppent leur développement après 1 à 3 inflorescences.
- Croissance indéterminée : la plante produit 7 à 10 feuilles et une inflorescence, puis à chaque fois, elle produit 3 feuilles et une inflorescence.

❖ La nature du collet des fruits à la maturité :

- Collet vert foncé avant maturité, se colorant plus ou moins comme l'ensemble de fruit par la suite.
- Collet ne se distinguant pas du reste des fruits qui est donc de couleur uniforme.

❖ **La forme et le calibre des fruits :**

Les fruits peuvent présenter des morphologies et des tailles assez différentes en fonction des variétés : plus ou moins gros, aplaties, cylindriques, elliptiques, cordiformes, ovales, en forme de poire, lisses ou côtelées.

❖ **La couleur de fruits :**

Les fruits révèlent également une coloration distincte suivant les variétés : Rouges, jaunes, orangés, crèmes, bruns, montrant des zébrures plus foncées.

❖ **La résistance aux bio-agresseurs et aux maladies non parasitaires :**

Il s'agit d'un caractère désignant la sensibilité de la plante aux différents bio-agresseurs. Généralement ce caractère est monogénique dominant mentionné dans le catalogue des semenciers.

I.5. Exigences culturales

❖ **Température**

La tomate est une plante des saisons chaudes, elle est exigeante en chaleur. Les températures optimales pour sa croissance sont entre 20 à 25°C. Lorsque les températures nocturnes sont inférieures à 15°C, les fécondations s'arrêtent. En dessous de 10°C et au dessus de 38°C, les tissus végétaux sont endommagés (Chaux et Foury, 1994 ; Naika et *al.*, 2005).

❖ **Humidité**

Elle joue un rôle important pour la bonne végétation de la tomate, l'humidité optimale de l'air est de 50 à 60% (Naika et *al.*, 2005). Un taux d'humidité élevé peut causer des problèmes, parce qu'il favorise l'établissement de nombreux champignons et bactéries pathogènes. Alors qu'un taux d'humidité faible constitue une source de stress pour la plante (Baptista et *al.*, 2012).

❖ **Lumière**

La tomate aime les situations bien ensoleillées, mais elle ne présente pas des exigences photopériodiques très marquées. Pendant les quatre à six semaines qui suivent le semi, les fortes intensités lumineuses encouragent le raccourcissement de l'axe et l'induction de premier bouquet, surtout à des températures basses. Pendant la floraison, une forte intensité favorise la

pollinisation et régularise la croissance du style. Par contre, l'intensité directe a un effet nocif sur la qualité du fruit (Chaux et Foury, 1994).

❖ **Sol**

La tomate préfère des sols riches en matière organiques, meubles et profonds, à forte capacité de rétention en eau, mais bien aérés. Elle tolère modérément l'acidité du sol ou son optimum est entre 5,5 et 6,8 (Chaux et Foury, 1994 ; Naika et *al.*, 2005).

❖ **Eau**

La tomate est très exigeante en eau. Le stress hydrique à n'importe quel stade de croissance réduit le rendement et la qualité du fruit. Une alimentation irrégulière en eau entraîne une irrégularité dans l'alimentation en calcium et par conséquent l'apparition des nécroses apicales (Chaux et Foury, 1994).

❖ **Éléments fertilisants**

Les besoins de la tomate en fumure diffèrent selon la nature de sol, le climat et la technique d'irrigation. En général la tomate réagit bien avec les engrais organiques combinés aux engrais minéraux. Trop d'engrais azotés retarde la maturité des fruits. De plus, il favorise le développement de plusieurs agents pathogènes fongiques (Naika et *al.*, 2005).

1.6. Systèmes de culture

La tomate est cultivée selon deux systèmes, à savoir la culture de frais, réalisée en général sous abris et récoltée manuellement et la culture d'industrie, réalisée en plein champs et récoltée mécaniquement (Chaux et Foury, 1994).

❖ **Culture sous abri**

C'est un système de production intensive, elle assure des rendements élevés en dépit des intempéries et des extrêmes climatiques annuels. Les abris en verre, très équipés (chauffés et aérés) et relativement durables, sont utilisés dans les pays froids, alors que les serres en plastique sont répandues notamment dans la région méditerranéenne (Zella et Smadhi, 2009).

La production de tomates en serre se fait selon deux types de culture, soit en plein sol et en hors-sol, dans cette dernière le milieu racinaire n'est pas le sol naturel, mais un milieu reconstitué avec ou sans substrat. Parmi les substrats utilisés, la laine de roche et la fibre de coco (Gravel, 2007).

❖ Culture en plein champs

Dans ce mode de culture, les plantes de tomate sont soit tuteurées, soit soutenues sur des grillages ou bien cultivées à plat sans aucun soutien, les tomates produites par cette dernière méthode sont généralement destinées pour la transformation industrielle (Gravel, 2007).

II. Principaux bio-agresseurs des cultures de tomate sous abri

Un grand nombre de maladies et de ravageurs peuvent attaquer les cultures de tomates sous abri occasionnant parfois des pertes considérables, les plus importants sont :

II.1. Maladies cryptogamiques

❖ Pourriture grise

C'est l'une des maladies les plus répandues sur les cultures de tomates sous abri. Le climat modéré et humide et la densité élevée de plantation sont les facteurs favorisant cette maladie (Baptista et *al.*, 2012).

La pourriture grise est causée par *Botrytis cinerea*, un champignon polyphage nécrotrophe attaquant principalement les parties aériennes des plantes hôtes (Williamson et *al.*, 2007).

Sur feuilles, des lésions nécrotiques peuvent se développer, soit sous forme d'anneaux concentriques autour du point d'infection, soit en forme de flamme le long de la nervure central. En cas d'attaques sévères, des lésions sur feuilles se développent aussi par contact direct avec les tissus infectés (Williamson et *al.*, 2007).

Sur fleurs, toutes les parties non permanentes telles que le stigmate, le style et la corolle peuvent être infectées. Le mycélium peut ensuite progresser vers les parties permanentes (ovaire et pédicelle) et provoquer l'avortement des fleurs et la chute prématurée des jeunes fruits (Eden et *al.*, 1996).

Les attaques sur tiges peuvent être liées à une infection indirecte via la progression d'une lésion sur les pétioles ou les rafles de bouquets, mais elles peuvent aussi être directes via les plaies d'effeuillage et d'ébourgeonnage. Le développement de chancre le long de la tige conduit souvent à la mort de la plante (Shtienberg et *al.*, 1998).

Les symptômes sur fruits sont de deux types selon le stade de développement de la plante, des halos jaunâtres (taches fantômes) sont observés lorsque l'infection a été initiée

mais stoppée par les mécanismes de défense de l'hôte, ou encore une pourriture mole qui se développe à partir des pétales et sépales desséchées (Williamson et al., 2007).

❖ Mal blanc

Le mal blanc est très répandu sur les cultures de tomate sous serre. Il est causé par différentes espèces d'*Oidium*, mais le plus souvent *Oidium neolycopersici*. Cette maladie se manifeste dès les premiers stades par des tâches blanches poudreuses, qui couvrent la face supérieure des folioles de la tomate formant ainsi un feutrage blanc. Lorsque l'humidité est élevée, des taches comparables peuvent être observées sur la tige, cependant les fruits ne semblent pas être affectés (Jones et al., 2001).

Une autre espèce d'oïdium, *Leveillula taurica* responsable de l'oïdium interne est rapportée particulièrement dans le climat méditerranéen durant la saison sèche. Contrairement aux autres espèces, elle pénètre le limbe et l'envahit progressivement formant ainsi des taches vert clair à jaunes plus ou moins intenses à la face supérieure et un discret feutrage blanc sur la face inférieure (Kiss et al., 2001).

❖ Cladosporiose

Cette maladie est causée par *Mycovellosiella fulva*. Elle se manifeste par des tâches jaunes sur le dessus des vieilles feuilles et des spores de couleur chamois sur leurs faces inférieures. Par la suite, la maladie peut gagner les parties hautes des plantes tandis que les anciennes feuilles finissent par se dessécher entièrement (Ruocco et al., 2011). Parfois la tige peut aussi être affectée, cependant les fleurs sont rarement attaquées mais lorsqu'elles le sont, elles meurent avant la nouaison (Blancard et al., 2009).

❖ Mildiou

Deux mildious sont susceptibles de toucher la tomate :

- Le mildiou classique : Dû à *Phytophthora infestans*, qualifié également « Mildiou aérien », il s'attaque à toutes les parties aériennes de la plante provoquant ainsi de larges plages huileuses à la face supérieure avec un duvet blanc à la face inférieure. Ces plages huileuses peuvent être observées aussi sur les pétioles et la tige. Les fruits atteints à un stade précoce sont souvent bosselés et présentent des marbrures brunes très caractéristiques, dont l'extension est plutôt lente et les marges sont irrégulières. Si les attaques surviennent plus tardivement, les plages marbrées sont plus homogènes et souvent réparties en cercles concentriques festonnés avec un duvet blanchâtre visible à leur surface (Agrios, 2005).

- Le mildiou terrestre : Dû à *Phytophthora nicotianae*, il se manifeste essentiellement sur le système racinaire, le collet et les fruits en contact du sol. Les lésions s'étendent progressivement sous forme de bandes brunes diffusent concentriques envahissant progressivement le fruit. Lorsque l'humidité est très élevée, le mycélium peut se développer en surface sous forme d'un feutrage cotonneux blanc (Blancard et al., 2009).

En général, le mildiou se propage par le biais des restes de culture (Blancard et al., 2009).

❖ **Alternariose**

Cette maladie est provoquée par plusieurs espèces d'*Alternaria*, dont les plus connues sont *A. tomatophila* (ex-*Alternaria solani*) et *A. alternata f. sp. lycopersici*. Ces deux pathogènes sont à l'origine de taches rondes et brunes sur les feuilles qui peuvent atteindre un diamètre de 1,5 cm. Parfois, le champignon attaque les fruits à partir de la tige creusant des lésions étendues et présentant des anneaux concentriques et une moisissure noire (Kumar et al., 2008).

Les infections dues à ce champignon sont particulièrement graves dans les périodes humides et les climats chauds. Elle se propage par le biais des graines, le vent, les pluies ainsi que des restes de cultures infectées (Trottin-Caudal et al., 2011).

❖ **Fusariose**

La tomate est sujette à deux maladies fusariennes : la flétrissure fusarienne causée par *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* et la pourriture des racines et du collet causée par *Fusarium oxysporum f. sp. radicum-lycopersici* (FORL). Ces deux champignons sont d'origine tellurique dotés d'une spécificité stricte d'hôtes. Ils sont capables d'envahir l'ensemble de système vasculaire de la tomate et d'occasionner des dégâts pouvant atteindre 90% de la production (Hibar et al., 2006).

Les plantes infectées par *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* présentent un jaunissement des feuilles et un flétrissement se propageant à partir de la base de la tige. Au début, les symptômes ne sont visibles que sur une seule moitié de la surface des feuilles, des branches ou des plantes, avant de se propager à l'ensemble de la plante. Des taches brunes sont visibles sur les coupes transversales de la tige et de la racine (Baysal et al., 2009).

Le FORL est inféodé au système racinaire de la tomate, sur lequel il provoque le brunissement de nombreuses racines qui finissent par pourrir (Diter et Genevieve, 2005).

La propagation de ces champignons se fait par les débris végétaux hébergeant du mycélium et des conidies, mais également par les poussières sous abris (Hibar et *al.*, 2006).

❖ **Verticilliose**

Deux champignons sont responsables de cette photologie : *Verticillium dahlia* et *Verticillium albo-atrum* (Dobinson et *al.*, 1998). Les attaques de la verticilliose sur la tomate se traduisent par le flétrissement des plantes. Les folioles présentent des jaunissements intervenaires sous forme d'un « V » et progressivement, les tissus foliaires se nécrosent et se dessèchent dans la partie centrale. Des coupes longitudinales dans la tige permettent de constater des brunissements vasculaires (Blancard et *al.*, 2009).

Les résidus de cultures constituent le premier facteur de la propagation de cette maladie (Dobinson et *al.*, 1998).

❖ **Pourriture blanche de la tige**

Cette maladie est causée par *S. sclerotiorum* et *S. minor*, deux basidiomycètes particulièrement agressifs sur le collet de la tomate. Une lésion brune à noire apparaît et ceinture la partie de la tige présente dans le sol, puis remonte progressivement sur plusieurs centimètres au pied des plantes affectées. Si les conditions sont favorables, un épais mycélium blanc la recouvre assez rapidement et gagne aussi la partie de la lésion au dessus du sol. Sur ce mycélium, des sclérotés arrondis d'une couleur blanc-beige à brun ou noir se forment (selon l'espèce). Le mycélium envahit aussi le système racinaire qu'il fait pourrir entièrement et les plantes affectées finissent par flétrir (Trottin-Caudal et *al.*, 2011).

Ce champignon peut survivre dans le sol pendant plusieurs années comme il peut progresser sur la surface du sol et passer d'une plante à une autre (Ruocco et *al.*, 2011).

❖ **Fonte des semis**

Cette maladie se caractérise par un faible taux de levée et un affaissement des plantules avant qu'elles aient atteint la maturité. Les graines peuvent être infectées avant la germination ou suite à l'émergence à partir du substrat. Cette maladie est causée par plusieurs pathogènes du sol : *Rhizoctonia solani*, *Pythium spp.* et *Fusarium oxysporum* (Ruocco et *al.*, 2011).

II.2. Maladies bactériennes

❖ Chancre bactérien

Le chancre bactérien est une très grave bactériose dont l'agent causal est *Clavibacter michiganensis sub. sp. michiganensis* (Gilli, 2007).

Les premiers symptômes consistent à un flétrissement et un jaunissement des folioles dans le tiers inférieurs, en particulier d'un seul côté du végétale. Par la suite, des taches vertes pâles apparaissent entre les nervures et les folioles sénescents, s'enroulent vers le haut et brunissent à partir du bord vers le centre. Les tissus flétris affichent des stries pâles qui s'ouvrent pour former un chancre. Les jeunes fruits peuvent être petits, marbrés et lorsque la maladie s'installe, des petites taches blanches évoluent en chancres bruns sous forme d'un «œil d'oiseau» (Gilli, 2007).

Cette bactériose se propage principalement par le biais de la semence (Gilli, 2007).

❖ Moucheture bactérienne

Doit son nom aux petites taches nécrotiques qui se forment sur les fruits. Cette maladie est causée par *Pseudomonas syringae pv. tomato* (Cazelles, 1992).

Les symptômes de cette pathologie se manifestent sur le feuillage par de nombreuses taches nécrotiques entourées d'un halo jaune. L'humidité du feuillage favorise la pénétration des bactéries dans les stomates et la contamination des fleurs ce qui provoque leur chutes (Cazelles, 1992).

❖ Moelle noire

L'agent en cause est *Pseudomonas corrugata*. Parfois observée en plein champs, mais elle affecte surtout les cultures sous serre (Blancard et al., 2009).

Les plantes atteintes sont souvent très vigoureuses. Leur apex ne se développe pas et révèle des folioles recroquevillées, chlorotiques et flétrissant aux moments les plus chauds de la journée. Des plages humides de couleur brun sombre à noire sont visibles le long de la tige. Des coupes transversales dans cette dernière permettent de constater une moelle brune et vitreuse ou un effondrement complet des tissus noirs (Cazelles, 1992).

❖ Gale bactérienne

Cette bactériose est causée par *Xanthomonas campestris pv. vesicatoria*. Des petites taches apparaissent sur les feuilles et sur les fruits. En général, ces taches sont brunes et

arrondies. Les feuilles jaunissent puis tombent et des lésions elliptiques apparaissent sur les tiges et les pétioles. Cette bactériose se propage principalement par le biais de graines, d'insectes et les opérations culturales (Naika et *al.*, 2005 ; AL-Saleh, 2011).

II.3. Maladies virales

Les principales pathologies virales qui touchent la culture de tomate sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau V: Principaux virus attaquant les cultures de tomate (Andrés et *al.*, 2007 ; Trottin-Caudal et *al.*, 2011).

Virus	Genre	Symptômes	Moyen de transmission
CMV (Cucumber Mosaic Virus)	Cucumovirus	Mosaïques, Nécroses Filiformismes	Pucerons
TICV (Tomato Infectious Chlorosis Virus)	Crinivirus	Jaunisses	Aleurodes (<i>T.vaparariorum</i>)
TMV (Tobacco Mosaic Virus)	Tobamovirus	Mosaïque Verte ou Jaune	Machines ou la main d'œuvre
TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus)	Tospovirus	Nécroses, Décolorations, Nanismes	Thrips (<i>Frankliniella</i>)
TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus)	Begomovirus	Jaunisses, Enroulement foliaire, Filiformismes	Aleurodes, (<i>Bemisia tabaci</i>)
PepMV (Pepino Mosix Virus)	Potexvirus	Mosaïques	Contact, opérations culturales, graines

II.4. Nématodes et ravageurs

Les nématodes et les principaux ravageurs qui touchent la culture de tomate sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VI: Nématodes et principaux ravageurs attaquant les cultures de tomate (Naika et al., 2005; Castagnone-Sereno et Djian-Caporalino, 2011 ; Ruocco et al., 2011 ; Trottin-Caudal et al., 2011 ; Desneux, 2010).

Maladie	Agent causal	Symptômes
Nématodes	<i>Meloïdogyne icognita</i> et <i>Meloïdogyne arenaria</i>	- Nodosités (gales ou kystes) sur les racines. -Réduction de la croissance de la plante. -Flétrissement de la plante.
Acariens	<i>Tetranychus urticae</i>	-Coloration bronzée ou brun roux. - Dessèchement et meurt des plantes les plus atteintes.
Aleurodes	<i>Bemisia tabaci</i> et <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	-Développement de la fumagine -Coloration irrégulière des fruits.
Pucerons	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Aulacorthum solani</i> et <i>Aphis gossypii</i>	-Développement de la fumagine sur les feuilles et les fruits. - Croissance limitée et déformation des feuilles et des fruits.
Papillons et Noctuelles	<i>Helicivera armigera</i> , <i>Chrysodeixii chalcites</i> et <i>Autographa gamma</i>	-Des lésions et perforation du feuillage. -Galerie remplis d'excréments sur les tiges et sur les fruits.
Thrips	<i>Frankliniella occidentalis</i>	-Les nymphes se nourrissent du pollen des fleurs et des jeunes fruits. -Lésions sur le limbe qui se nécrose pour prendre une teinte beigeâtre.
Mineuse de la tomate	<i>Tuta absoluta</i>	- Mines remplies d'excréments dans les feuilles, les bourgeons et les fruits. -Les semis endommagés peuvent cesser de pousser et mourir.

III. Méthodes de lutte contre les maladies de la tomate sous abri

III.1. Méthodes génétiques

La lutte génétique est une approche qui permet de développer des plantes résistantes aux maladies et d'améliorer certains d'autres critères morphologiques. Pour la tomate, cette méthode repose sur l'exploitation des résistances généralement monogénétiques dominantes provenant d'espèces sauvages affines de l'espèce cultivée. Quelques exemples de ces gènes, le *RPMI* qui permet la résistance à *Pseudomonas syringae*, le *I2* qui permet la résistance à *Fusarium oxysporum* et le *CF-9* qui permet la résistance à *Cladosporium fulum* (Liu, 2007 ; Blancard et *al.*, 2009).

Une quinzaine d'agents pathogènes sont actuellement contrôlables par la résistance génétique (voir annexe 01). Cependant, l'efficacité de ces résistances est très variable, que ce soit pour leur niveau d'expression ou leur stabilité dans le temps face à la virulence des agents pathogènes (Trottin-Caudal et *al.*, 2011).

Les variétés résistantes sont surtout destinées pour les cultures abritées, leurs potentiels de production étant important, mais en revanche, leur prix est élevé (Blancard et *al.*, 2009).

III.2. Méthodes chimiques

La lutte chimique est le principal moyen utilisé pour réduire l'incidence des maladies sur les cultures majeures. Elle est basée sur l'utilisation des pesticides qui servent à détruire, à affaiblir ou à réprimer les différents agents phytopathogènes (Leroux, 2002).

En culture de tomate, différents familles pesticides sont utilisés, soit dans un but préventif ou curatif (herbicides, fongicides, insecticides...etc.). Les tableaux XVIII et XIX de l'annexe 2 représentent les principaux pesticides homologués pour l'utilisation en culture de tomate en Algérie.

L'emploi systématique des pesticides chimiques, en dépit de son effet contre les parasites des plantes à court terme, a le plus souvent des effets négatifs à long terme, avec de sérieux menaces sur la santé des écosystèmes et la santé publique (Lavelle et *al.*, 2004). De plus, plusieurs travaux ont rapporté l'efficacité limitée de cette méthode par la manifestation du phénomène de résistance (Poitout et Leclant, 1986 ; Nicot, 2008).

C'est pour cette raison que l'intérêt suscité aux agents de biocontrôle ne cesse de croître ces dernières années, dans le but de corriger les erreurs de la lutte chimique (Corbaz, 1990).

III. 3. Méthodes biologiques

Le terme « Lutte biologique » a été utilisé dans plusieurs domaines de la biologie, notamment en entomologie et en phytopathologie.

En entomologie, il a été utilisé pour décrire l'utilisation des insectes prédateurs et des nématodes entomo-pathogéniques pour supprimer les différents insectes pathogènes (Pal et Gardener, 2006).

En phytopathologie, ce terme est utilisé pour décrire l'utilisation des microorganismes antagonistes pour inhiber les maladies et pour contrôler le développement des mauvaises herbes (Pal et Gardener, 2006).

Les agents de lutte biologique sont écologiquement beaucoup plus compatibles que les produits chimiques. Ils ont une spécificité accrue vis-à-vis les pathogènes et par conséquent, ils sont moins dommageables pour les organismes non ciblés de la microflore endogène. De plus, ils sont souvent efficaces en faibles quantités et leurs activités protectrices peuvent relever de mécanismes multiples. Pour ces raisons, les agents pathogènes trouvent des difficultés pour déclencher des phénomènes de résistances (Fravel, 2005; Thakore, 2006).

De nombreux agents de lutte biologique sont rapportés pour le contrôle des maladies de la tomate. Parmi ces agents on cite les exemples suivants :

Le potentiel antagoniste de bio-fongicide à base de *Trichoderma harzianum* isolé au Québec a été démontré contre cinq agents pathogènes telluriques, à savoir ; *Fusarium oxysporum f. sp. Radicis-lycopersici*, *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* et *Verticillium dahliae* (Caron et al., 2002).

La protection biologique contre *Botrytis cinerea* par des agents de lutte biologique a été largement étudiée. Plusieurs études ont mis en application différentes souches bactériennes : (*Bacillus*, *Pseudomonas* et *Entérobacter*) et fongiques (*Fusarium spp.*, *Penicillium claviforme*, *Cladosporium herbarum*, *Penicillium sp.* et *Trichoderma spp.*) (Ajouz, 2009). Les principaux agents disponibles sur le marché Européen pour lutte biologique contre les agents pathogènes de la tomate sont cités dans les tableaux XXI et XXI de l'annexe 3.

Le contrôle des agents pathogènes par l'utilisation des extraits végétaux constitue une autre alternative à la lutte chimique. L'utilisation de ces derniers offre de nouvelles perspectives pour la protection des cultures en raison de leurs nombreux avantages écologiques.

A titre d'exemple, l'extrait de *Cynthia savignyi* a montré son efficacité *in vivo* et *in vitro* pour le contrôle de plusieurs pathogènes de la tomate comme : *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum* et *Verticillium albatrum* (Abouriche et al., 1999)

L'extrait de propolis (résine végétale utilisée par les abeilles comme anti-infectieux pour assainir leur ruche) à 4% préparé dans l'eau distillée a permis d'inhiber la croissance d'*Altenaria alternata*, de *Fusarium oxysporum f.sp. melonis* et de *B. cineria* à 50% *in vitro* (Ôzcan, 1999).

Au niveau scientifique, de grandes avancées ont été faites dans la connaissance des agents de lutte biologique. Mais de nombreuses difficultés subsistent, en particulier la régularité de leur efficacité en conditions de culture commerciale (Ajouz, 2009).

III. 4. Protection intégrée

L'importance des dégâts occasionnés aux cultures par les différents bio-agresseurs, contraint l'agriculteur à recourir à des mesures de protection. Parmi celles-ci, la protection agrochimique, les méthodes biologiques et les méthodes génétiques, Cependant ces dernières ne donnent pas assez de satisfaction à cause de leur efficacité limitée (Deguine et Ferron, 2004).

Afin d'assurer une meilleure protection en essayant de minimiser l'ensemble des contraintes limitant les différentes méthodes, la protection intégrée a été proposée (Lepoivre, 2001). Cette stratégie repose, d'une part, sur le principe d'intégration de différentes méthodes de lutte, et d'autre part, sur une aide personnalisée à la décision permettant à l'agriculteur d'évaluer les risques réellement encourus au niveau de chacune de ses parcelles afin qu'il puisse décider quand et comment intervenir (Corbaz, 1990 ; Ferron, 1999).

La protection intégrée répond à des critères d'ordre économique, écologiques et toxicologiques et s'inscrit dans le contexte de système de protection raisonnée assurant un maintien durable de la biosphère (Poitout et Leclant, 1986 ; Ferron, 1999).

Cette stratégie donne la priorité aux mesures de protection autres que chimiques dont les mesures prophylactiques, biologique et surtout culturales (Trottin-Caudal et al., 2011).

III. 5. Méthodes culturelles

De nombreuses recherches ont rapporté l'efficacité des pratiques culturelles dans le contrôle du développement des pathologies en culture tomate et autres cultures. Parmi ces pratiques les plus importantes sont:

❖ Solarisation

La solarisation est une méthode de désinfection partielle des sols (Streck et *al.*, 1996). Elle consiste à recouvrir le sol, préalablement préparé et humidifié, d'un film plastique. Le rayonnement solaire est transmis au sol et la couverture permet l'élévation de la température et l'eau agit comme un vecteur de chaleur (Trottin-Caudal et *al.*, 2011).

L'intérêt de cette méthode a été montré principalement contre les champignons pathogènes du sol tel que *Verticillium dahliae* (Tjamos et Fravel, 1995) et *Colletotrichum coccodes* (Denner et *al.*, 2000) et contre certaines mauvaises herbes et plantes parasites (Trottin-Caudal et *al.*, 2011).

❖ Travail du sol

Plusieurs études ont mis en évidence l'importance du travail du sol dans le contrôle des différentes pathologies. Selon Andrade et *al.* (2002), le travail du sol peut agir directement sur les populations d'insectes ravageurs. Cette opération peut faire remonter à la surface les larves et les pupes d'insectes qui sont exposés aux prédateurs (oiseaux et coléoptère).

Meyer et *al.* (1996) ont rapporté que le travail de sol agit également sur l'environnement physique et biotique des microorganismes présents dans ce dernier et modifie en conséquence, leur quantité, leur activité et leur répartition. Selon Spedding et *al.* (2004) et Cookson et *al.* (2008), les sols travaillés sont dominés par des espèces bactériennes tandis que dans les sols où le travail est limité, les populations fongiques sont dominantes, favorisées par l'humidité du sol et non affectée par les perturbations mécaniques qui réduisent la longueur des hyphes mycéliens et détruit les sclérotés.

Par ailleurs, le travail du sol peut avoir aussi un effet néfaste sur la santé des cultures, plusieurs travaux ont montré que le labourage du sol peut contribuer à la dissémination de l'inoculum le long des lignes de passage des engins agricoles et par conséquent, il crée une porte d'entrée des bio-agresseurs comme le cas de *Clavibacter michiganenses* (Parvatha, 2013).

❖ Culture protégé et aération

Plusieurs pathologies bactériennes et fongiques sont exacerbées par une forte humidité sur les cultures en plein air. Xiao et *al.* (2001) ont constaté que l'incidence de la pourriture grise sur la culture de tomate était de 88 à 94% inférieure sous serre qu'en plein champ. Cependant, il est toujours important de favoriser l'aération pour réduire l'humidité à l'intérieur de ces structures. Baptista et *al.* (2012) ont remarqué que les taux d'incidence des attaques de *B. cinerea* sont inférieurs dans les tunnels dont l'aération s'effectue d'une façon permanente que dans les tunnels dont l'aération se fait durant la journée seulement.

❖ Utilisation du paillage

Différents matériaux sont appliqués à la surface du sol comme paillage (film en plastique, gravier et sable, fragment de roche, béton, paille de récolte...etc.). Cependant, les plus utilisées sont les films en plastique et la paille (Gan et *al.*, 2013).

Selon Streck et *al.* (1995) et Singh et Kamal (2012), l'application d'un paillage en plastique sur le sol empêche l'évaporation des eaux d'irrigation et inhibe la croissance des mauvaises herbes. Comme, il agit également sur la température du sol, sur la précocité des récoltes et sur le rendement. De plus, plusieurs travaux ont détaillés l'effet de cette pratique dans le contrôle de nombreuses pathologies.

Diaz-Perez et *al.* (2007) ont montré que l'utilisation d'un paillis claire en plastique est intéressant pour le contrôle des populations des thrips et par conséquent, il réduit les taux de plantes touchées par la maladie bronzée de la tomate (TSWV) transmise par ces derniers.

Glass et *al.* (2001) ont rapporté que l'utilisation du paillage polyéthylène en culture de pomme de terre permet une protection partielle contre le mildiou causée par *P. infestans*.

Selon Blancard et *al.* (2009), L'utilisation d'un paillage noir en polyéthylène dans les cultures de tomate permet d'isoler en partie la végétation du sol et par conséquent, il réduit les contaminations liées à *Sclerotinia* et à *Rhizoctonia*. De plus, dans certains cas, il contribue à piéger les ascospores libérées par les apothécies de *S. sclerotiorum*.

L'effet répresser de maladie pourrait s'expliquer également par la diminution de l'humidité relative dans la serre. En effet, l'application de cette couverture en plastique empêche l'émission des rayonnements infrarouges qui sont responsables du refroidissement de l'air et la condensation des vapeurs d'eau (Shtienberg et *al.*, 2010).

❖ **Utilisation de films photo-sélectifs**

Selon Dik et Wubben (2007), la lumière, surtout UV, augmente la sporulation de certains agents pathogènes comme *B. cinerea*. La production de spores sous un film de polyéthylène filtrant les UV en boîte de Pétri représente 0,05% de la production de spores sous un film témoin non filtrant et ceci pendant plusieurs semaines après l'inoculation. Cela montre que l'utilisation des films filtrants les UV inhibe la sporulation de ce pathogène et par conséquent le développement de la maladie (Nicot et *al.*, 1996).

❖ **Rotation et Utilisation des cultures intercalaires**

Pour les parcelles cultivées en permanence, la rotation constitue une bonne prévention contre les nématodes et contre certains champignons du sol.

Par exemple, la rotation arachide / tomate permet le contrôle des nématodes à gales. La plante d'arachide se comporte comme une plante piège, les juvéniles de *M. javanica* et *M. incognita* attirés par les racines y pénètrent en grand nombre et ne peuvent plus en ressortir (Parvatha, 2013).

Subbarao et *al.* (2007) ont montré qu'une rotation de la fraise avec le brocoli est efficace pour le contrôle du flétrissement causé par *Verticillium dahliae*. Cette efficacité est attribuée principalement à la réduction des microsclérotés qui représentent la principale forme de survie de ce pathogène.

L'utilisation de culture intercalaire présente également des avantages pour le contrôle des maladies. Al-Musa (1982) a rapporté que l'utilisation de concombre en culture intercalaire avec la tomate a permis de réduire significativement l'incidence de TYLCV (Tomato Yellow Leaf curl Virus) et cette réduction est due à l'effet barrière des plantes du concombre sur les insectes transporteurs du virus.

❖ **Réduction de la densité de plantation**

La densité de plantes est déterminée par l'espacement entre les graines ou les plantes et par la quantité de feuillage. L'utilisation de quantités élevées de semence pour la pépinière de tomate augmente le risque de la fonte de semis à *Pythium spp.* et à *Rhizoctonia spp.* (Palti, 1981). En effet, l'espacement des plantes influence le microclimat dans la culture et l'étendue des contacts directs entre elles. Il doit être mené de manière à maintenir une densité de plantes réduite, afin de limiter les zones de confinement qui permettent le développement local d'un

microclimat à humidité élevée favorisant le développement des maladies (Dik et Wubben, 2007).

❖ **Chauffage et ventilation**

Hausbeck et *al.* (1996a) ont rapporté que l'incidence de la pourriture grise et la sporulation de *B.cinerea* sur les tiges et les feuilles du géranium dans des serres commerciales a été significativement réduite par rapport au témoin non chauffé. En effet, le chauffage et la ventilation forcée permettent de limiter la présence d'eau libre sur les tissus de la plante et de réduire l'intensité de cette maladie (Morgan, 1985 ; Nicot et Baille, 1996).

❖ **Hygiène des cultures**

L'hygiène des cultures vise à empêcher l'introduction de l'inoculum dans l'endroit où l'agent pathogène concerné n'a pas été introduit ainsi que pour réduire la quantité d'inoculum initiale, si l'agent pathogène est déjà présent (Narayanasamy, 2013).

Par exemple, *B. cinerea* est capable de coloniser rapidement les tissus nécrotiques et de produire ensuite des quantités importantes d'inoculum secondaire. Ainsi, Mertely et *al.* (2000) ont rapporté que l'élimination des feuilles sénescentes et nécrotiques dans les serres réduit significativement l'incidence de cette maladie.

Selon Dik et Wubben (2007), l'élimination des plantes infectées et les débris végétaux dans la serre ainsi que le nettoyage des matériaux utilisés sont importants à pratiquer afin de limiter la progression des maladies.

❖ **Nutrition équilibré**

Parmi les pratiques culturales, la nutrition des plantes a marqué une grande influence non seulement sur la croissance et le rendement des plantes cultivées, mais également sur le développement des maladies (Huber et Haneklaus, 2007).

Selon Dik et Wubben (2007), les quantités d'engrais et la composition des solutions nutritives utilisées influencent la sensibilité de la plante hôte aux maladies. Mais, les résultats sont parfois contradictoires. En effet, le taux élevé d'azote favorise la croissance des plantes et la densité du feuillage mais cela conduit à une sensibilité accrue. A titre d'exemple, la pourriture racinaire d'avocat causée par *Phytophthora cinnamomi* et la pourriture blanche de la tige de tomate causée par *Sclerotium rolfsii* ont été significativement augmentées par l'application de la fiente de volaille (Utkhade, 1992 ; Liu et *al.*, 2007). Selon Hoffland et *al.* (2000b), la sensibilité des plante à l'*Oidium neolycopersici* augmente avec l'augmentation de

la fertilisation azotée. En revanche, Yoon et *al.* (2010), ont constaté que la sensibilité des plantes de poivron vis-à-vis *B. cinerea* augmente avec la baisse du niveau d'azote dans le sol.

❖ **L'irrigation**

L'irrigation a une grande influence sur le développement de la plante mais aussi sur le développement des microorganismes pathogènes. Les études comparant l'irrigation à la rigole à l'irrigation au goutte-à-goutte dans les cultures de tomates et dans d'autres cultures ont montré que les systèmes de goutte-à-goutte ont généralement une meilleure efficacité dans le contrôle des maladies.

L'irrigation à la rigole a été incriminée dans la remontée des sels dans plusieurs régions du monde particulièrement dans les régions semi-arides (Hebbar et *al.*, 2004). Comme elle est associée à l'accumulation de sel, d'où la mortalité des semis, notamment dans plusieurs cultures de tomates et de poivron (Miyamoto et *al.*, 1986).

Cette même technique a été incriminée comme facteur favorisant le développement des maladies transmises par le sol. Les études menées sur la pourriture des racines de tomates, causée par *P. parasitica*, irriguées par le système rigole ont montré que la maladie se développe plus rapidement et sa sévérité est plus grande (Ristaino et *al.*, 1988). Dans d'autres études, l'incidence de la pourriture grise sur la tomate est plus élevée dans le système rigole que sous l'irrigation au goutte-à-goutte (Aissat et *al.*, 2008). De même, sur les cultures de laitue, l'incidence de la pourriture, causée par *Sclerotinia minor* était sensiblement plus élevée dans le système rigole que sous irrigation au goutte-à-goutte (Subbarao et *al.*, 1997).

❖ **La répression des mauvaises herbes**

Les mauvaises herbes font la concurrence aux pieds de tomate à l'égard de la lumière, de l'eau et des éléments nutritifs. Parfois elles abritent des organismes qui provoquent des maladies de la tomate tels que le TYLCV et qui réduisent le rendement (Naika et *al.*, 2005).

I. Présentation de la zone d'étude

Nos investigations sur l'état phytosanitaire des cultures de tomate sous serre se sont déroulées dans le Nord de la wilaya de Bejaia. Précisément au sein de quatre communes : Tichy, Boukhelifa, Amizour et Ilmaten (figure 02). Le choix de ces régions est dicté par leur représentativité en terme de nombre de serres et de la surface occupée par les cultures de tomate.

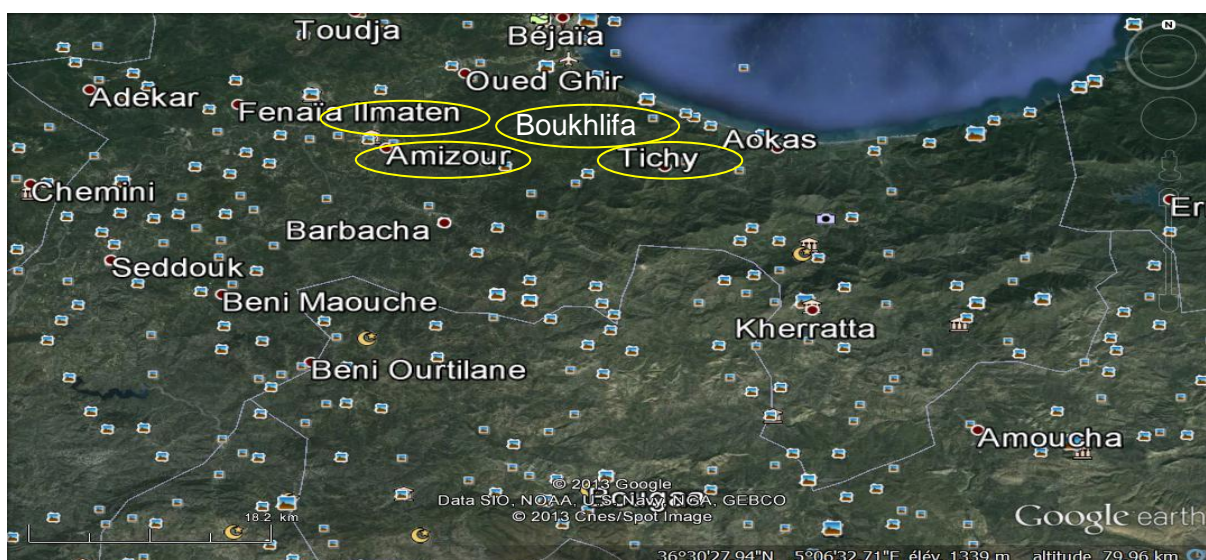


Figure 02 : Présentation de la zone d'étude (Google Earth, 2013).

I. 1. La région de Tichy

Dans cette région, l'étude est réalisée dans le village de Bacarro, situé dans le côté Ouest et distant de 2,5 Km du centre de la commune.

Trois exploitations agricoles individuelles sont sélectionnées pour cette étude, elles sont numérotées comme suit : EAI₁, EAI₂ et EAI₃.

I. 2. La région de Boukhelifa

Dans cette région, l'étude a été réalisée dans quatre exploitations situées dans le côté Nord-Est de la commune, elles sont numérotées : EAI₄, EAI₅, EAI₆ et EAI₇.

I. 3. La région d'Ilmaten

Dans cette région, l'étude est réalisée dans le village Bénar sur les 02 tunnels présent dans l'EAI₈.

I. 4. La région d'Amizour

Dans cette région, l'étude est réalisée dans le village Elmerdj-Oamen sur le seul tunnel présent dans l'EAI₉.

Les caractéristiques des tunnels dans chaque site sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau VII : Caractéristiques des tunnels dans les sites de l'étude.

Site	Nombre de tunnels	Orientation des tunnels	Dimension des tunnels	Variété de tomate	Nombre de rangées	Nombre de plantes par tunnel	Précédent cultural
EAI ₁	07	Nord-Sud	46 x 8 x 3	Tavira	7	1050	Solanacée
EAI ₂	07 / 02	Nord-Sud	46 x 8 x 3	Tavira/ Tilargo	7	1050	Solanacée
EAI ₃	03	Nord-Sud	46 x 8 x 3	Tavira	7	1050	Solanacée
EAI ₄	03	Nord-Sud	46 x 8 x 3	Tavira	10	1500	Solanacée
EAI ₅	05	Est-Ouest	46 x 8 x 3	Tavira/ Cawa	7	1050	Solanacée
EAI ₆	02	Nord-Sud	46 x 8 x 3	Tavira	10	1500	Solanacée
EAI ₇	03	Nord-Sud	46 x 8 x 3	Tavira/ Cawa	7	1050	Solanacée
EAI ₈	02	Nord-Sud	46 x 8 x 3	Tavira/ Valouro	7	1050	Solanacée
EAI ₉	01	Nord-Sud	46 x 8 x 3	Tavira	7	1050	Solanacée

II. Matériel végétal

Notre étude a porté sur quatre variétés de tomate hybrides F1: Tavira, Cawa, Valouro et Tilargo. Leurs principales caractéristiques sont mentionnées dans le tableau ci-dessous.

Tableau VIII: Caractéristiques des variétés de tomate étudiées.

Variété	Cawa	Tavira	Valouro	Tilargo
Origine	Pérou	Portugal	Portugal	Portugal
Type de croissance	Indéterminée	Indéterminée	Indéterminée	Indéterminée
Précocité	Primeur	Primeur	Primeur	Primeur
Récolte	Echelonnée	Echelonnée	Echelonnée	Echelonnée
Destination	Frais	Frais	Frais	Frais
Port du plant	Dressé	Dressé	Dressé	Dressé
Couleur	Rouge	Jaune orangée à rouge	Rouge	Rouge

III. Méthodes d'identification des maladies

III.1. Identification des maladies sur le terrain

Le diagnostic des maladies se base sur un examen visuel des symptômes provoqués par les différents pathogènes sur les plantes de tomate. Ces derniers sont consignés sous forme d'une photographie dans chaque sortie. Des informations consternant les conditions d'apparition des maladies sont recueillies auprès des agriculteurs en utilisant un questionnaire (annexe 04).

Le livre de Blancard et *al.* (2009) est utilisé comme support de comparaison et de reconnaissance des différents bio-agresseur rencontrés sur le terrain.

Dans le cas où l'identification de la maladie sur le terrain ne peut être établie sur le site, des prélèvements sont réalisés sur des échantillons avec des symptômes visibles et en début d'attaque, puis acheminés au laboratoire pour des analyses subséquentes.

III. 2. Identification des maladies au laboratoire

III. 2. 1. Identification des maladies fongiques

❖ Prélèvement et isolement des agents fongiques

Dans le cas d'un chancre sporulant aérien, les prélèvements sont réalisés à partir des différentes parties atteintes à l'aide des écouvillons (Figure 03). Ces derniers sont transportés au laboratoire afin d'isoler les agents en cause.

Pour les atteintes vasculaires, les organes infectés sont enveloppés dans des sacs en papier stérilisés au préalable puis transportés au laboratoire sur lesquelles sont réalisés les prélèvements. Ces derniers sont effectués en découpant des fragments au niveau du front d'avancement des nécroses. Par la suite, les prélèvements sont désinfectés par l'hypochlorite de sodium à 5% pour les organes résistants comme les racines et les tiges ou par l'éthanol à 70% pour les organes fragiles comme les feuilles et les fruits (Agrios, 2005).

Les prélèvements réalisés par écouvillonnage et les fragments d'organes traités sont repiqués sur gélose PDA ou MA et incubés à 25°C pendant 3 jours (Agrios, 2005).

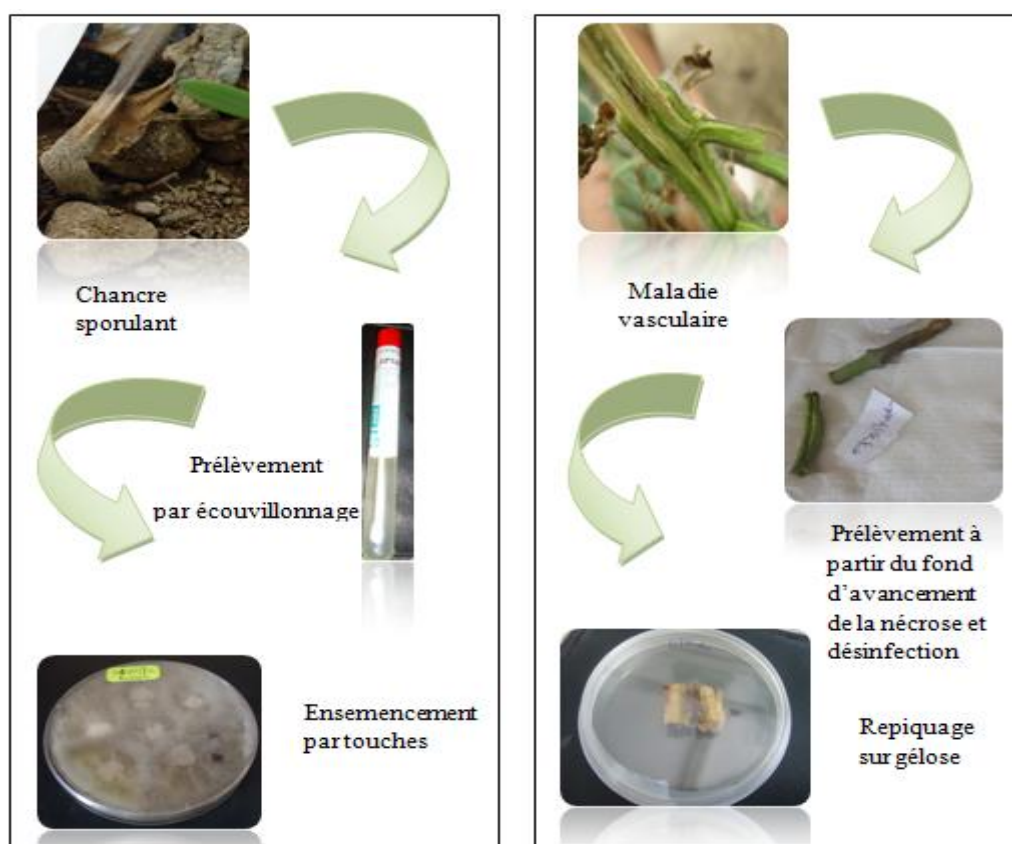


Figure 03: Protocole de prélèvement et d'isolement des agents fongiques.

Dans le cas de mildiou, les échantillons de tomate qui présentent les symptômes typiques de cette maladie sont mises dans des boîtes de Pétri tapissées par un papier absorbant humidifié pour favoriser la fructification du champignon. Après le développement d'un feutrage blanc renfermant les fructifications, ces dernières sont observées directement sous le microscope optique (Barnett et Hunter, 1998).

❖ **Purification et identifications des isolats**

Après incubation et dès l'apparition des jeunes colonies, des implants mycéliens de 5 mm de diamètre sont repiqués sur milieu neuf PDA ou MA et mis en culture à 25°C afin de séparer les différentes colonies. Cette opération est répétée plusieurs fois jusqu'à l'obtention d'une colonie pure (Guiraud, 2003).

L'identification des champignons fait essentiellement appel aux caractères cultureux (identification macroscopique) et à la morphologie (identification microscopique) des isolats purifiés (Botton *et al.*, 1999).

a - Identification macroscopique

Les isolats fongiques purifiés sont soumis à une identification macroscopique par un examen de la culture sur les milieux MA ou PDA. Cet examen permet de déterminer les caractères cultureux intégrant à la fois la taille et la couleur de la colonie, l'aspect de la colonie et la vitesse de croissance (Guiraud, 2003).

b - Identification microscopique

Tous les agents fongiques isolés sont soumis à une identification morphologique réalisée par une étude microscopique. Cette dernière est effectuée par l'une des deux techniques suivantes.

- **Technique du ruban adhésif**

Cette technique est utilisée pour l'identification des agents fongiques non cultivables, elle consiste à l'application d'un morceau de ruban adhésif transparent à la surface de l'organe infecté. Par la suite, ce dernier est collé directement sur une lame enduite préalablement dans sa partie centrale par le Lactophénol. Les observations microscopiques sont effectuées aux grossissements 10 et 40 (Guiraud, 2003).

- **Technique de culture sur lamelle**

Cette technique est utilisée pour l'identification des agents fongiques cultivables. Elle consiste à insérer délicatement une lamelle stérilisée dans un milieu gélosé MA, de telle sorte qu'elle forme un angle de 45°C avec la surface de celui-ci (Figure 04). Un implant mycélien est déposé contre la lamelle en contact avec le milieu. Après 3 à 4 jours d'incubation à 25°C, la lamelle est retirée soigneusement de la gélose, entraînant avec elle des fragments du mycélium, elle est ensuite déposée sur une lame induite par le Lactophénol, puis examinée au microscope optique au grossissement 40 (Williams et Cross, 1971).

En s'appuyant sur la clé de détermination de Barnett et Hunter (1998) et les critères morphologiques et culturaux, nous avons réalisé l'identification des différents agents fongiques.

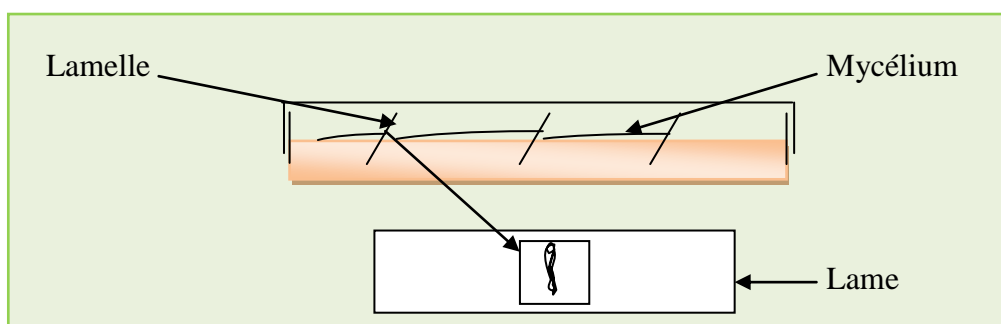


Figure 04 : Technique de culture sur lamelle.

- ❖ **Conservation des isolats**

Pour la conservation des isolats fongiques nous avons réalisé des prélèvements de spores et des sclérotés par une anse de platine qu'on a transféré dans des tubes Eppendorf contenant 600 µl du tampon phosphate glycérol (20%), ensuite ces derniers sont étiquetés et conservés à -20°C.

III.2.2. Identification des maladies bactériennes

- ❖ **Prélèvement et isolement des souches bactériennes**

Des fragments d'une plante présentant les symptômes d'une maladie sont prélevés en bordures des lésions et désinfectés par l'éthanol à 70%. Ensuite, ces derniers sont placés dans une boîte de Pétri aux quels, quelques millilitres d'eau physiologique stérile sont additionnées et laissées macérer pendant cinq minutes (Agrios, 2005).

Pour l'isolement une goutte du liquide de macération est prise avec l'anse de platine stérile et ensemencée sur des boîtes de Pétri contenant un milieu gélosé (King B ou LPGA). L'incubation s'est fait à 25°C pendant 24h (Agrios, 2005).

❖ **Purification et conservation des cultures bactériennes**

La purification des isolats est réalisée par plusieurs repiquages sur gélose King B. Pour leur conservation, ces derniers sont repiqués sur gélose nutritive en tubes inclinés, incubés à 25°C pendant 24h puis conservés à 4°C.

❖ **Identification des souches bactériennes**

L'identification des souches bactériennes est réalisée par l'étude de plusieurs tests biochimiques dont :

- **Réaction de Gram (Test de solubilité dans le KOH)**

A l'aide d'une pipette Pasteur, une colonie d'une culture bactérienne de 24h, est prélevée et frottée rapidement dans une goutte d'une solution aqueuse de KOH à 3% préalablement déposée sur une lame de verre. Au bout de quelques secondes, on soulève la pipette de quelques centimètres au-dessus de la lame. S'il se forme un filet visqueux, la bactérie est Gram négatif, car les bactéries de Gram positif ne produisent pas ce filet (Powers, 1995 ; Khezri et al. 2010).

- **Test de l'oxydase**

Ce test permet la détection de l'enzyme cytochrome oxydase. Il consiste à étaler une colonie bactérienne sur un disque de papier filtre imprégné de diméthyl-p-phénylène diamine à 1%, préalablement humidifié avec quelques gouttes d'eau distillée stérile. Une réaction positive se traduit par l'apparition d'une couleur violacée au bout de 10 secondes (Kovacs, 1956).

- **Test de la catalase**

La mise en évidence d'une bactérie à catalase positive est réalisée par l'observation d'une effervescence et d'un dégagement important d'oxygène lorsqu'une colonie bactérienne est frottée dans une goutte d'eau oxygénée (Guiraud, 2003).

- **Test de mise en évidence du métabolisme oxydatif / fermentatif du glucose**

Ce test est réalisé sur le milieu semi gélosé de Hugh et Leifson. Il sert à détecter le caractère oxydatif ou fermentatif d'une souche bactérienne. Deux tubes de milieu Hugh et Leifson sont régénérés au bain-marie bouillant puisensemencés par piqûre centrale par la souche à tester. Le premier est recouvert de 2 ml d'huile de vaseline et le deuxième tube reste en contact avec l'air. Après incubation, la lecture se traduit par une acidification du milieu en

aérobiose pour les bactéries oxydatives et par l'acidification des deux tubes pour les bactéries fermentatives (Hélias, 1999).

- **Recherche de l'arginine déshydrolase**

Ce test sert à déterminer la transformation de l'arginine par une enzyme Arginine Déshydrolase (ADH). 3ml de milieu semi gélosé de l'arginine sont préparées dans des tubes et inoculées par une suspension bactérienne préparée à partir d'une culture fraîche de 18 à 24h. Par la suite, environ 2 ml d'huile de vaseline stérile sont additionnées aux tubes puis ces derniers sont incubés à 25°C pendant 24 à 48h. Après incubation, la lecture se traduit par un virage du milieu au jaune orangé dans le cas d'une réaction négative et par un virage au jaune puis une recoloration en rose dans le cas d'une réaction positive (Thornley, 1960).

- **Formation de Levane (polymère de fructose)**

Ce test sert à déterminer si la bactérie est capable de polymériser le fructose en poly-fructose. A l'aide d'une pipette Pasteur, une goutte d'une suspension bactérienne est prélevée etensemencée par une seule strie au milieu d'une boîte de Pétri contenant le milieu Levane. Après 72h d'incubation à la température de 25°C, un résultat positif se traduit par la formation d'une strie blanchâtres, convexes et brillantes (Lelliot et Stead, 1987).

La composition des milieux de culture et des réactifs chimiques utilisés est donnée dans l'annexe 05.

❖ **Tests de pathogénecité (postulat du Koch)**

Ce test sert à vérifier la pathogénecité des souches isolées. Pour sa réalisation, nous avons utilisé des plantules de tomates d'une variété hybride F1 « Agora » qui est selon sa fiche technique sensible aux maladies bactériennes. Le protocole suivi est celui de Zaluga et al. (2013) avec quelques modifications.

Une culture bactérienne est préparée dans le milieu liquide King B pendant 24h. Par la suite, 10ul de cette culture sont suspendues dans 1ml de tampon phosphate (10 mM, pH 7,2) et utilisées pour l'inoculation des plants de tomate (stade de trois à quatre feuilles) préalablement assoiffés pendant 48h. À l'aide d'une seringue neuve, 50ul de la dilution de 1:10 sont injectés dans les nervures de feuilles et dans la tige. Un témoin positif est réalisé par l'inoculation d'un plant sain par 50ul du tampon phosphate stérile.

Après inoculation les plants de tomate sont déposées au niveau de laboratoire à la température ambiante afin d'observer le développement des symptômes de la maladie.

III. 2. 3. Identification des maladies virales

Bien qu'on ne dispose pas de moyens nécessaires pour confirmer diagnostique des virus au laboratoire (microscope électronique, DAS-ELISA, RT-PCR), seul le document de Blancard et *al.* (2009) est utilisé pour l'identification ces derniers.

III. 2. 4. Identification des maladies dues aux ravageurs

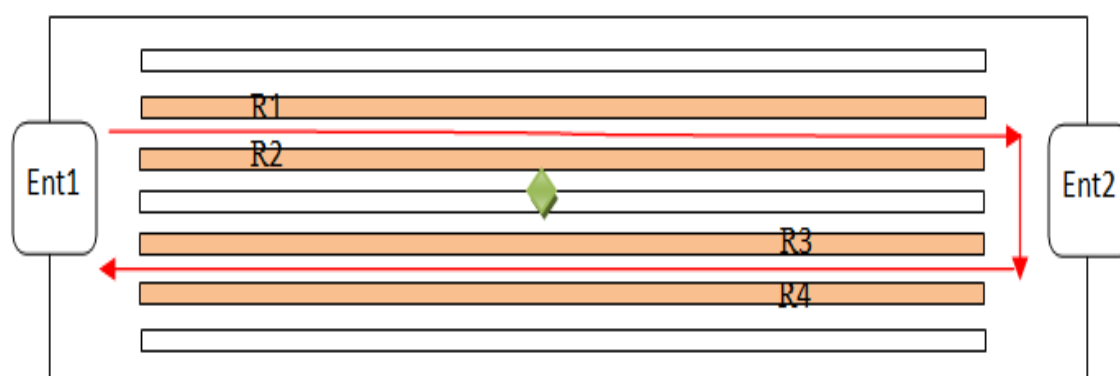
L'identification des maladies dues aux ravageurs est basée sur l'observation des symptômes provoqués sur la culture de tomate et par l'observation des différents stades larvaires de ces derniers, puis leur comparaison avec le document de Blancard et *al.* (2009).

IV. Méthodes d'étude de l'incidence des pathologies

IV.1. Protocole d'étude sur le terrain

Le suivi de la situation sanitaire de la culture de tomate sous abri, s'est fait à raison d'une fois par quinze jours pendant la période allant du 05 /01 /2013 jusqu'au 17 /08 /2013. Le travail de notation, d'identification et de quantification a porté sur 35 tunnels reparties sur 09 EAI dont 7 sont situées le long du littoral et deux autres sont situées au niveau d'Elmerdj Ouamene et Ilmaten.

A chaque sortie, nous analysons l'état sanitaire d'environ 60% des plantes présentes dans chaque tunnel (04 rangées pour les tunnels de 07 rangs et 06 rangées pour les tunnels de 10 rangs). Cette étape est accomplie en réalisant un aller-retour (deux aller-retour pour les tunnels de 10 rangées) dans chaque tunnel (figure 05).



Ent : Entrée

R : Rangée

◆ : Enregistreur de température

Figure 05 : Protocole d'étude sur le terrain.

IV.2. Méthode de notation et de quantification des pathologies

Chaque quinze jours, 22300 plantes sont observées et notées et les taux d'incidence DI de chaque maladie observée sont déterminés pour chaque tunnel.

$$DI \% = IP / TOP \times 100$$

IP: Cumul des plantes présentant des symptômes de la maladie dans chaque sortie

TOP: totale de plantes observées par tunnel

Les incidences calculées sont rapportées selon une échelle de notation comportant huit niveaux d'atteinte (Tableau VII).

Tableau IX : Echelle de notation de l'incidence des maladies dans un tunnel.

Niveau de notation	% de plantes atteintes
N0	0% aucune plante atteinte dans le tunnel
N1	> 0% et ≤ 10% plantes par tunnel
N2	>10% et ≤ 20% plantes par tunnel
N3	>20% et ≤ 30% plantes par tunnel
N4	>30% et ≤ 40% plantes par tunnel
N5	>40% et ≤ 50% plantes par tunnel
N6	> 50% plantes par tunnel

V. Méthodes d'étude de l'impact des pratiques culturales sur le développement de la pathologie dominante

V.1. Présentation du site expérimental

Sur la base de l'enquête réalisée au début de la saison culturale et les résultats obtenus dans les trois premiers mois de suivi, nous avons sélectionné le site de Tichy pour l'étude de l'impact de certaines pratiques culturales sur le développement de la principale pathologie recensée durant cette période. Le choix du site est lié principalement aux pratiques culturales utilisées, mais aussi, à l'homogénéité des autres paramètres (pépinière, date de plantation, variété, eau d'irrigation...etc.).

Ce site est situé sur la bande côtière de la wilaya de Bejaïa et plus précisément dans le village de Baccaro. Il est constitué de trois exploitations (EAI₁, EAI₂ et EAI₃) (figure 06).



Figure 06 : Site de Baccaro (Google Earth, 2013).

V. 2. Conduite de la culture

❖ Préparation de la pépinière et transplantation

Les jeunes plants de tomate (*Lycopersicon esculentum* cultivars Tavira et Tilargo) ont été produits localement, dans un seul tunnel dans l'EAI₁ (figure 07) et transplantés dans les tunnels étudiés dans la première semaine du mois de Janvier 2013 à l'âge de 45-50 jours. Chaque tunnel contient environ 1050 plantes disposées en 7 lignes. La distance entre deux lignes est de 0,8 m et entre deux plantes est de 0,3 m.



Figure 07 : Pépinière.

❖ Irrigation et fertilisation

Tout le long de la saison culturale, l'eau est fourni goutte-à-goutte à des intervalles réguliers. Pour la fertilisation, quatre types d'engrais ont été appliqués en fonction du stade de développement de la plante : engrais de base NPK, amonitrate, engrais phosphatés et accélérateurs de croissance (tableau IX).

Tableau X : Engrais appliqués dans l'EAI₁, l'EAI₂ et l'EAI₃ durant la saison culturale.

Exploitation	Engrais de base (NPK)	Amonitrate (N)	Engrais phosphatés	Accélérateurs de croissance (engrais foliaires, NPK)
EAI ₁	0 /20/25	Une fois	Complet-P (2 fois)	Bayfolan®
EAI ₂	15/15/15 15/15/15	Une fois	Complet-P (3fois)	Bayfolan®
EAI ₃	15/15/15 15/15/15	Une fois	Complet-P (2fois)	Bayfolan®

❖ Opérations d'entretiens des cultures

Différentes opérations sont utilisées par les agriculteurs afin d'entretenir leurs cultures dont :

- Le désherbage manuel : Cette opération est effectuée trois semaines après la plantation en raison du développement des mauvaises herbes dans les raies des tunnels. Elle est répétée chaque deux ou trois semaines le long de la saison culturale.

- Le buttage : Cette opération accompagne systématiquement le désherbage manuel. Elle sert à alléger le sol, à protéger le système racinaire des plantes et à maintenir la forme des sillons.
- Le palissage : A partir de début du mois de Mars et dans la totalité des tunnels, les plantes sont attachées à des ficelles verticales afin de les maintenir d'une manière solide.
- L'ébourgeonnage : Cette opération consiste à enlever les bourgeons axillaires de telle manière à maintenir une seule tige principale. Elle est répétée toutes les deux semaines en moyenne.
- L'effeuillage : Les feuilles situées en dessous du premier bouquet sont retirées après la première récolte. Par la suite, de nouvelles opérations sont effectuées régulièrement lors des récoltes successives ultérieures.
- L'entretien phytosanitaire : Un entretien phytosanitaire est appliqué par les agriculteurs dès le début jusqu'à la fin de la saison culturale. Les différents produits utilisés sont mentionnés dans le tableau XXII de l'annexe 06.

V.3. Protocole d'étude sur le terrain

Le suivi épidémiologique de la pathologie dominante s'est fait d'une façon hebdomadaire à partir du 30 /03 /2013 jusqu'à la fin de la saison culturale. Le travail de notation et quantification a porté sur 19 tunnels répartis sur les trois EAI de l'étude.

V.4. Etude de l'impact du paillage

Pour l'étude de l'effet du paillage, l'expérience est réalisée sur quatorze tunnels repartis équitablement entre l'EAI₁ (avec paillage) et l'EAI₂ (sans paillage). Les caractéristiques de ces tunnels sont présentées dans la figure 08.



Figure 08 : Caractéristiques des tunnels dans l'EAI₁ et l'EAI₂.

❖ **Etude de l'effet du paillage sur la température de l'air à l'intérieur du tunnel**

L'évaluation des températures de l'air à l'intérieur des tunnels est réalisée par des enregistreurs de température de type VOLTCRAFT-DL-101T USB (Hurchau, Germany) installés au centre de deux tunnels (un avec paillage et l'autre sans paillage) à une hauteur de 1,5 m. Afin d'éviter l'effet direct des rayonnements solaires sur ces enregistreurs, ils sont introduit à l'intérieur de boîtes trouées en cartant (figure 09).

Les enregistreurs sont programmés à prendre la température de l'aire chaque 30 minutes.



Figure 09: Enregistreur des températures de l'air.

V.5. Etude de l'impact de l'utilisation des amendements organiques

Pour l'étude de l'effet de l'utilisation des amendements, l'étude est réalisée sur dix tunnels dont sept appartiennent à l'EAI₂ (sans amendement) et trois appartiennent à l'EAI₃ (avec amendement). Le type d'amendement utilisé est une fiente de dinde à raison de 20 tonnes /ha (figure 10).



Figure 10 : Caractéristiques des tunnels dans l'EAI₃.

V.6. Etude de l'impact du choix variétal

L'étude de l'effet du choix variétal est réalisée au sein de l'EAI₂ sur deux variétés hybrides F1 Tavira et Tilargo.

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques de l'ensemble des tunnels étudiées dans les trois exploitations à Baccaro.

Tableau XI : Caractéristiques des tunnels à Baccaro.

Exploitation	Nombre de serres de chaque variété		Paillage	Fiente de dinde	Dimension du tunnel
	Tavira	Tilargo			
EAI ₁	7	0	Oui	Non	46 x 8 x 3
EAI ₂	7	2	Non	Non	46 x 8 x 3
EAI ₃	3	0	Non	Oui	46 x 8 x 3

V.7. Analyse statistique

L'analyse statistique des résultats est effectuée en utilisant le logiciel XL STAT – pro version 7.5.2. Lors de cette analyse, nous avons utilisé le test de Student à un facteur de risque de 5%.

Pour faciliter le test concernant les cinétiques de développement de la maladie, nous avons calculé les AUDPC (l'aire sous la courbe de progression de la maladie).

Selon Madden et *al.* (2007) et Lecompte et *al.* (2010), lorsque l'évaluation de la maladie est réalisée à intervalles réguliers, la surface sous la courbe peut être calculée comme suit :

$$AUDPC = \left[Y_1/2 + \sum_2^{n-1} Y_j + Y_n/2 \right] \times I$$

Y_j : est la maladie observées au jour **J** ;

n : le nombre total d'observations (n = 20) ;

I : l'intervalle de temps entre chaque observation (I = 7).

L'application du test de Student nécessite que les AUDPC suivent une loi normale ainsi que les variances soient homogènes, pour vérifier la normalité nous avons réalisés le test Shapiro-Wilk et pour l'homogénéité des variances nous avons utilisés le test de Levene.

I. Identification des maladies

I. 1. Identification des maladies cryptogamiques

Au cours de la campagne culturale 2012 / 2013, nous avons noté la présence de multiples symptômes révélateurs de plusieurs maladies fongiques responsables de pertes en rendement ou qui ont altéré la qualité des fruits. Les observations sur le terrain et les résultats des isolements au laboratoire ont abouti à l'identification de huit champignons aériens et telluriques responsables des attaques sur les différents organes de tomate.

I. 1. 1. Fonte de semis

- Les attaques de cette maladie sont observées dans le stade pépinière et dans les premières semaines qui ont suivies le repiquage. Les symptômes sont apparus sur la base des tiges sous forme de chancres marron et sec (figure 10).



Figure 11: Symptôme de la fonte de semi sur les plants de tomate.

- Sur un milieu gélosé, l'isolement de l'agent pathogène a montré des colonies envahissantes blanches et denses (forme d'une fleur), l'observation sous microscope a montré un mycélium non cloisonné blanc avec des spores terminales en forme ovoïde (figure 12).

- La symptomatologie associée aux caractères microscopiques nous ont permet de conclure que l'agent responsable de ces lésions est *Pythium sp.*

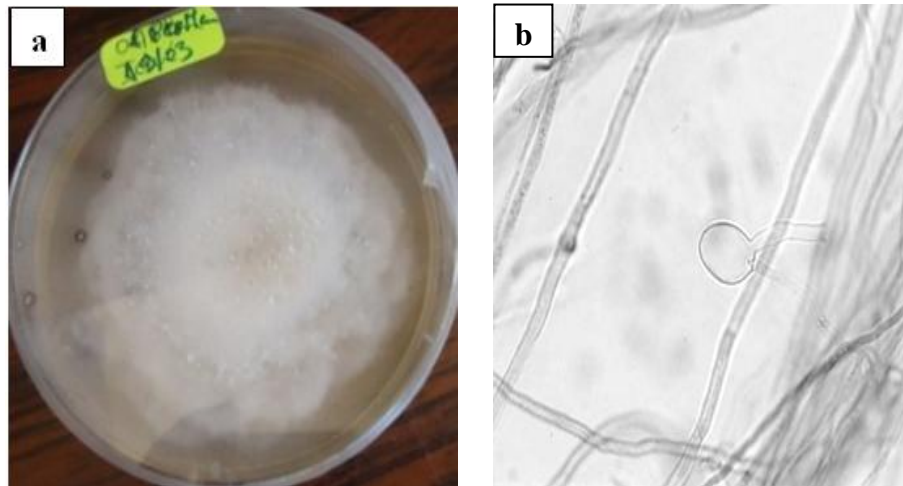


Figure 12: Aspect de *Pythium sp.* sur milieu de culture et sous microscope **a** : sur gélose PP et **b** : Sous microscope (GX40).

I. 1. 2. Le Rhizoctone

- Cette maladie est apparue sur les plants de tomate quelques jours après leur transplantation. Des chancres brunâtres, plutôt secs et bien délimités ont ceinturé le collet des plantes (figure 13).



Figure 13 : Symptômes du rhizoctone sur le collet de tomate.

- L'isolement sur milieu MA a montré des colonies claires au début et qui prennent une couleur brune par la suite, l'observation sous microscope a montré un mycélium cloisonné, hyalin à brun présentant des constriction au niveau de ses ramifications (figure 14).

- La symptomatologie associée aux caractères microscopiques nous ont permet de conclure que l'agent responsable de ces lésions est *Rhizoctonia solani*.

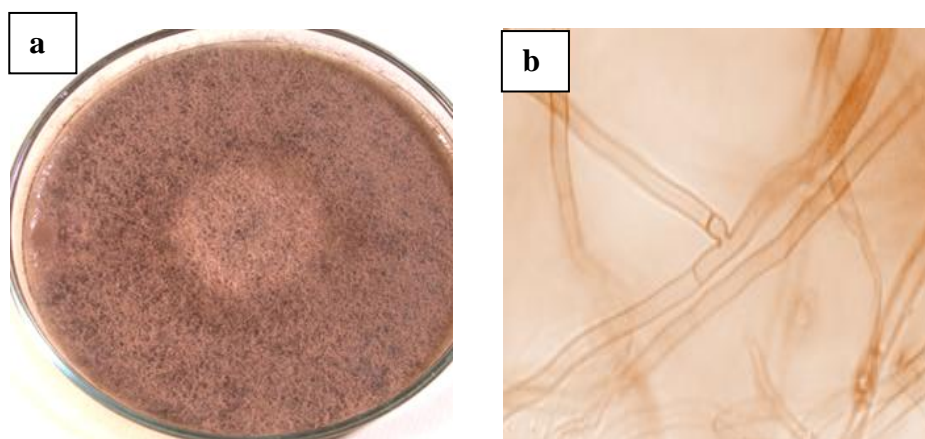


Figure 14 : Aspect de *Rhizoctonia solani* sur milieu de culture et sous microscope
a : sur gélose MA et **b** : Sous microscope (GX40).

I. 1. 3. La Pourriture grise

- Les premières attaques de cette maladie sont apparues en mi-Janvier. Par la suite, la pathologie a pris de l'ampleur au début de la fructification au niveau des blessures d'effeuillage et d'ébourgeonnage.

- Le champignon a touché les différents organes aériens de la plante : Sur tige, les attaques sont sous forme de chancres sporulant de couleur grise (figure 15a). Sur feuilles, la maladie s'est exprimée sous forme de taches nécrotiques marron à extension rapide (figure 15b). Sur fruit, les attaques sont en forme d'une pourriture grise (figure 15c) et sur fleurs, les symptômes ont conduit souvent à une perte totale du bouquet florale (figure 15d).

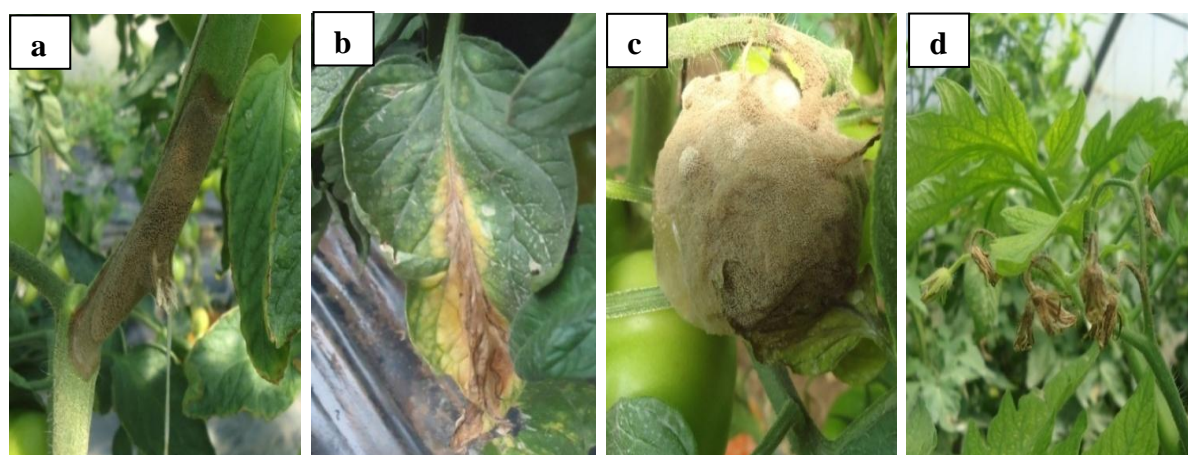


Figure 15: Symptôme de la pourriture grise sur les différents organes de la tomate
a : tige, **b** : feuille, **c** : fleur, **d** : fruit.

- Les isolements effectués à partir des différents organes ont mis en évidence des colonies mycéliennes marron clair qui s'assombrit au bout de 7 à 15 jours et produisant des sclérotés de dimensions (de 2 à 5 mm) et de disposition variables (selon le morphotype) (figure 16a). L'observation sous microscope a montré un mycélium cloisonné avec des spores en forme de grappes (figure 16b).
- Ces caractéristiques sont celles de *Botrytis cinerea* tel que décrit par Barnett et Hunter (1998).

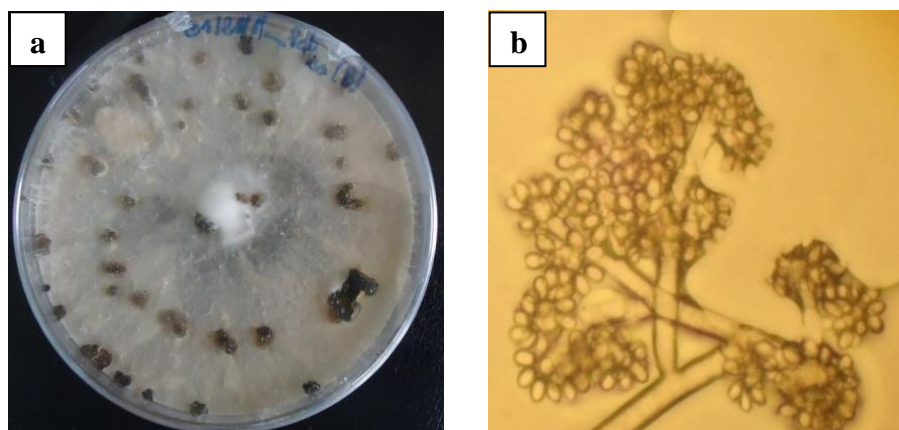


Figure 16: Aspect de *Botrytis cinerea* sur milieu de culture et sous microscope
a : sur milieu MA, **b** : sous microscope optique (GX40).

I. 1. 4. Le Mildiou

- Les premières attaques sont apparues au stade pépinière (figure 17a). Les symptômes sont apparus sous forme de plages huileuses ou par des taches brunes sur toutes les parties aériennes de la plante (figure 17b et 17c).

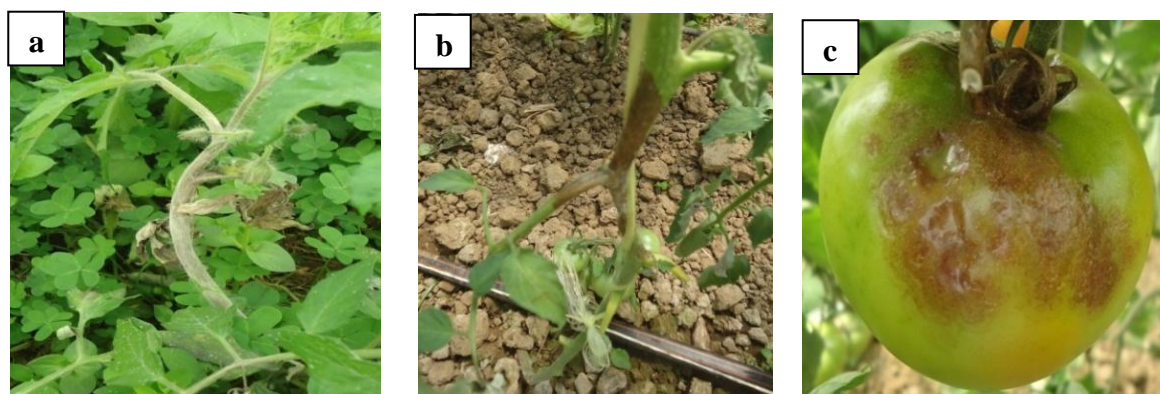


Figure 17: Symptômes du mildiou **a**: Pépinière, **b**: Tige et **c**: Fruit immature.

- L'observation microscopique a montré un mycélium non cloisonné. Les sporoglyphores sont très ramifiés avec des conidies ellipsoïdales terminales (18a et 18b). Ces

caractéristiques sont celles de *Phytophthora infestans* tel que décrit par Barnett et Hunter (1998).

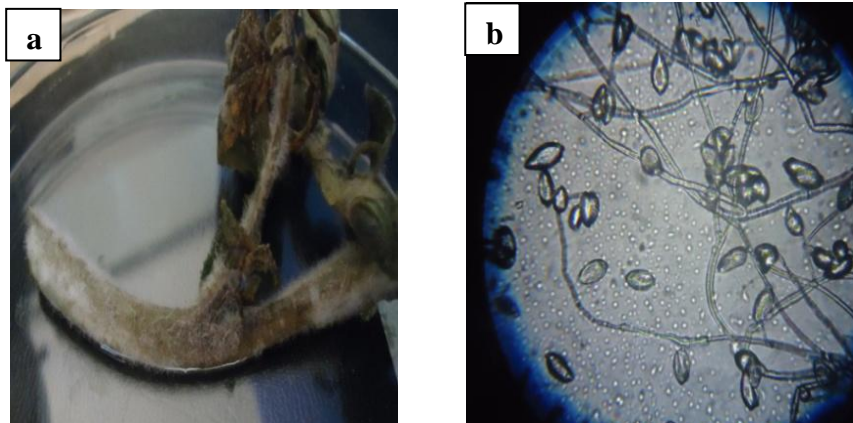


Figure 18: Aspect de *P. infestans* en conditions d'humidité et sous microscope
a : En conditions d'humidité et b: Sous microscope (GX40).

I. 1. 5. La Pourriture blanche

- Des chancres bruns recouverts d'un mycélium blanc ont ceinturé la base des tiges (19a). Une coupe transversale dans ces dernières a mis en évidence une série de gros sclérotés noirâtres (figure 19b).

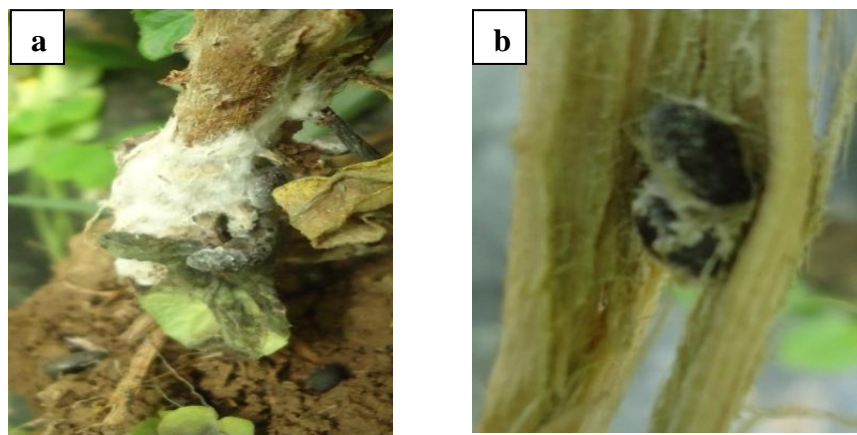


Figure 19: Symptômes de la pourriture blanche
a : Sur le collet de la plante et
b : Sclérote à l'intérieur de la tige.

- Sur milieu PDA, le champignon responsable de ces symptômes a présenté des colonies envahissantes blanches et denses (il envahit la boîte au bout de trois jours). Le mycélium est cloisonné et produit des sclérotés noirs (figure 20a et 20b).

- Ce type de symptôme associé aux caractéristiques culturales du champignon *in vitro* confirme que nous sommes en présence de *Sclerotinia sclerotiorum*.

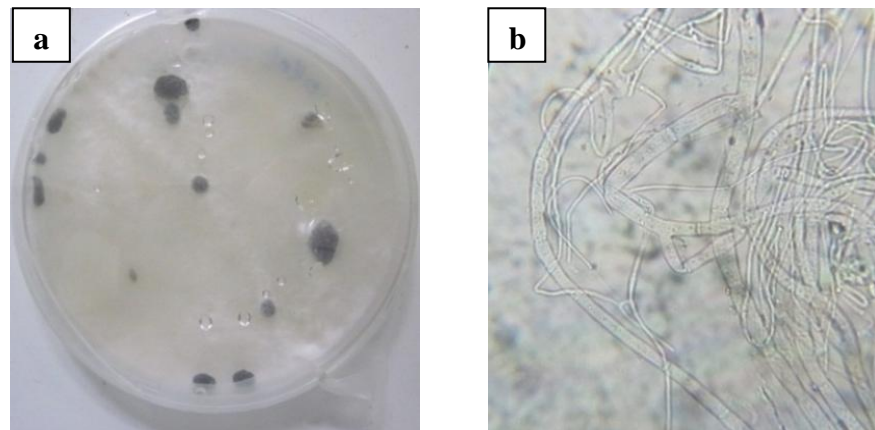


Figure 20 : Aspect de *Sclerotinia sclerotiorum* sur le milieu de culture et sous microscope
a : sur gélose PDA et **b** : Sous microscope (GX40).

I. 1. 6. l'Alternariose

- Les symptômes de l'alternariose sont observés surtout sur les feuilles et sur les fruits, sous forme de tâches noirâtres plus ou moins arrondies (figure 21).



Figure 21: Symptômes de l'alternariose sur la foliole de tomate.

- La mise en culture a montré des colonies verdâtres avec un mycélium aérien de couleur blanchâtre (figure 22a). L'examen microscopique a révélé la présence de spores produites en longues chaînes à l'extrémité des conidiophores (figure 22b). Ces dernières sont brunâtres, pluricellulaires et sont pourvues des appendices relativement courts. Les critères symptomatologiques associés aux caractères microscopiques nous ont permis de conclure que l'agent responsable de ces lésions est *Alternaria alternata* tel qu'elle est décrite par Blancard et al.(2009).

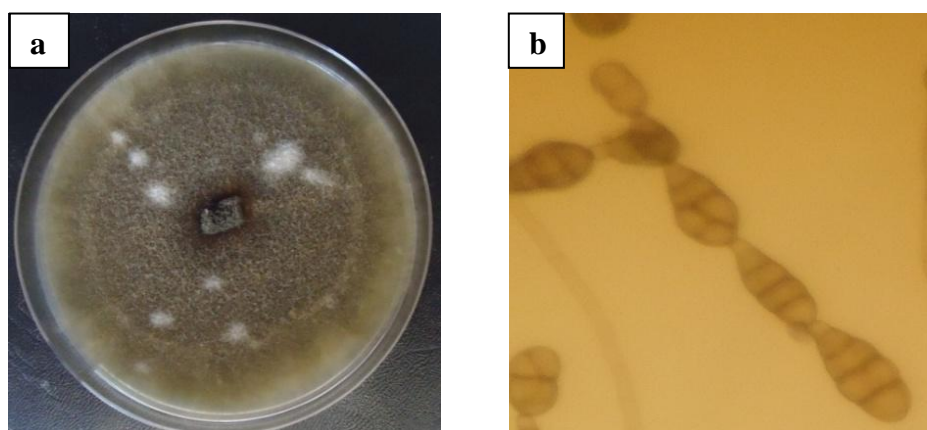


Figure 22 : Aspect d'*Alternaria alternata* sur milieu de culture et sous microscope
a : Sur gélose MA et **b** : Sporangiphore sous microscope (GX40).

I. 1. 7. Le Mal blanc (Oïdium)

Deux types d'oïdiums sont observés sur les plantes de tomate :

Le type 1 :

- Les premières attaques sont apparues au début du mois Mai. Elles sont caractérisées par l'apparition des taches jaunes sur la face supérieure des feuilles et des taches poudreuses blanches sur la face inférieure (figure 23a et 23b).
- L'observation microscopique du blanc a mis en évidence des conidies allongées. Ces dernières se présentent en courtes chaînes et la première produite présente un apex pointu, les suivantes sont en forme de tonnelet (figure 23c).
- La culture sur milieu synthétique est impossible car c'est un parasite strict. Dans la littérature les mêmes types de symptômes sont provoqués par *Leveillula taurica*.

Le type 2 :

- Les débuts d'attaques ont commencé à la mi-Mai et ont marqué une évolution importante à partir du mois de Juin. Elles sont caractérisées par l'apparition de taches poudreuses blanches sur les faces supérieures des feuilles, sur les tiges mais sans toucher le fruit. Les tissus atteints ont fini par devenir chlorotiques, brunir localement et se nécroser.
- L'observation microscopique a montré un mycélium cloisonné blanc surmonté de nombreux conidiospores produisant des conidies hyalines isolées (figure 23f).
- La culture sur milieu synthétique est impossible car c'est un parasite strict. La forme des spores et leur disposition confirment qu'il s'agit d'*Oidium neolycopersici*.

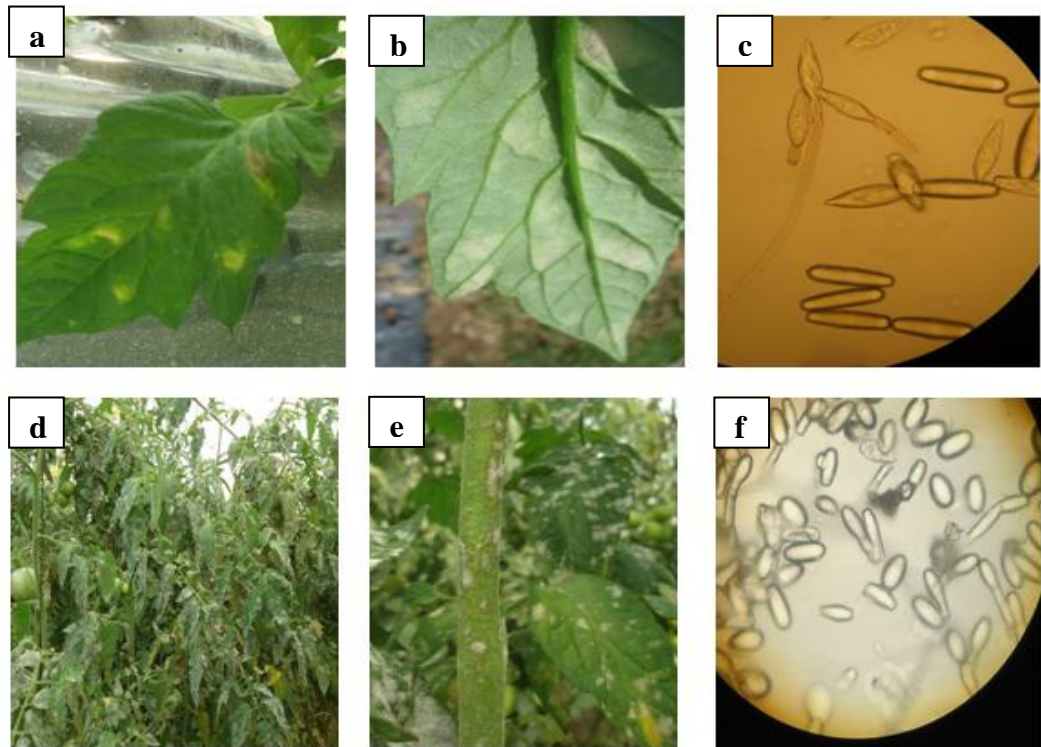


Figure 23: Symptômes du mal blanc causé par *L. taurica* et par *O. neolycopersici* et leurs aspect sous microscope, **a**: *L. taurica* sur la face supérieure de la foliole **b**: Sur la face inférieure de la foliole **c** : Sous microscope (GX40), et celui causé, **d** : *O. neolycopersici* sur les feuilles, **e**: sur tige **f** : Sous microscope (GX40).

I.2. Identification des maladies bactériennes

➤ Moucheture bactérienne

- C'est la seule maladie bactérienne identifiée dans la période de suivi. Ces symptômes sont apparus sous forme de taches noir entourées avec des halos jaune sur feuille et par taches nécrotiques sur les fleurs et les fruits (figure 24).

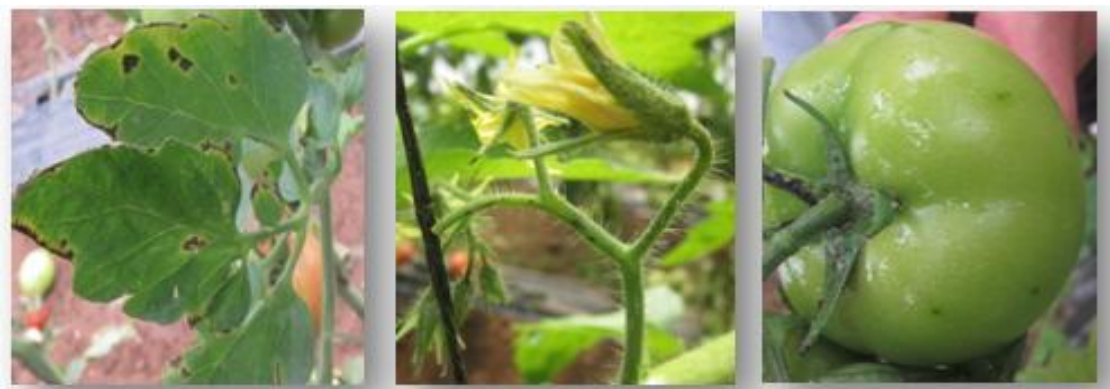


Figure 24 : Symptômes de la moucheture bactérienne sur les différents organes de la tomate.

➤ **Isolement et identification**

- L'isolement de la bactérie sur le milieu King B a montré des petites colonies blanches et muqueuses et au bout de quelques jours, la bactérie a produit un pigment jaunâtre diffusable dans le milieu (figure 25).

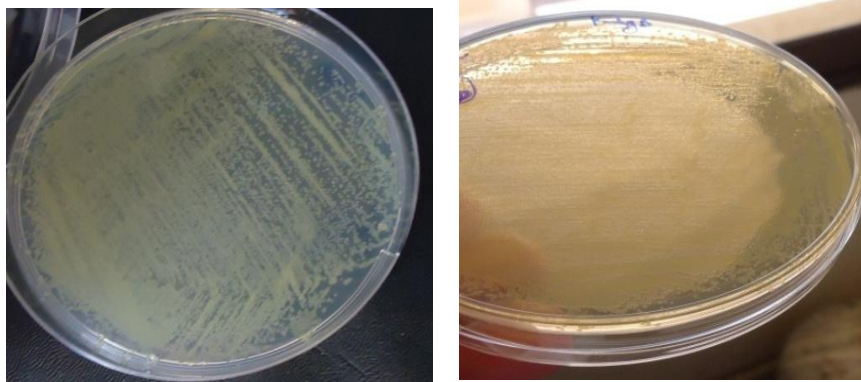


Figure 25 : Aspect de la souche bactérienne sur la gélose King B.

- Les résultats d'identification biochimique sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau XII: Résultats des tests biochimiques

Test	Résultats
Test de Gram (KOH)	Formation d'un filament (Gram-)
Test d'oxydase	-
Test de catalase	+
Oxydation /fermentation	O+ /F-
Hydrolyse de l'arginine	-
Test Levane	+

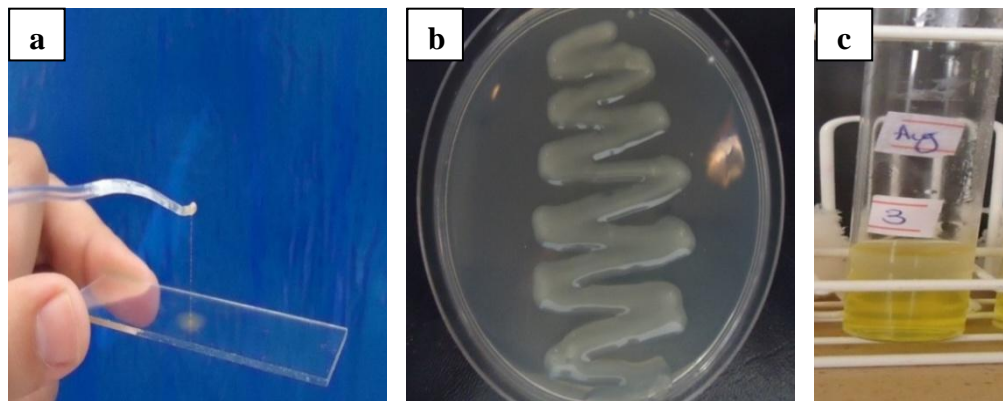


Figure 26 : Résultats de quelques tests biochimiques **a** : Test de Gram, **b** : Test Levane et **c** : Test de l'hydrolyse de l'arginine.

Les résultats de diagnostic sur terrain et les résultats d'identification biochimique nous ont permis d'identifier la souche comme étant *Pseudomonas syraingae*.

➤ **Test de pathogénicité sur plant de tomate**

Le résultat d'inoculation des plants de tomate (variété hybride Agora) a montré l'apparition d'une zone nécrotique sur la foliole 48h après l'inoculation et un dessèchement total de la plante au bout de 10 jours (Figure 27).

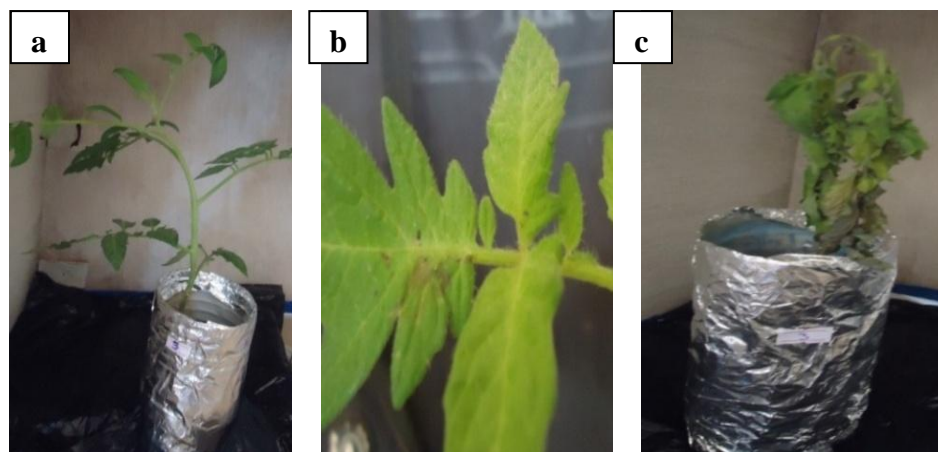


Figure 27:Résultat du test de pathogénicité sur le plant de tomate **a**: Plante saine, **b**: Folioles après 48 d'inoculation et **c**: Plante après 10 jours d'inoculation.

I. 3. Identification des maladies virales

Durant la période du suivi nous avons observé principalement deux symptômes, décrits par Blancard (2009), comme étant des viroses:

- ❖ Nanisme des plantes de tomate (figure 28a)
- ❖ Feuilles filiforme (figure 28b).

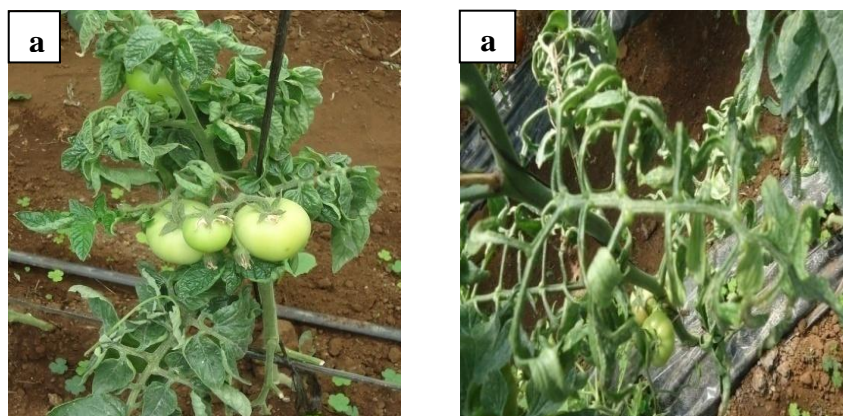


Figure 28 : Symptômes de maladies virales **a** : Nanismes de la plante, **b** : Feuille filiforme.

I.4. Identification des maladies des ravageurs

➤ La mineuse

- Pendant notre période de suivi, un seul ravageur a causé des dégâts directs sur les cultures suivies. Les premières attaques sont apparues au mois de Février pour prendre de l'ampleur à partir du mois de Mai.

- Ces attaques sont apparues sur le feuillage sous forme de galeries transparentes renfermant chacune une chenille et ses déjections et sur les fruits sous forme de trous remplis d'excréments (Figure 29).

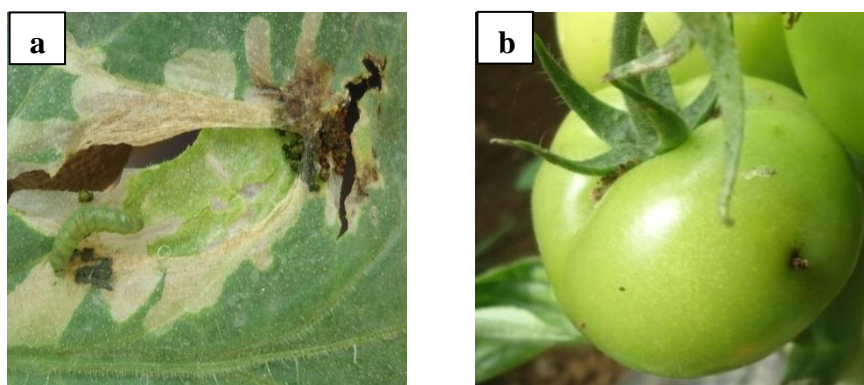


Figure 29 : Symptômes de la mineuse sur la tomate **a** : sur la feuille et **b** : sur le fruit.

- Les critères symptomatologiques associés à l'observation du ravageur dans ces différents stades larvaires, chrysalide et adulte (figure 30) nous ont permis de conclure que l'agent responsable de ces lésions est *Tuta absoluta*.

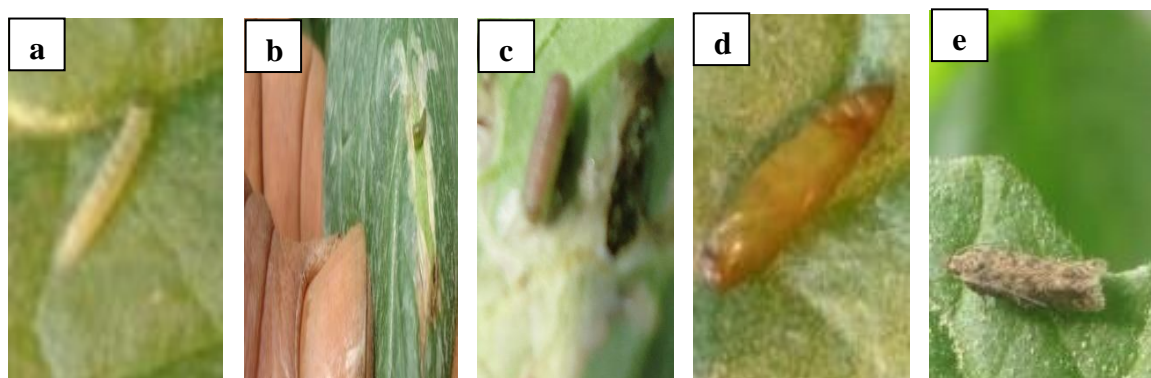


Figure 30: Différents stades larvaires et chrysalide de *Tuta absoluta* a : larve L1 b : Larve L2 c : Larve L3 e : Chrysalide f : Adulte.

II. Quantification de la prévalence des maladies

Au cours de la campagne culturale 2012 / 2013, nous avons identifié dix pathologies dues aux champignons, bactéries, virus et aux ravageurs. Les taux de prévalence et les niveaux d'attaques diffèrent d'une pathologie à une autre et varient selon le stade végétatif.

II. 1. Stade plantation / floraison (Janvier-Mars)

Durant cette période huit maladies sont identifiées, dont les taux de prévalence et les niveaux d'infestation sont différents. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 31.

Sur les 35 tunnels de tomate suivis, 28 ont présenté des symptômes de la pourriture grise provoquée par *B. cinerea*, 21 tunnels sont touchés par la mineuse (*Tuta absoluta*) et 10 tunnels sont touchés par la fonte de semis causée par *Pythium sp.* Les taux d'incidences de ces trois pathologies sont aux N1 (entre 1% et 10%).

Pour les autres agents pathogènes fongiques (*P. infestans*, *R. solani* et *S. sclerotiorum*), bactériens (*P. syringae*) et viraux identifiés dans ce stade, les taux de prévalence ne sont pas importants et leurs niveaux d'attaques sont aux N1 à l'exception de *P. infestans* qui a causé la perte totale de la culture dans l'un des tunnels suivis (N6).

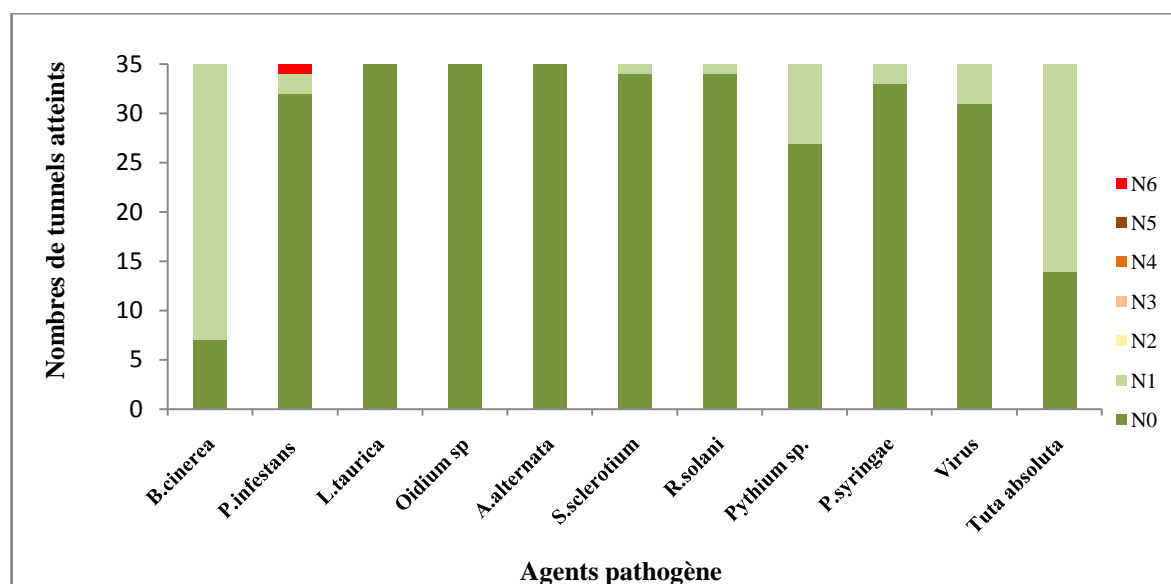


Figure 31: Prévalence et taux d'infestation des pathologies sur les cultures de tomate durant le stade plantation / floraison (Janvier-Mars).

II. 2. Stade fructification / début de récolte (Avril-Juin)

Ce stade est caractérisé par l'apparition de deux nouvelles pathologies. Le mal blanc causé par *Oidium neolycopersici* et *Leveillula taurica* et l'alternariose causée par *Alternaria alternata*. Cependant, les attaques de l'*Oidium neolycopersici* sont les plus importantes, elles ont touché 13 tunnels avec des taux d'attaques dépassant les 50% (N6).

Ce stade est caractérisé également par l'émergence des attaques de *B. cinerea* et de *Tuta absoluta*. Pour *B. cinerea*, il a été recensé dans 34 tunnels, dont 17 au N1, 15 au N4 et 02 au N6. Pour les attaques de la mineuse, elles ont progressé pour atteindre 31 tunnels, dont 19 au N1 et 12 au N4.

Le reste des pathologies recensées n'ont pas connu une évolution importante au cours de cette période.

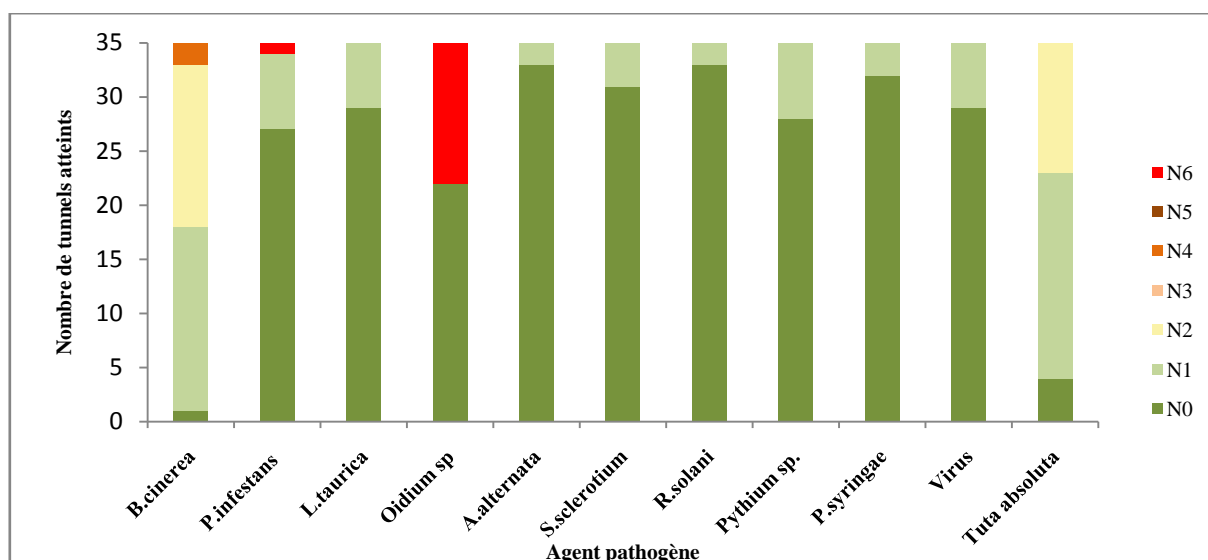


Figure 32: Prévalence et taux d'infestation des pathologies sur les cultures de tomate durant le stade fructification / début de récolte (Avril-Juin).

II.3. Stade fin de production (Juillet-mi-Aout)

Dans ce stade seuls les attaques de la mineuse ont continué leurs évolution dans les tunnels touchés pour atteindre des niveaux entre N2 et N4 (entre 20 à 40%). Les autres pathologies recensées n'ont pas marquées une évolution importante (figure 33).

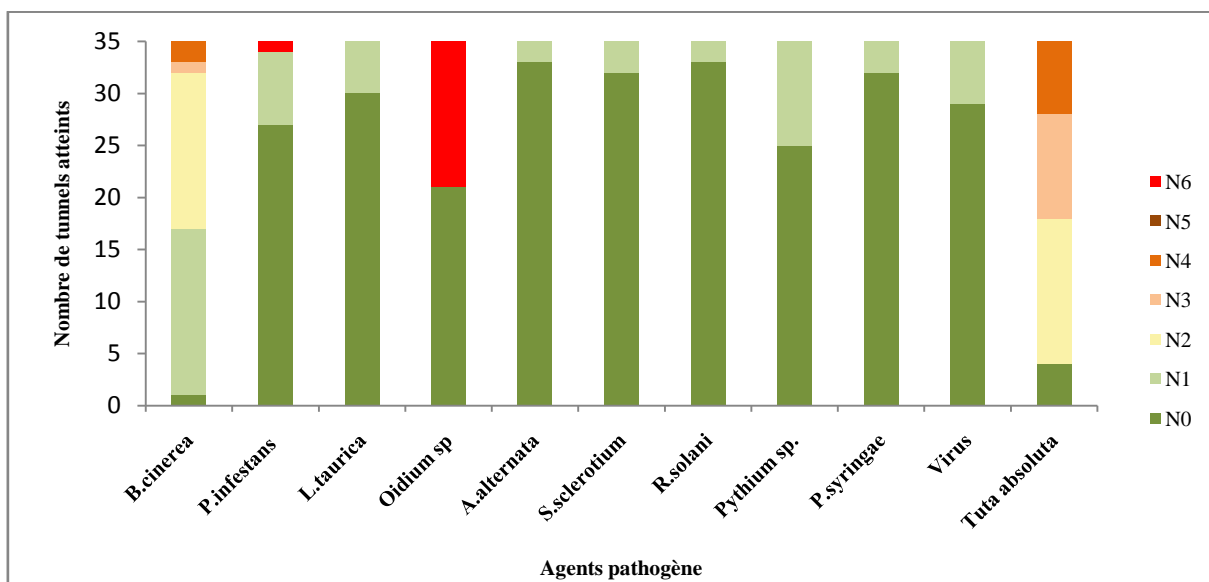


Figure 33: Prévalence et taux d'infestation des pathologies sur les cultures de tomate en fin de la saison culturale (Juillet-mi-Aout).

II.4. Bilan sanitaire

Les résultats obtenus dans ce travail nous permettent de dresser un bilan sanitaire représentatif des différentes affections qui touchent les cultures de tomate produites sous abri dans la wilaya de Bejaïa. Au cours de notre prospection, nous avons identifié dix pathologies, dont les agents en cause sont : des champignons, des bactéries, des virus et des ravageurs. Cependant, les attaques liées aux champignons aériens et le ravageur *Tuta absoluta* sont les plus dominantes.

Pour les maladies fongiques aériennes, une grande diversité a été observée (la pourriture grise, le mal blanc, le mildiou, la pourriture blanche et l'alternariose). Ce résultat est proche de celui rapporté par Aissat (2008), lors de son étude réalisée entre 2003-2004 dans la même région, où il a diagnostiqué six mycoses aériennes (la pourriture grise, le mal blanc, le mildiou, la pourriture blanche, la cladosporiose et l'alternariose).

Comparativement à la situation au niveau méditerranéen, Hanafi et Papisolomontos (1999) ont rapporté que les mycoses aériennes sont très fréquentes dans ces régions et la plupart des agents en cause sont : *Botrytis ssp.*, *Phytophthora ssp.*, *Alternaria ssp.*, *Sclerotinia ssp.*, *Leveillula ssp.* et *Erysiphe ssp.*

Parmi ces mycoses aériennes, la pourriture grise a présenté la plus grande prévalence. Au cours de cette étude, nous l'avons identifié dans 34 tunnels (soit 97%), dont 18 présentent des atteintes importantes (de 10 à 40 %). Ce résultat est supérieur à celui rapporté par Aissat (2008) qui a noté la présence de cette pathologie dans 80% des tunnels étudiés, dont la moitié présente des taux d'attaques entre 10% et 20%. L'augmentation relative des taux d'attaques dans la région est probablement liée aux conditions microclimatiques favorables pour le développement de ce pathogène (voir figure 35) et à l'efficacité limitée des produits phytosanitaires utilisés en raison de la grande capacité du *B. cinerea* à développer des résistances (Korolev et al., 2009 ; Baptista et al., 2012).

Comparant cette situation à celle rapportée dans les autres pays, Nicot et Baille (1996) ont constaté dans leur étude effectuée sur 15 tunnels de tomates en Sud de France, que les attaques de *B. cinerea* sont très importantes et que leurs niveaux variaient de 3,8 et 96%. Dans une enquête de plus grande envergure menée dans la même région, Terrentroy (1994) a montré que les attaques de *B. cinerea* sont apparues dans 58 sur les 73 des serres de tomates étudiées.

Le mal blanc est la deuxième pathologie fongique en terme de prévalence. Il est apparu dans 23 tunnels (pour les deux espèces : *L. turica* et *O. neolycopersic*). Cependant, les pertes causées par cette pathologie sont de moindre importance par rapport à la pourriture grise, du fait que les agents en cause ne provoquent pas la mort des plantes et qu'ils ne touchent pas le fruit.

Le mildiou a touché 09 tunnels et dans l'un de ces derniers, il a causé la perte totale de la culture ou l'agriculteur a procédé à l'arrachage de la totalité des plantes quelques jours après l'apparition de la maladie. Le mildiou est apparu particulièrement dans les périodes de pluie ou toutes les ouvertures des tunnels sont fermées, un facteur qui a induit l'augmentation des taux d'humidité favorisant le développement de cette pathologie.

Les taux de prévalence de l'altériorose à *A. alternata* et de la pourriture blanche à *S. sclerotiorum* ne sont pas importants. Cependant, les dégâts causés par cette dernière sont parfois considérables du fait que l'agent causal touche la tige et conduit à la mort de la plante.

Les microorganismes telluriques (*Pythium sp.* et *Rhizoctonia solani*) ont marqué des taux d'attaques de moindre importance par rapport aux mycoses aériennes. Ces résultats sont différents de ceux obtenus dans des travaux réalisés dans les autres régions méditerranéennes comme le cas de la France (Laterrot, 1990) et le Maroc (Besri, 1981). Hanafi et Papisolomontos (1999) ont rapporté que les maladies du sol sont fréquentes dans ces régions et la plupart des agents mis en cause sont *Fusarium ssp.* et *Verticillium ssp.* L'hypothèse qui peut être avancée pour expliquer ces différences est liée au système de production dans ces pays qui est de type intensif, comparativement à l'agriculture Algérienne qui est extensive et orientée vers la précocité des récoltes.

Les attaques bactériennes sont réduites, seule *Pseudomonas syringae* a été identifiée. Elle est apparue dans une seule exploitation où l'agriculteur a procédé à l'élimination des plantes atteintes dès l'apparition de la maladie ce qui explique l'arrêt du développement de cette maladie.

Deux symptômes viraux sont diagnostiqués dans six tunnels, dont les fréquences d'attaques ne sont pas importantes en raison de bonnes pratiques culturales réalisées par les agriculteurs, à savoir l'élimination des plantes touchées et l'utilisation des insecticides pour lutter contre les insectes transporteurs de ces virus (Engeo, Avance, Vacomor.....etc.).

Le ravageur *Tuta absoluta* a causé des dégâts importants sur les cultures suivies. Ces attaques sont apparues dans 31 tunnels avec des taux d'incidence atteignant 40%. Sa première signalisation en Algérie a été faite dans la wilaya de Mostaganem en 2008 (Guenaoui, 2008). Ensuite ce dernier s'est propagé rapidement dans le pays pour causer de gros ravages atteignant parfois la totalité de la culture (Snoussi, 2010).

Des taux de prévalence comparables sont rapportés dans plusieurs pays dans le monde comme, l'Espagne (Urbaneja et al, 2007), le Maroc et la Tunisie (Trottin-Caudal et al., 2011), la France et autres pays européens (Germain et al, 2009 ; Desneux et al., 2010).

Les attaques de la mineuse ont montré une évolution importante dans la période chaude (Juillet-Aout). Cette situation peut être attribuée aux conditions climatiques, particulièrement les températures qui se situent dans les optimums de développement de ce ravageur (voir la figure 35).

D'après les informations recueillies auprès des agriculteurs nous avons remarqué une très grande utilisation des produits phytosanitaires particulièrement les insecticides et les fongicides (annexe 05). Cependant, l'emploi de ces produits est systématique dans la majorité des exploitations. Le choix du produit utilisé par les agriculteurs est lié principalement à sa disponibilité sur le marché et en fonction du prix. Ajoutons à ces constatations, que les agriculteurs dans leur majorité utilisent les mêmes formulations. Ces pratiques peuvent favoriser des situations d'adaptations des bio-agresseurs et le développement des formes de résistance (Trottin-Caudal et al., 2011).

III. Impact des pratiques culturales sur le développement de la pourriture grise sur la tige de tomate

III.1. Impact du paillage

Suivant l'évolution des attaques de *B. cinerea* sur la tige de tomate dans les tunnels avec paillage (EAI₁) et sans paillage (EAI₂) pendant la période allant du 06 /04 /2013 jusqu'au 17 /08 /2013, les cinétiques d'évolutions dans les deux systèmes sont distinctes (figure 34).

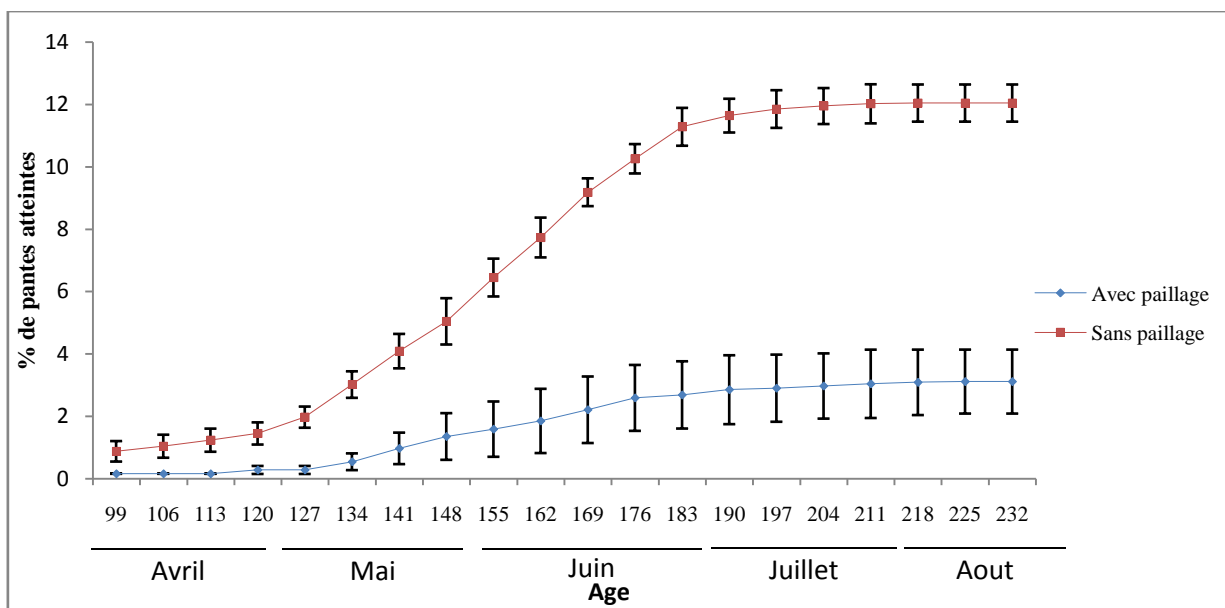


Figure 34 : Cinétique de l'incidence de la pourriture grise selon l'utilisation de paillage.

Le développement des attaques à *B. cinerea* dans les tunnels sans paillage a montré une forte progression entre le 120^{ème} et le 190^{ème} jour, pour connaître par la suite une faible progression à partir du 190^{ème} jour jusqu'à la fin de la saison culturale où il enregistre une incidence de 12,04%. Cependant, pour les tunnels avec paillage, la pathologie a connu une évolution à partir du 127^{ème} jour mais sans marquer de grandes incidences. Son maximum est atteint à la fin de la saison culturale avec un taux d'attaques de 3%.

La comparaison des moyennes des AUDPC obtenues pour les deux modes culturaux montre que le paillage a un effet significatif sur le développement de cette maladie (tableau XIII).

Tableau XIII : Effet du paillage sur la cinétique du développement de la pourriture grise sur tige de tomate.

AUDPC Sans paillage	AUDPC Avec paillage	P-value
997,483	253,743	< 0,0001

Les différences observées entre les deux systèmes se maintiennent tout le long de la saison culturale. Les taux d'incidence sont restés toujours inférieurs dans les tunnels avec paillage comparativement à ceux sans paillage. Ces résultats coïncident avec ceux rapporté par Hausbeck et *al.* (1996b) dans leur étude effectuée sur la culture de géranium dans des serres chauffées. Les résultats de cette dernière ont montré une réduction significative des taux de sporulation de *B. cinerea* sur les feuilles de géranium en présence du paillis en polyéthylène.

Plusieurs autres études ont montré l'effet de cette pratique sur les taux d'incidence des autres pathologies. Shtienberg et *al.* (2010) ont montré que le paillage en plastique réduit significativement le développement des attaques de *phytophthora infestans* sur la culture de tomate et les attaques de *Pseudonospora cubensis* sur la culture de concombre. Mills et *al.* (2002) ont rapporté que les attaques de l'alternariose causée par *A. solani* et de la septoriose causée par *Septoria lycopersici* sont réduites dans les cultures de tomate menées sur des parcelles avec paillage par rapport à celles menées sur des parcelles sans paillage.

L'hypothèse émise, pour expliquer cette différence est liée aux conditions microclimatiques induites par le paillis en plastique, en particulier la température et l'humidité relative.

Dans le but de vérifier l'effet du paillage sur la température de l'air, nous avons installé deux enregistreurs de température au centre de deux tunnels, l'un avec paillage et l'autre sans paillage et les résultats obtenus sont présentés dans la figure 35.

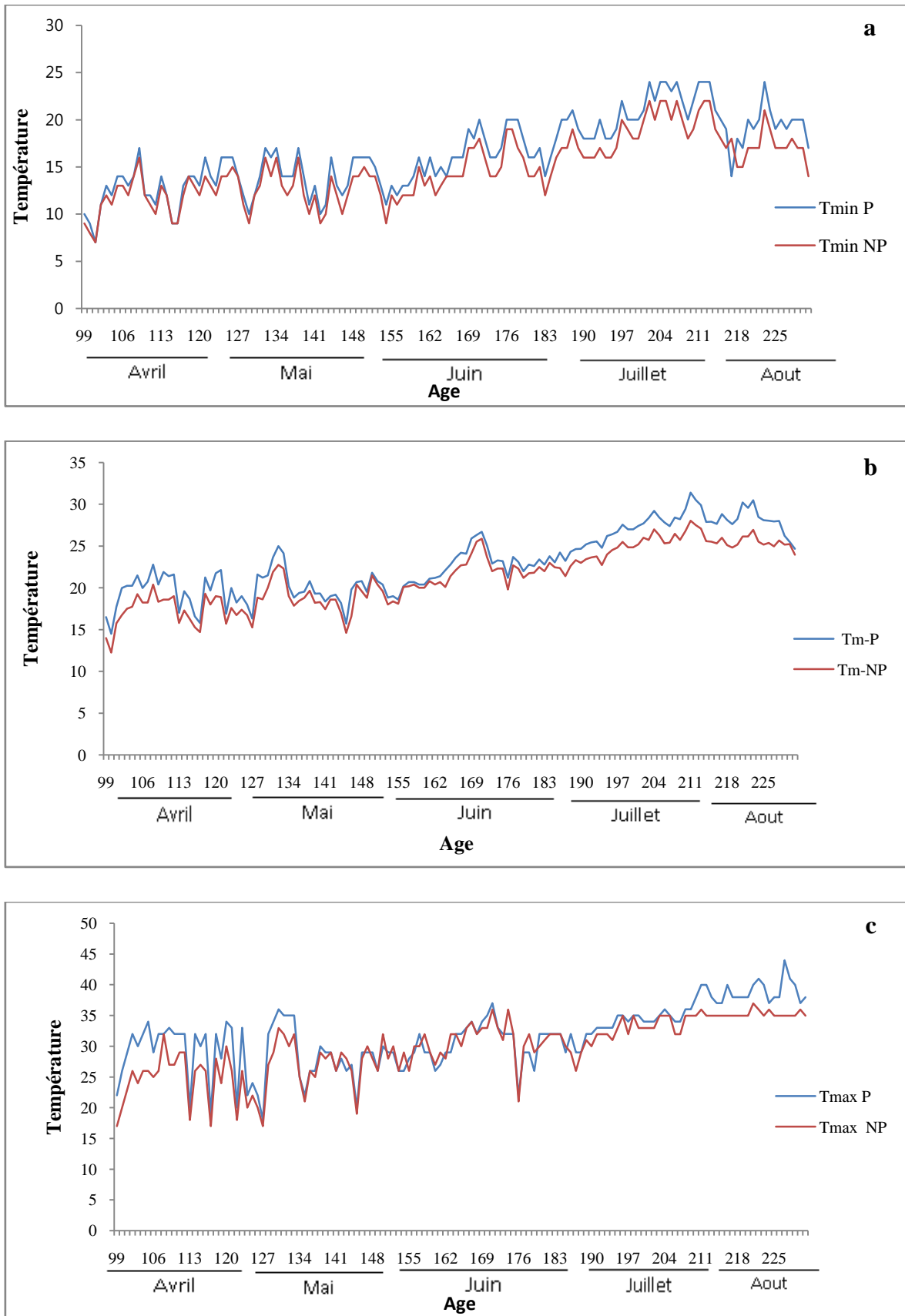


Figure 35 : Evolution des températures journalières de l'air à l'intérieur des tunnels avec (P) et sans paillage (NP) durant la saison culturale : **a** : minimales, **b** : moyennes et **c** : maximales.

La comparaison de ces températures par le test statistique de Student a montré un effet significatif du paillage sur ces dernières (tableau XIV).

Tableau XIV: Effet du paillage sur les températures journalières minimales, moyennes et maximales de l'air à l'intérieur des tunnels.

Température	Avec paillage (°C)	Sans paillage (°C)	P-value
Tmin	16,46	14,61	<0,0001
Tm	23,14	21,43	<0,0001
Tmax	31,76	29,9	0,002

Les résultats présentés dans le tableau XIV montrent que les températures journalières minimales, moyennes et maximales sont supérieures pour les tunnels avec paillage comparativement à ceux sans paillage. Les écarts enregistrés sont entre 1,71 et 1,86.

Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Bonachela et *al.* (2012) qui ont rapporté une augmentation significative dans la température de l'air par l'application d'un paillage noir en polyéthylène. Cette augmentation est d'ordre de 0,8 à 1°C (selon l'état des ouvertures latérales de la serre). Un résultat comparable a été rapporté par Tan et *al.* (1984) dans leur étude réalisée sur des mini-tunnels au Canada. Selon Liakatas et *al.*, (1986), l'augmentation des températures dans les serres paillées est attribuée aux propriétés optiques du paillis qui a un effet direct sur les transferts énergétiques entre les interfaces sol / paillis / air.

Pour vérifier la relation entre les facteurs paillage, température et le développement de la pourriture grise, nous avons calculé les intervalles horaires pour les quels ces températures sont défavorables au développement de *B. cinerea* (Température $\geq 30^{\circ}\text{C}$) pour la période de suivi. Les résultats obtenus ont montré que ces derniers sont supérieurs pour les tunnels avec paillage (513,5 h) comparativement à ceux sans paillage (422h) et ce résultat explique d'une part la diminution qu'on a observée dans les taux d'attaques de ce pathogène.

III.2. Impact de l'amendement organique

Suivant l'évolution des attaques causées par *B. cinerea* sur la tige de tomate dans les tunnels dont le sol est préparé avec la fiente de dinde (EAI₃) et sans fiente (EAI₂) pendant la période allant du 06 /04 /2013 jusqu'au 17 /08 /2013, les courbes de progression de la maladie sont distinctes (figure 36).

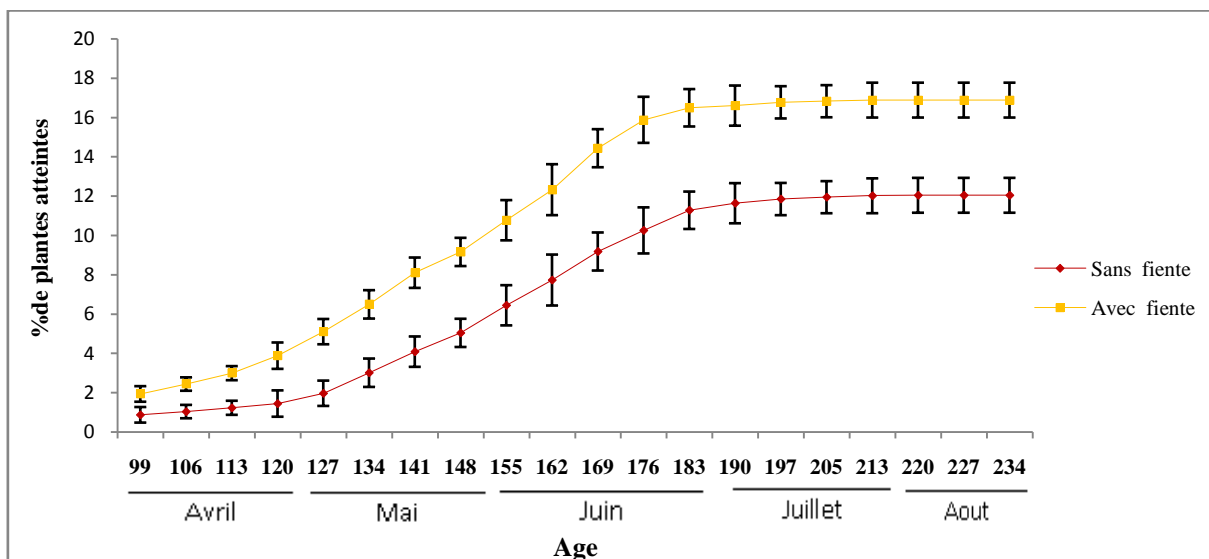


Figure 36 : Cinétique de l'incidence de la pourriture grise selon l'utilisation de l'amendement organique.

Dans les trois premières semaines de suivi, la pathologie n'a pas marqué de grandes incidences pour les deux systèmes. C'est au milieu de la quatrième semaine que les taux d'attaques ont marqué une forte progression. Cependant, cette dernière est plus importante pour les tunnels avec la fiente de dinde (16,88%) comparativement à ceux sans fiente (12,04%).

La comparaison des moyennes des AUDPC obtenues pour les deux systèmes (avec et sans fiente) montre un effet significatif de cette dernière (tableau XV).

Tableau XV : Effet de la fiente de dinde sur la cinétique du développement de la pourriture grise sur tige de tomate.

AUDPC	AUDPC	P value
Sans fiente	Avec fiente	
997,483	1481,325	< 0,0001

Les différences observées se maintiennent tout le long de la saison culturale. Les taux d'incidence sont restés toujours inférieurs dans les tunnels sans fiente comparativement à ceux avec fiente.

L'effet direct de l'utilisation des amendements organiques sur le développement de la pourriture grise n'est pas rapporté dans la littérature. Cependant, plusieurs travaux ont détaillé l'effet de la fertilisation azotée sur le développement de *B. cinerea* et les résultats obtenus sont contradictoires.

Verhoeff (1968) a constaté que la sensibilité des tomates augmente vis-à-vis ce pathogène avec la baisse du niveau d'azote dans le sol. Hoffland et al. (1999) trouvent une corrélation linéaire positive entre le rapport de croissance et le taux d'azote dans les feuilles et la sensibilité des plantes de tomate à *B. cinerea*. En revanche, Pitchay et al. (2007) ont remarqué que la sensibilité des plantes de bégonias à *B. cinerea* passe de 3% à 14% sur les feuilles et de 10% à 80% sur la tige à des niveaux élevés d'azote. Des résultats similaires ont été obtenus pour la fraise et le basilic, où des fortes doses d'azote ont favorisé la sporulation du *B. cinerea* et son développement (Daugaard et al., 2003 ; Yermiyahu et al., 2006).

Sur les plantes de tomate, Lecompte et al. (2010) ont rapporté que la nutrition azotée affecte différemment l'agressivité des souches de *B. cinerea*. L'augmentation des niveaux d'azote apportés diminue globalement le développement de la pourriture grise (retarde l'apparition des chancres, diminue la sévérité des attaques et ralentissent l'expansion des lésions par les souches très agressives). L'effet maximale de cet élément se situe vers 10 mM /L et en dépassant cette concentration, les attaques de ce pathogène sont augmentées par l'augmentation des taux d'azote.

Pour expliquer la relation entre la concentration d'azote et le développement de *B. cinera* plusieurs hypothèses sont proposées. Robinson et Hodges (1981) ont attribué l'augmentation des taux d'incidence de la pourriture grise par l'augmentation des niveaux d'azote à l'augmentation des proportions des tissus jeunes (sensibles) induites par ce dernier. De plus, Zitter et Wilcox (2004) ont montré qu'une fertilisation azotée élevée favorise le développement de la végétation créant ainsi un microclimat favorable pour les champignons.

L'effet des amendements organiques sur les autres pathologies a été rapporté. Huelsman et Edwards (1998) ont montré que l'application du fumier de bétail en combinaison avec les amendements inorganique a réduit significativement les taux d'incidences des pathologies causées par *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* et *Erwinia tracheiphila* sur la culture

de concombre et de *Colletotrichum piperatum* et *Erwinia carotovora* sur la culture de poivron. Selon Narayanasamy et al. (2013), la réduction des taux d'incidences de ces pathologies peut être expliquée par l'activation des populations microbiennes du sol ayant des effets antagonistes contre les agents en cause.

III.3. Impact du type variétal

Dans cette étude, nous avons comparé également les moyennes des taux d'attaques de *B. cinerea* en tenant compte du facteur variété utilisée (Tavira et Tilargo) et les résultats obtenus sont présentés dans la figure 37.

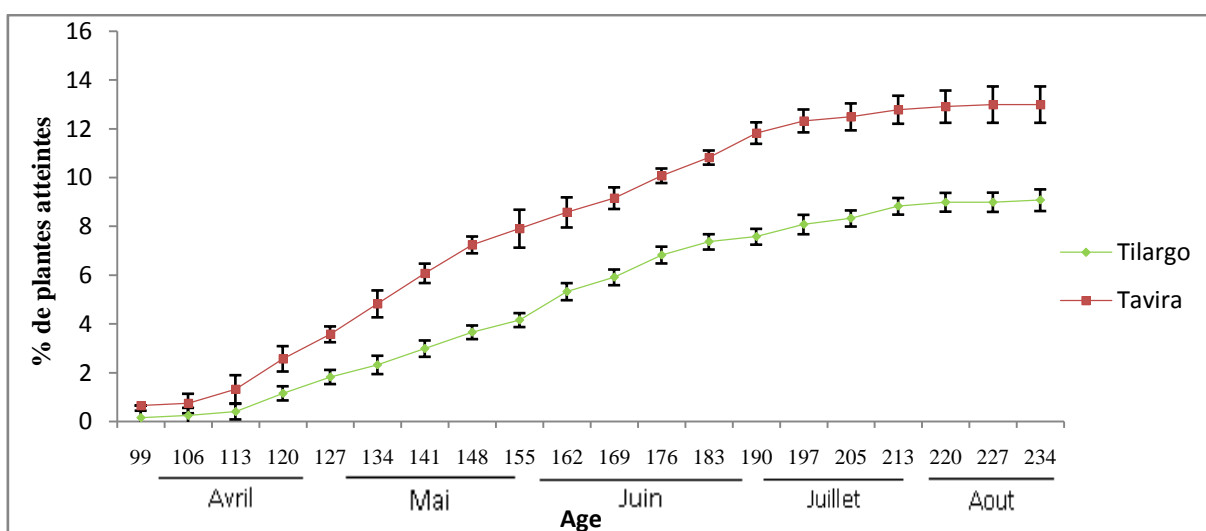


Figure 37 : Cinétique de l'incidence de la pourriture grise selon le type variétal.

Les attaques sont observées sur la variété Tavira dès le 17^{ème} jour, alors que sur la variété Tilargo, les attaques ont commencés entre le 62 et 77^{ème} jour. Par la suite, la pathologie a connue une évolution progressive pour les deux variétés pour atteindre à la fin de la saison des valeurs de 13% pour la variété Tavira et 9% pour la variété Tilargo.

La comparaison des moyennes des AUDPC obtenues pour les deux variétés par le test statistique montre un effet significatif (tableau XVI).

Tableau XVI : Effet du type variétal sur la cinétique du développement de la pourriture grise sur la tige de tomate.

AUDPC Tavira	AUDPC Tilargo	P-value
1093,784	696,914	0,002



Figure 38 : Photos des variétés étudiées **a** : variété Tilargo **b** : variété Tavira.

Les résultats obtenus dans ce travail ont montré qu’au long de la campagne culturale les taux d’incidence sont restés toujours inférieurs pour la variété Tilargo comparativement à la variété Tavira. Plusieurs travaux ont montré des différences dans la sensibilité à cette pathologie dans les autres types de cultures. Pour la fraise par exemple, des différences ont été révélées entre des cultivars différents (Legard et *al.*, 2000). Sur le concombre et le Gerbera Dik et Wubben (2004) et Uchneat et *al.* (1999) ont montré que certains génotypes sont moins sensibles à la pourriture grise que d'autres.

Les différences observées dans la sensibilité des plantes à la pourriture grise peuvent être attribuées à la différence dans l’architecture et à la densité de feuillage (Dik et Wubben, 2004). Cette hypothèse est compatible avec les résultats qu’on a obtenu dans ce travail. Les plantes de la variété Tavira présentent une densité de feuillage plus importante par rapport aux plantes de la variété Tilargo (figure 38), ce facteur présente un impact direct sur l’aération et sur le taux d’humidité à l’intérieur des tunnels et par conséquent sur le développement des attaques à *B. cinerea*. De plus, la grande densité de feuillage pour la variété Tavira nécessite plusieurs opérations d’effeuillages ce qui fournit de nombreuses blessures susceptibles d’être infectées par *B. cinerea* et d’aboutir à la formation de nouveaux chancres sur les tiges.

Les maladies de la tomate causent des pertes quantitatives et qualitatives dans les zones de culture à travers le monde. En Algérie, les données officielles sur ces pathologies sont rares dans la bibliographie. Une raison pour la quelle les agriculteurs trouvent des difficultés pour mettre en œuvre une stratégie de lutte efficace. C'est dans ce cadre que s'est inscrite notre étude dont l'objectif est d'établir un bilan sanitaire sur les cultures de tomates produites sous tunnels dans la wilaya de Bejaïa et d'étudier l'impact de certaines pratiques culturales sur le développement de la principale pathologie.

Les principaux résultats obtenus ont montré que :

- les cultures de tomate sous serre menées dans notre région sont touchées par plusieurs pathologies. Parmi ces dernières, les mycoses aériennes sont les plus dommageables suivies par le ravageur *Tuta absoluta*.
- Pour les mycoses aériennes, la pourriture grise causée par *B. cinerea* est la pathologie dominante, elle est apparue dans 97% des tunnels étudiés avec des niveaux d'atteinte entre N1 et N4. En second position viennent les attaques de l'*Oidium neolycopersici* qui est apparu dans 37% de ces tunnels avec des niveaux d'atteintes au N6.
- Les attaques du ravageur *Tuta absoluta* ont causé également des dégâts importants, elles ont apparu dans 88% des tunnels avec des niveaux d'attaques entre N2 et N4.
- Les autres maladies diagnostiquées (mildiou, alternariose, rhizoctone, fonte de semis, pourriture blanche, moucheture bactérienne et viroses) sont de moindres importances avec des taux d'incidence inférieures à 10%.

L'étude de l'impact des pratiques culturales sur le développement de la principale pathologie mise en évidence (pourriture grise) à montré que :

- L'utilisation du paillage noir en polyéthylène pour les cultures de tomate sous serre a réduit significativement les taux d'incidence de la pourriture grise et cet effet répresser est lié en partie à l'augmentation de la température engendrée par cette pratique. Ce résultat nous permet de suggérer donc que l'utilisation de ce type de paillage pourrait avoir un effet important dans le contrôle de cette pathologie.
- L'utilisation de la fiente de dinde comme un amendement organique a présenté un effet significatif sur le développement de cette maladie. Les taux d'incidence sont supérieurs en présence de cet amendement. Ce résultat suggère que les apports organiques apportés pour les cultures de tomate peuvent avoir des effets négatifs sur la santé des plantes et que

l'optimisation de ces derniers constitue une étape cruciale pour une gestion intégrée de la santé des plantes.

- Le choix du type variétal présente également un effet significatif sur le développement de *B. cinerea*. Pendant toute la durée de suivi, l'incidence de la pourriture grise a resté inférieure sur la variété Tilargo que la variété Tavira. Ce résultat suggère que malgré l'absence d'une variété commerciale résistante à ce pathogène, les niveaux de sensibilité diffèrent d'une variété à une autre et que l'utilisation d'une variété présentant une densité réduite de feuillage pourrait contribuer à la réduction des taux d'attaques de ce pathogène.

Nous pouvons conclure ce travail en considérant que la démarche globale de la protection intégrée présente un enjeu essentiel pour un système de protection durable. Les résultats obtenus dans cette étude montrent que l'intervention en amont des maladies pour réduire leur impact et pour réduire l'utilisation des produits phytosanitaires est possible grâce à une connaissance préalable des maladies menaçant ces cultures et un bon choix des pratiques culturales.

Au cours de cette étude, nous avons apporté des éléments de réponse aux principales questions que nous avons posées dans la problématique. Mais certains aspects ne sont pas élucidés et méritent d'être approfondis par des travaux complémentaires.

1. Réalisation d'un suivi sanitaire dans les autres wilayas pour avoir une idée globale sur les différents pathogènes menaçant les cultures de tomate en Algérie.
2. Réalisation d'un suivi sanitaire sur des cultures de plein champs et des cultures d'arrière saison pour avoir une idée sur les formes de conservation de ces pathogènes (ya-t'il production de sclérotés, ya-t'il d'hôtes intermédiaires).
3. Etude des profils de résistance aux fongicides des différentes souches fongiques, particulièrement aux molécules les plus utilisées dans la région.
4. Une étude des populations des pathogènes présents sur la tomate et celles des autres hôtes dans les environs.
5. Approfondir les études sur le microclimat des tunnels paillés et non paillés par la mesure des autres paramètres climatiques comme l'humidité relative, les radiations solaires et la ventilation.

A

Abourriche A., Charrouf M., Bennamara A., Berrada M., Chaib N., Boudouma M. et Francisco C. (1999). Investigation of bioactivity of extracts from Moroccan solitary tunicate *Cynthia savignyi*. *Journal of Ethnopharmacology*, **68** : 47-53.

Aissat K. (2008). Etat sanitaire de la culture de la tomate sous serre et étude épidémiologique de *Botrytis cinerea* (Agent de la pourriture grise).Thèse Doctorat en Biologie. Université Ferhat Abbas, Algérie.101p.

Aissat K., Nicot P. C., Guechi A., Bardin M., et Chibane M. (2008). Grey mould development in greenhouse tomatoes under drip and furrow irrigation. *Agronomy Sustain Development*, **28** : 403 - 409.

Agrios G. N. (2005). Plant pathology. Edition: Elsevier Academic Press, Oxford, 922 p.

Ajouz S. (2009). Estimation du potentiel de résistance de *Botrytis cinerea* à des biofongicides. Thèse de Doctorat. Université d'Avignon et des pays de Vaucluse, 212p.

Al-Musa A. (1982). Incidence, economic importance and control of tomato yellow leaf curl in Jordan. *Plant Disease*, **66** : 561-563.

AL-Saleh M. A. (2011). Pathogenic variability among five bacterial isolates of *Xanthomonas campestris pv.vesicatoria* causing spot disease on tomato and their response to salicylic acid. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, **10** : 47-51.

Andrade D. S., Colozzi F. A. et Giller K. E. (2002). The soil microbial community and soil tillage in Soil Tillage in Agroecosystems. Edition: Adel EL Titi. Boca Raton. pp. 51-81.

Andrés G. S., Accotto G. P., Navas-Castillo J., et Moriones E. (2007). Founder effect, plant host, and recombination shape the emergent population of begomoviruses that cause the tomato yellow leaf curl disease in the Mediterranean basin. *Virology*, **359** : 302 - 312.

B

Baptista F. J., Bailey B. J., et Meneses J. F. (2012). Effect of nocturnal ventilation on the occurrence of *Botrytis cinerea* in Mediterranean unheated tomato greenhouses. *Crop Protection*, **32** : 144-149.

Barnett H. L., Hunter B. B. (1998). Ilustrated genera of imperfect fungi. Edition : APS press, Minnesota, 218 p.

Baysal O., Siragusa M., Ikten H., Polat I., Gumrukcu E., Yigit F., Carimi F., Teixeira D. et Silva J. A. (2009). *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* races and their genetic discrimination by molecular markers in West Mediterranean region of Turkey. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, **74** : 68-75.

Bernard C. (2009). Etude de l'impact de la nutrition azotée et des conditions de cultures sur le contenu en polyphénols chez la tomate. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Université-Nancy, Nancy, 261p.

Besri M. (1981). Influence de la salinité du sol et des eaux d'irrigation sur la population de *Fusarium oxysporum* fsp. *Lycopersici*. *Phytopathology*, **20** : 101-106.

Blancard D., Laterrot H., Marchoux G., et Candresse T. (2009). Les maladies de la tomate, identifier, connaitre et maitriser. Edition : Quae. Paris. 691p.

Bonachela S., Granadosa M. R. Lópezb J. C. Hernández J. Magánb J. J. Baezab E. J. et Baille A. (2012). How plastic mulches affect the thermal and radiative microclimate in unheated low-cost greenhouse. *Agricultural and Forest Meteorology*, **152** : 65-72.

Botton B., Breton A., Fevre M., Gauthier S., Guy P., Larpent J.P., Reymond P., Sanglier J. J., Vayssier Y. et Veau P. (1999). Moisissures utiles et nuisibles : Importance industrielle. Edition : Masson. Paris. 426p

C

Caron J., Laverdière L., Thibodeau P. O. et Bélanger R. R. (2002). Utilisation d'une souche indigène de *Trichoderma harzianum* contre cinq agents pathogènes chez le concombre et la tomate de serre au Québec. *Phytoprotection*, **83** : 73-87.

Castagnone-Sereno P. et Djian-Caporalino C. (2011). Lutte contre les nématodes à galles en cultures maraîchères : des recherches pour promouvoir la durabilité des résistances variétales. *Innovations Agronomiques*, **15** : 55-64.

Cazelles O. (1992). La prévention des bactérioses de la tomate. *Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, **24 (1)** : 13-15.

Chaux C. et Foury C. (1994). Production légumière. Tome3 : Légumineuses potagère, légumes et fruits. Edition : Technique et documentation – Lavoisier. Paris. 455p.

Cookson W. R., Murphy D. V. et Roper M. M. (2008). Characterizing the relationships between soil organic matter components and microbial function and composition along a tillage disturbance gradient. *Soil Biology and Biochemistry*, **40** : 763-777.

Corbez R. (1990). Principe de phytopathologie et de lutte contre les maladies de des plantes. Edition : Presses polytechniques et universitaires romandes. Paris. 298 p.

D

Davies J. N., et Hobson G. E. (1981). The constituent of tomato fruit-the influence of environnement, nutrition, and genotype. *CC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **15**: 205-280.

Daugaard H. Sorensen L. et Loschenkohl B. (2003). Effect of plant spacing, nitrogen fertilisation, post-harvest defoliation and finger harrowing in the control of *Botrytis cinerea* Pers. *European Journal of Horticulture Science*, **68**:77- 82.

Deguine J. P., et Ferron P. (2004). Protection des cultures et développement durable : bilan et perspectives. *Courrier de l'environnement de l'INRA*, **52** : 57- 65.

Denner F. D. N., Millard C. P. et Wehner F. C. (2000). Effect of soil solarisation and mould board ploughing on black dot of potato, caused by *Colletotrichum coccodes*. *Potato Research*, **43**: 295-201.

Desneux N., Wajnberg E., Wyckhuys K.A.G., Burgio G., Arpaia S., Narvaez-Cabera J., Catalan Ruesca D., Tabone E., Frandon J., Pizzol J., Poncet C., Cabello T. et Urbaneja A. (2010). Biological invasion of European crops by *Tuta absoluta* : ecology, geographic extension and prospect of biological control. *Journal of Pest Science*, **83**:197-215.

Diaz-Perez J., Gitaitis R., Mandal B. (2007). Effects of plastic mulches on root zone temperature and on the manifestation of tomato spotted wilt symptoms and yield of tomato. *Scientia Horticulturae*, **114** : 90 - 95.

Dik A. J., et Wubben J. P. (2007). Epidemiology of *Botrytis cinerea* diseases in greenhouses. Pages 319 - 333 in: *Botrytis: biology, pathology and control*. Elad Y., Williamson B., Tudzynski P. and Delen N. Edition: Springer, Dordrecht, The Netherlands. 402 p.

Dik, A. J. et Wubben, J. P. (2004). Epidemiology of *Botrytis cinerea* diseases in greenhouses. Pages 319-333 in: *Botrytis: biology, pathology and control*. Elad Y., Williamson B., Tudzynski P. and Delen N. 2007. Edition: Springer, Dordrecht, The Netherlands. 402 p.

Diter H. et Genevieve D. (2005). Biological control of soil-borne pathogenes by fluorescent *Pseudomonas*. *Nature Review Microbiology*, **10** : 1038-1129.

Dobinson K. F., Patterson N. A., White G. J, et Grant S. (1998). DNA fingerprinting and vegetative compatibility analysis indicate multiple origins for *Verticillium dahliae* race 2 tomato isolates from Ontario, Canada. *Mycology Resarch jornal*, **102 (9)**: 1089 - 1095.

Direction de la protection des végétaux et des contrôles techniques. (2007). Index des produits phytosanitaires à usage agricole, 252p.

Direction de service d'agriculture. (2012). Statistique nationale sur la plasticulture, 10 p.

E

Eden A., Hill A. et Stewart A. (1996). Biological control of *Botrytis* stem infection of greenhouse tomatoes, *Plant Pathology*, **45**: 276 - 284.

F

FAO. (2011). FaoStat Database. Available from [http:// faostat.fao.org](http://faostat.fao.org).

Ferron P. (1999). Protection intégrée des cultures: évolution du concept et de son application. *Cahier agricultures*, **8**: 389 - 396.

Fravel D. R. (2005). Commercialization and implementation of biocontrol. *Annual Review of Phytopathology*, **43**: 337-359.

J

Jones H., Whipps J. A., et Gurr S. J. (2001). The tomato powdery mildew fungus *Oidium neolycopersici*. *Molecular Plant Pathologie*, **2** : 303 - 309.

H

Hanafi A. et Papasolomontos A. (1999). Integrated production and protection under protected cultivation in the Mediterranean region. *Biotechnology Advances*, **17**: 183-203.

Hausbeck M. K, Pennypacker S. P. et Stevenson R. E. (1996b). The effect of plastic mulch and forced heated air on *Botrytis cinerea* on geranium stock plants in a research greenhouse. *Plant Disease*, **80** : 170-173.

Hausbeck M. K., Pennypacker, S. P., et Stevenson R. E. (1996a). The use of forced heated air to manage *Botrytis* stem Blight of geranium stock plants in a commercial greenhouse. *Plant Disease*, **80** : 940 - 943.

Hebbar S.S., Ramachandrappa B.K., Nanjappa H.V., et Prabhakar M. (2004). Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), *European Journal of Agronomy*, **21**:117-127.

Hélias V. (1999). Mise au point d'outils de caractérisation et de détection d'*Erwinia carotovora subsp. atroseptica* agent de la jambe noire et de la pourriture molle de pomme de terre. Thèse de Doctorat en phytopathologie, Université de Renne, France, 190 p.

Hibar K., Daami-Remadi M., Jabnoun-Khiareddine H., El Akram Znaïdi I., et El Mahjoub M. (2006). Effet des extraits de compost sur la croissance mycélienne et agressivité du *Fusarium oxysporum f. sp. radicans-lycopersici* *Biotechnol. Agronomy Society Environnement*, **10 (2)** : 101-108.

Hoffland E., Jeger M. J., et Beusichem M. L. (2000b). Effect of nitrogen supply rate on disease resistance in tomato depends on the pathogen. *Plant and Soil*, **218** : 239-247.

Hoffland E., Beusichem v. M. L. et Jeger M. J. (1999). Nitrogen availability and susceptibility of tomato leaves to *Botrytis cinerea*. *Plant and Soil*, **210** : 263 - 272.

Huber D.M., Haneklaus S. (2007). Managing nutrition to control diseases. *Land bauforsch Volk*, **57**: 313-322.

Huelsman M. F. et Edwards C. A. (1998). Management of diseases in cucumbers (*Cucumis sativus*) and peppers (*Capsicum annum*) by using compost as fertility inputs. *Crop Protection*, **3** : 881-886.

G

Gan Y., Siddique K. H. M., Turner N. C., Li X. G., Niu J.Y, Yang C., Liu L., Chai Q. (2013). Ridge-Furrow Mulching Systems-An Innovative Technique for Boosting Crop Productivity in Semiarid Rain-Fed Environments. *Advances in Agronomy*, **118** : 426-476.

Germain J. F., Lacordaire A. I., Cocquempot C., Ramel J. M. et Oudard E. (2009). Un nouveau ravageur de la tomate en France: *Tuta absoluta*. *PHM-Revue Horticole*, **512** : 37-41.

Gilli C. (2007). Le chancre bactérien de la tomate. *Viticulture Arboriculture Horticulture*, **39 (2)**: 141 - 142.

Glass J. R., Johnson K. B. et Powelson M. L. (2001). Assessment of barriers to prevent the development of potato tuber blight caused by *Phytophthora infestans*. *Plant Disease* , **85** : 521-528.

Gravel V. (2007). Lutte contre *pythium ultimum* chez la tomate de serre : une approche microbienne. Thèse de Doctorat en Biologie Végétale. Université Laval, Québec.152p.

Guenaoui Y. (2008). Première observation de la mineuse de la tomate invasive dans la région de Mostaganem, au printemps 2008. *Phytoma*, **617** : 18- 19.

Guiraud J. P. (2003). Microbiologie alimentaire. Edition: Dunod. Paris. 609p.

K

Khezri S., Rahimian H., Ahangaran A. et Mohammadi M.(2010). Comparisons of Iranian Strains of *Pseudomonas syringae* pv. *Syringae* from Various Hosts with Different Methods. *International Journal Of Agriculture et Biology*, **12 (1)**: 1814-9596.

Kiss L., Cook R.A.T., Saen Z. G .S., Cunnington J. H., Takamatsu S., Pascoei, Bardin M, Nicot PC., Sato Y. et Rossman A. Y.(2001). Identification of two powdery mildew fungi, *Oidium neolycopersici* sp. nov. and *O. lycopersici*, infecting tomato in deferent parts of the world. *Mycology Resarch*, **105 (6)**: 684-697.

Korolev, N., Mamiev, M., Zahavi, T., et Elad, Y. (2009). Resistance to fungicides among *Botrytis cinerea* isolates from tomato and other hosts in Israel. *Acta Horticulturae*, **808** : 367 - 376.

Kovacs, N. (1956). Identification of *Pseudomonas pyocyanea* by the oxydase reaction. *Nature*, **178** : 703.

Kumar V., Haldar S., Pandey K. K., Singh R.P., Singh A. K., et Singh P.C. (2008). Cultural, morphological, pathogenic and molecular variability amongst tomato isolates of *Alternaria solani* in India. *World Jornal Microbiol Biotechnooglogy*, **24** : 1003-1009.

L

Laterrot H. (1990). Situation de la lutte génétique contre les parasites de la tomate dans les pays Méditerranéens. *Revue horticole*, **33** : 53-56.

Latigui A. (1984). Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse de Doctorat en Science Agronomique. INA EL-Harrach. Alger, 162p.

Lavelle P., Blouin M., Boyer J., Cadet P., Laffray D., A-Thu Pham-Thi, Reversat G., Settle W. et Zuily Y. (2004). Plant parasite control and soil fauna diversity. *Comptes Rendues Biologies journal*, **327**: 629-638.

Lecompte F., Abro M. A., et Nicot P.C. (2010). Contrasted responses of *Botrytis cinerea* isolates developing on tomato plants grown under different nitrogen nutrition regimes. *Plant Pathology*, **59** : 891-899.

Legard, D.E., Xiao, C.L., Mertely, J.C., et Chandler, C.K. (2000). Effects of plant spacing and cultivar on incidence of Botrytis fruit rot in annual strawberry. *Plant Disease*, **84**: 531 - 538.

Leroux P. (2002). Mechanisms of resistance to fungicides in field strains of *Botrytis cinerea*. *Pest Management Science*, **58** : 876 - 888.

Lelliot R. et Stead D. E. (1987). Methods for the diagnosis for bacterial diseases of plants. 216p.

Lepoivre P. (2001). Editorial : Les systèmes de production agricole et la protection des cultures à la croisée des chemins. *Biotechnology Agronomie Société et Environnement*, **5 (4)** : 195 - 199.

Liakatas A., Clark, J. A. et Monteith, J. L. (1986). Measurements of the heat balance under plastic mulches. *Agriculture For Meteorology*, **36** : 227 - 239.

Liu B., Gumpertz M. L., Hu S. et Ristaino J. B. (2007). Long-term effects of organic and synthetic soil fertility amendments on soil microbial communities and the development of southern blight. *Soil Biology and Biochemistry*, **39** : 2302 - 2316.

Liu J., Liu X., Dai L., Wang G. (2007). Recent progress in elucidating the structure, function and evolution of disease resistance genes in plants. *Journal of Genetics and Genomics*, **34 (9)** : 765 - 776.

M

Mills D. J., Coffman, C. B., Teasdale, J. R., Everts, K. L., Abdul-Baki, A. A., Lydon J. et Anderson J. D. (2002). Foliar disease in fresh-market tomato grown in differing bed strategies and fungicide spray programs. *Plant Disease*, **86** : 955-959.

Ministère de l'agriculture du développement rural. (2011). Cultures maraîchères sous serre. Série B11, 1 p.

Madden L. V., Hughes G., et Bosch V. D. F. (2007). The study of plant disease epidemics. Edition: APS press, Minnesota, USA. 432p.

Mertely, J. C., Chandler, C. K., Xiao, C. L., et Legard, D. E. (2000). Comparison of sanitation and fungicides for management of Botrytis fruit rot of strawberry. *Plant Disease*. **84** : 1197-1202.

Meyer K., Joergensen, R.G. et Meyer B. (1996). The effects of reduced tillage on microbial biomass C and P in sandy loess soils. *Applied Soil Ecology*, **5** : 71-79.

Miyamoto S., Piela K. et Petticrew J. (1986). Seedling mortality of several crops induced by root, stem or leaf exposure to salts. *Irrigation Science*, **2** : 97-102.

Morgan W. M. (1985). Influence of energy-saving night temperature regimes on *Botrytis cinerea* in an early-season glasshouse tomato crop, *Crop Protection*, **4** : 99-110.

N

Naika S., De Jeude J., De Goffau M., Hilmi M., et B. Vam Dam. (2005). La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation, Edition : Wageningen, pays-bas. 105p.

Narayanasamy P. (2013). Biological management of diseases of crops volume 2: Integration of biological control strategies with crop disease management systems. Edition springer. Dordrecht. New York. 382p.

Narayanasamy P. (2011). Microbial plant pathogens, detection and disease diagnosis, Edition: Springer Science Business, Heidelberg, 3p.

Nicot P. C. (2008). Protection intégrée des cultures maraîchères sous serre : expérience et atouts pour un contexte en évolution. *Cahiers Agricultures*, **17 (1)**: 45 - 49.

Nicot P. C., Baille A. (1996). Integrated control of *Botrytis cinerea* on greenhouse tomatoes. In: Morris C.E., Nicot P.C., Nguyen-The C. Edition: Aerial plant surface microbiology. Plenum Press, New-York, pp. 169 - 189.

Nicot P.C., Mermier M., Vaissière B. E., et Lagier J. (1996). Differential spore production by *Botrytis cinerea* on agar medium and plant tissue under near-ultraviolet light absorbing polyethylene film. *Plant Disease*, **80**: 555 - 558.

O

Ozcan M. (1999). Antifungal properties of propolis. *Grasas y Aceites*, **50**: 395 - 398.

P

Pal K. K. et Gardener B. M. S. (2006). Biological control of plant pathogens. *The Plant Health Instructor*, **68** : 223 - 228.

Palti J. (1981). Cultural practices and infectious crop diseases. Edition: Advanced Series in Agricultural Sciences, Heidelberg. 268p.

Parvatha R. (2013). Recent advances in crop protection. Edition: Indian Institute of Horticultural Research, India. 281p.

Pitchay D. S., Frantz J. M., Locke J. C., Krause C. R. et Fernetz G. C. J. (2007). Impact of applied nitrogen concentration on growth of Elatior begonia and New Guinea impatiens and susceptibility of begonia to *Botrytis cinerea*. *Journal of the America Society for Horticultural Science*. **132** : 193 - 201.

Poitout S.H. et Leclant F. (1986). Progrès en protection des plantes cultivées et évolution sociale et industrielle aux XIXe et XXe. *Culture technique*, **16** : 160-175.

Powers E. M. (1995). Efficacy of the Ryu Nonstaining KOH Technique for Rapidly Determining Gram Reactions of Food-Borne and Waterborne Bacteria and Yeasts. *Applied And Environmental Microbiology*, **61** (10) : 3756-3758.

R

Ristaino J. B., Duniway J. M. et Marois J. J. (1988). Influence of frequency and duration of furrow irrigation on the development of *Phytophthora* root rot and yield in processing tomatoes. *Phytopathology*, **78**: 1701-1706.

Robinson P. W., Hodges C. F. (1981). Nitrogen-induced changes in the sugars and amino acids of sequentially senescing leaves of *Poa pratensis* and pathogenesis by *Drechslera sorokiniana*. *Phytopathology*, **101** : 348-361.

Ruocco M. Giorgini M., Alomar O., Blum B., Kohl J., et Nicot P. (2011). Lutte Biologique : Numéro 2: Tomate.CNR Italie. 10p.

S

Shtienberg D., Elad Y., Bornstein Z., Ziv G., Grava A., Cohen S . (2010). Polyethylene mulch modifies greenhouse microclimate and reduces infection of *Phytophthora infestans* in tomato and *Pseudoperonospora cubensis* in cucumber. *Phytopathology*, **100** : 97-104.

Shtienberg D., Elad Y., Niv A., Nitzani Y., Kirshner B. (1998). Significance of leaf infection by *Botrytis cinerea* in stem rotting of tomatoes grown in non-heated greenhouses, *European Journal Of Plant Pathology*, **104**: 753-763.

Singh A. K. et Kamal S. (2012). Effect of black plastic mulch on soil temperature and tomato yield in mid hills of Garhwal Himalayas. *Journal of Horticulture and Forestry*, **4 (4)**: 78-80.

Snoussi S. A. (2010). Etude de base sur la Tomate en Algérie, 53p.

Spedding T. A., Hamel C., Mehuys, G. R. et Madramootoo C. A. (2004). Soil microbial dynamics in maize-growing soil under different tillage and residue management systems. *Soil Biology and Biochemistry*, **36** : 499-512.

Streck N. A., Schneider F. M. et Buriol G. A. (1996). Soil heating by solarization inside plastic greenhouse in Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. *Agricultural and Forest Meteorology*. **82** : 73-82.

Streck N. A., Schneider F. M., Buriol G. A. et Heldwein A. B. (1995). Effect of polyethylene mulches on soil temperature and tomato yield in plastic greenhouse. *Scientia agricola*, **52** (3) : 587-593.

Subbarao K. V., Kabir Z., Martin F. N., Koike S. T. (2007). Management of soil borne diseases in strawberry using vegetable rotations. *Plant Disease*, **91** : 964-972.

Subbarao K. V., Hubbard J. C., et Schulbach K. F. (1997). Comparison of lettuce diseases and yield under subsurface drip and furrow irrigation, *Phytopathology*, **87**: 877-883.

T

Tan C. S., Papadopoulos A. P. et Liptay A. (1984). Effect of various types of plastic films on the soil and air temperatures in 80-cm high tunnels, *Scientia Horticulturae*, **23** : 105-112.

Terrentroy A. (1994). Tomate serre: enquête sur le *Botrytis* dans les cultures de tomate précoce. APREL Bull. N°S-641. Chamber of Agriculture of Bouches du Rhône, France.

Tjamos E. C. et Fravel D. R. (1995). Detrimental effects of sublethal heating and *Talaromyces flavus* on microsclerotia of *Verticillium dahliae*. *Phytopathology*, **85**: 388-392.

Thakore Y. (2006). The biopesticide market for global agricultural use. *Industrial Biotechnology*, **2**(3): 294 - 208.

Thornley M. J. (1960).The differentiation of *Pseudomonas* from other Gram negative bacteria on the basis of arginine metabolism. *Journal of Applied Bacteriology*, **23** : 37-52.

Trottin-Caudal Y., Baffert V. Monnet Y. et Vileneuve F. (2011). Maitrise de la protection intégrée : Tomate sous serre et abris, Edition : Ctifl, Paris, 281p.

U

Uchneat M. S., Spicer K., et Craig, R. (1999). Differential response to floral infection by *Botrytis cinerea* within the genus *Pelargonium*. *HortScience* **34**: 718-720.

Urbaneja A., Vercher R., Navarro V., Garcia M. F. et Pocunna J. L. (2007). La pollidel tomate, *Tuta absoluta*. *Phytoma Espana*, **196** : 16-23.

Utkhade R. S. (1992). Biological control of *Phytophthora* on fruit trees. In: Mukherji K.G., Tewari J.P., Arora D.K., Saxena G. Edition: Recent developments in biocontrol of plant diseases. Aditya Books. New Delhi. pp 1–16.

V

Verhoeff K. (1968). Studies on *Botrytis cinerea* in tomatoes. Effect of soil nitrogen level and of methods of deleafing upon the occurrence of *Borytis cinerea* under commercial conditions. *European Journal of Plant Pathology*, **74** : 184-192.

W

Williams S. T. et Cross T. (1971). Actinomycetes isolation from soil. In: Methods in Microbiology. Edition: Academic Press, New York, 295-334 pp.

Williamson B., Tudzynski B., Tudzynski P. et Kan J. A. L. (2007). *Botrytis cinerea* : the cause of grey mould disease. *Molecular Plant Pathology*, **8 (5)** : 561-580.

X

Xiao C. L., Chandler C. K., Price J. F., Duval J. R., Mertely J. C. et Legard D. E. (2001). Comparison of epidemics of *Botrytis* fruit rot and powdery mildew of strawberry in large plastic tunnel and field production systems. *Plant Diseases*, **85** : 901-909.

Y

Yerniyahu U., Shamai I., Peleg R., Dudai N., et Shtienberg D. (2006). Reduction of *Botrytis cinerea* sporulation in sweet basil by altering the concentration of nitrogen and calcium in the irrigation solution, *Plant pathology*, **55** : 544-552.

Yoon C. S., Kim B. S., Yeoung Y. R., Kim I. S. et Kim K. W. (2010). Influence of Calcium and Nitrate Increments on the Growth of Sweet Pepper Seedling and Infection of *Botrytis cinerea*. *Horticulture Environment and Biotechnology*, **51** : 146-152.

Z

Zaluga J., Vaerenbergh J. V., Stragiera P., Maesb M., Vosa P. D. (2013). Genetic diversity of non-pathogenic *Clavibacter* strains isolated from tomato seeds. *Systematic and Applied Microbiology*, **36**: 426-435.

Zella L. et Smadhi D. (2009). Micro-irrigation de la tomate sous serre. Courrier du Savoir N°09, Université Mohamed Khider – Biskra, Algérie, pp.119-126.

Zitter S. M. et Wilcox W. F. (2004). Effects of grape berry nitrogen content and high relative humidity on the activation and spread of latent *B.cinerea* infections. *Phytopathology*, **94** : 117-127.

Annexe 1. Résistance génétique de la tomate

Tableau XVII : Récapitulatif des résistances chez la tomate et nomenclature en vigueur
(Trottin-Caudal et *al.*, 2011)

Nom Scientifique	Nouveau code	Enceins code	Nom commun	Résistance	
				HR	IR
Virus					
Tomato Mosaic virus	ToMV	Tm	Virus de la mosaïque du tabac	x	
Tomato Spotted Wilt Virus	TSWV	TSWV	Virus de la maladie bronzée de la tomate	x	
Tomato Tarrado Virus	ToTV	ToTV	Virus Torrado	x	
Tomato Yellw Leaf Curl Virus	TYLCV	TYLCV	Virus des feuilles jaunes en cuillères	x	x
Champignons					
<i>Fulvia fulva</i>	Ff	C5	Cladosporiose	x	
<i>Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici</i>	Fol	F2	Fusariose vasculaire	x	
<i>Fusarium oxysporum f.sp. radicis-lycopersici</i>	For	FORL	Fusariose racinaire	x	
<i>Leveillula taurica</i>	Lt	Lt	<i>Leveillula taurica</i>	x	
<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	PI	K	Maladie des recines liégeuses	x	x
<i>Oidium nealycopersici</i>	On	Oi	Oïdium	x	x
<i>Verticillium albo-atrum</i>	Va	V	Verticilliose	x	
<i>Verticillium dahliae</i>	Vd	V	Verticilliose	x	
<i>Phytophthora infestans</i>	Pi	M	Mildiou		x
<i>Stemphylium botryosum f.sp.lycopersici</i>	SbI	S	Stemphyliose	x	
<i>Stemphylium lycopersici</i>	SI	S	Stemphyliose	x	
<i>Stemphylium solani</i>	Ss	S	Stemphyliose	x	
Bactéries					
<i>Pseudomonas syringae pv.tomato</i>	Pst	Pto	Moucheture Bactérienne	x	
Nématodes					
<i>Meloidegyme arenaria</i>	Ma	N	Nématodes		x
<i>Meloidegyme incognita</i>	Mi	N	Nématodes		x
Physiologiques					
Silvering	Si	Wi	Argenture	x	

HR : Résistance de haut niveau

IR : Résistance intermédiaire

Annexe 2 : Pesticides utilisés en cultures de tomates en Algérie

Tableaux XVIII : Principaux insecticides, acaricides et nématoïdes homologués pour l'usage en culture de la tomate en Algérie (DPPCT, 2007).

Nom commerciale	Matière active	Concentration	Insectes	Dose	La firme
Alphacid	Alpha Cepermethrine	50 g /l	Pucerons, Vers Blanc	30 à 50 ml /hl	ASTRACHEM
Akocythrine	Alpha Cepermethrine	50 g /l	Noctuelles	120-150 cc/ha	AGRICOM
Akomoyl25	Methomyl	25 g/l	Noctuelles	120-150 cc/hl	AGRICOM
Aspargite	Propargite	57%	Acariens	120 g/hl	QUIMICAKE Y/SOMEDIA
Avance 20ls	Methomyl	20%	Vers Gris	150-260 ml/hl	PHOSPHONI A
Baytroide050	Cyfluthrine	50 g /l	Mouche Blanche, Pucerons Noctuelles	30 à 50 ml /hl	BAYER CROP SCIENCE
Bemistop	Huile Minérale Parafinique	20.43% +1.53%	Aleurodes	2.5 l/ha	BAYER
Deltacal5dp	Del Tametrine	0,05 %	Altise, Aleurodes, Thrips, Cicardelles	500 ml/ha	CALLIOPE
Lerutex	Lmbda Cyhalothrine	50g/l	Mineuse, Thrips	25-60 ml/hl	BASF/SOFA PRO
Metry	Abamectine	18g/l	Acariens	75 cc/hl	AGROSSED
Nematex	Axamyl	240g/l	Aleurodes	0,50 g/hl	MEDMAC
Vertimec	Abamecrin	18g/l	Mineuse	0,5 l/ha-1,25 l/ha	SYNGENTA
Biomite	Farnesol+Neroli dol +Geraniol		Acariens	75-100 ml/ha	CALLIOPE
Biok 1.8ec	Abamectine	18g/l	Acariens, PuceronS	75 ml/hl	
Romectin	Abamectine	18g/l	Agent de L'acariose Bronzée, Mineuse	0,5-1.5 l/ha	ROTAM AGROCHEMI CL
Vertan	Abamectine	18g/l	Acariens, Mineuse	25-50 ml/hl	MOUBYDAL
Elmocap	Ethoprophos	10%	Nématodes	30 kg/ha	PHYTOPLUS
Fumical	Netam-Sodium	510g/l	Nématodes	1000 l/ha	COLLIAPE
Xexonate	Xexaconazole	5%	Nématodes	30 kg/ha	PHTOPLUS
Nemaceur	Phenamiphos	10%	Nématodes	30 kg/ha	BAYER
Nemaceur 240	Phenamiphos	10%	Nématodes	20 à 40 mg/ha	BAYER

Tableau XIX: Principaux fongicides homologués pour l'usage en culture de la tomate en Algérie (DPPCT, 2007).

Nom commerciale	Matière active	Concentrat ion	Champignons	Dose	La firme
Antracol70	Propinebe	70%	Mildiou, Alternariose	200-280 g/hl	BAYER
Anvil 5 Sc	Hexaconazole	50g/L	Oïdium	50 ml/hl	SYNGENTA
Armetil Cuivre	Oxyclore de Cuivre+Metalaxyl	40%+ 8%	Mildiou	200 à 300 g/hl	IQV
Armetil M	Mancoze +Metalaxyl	(64+8)%	Mildiou	200 à 300 g/hl	IQV
Agripropi	Propinebe	100g/Kg	Mildiou, Alternariose	200 à 250 g/hl	PHYTOPLUS
Aromil Mz	Mancozebe + Metalaxyl	(64+8)%	Mildiou	3,5 kg/ha 7j	SARL MEDIAGRI
Atos	Fomaxadone + Cymoxanil	22,5% + 30%	Mildiou, Alternariose	400 g/hl 3-7j	SARL PHYTOPLUS
Byfidan 5	Triadimenol	5%	Oïdium	2,5-3 kg/ha	BAYER
Bouillie Bordelaise Valles	Cuivre	80%	Mildiou Bactérioses	10 à 15 kg/hl	CEREXAGRI
Bravo	Chlorothalonil	720g/l	Mildiou Alternariose Cladosporiose Antrachnose Septosporiose	2 l/ha	SYNGENTA
Bayadex	Penconazol	10%	Oïdium	25 -50 mg/hl	MEDMAC ALGERIE
Callimix	Oxychlorure de Cu + Zinebe	37,5+15%	Mildiou	600 g/hl	CALLIOPE
Cuirzate R	Cymoxanyl+ Oxuchlorure de Cuivre	4,2% + 39,7%	Mildiou	250-300 g/hl	ACI/DUPONT DE NEMOURS
Cavil	Hexaconazole	50g/L	Oïdium	40-80 ml/hl	VAPCO
Captan 50 Valles	Captan	50%	Mildiou	350 g/hl	IQV
Coc 50 Wp	Oxychlorure de Cuivre	50%	Mildiou	200-300 g/hl	AGRIMATCO
Copex	Oxychlorure de Cuivre	50%	Alternariose Septoriose	3-5 kg/ha	HELB AGROSEED

Cymidone 50wp	Promocydone	50%	Pourriture grise	50-100 mg/ha	MEDAC ALGERIE
Euparen	Dichlofuanide	50%	Pourriture grise	250 g/hl	BAYER
Euparen	Tolyluanide	50%	Pourriture grise, Mildiou	2,5 kg/ha 3j	BAYER
Filex	Propamocarbe-Hydrochlorure	722 g/l	Mildiou Pythium	3L/ha	BAYER
Foliette	Fosethyl-Aluminium	80%	Mildiou	0,25 kg/ha	RIVALE/ACI
Mancoym	Manco	80%	Alternariose	200 g/hl	YAMAMA
Manco C	Mancozebe	40%+4%	Mildiou	2 à 3 kg/ha	RIVALE
Ortiva	Azoxystrobine	25%	Oidium	100 ml/hl	ZENECA
Pilarich	Chlorothalonil	75%	Cladosporiose Alternariose Septoriose Anthracnose	200 g/hl	AGRIMATIC O- PILARQUIN
Score	Difenoconazole	250g/L	Oidium	120 ml/ha	SYNGENTA
Switch	Cyprodini+ Fludioxonil	37,5%+25%	Pourriture grise Sclérotiniose	0,8-1 kg/Ha	SYNGENTA
Vaptocop	Thiophanae Methyle	70%	Pourriture grise	75 à 100 g/hl	VAPCO

Annexe 3. Agents de lutte biologique en culture de tomate

Tableau XX : Principaux agents disponibles pour lutte microbiologique contre les champignons pathogènes de la tomate (Ruocco et *al.*, 2011).

Pathogène	Agents de contrôle microbiologique
<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Bacillus subtilis</i>
<i>Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Streptomyces griseoviridis</i> Souche K61
<i>Oidium spp.</i>	<i>Ampelomyces quisqualis</i> souche AQ10
<i>Pythium spp.</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Streptomyces griseoviridis</i> Souche K61
<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Streptomyces griseoviridis</i> Souche K61
<i>Sclerotium rolfsii</i>	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Coniothyrium minitans</i>
<i>Septoria lycopersici</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>
<i>Verticillium spp.</i>	<i>Streptomyces griseoviridis</i> Souche K61

Tableau XXI. Principaux agents biologiques utilisés pour la lutte contre les ravageurs de la tomate (Ruocco et *al.*, 2011).

Le ravageur	Macroorganisme utilisé	Microorganisme utilisé
Pucerons	Prédateurs: - <i>Aphidoletes aphidimyza</i> - <i>Chrysoperla carnea</i>	Champignons : - <i>Verticillium lecanii</i> - <i>Beauveria bassiana</i>
	Parasitoïdes : - <i>Aphelinus abdominalis</i> - <i>Aphidius colemani</i> - <i>Aphidius matricariae</i> - <i>Aphidius ervi</i>	
Thrips	Prédateurs: - <i>Amblyseius cucumeris</i>	Nématodes : - <i>Steinernema feltiae</i> Champignons : - <i>Verticillium Lecanii</i> - <i>Beauveria bassiana</i>

<p>Aleurodes</p>	<p>Prédateurs: - <i>Macrolophus pygmaeus</i> (punaise)</p> <p>Parasitoïdes: - <i>Eretmocerus mundus</i></p> <p>Spécifique de <i>B. tabaci</i> - <i>Eretmocerus eremicus</i> - <i>Encarsia formosa</i></p>	<p>Champignons : - <i>Verticillium lecanii</i> - <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> - <i>Beauveria bassiana</i></p>
<p>Noctuelles</p>	<p>Prédateurs: (punaise) - <i>Macrolophus pygmaeus</i> - Virus de la polyhédrose spécifique de <i>Spodoptera exigua</i></p> <p>Parasitoïdes : - <i>Trichogramma brassicae</i> - <i>Trichogramma evanescens</i></p>	<p>Bactéries: - <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> - <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>aizawai</i></p> <p>Nématodes : - <i>Steinernema carpocapsae</i></p>
<p>Mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i></p>	<p>Parasitoïdes: - <i>Trichogramma pretiosum</i> - <i>Trichogramma achaeae</i></p> <p>Prédateurs: punaise - <i>Nesidiocoris tenuis</i> - <i>Macrolophus pygmaeus</i></p> <p>Espèces candidates - <i>Nabis pseudoferus</i></p>	<p>Bactéries: - <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i></p>
<p>Mouches mineuses</p>		<p>Parasitoïdes : - <i>Dacnusa sibirica</i> - <i>Diglyphus isaea</i></p>
<p>Tétranyque tisserand</p>	<p>Prédateurs : - <i>Phytoseiulus persimilis</i> (acariens) - <i>Amblyseius Californicus</i> (acariens) - <i>Feltiella acaris</i> (mouche) - <i>Macrolophus pygmaeus</i> (punaise)</p>	<p>Champignons : - <i>Beauveria bassiana</i></p>

4. Questionnaire

Université Abderrahmane Mira
Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département de microbiologie

Questionnaire destiné aux agriculteurs

Informations sur la main d'œuvre

1- Nom et Prénom d'agriculteur : -----

2- Avez-vous une formation en agriculture ? si oui laquelle ?

Oui

Non

Informations sur la parcelle

3- Localisation : -----

4- Nature juridique de l'exploitation : EAC EAI

5- Nombres de serres : -----

6- Nombres de serres tomate : -----

7- Superficie de chaque serre : -----

8- Orientation des serres: -----

9- Le type de culture précédente (culture intermédiaire) : -----

10- Nombre de rotations (tomate) : -----

Informations sur la culture

11- Variétés utilisés : -----

12- Origines des semences : -----

13- Origines des plants(Age):-----

14- Types d'irrigation : Rigole Goute à goutte

15- Origine des eaux d'irrigation : -----

16- Date de semis : -----

17- Date de plantation : -----

18- Age du plastique des tunnels : -----

19- Les pratiques culturales :

- 1- Préparation du sol-----

- 2- Préparation de la pépinière-----

- 3- Stade de plantation-----

- 4- Stade récolte-----

- 5-Entretien des serres

	Nom	Matière active	Date d'application	Dose /quantité
Engrais		/		
Produit phytosanitaire				

Informations sur l'état sanitaire de la culture

Date : -----

N° serre	Symptômes	Agent suspecté	Nombre de plantes touchées	Répartition spatiale	Code de prélèvement

Annexe 05 : Milieux de culture et tampons

1 -Milieux gélosés et milieux semi-solides

Milieu Arginine (pH 7,1)	
Peptone	1g
NaCl	5g
K ₂ HPO ₄	0,3g
Agar	3g
Rouge de phénol	10g
L-Arginine	10g
Eau distillée	1l
Gélose blanche (GB, pH 7±0,2)	
Agar	15g
Eau distillé	1l
Gélose à extrait de malt (MA, pH 5, 40 ±0,2)	
Extrait de malt	30g
Peptone mycologique	05g
Agar agar	15g
Eau distillée	1l
Gélose Glucose Agar (GA, pH 7±0,2)	
Agar	10g
Glucose	10g
Eau distillée	1l
Gélose King B (pH 7,2)	
Peptone	20g
Phosphate de K dibasique (K ₂ HPO ₄)	1,45g
Sulfate de Mg (MgSO ₄ , 7H ₂ O)	1,5g
Glycérol	15g
Agar	15g
Eau distillée	1l
Autoclavage	115°C/10min
Milieu Hugh et Leifson (pH 6,8 -7,0)	
Tryptone	2g
Extrait de levure	1g
NaCl	5g
K ₂ HPO ₄	0,3g
Bleu de bromothy	0,03g
Glucose	10g
Agar	3g
Eau distillée	1l
Gélose Levane (pH 7, 2 ± 0, 2)	
Peptone	5g
Extrait de levure	2g
Sucrose	20g
NaCl	5g
Agar	15g
Eau distillée	1l

Gélose LPGA (Levure, Peptone, Glucose et Agar, pH7, 2)	
Extrait de levure	7g
Peptone	7g
Glucose	7g
Agar	15g
Eau distillée	1l
Gélose nutritive (GN, pH 7,2 ±0,2)	
Peptone	5g
Extrait de levure	2,5g
Extrait de viande	1g
NaCl	5g
Agar	15g
Eau distillée	1l
Gélose Pomme de terre Dextrose Agar (PDA, pH 5,4 ± 0,2)	
Pomme de terre	200g
D-Glucose (dextrose)	20g
Agar	15g
Eau distillée	1l
Gélose au petits pois (GPP, pH 5,4 ± 0,2)	
Petit pois congelé	125g
Agar	15g
Eau distillée	1l

1- Solutions et tampons

Solution Tampon Phosphate (pH 7,2)	
Na ₂ HPO ₄ , 12H ₂ O	2,7g
NaH ₂ PO ₄ , 2H ₂ O	0,4g
Eau distillée	1l
Tampon phosphate glycérol à 20%	
Tampon phosphate	80 ml
Glycérol pur	20 ml
Lactophénol	
Phénol pur cristallisé	100g
Acide lactique	100ml
Glycérol	100ml
Eau distillée	100ml

Annexe 06. Traitements phytosanitaires utilisés dans les EAI₁, EAI₂ et EAI₃

Tableau XXII : listes des produits phytosanitaires utilisés dans les EAI₁, EAI₂ et EAI₃

EAI	Produit	Matière active	Cibles	Date
EAI ₁	Vertimec	Abamectine	Insecticides /Acaricide	27/01/2013
	Nomolt	Dichloro-Difluorophenyl-	Noctuelles	27/01/2013
	Bravo	Chlorothalonil- Cyproconazol	Mildiou	16/02/2013
	Coragen	Chloantraniliprole	Mineuse	16/02/2013
	Propinebe	Thiophanate Methyl(70%)	Fongicide polyvalent	27/02/2013
	Pelthio	Thirame	Fongicide polyvalent	25/03/2013
	Coragen	Chlorothalonil	Mineuse	03/04/2013
	Moncozebe	Thiophanate Methyl(70%)	Fongicide polyvalent	03/04/2013
	Pelthio	Thirame	Fongicide polyvalent	07/05/2013
	Vertimec	Abamectine	Insecticides /Acaricide	28/05/2013
Coragen	Chloantraniliprole	Mineuse	29/05/2013	
Ridomil	Thiophanate -Metalaxyl	Fongicide polyvalent	09/06/2013	
EAI ₂	Decophone	-	Acaricide	16/02/2013
	Equation Pro	Famoxidone+Cymoxanyl	Mildiou, Alternariose	16/02/2013
	Curzate	Cymoxynil-Oxychlorure De Cuivre	Mildiou	20/02/2013
	Coragen	Chloantraniliprole	Mineuse	20/02/2013
	Aliette Flach	Fosetyl Aluminium	Pytium	20/03/2013
	Coragen	Chloantraniliprole	Mineuse	03/04/2013
	Curzate	Cymoxynil-Oxychlorure De Cuivre	Mildiou	03/04/2013
	Propinebe	Thiophanate Methyl(70%)	Fongicide polyvalent	06/05/2013
	Pilarich	Chlorothalonil	Fongicide polyvalent	24/05/2013
	Propinebe	Thirame	Fongicide polyvalent	26/05/2013
	Suitch	Cyprodinil+Fludioxomil	Fongicide polyvalent	13/06/2013
	Propinebe	Thiophanate Methyl(70%)	Fongicide polyvalent	14/06/2013
	Coragen	Chloantraniliprole	Mineuse	15/06/2013
	Propinebe	Thiophanate Methyl(70%)	Fongicide polyvalent	19/06/2013
	Rodazime	Thiophanate-De Méthyle Carbendazole	Fongicide polyvalent	
	Coragen	Chloantraniliprole	Mineuse	21/06/2013
	Suitch	Cyprodinil+Fludioxomil	Botrytis	25/06/2013

	Avaunte	Indoscarbe	Mineuse	10/02/2013
	Moncozèbe	Thiophanate Methyl	Fongicide Polyvalent	13/03/2013
	Curzate	Cymoxanil + Mancozébe	Mildiou	15/03/2013
	Vertimec	Abamactine	Insecticide, Acaricide	02/04/2013
	Pelt44	Thiophanate-Méthyl	Fongicide Systémique	20/05/2013
	Curzate	Cymoxanil + Mancozébe	Mildiou	21/05/2013
	Atos	Famoxadone + Cymoxanil	Mildiou, Alternariose	21/05/2013
	Avermectine	Abamactine	Mineuse	25/05/2013
EAI₃	Pelt44	Thiophanate-Méthyl	Fongicide Systémique	25/05/2013
	Suitch	Cyprodinil +Fludioxonil	Botrytis	25/05/2013
	Moncozèbe	Thiophanate Methyl	Fongicide Polyvalent	25/05/2013
	Rodazime	Benzimidazol- De Méthyle Carbendazole	Fongicide Polyvalent	
	Suitch	Cyprodinil +Fludioxonil	Botrytis	28/05/2013
	Vertimec	Abamactine	Insecticide, Acaricide	28/05/2013

Introduction

Chapitre I :

Synthèse Bibliographique

Chapitre II :
Matériel et méthodes

Chapitre III :
Résultats et discussion

Conclusion et Perspectives

*Références
bibliographiques*

Annexes

Résumé

Dans le but d'inventorier les principales maladies qui touchent les cultures de tomate sous abri dans la région de Bejaïa et d'étudier l'impact de certaines pratiques culturales sur leur développement, un suivi sanitaire de 35 tunnels de tomate est réalisé durant la campagne culturale 2012 /2013. Ce dernier a mis en évidence 10 pathologies avec la prédominance des mycoses aériennes et les attaques du ravageur *Tuta absoluta*. Pour les mycoses aériennes, la pourriture grise occupe une place importante, elle est apparue dans 34 tunnels avec des fréquences d'attaques entre 3 et 40%, en seconde position, vient le mal blanc causé par l'*O. neolycopersici* qui a touché 13 tunnels avec des fréquences d'attaques dépassant 50%. Pour les attaques de la mineuse, elles sont apparues dans 31 tunnels avec des niveaux d'atteinte entre 20 et 40%.

Les autres maladies diagnostiquées (mildiou, alternariose, rhizoctone, fonte de semis, pourriture blanche, moucheture bactérienne et viroses) sont de moindres importances avec des taux d'incidences inférieures à 10%.

Les pratiques culturales étudiées ont montré un effet significatif sur le développement de la pourriture grise. Pendant toute la durée de l'étude, les taux d'incidence de cette pathologie ont resté inférieurs dans les tunnels avec paillage par rapport à ceux sans paillage, dans les tunnels sans amendements organiques que ceux avec amendements et sur la variété Tilargo que la variété Tavira.

Mots clés : Tomate, tunnels, maladies, diagnostic, paillage, amendements organiques, type variétal.

Abstract

In the purpose to survey the principal's diseases of the tomato cultures under greenhouses in Bejaia and to studying the impact of cultural practices on their development, a survey of 35 greenhouses of tomato is realized during the cultural season 2012 / 2013. This last show the presence of 10 pathologies with predominance of aerial fungus and *Tuta absoluta* attacks. For aerial fungus, attacks related to *B. cinerea* are prevalent, it appeared in 34 greenhouses with attacks frequencies between 3 and 40%, followed by powdery mildew caused by *O. neolycopersici* whose appeared in 13 greenhouses with attacks frequencies exceed 50%. For *Tuta absoluta*, it's touched 31 greenhouses with levels of attacks between 20 and 40%.

The other diagnosed diseases (early blight, damping off, rhizoctonia attacks, sclerotinia drop, bacterial speck and viruses) are fewer important with a frequency lower than 10%.

Cultural practices studied showed a significant effect on the development of the gray mold. During all the duration of study, the incidence of this pathology remained always inferior in the tunnels with mulch that the tunnels without mulch, in the tunnels without organic amendment that the tunnels with organic amendment and on the Tilargo variety that the Tavira variety.

Key words: Tomato, tunnels, diseases, diagnosis, mulch, organic amendment, varietal types.

المخلص

من اجل تشخيص الأمراض الرئيسية التي تؤثر على نباتات الطماطم المغروسة تحت البيوت البلاستيكية في منطقة بجاية و دراسة مدى تأثير بعض الممارسات الفلاحية على تطورها قمنا بمتابعة ميدانية في 35 بيت بلاستيكي للطماطم وهذا خلال الموسم الفلاحي 2013/2012. اظهرت النتائج وجود 10 أمراض أغلبها فطرية متنوعة ب *Tuta atulosba*. بالنسبة للأمراض الفطرية العفن الرمادي هو المرض الأكثر أهمية تمت ملاحظته في 34 بيت بلاستيكي مع معدلات إصابة ما بين 3% و 40% وفي الدرجة الثانية البياض الدقيقي المسبب *O. icisepocyloen* و الذي ظهر في 13 بيت بلاستيكي مع معدلات إصابة تفوق 50%. أما بالنسبة *Tuta atulosba* فتمت ملاحظة أعراضها في 31 بيت بمعدلات إصابة تتراوح ما بين 20 و 40%.

الأمراض الأخرى المشخصة (الميليديو, الالترنريوز,الرزوكتون,سقوط البذرات,العفن الأبيض, اللطخ البكتيرية و الأمراض الفيروسية). معدلات الإصابة بها لا تفوق 10%.

الممارسات الفلاحية المدروسة أظهرت فروق ذي دلالة على تطور العفن الرمادي. منذ بداية الدراسة, معدلات الإصابة بهذا المرض كانت اقل في البيوت ذي التغطية مقارنة بالبيوت من دون تغطية, في البيوت التي لم تصف لها المادة العضوية مقارنة بالبيوت التي أضيفت لها المادة العضوية, على الصنف Tilargo مقارنة بالصنف Tavira.

الكلمات المفتاحية: طماطم, بيت بلاستيكي, مرض, تشخيص, تغطية, تعديلات عضوية, صنف النباتي.