



**UNIVERSITÉ DE BLIDA 1**

**Faculté des Sciences de la nature et de la vie**

**Département de Biotechnologies**



Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Phytopharmacie appliquée

**Enquête phytosanitaire et impact de la conduite culturale sur les  
maladies de flétrissements d'origine fongique en horticulture.**

Par

**OULD KHERROUBI Chaher Eddine**

Soutenu le : 07-10-2017

Devant le jury composé de :

MAHDJOUBI D.	MAA	UB1	Président
BENRIMAGUENDOZ A.	Pr.	UB1	Promotrice
DEGAICHIA H.	Doc.	UB1	Co-promoteur
DJEMAÏ I.	MAA	UB1	Examinatrice

Blida, Octobre 2017

## REMERCIEMENTS

Je remercie le bon Dieu tout puissant de m'avoir donné le courage et la volonté pour accomplir ce travail.

Je remercie aimablement toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, et particulièrement notre promotrice Mme BENRIMA GUENDOZ A. pour avoir accepté de superviser mes travaux lors de cette recherche, pour sa rigueur, sa confiance et sa gentillesse tout au long de ce travail.

J'exprime toute ma gratitude à Mr MAHDJOURI D. pour sa bienveillance de présider ma soutenance, C'est avec un grand honneur que j'adresse mes vifs remerciements et mon profond respect à Mme DJEMAÏ pour avoir accepté d'honorer de sa présence et d'examiner mon travail.

Je remercie également mon Co-promoteur Mr DEGAICHIA Hocem pour son aide, ses conseils et le temps qu'il a consacré à la lecture et la correction du manuscrit.

Le présent travail a été réalisé sur terrain au niveau de la station expérimentale de l'ITCMI et deux stations expérimentales Fouka(Tipaza) et Mouzaia(Blida) , ainsi que le Département de Biotechnologie .J'exprime à cet égard ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à Mr le directeur de l'ITCMI, et également mes remerciements à tous les ingénieurs et techniciens de cette station.

Je remercie aimablement les agriculteurs des stations : Hamid, Nacer, Mohamed.

Je remercie également à Mem BOUCHNAK F. pour leurs aides, leurs conseils et sa gentillesse tout au long de ce travail.

Mes sincères remerciements à l'ensemble des enseignants qui nous ont encadré : Mr AROUN M.F, Mem AMAD F, Mr FALLAG M. et Mr DJAZOULI Z.

## Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

\*A ma mère, qui a toujours fait preuve d'affection, d'attention et tant d'effort, de peine consentit pour ma réussite.

\*A mon père, la boussole de ma vie, toi qui m'a toujours guidé soutenu, aidé et encouragé en toutes circonstances.

\*A mon frère et ma sœur.

\*A la famille Ould kherroubi et Damardji.

\*A mes oncles et mes tantes dont : Boualem , Raouf et Soumia.

\*A mes amis qui m'ont encouragé Sid Ali, Redouane, Amin, Hamza, Walid, Mohamed, Sahraoui, Zaki, Ahmed, Lylia, Fatma, Hamid, Ilyes, Ahmed, Farouk, Abdelghani, Asma, Aladi, Marwa, Amina, Hadjer et Salma,

\*A tous mes camarades de la promotion depuis licence 2014 .

# Enquête phytosanitaire et impact de la conduite culturale sur les maladies de flétrissements d'origine fongique en horticulture

## RÉSUMÉ

Notre contribution a porté sur la localisation des sites maraîchers, foyers de la Verticilliose et de la Fusariose, sur la base d'un diagnostic symptomatologique au niveau de trois wilayas (Alger, Blida et Tipaza). Sur cinq sites prospectés (deux champs de choux fleurs avec une station de serres de tomate et courgette à Fouka (Tipaza), et une station de serre d'aubergine et de Tomate à Mouzaia (Blida), et des serres de tomate à L'ITCMI (Staoueli) et ce durant une période de quatre mois (Février-Mai).

Les contaminations fongiques engendrent différents taux d'infestations sur les différentes cultures. Ainsi, la Verticilliose avec des taux qui varient de 0,4 à 0,5 % dans la région Fouka, 1,18 % à 6,52 % à Mouzaia et 2,27 % à L'ITCMI (Staoueli). Le taux d'infestation par la Fusariose est de 0,33 % à 1,08 % à Fouka ; 1,19 % à 7,22 % à Mouzaia et 0,55 % à l'ITCMI (Staoueli). L'infestation par l'association entre *Verticillium sp.* et *Fusarium sp.* engendre un taux de 7,42 % à Mouzaia uniquement.

### Mots clés :

AUDPC, Enquête, Flétrissement, *Fusarium sp.*, Infestation, *Verticillium sp.*

**Phytosanitary investigation and the impact of crop management on diseases  
writes of fungal origin in horticulture .**

**SUMMARY**

Our contribution is focussed on locating vegetable producers areas , homes of the *Verticillium* and *Fusariose*, on the base of a symptomologic diagnostic in three towns or willayas : ( Algiers, Blida and Tipaza ). Among five prospected areas two fields of cauliflower in a green house where tomatos and zucchini or courgettes are planted in Fouka (Tipaza) and in a greenhouse where tomatos and eggplants or aubergine are planted in Mouzaia ( Blida) and a greenhouse of tomatos at ITCMI (Staouali) in a period of four months from February to the month of May.

Fungal infections lead to different rate of infestation on different crops .consequently *Verticillium* rated from 0.4 to 0.5 % in the area of Fouka and from 1.18 % to 6.52 % in Mouzaia and rated to 2.27 % at ITCMI of (Staouali). The rate of infestation by *Fusariose* is 0.33 % to 1.08 % in Fouka, from 1.19 % to 7.22 in Mouzaia and 0.55 in ITCMI of (Staouali). The infestation by mixing *Verticillium* sp and *Fusarium* sp leads to 7.42% rate only in Mouzaia ( Blida).

**key words :**

AUDPC, *Fusarium* sp, infestation, Phytosanitary, investigation, *Verticillium* sp , wilting investigation.

## تحري عن الصحة النباتية وتأثير إدارة المحاصيل على الأمراض الفطرية في محاصيل البستنة

### ملخص

حاولنا من خلال عملنا هذا في تحديد انتشار المرض الناتج عن فطري *Verticillium sp.* *Fusarium sp.* معتمدين في ذلك بناء على تشخيص أعراضه في ثلاث ولايات (الجزائر العاصمة والبلدية و تيبازة). في خمس مناطق مستكشفة (حقلين من القرنبيط مع محطة الدفيئات الطماطم في منطقة فوكة (تيبازة)، ومحطة لبيوت البلاستيكية لزراعة الطماطم و الباذنجان في منطقة موزاية (البلدية)، ومحطة لبيوت البلاستيكية لزراعة الطماطم في المعهد التكنولوجي للمحاصيل الخضر بمنطقة ITCMI (سطوالي)، لمدة أربعة أشهر (فبراير - ماي)).

ظهرت العدوى الفطرية بمرض *Verticilliose* بمعدلات مختلفة في مختلف المناطق ، وكانت نسبة الإصابة في منطقة فوكة تتراوح بين 0,4% إلى 0,5% و 1,18% إلى 6,52% في منطقة موزاية. في منطقة ITCMI (سطوالي) فقد وصلت نسبة العدوى إلى 2,27% أما نسبة العدوى بمرض *Fusariose* فقد كانت بين 0,33% إلى 1,08% في منطقة فوكة و من 1,19% إلى 7,22% في منطقة موزاية و من 1,19% إلى 7,22% في منطقة L'ITCM (سطوالي). منطقة موزاية فقد كانت المنطقة الوحيدة التي ظهرت فيها العدوى باتحاد الفطريين *Verticillium sp.* *Fusarium sp.* وكانت نسبة الإصابة 7,42%.

### الكلمات المفتاحية :

الإصابة، العدوى، تحري، *Verticillium sp.*, *Fusarium sp.*, AUDPC

## SOMMAIRE

Introduction

PARTIE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE .....	1
1. FLETRISSEMENT VASCULAIRE .....	1
1.1. Les maladies de flétrissement vasculaires.....	1
1.2. Les champignons pathogènes vasculaires.....	2
2. LA Fusariose .....	3
2.1. Généralité et Taxonomie et morphologie de <i>Fusarium</i> .....	3
2.2. <i>Fusarium oxysporum</i> et <i>Fusarium solani</i> .....	6
2.3. Cycle biologique de <i>Fusarium</i> .....	8
2.4. Les moyens de lutte: .....	11
2.4.1. La lutte culturale.....	11
2.4.2 La lutte agronomique.....	11
2.4.3 La lutte génétique.....	11
2.4.4 La lutte intégrée.....	12
2.4.5 La lutte biologique.....	12
2.4.6 La lutte physique.....	12
2.4.7 La lutte chimique .....	13
3. La Verticilliose .....	13
3.1. Taxonomie .....	13
3.2. Symptômes de la verticilliose.....	14
3.3. Cycle infectieux de l'agent pathogène:.....	15
3.4. Moyens de lutte contre la verticilliose:.....	17
3.4.1 Moyens de lutte culturaux .....	18
3.4.2 Moyens de lutte physique.....	18

3.4.3 Moyens de lutte chimique .....	18
3.4.4 La résistance génétique .....	19
PARTIE II : MATERIEL ET METHODES .....	20
1. Objectif du travail.....	20
2. Situation et caractéristique des zones d'étude.....	20
2.1. Présentation des régions d'étude .....	20
a) Présentation de la région d'étude de l'ITCMI à Staoueli .....	21
b) Présentation de la région d'étude de Fouka .....	22
c) Présentation de la région d'étude de Mouzaia.....	24
2.2. Travaux de mise en place, d'entretien et de fertilisation .....	26
3. Prospection et observation sur la culture .....	26
4. L'échantillonnage du matériel végétal .....	28
5. Isolement à partir du matériel végétal.....	29
6. Obtention des isolats fongiques.....	30
6.1. Identification des isolats .....	30
7. Suivi du développement du flétrissement fongique .....	30
7.1. Échelle de notation de He (1983) .....	30
7.2. L'index de flétrissement (DI).....	31
7.3. Pourcentage des plants malades (PDP).....	31
7.4. Le pourcentage de plants flétris (PWP) .....	31
8. Évolution temporelle du flétrissement : .....	32
9. Analyse statistique des données .....	32
PARTIE III RESULTATS ET DISCUSSION .....	33
1. Identification des isolats : .....	33
2. Echelle de He(1983).....	35
3. L'indice de flétrissement (DI) .....	36
➤ □ Évolution du ID de la région de Mouzaia.....	36



➤ □ Évolution du ID de la région l'ITCML.....	38
4. Pourcentage des feuilles malades (PDP) .....	39
5. Pourcentage de plantes flétries (PWP).....	40
➤ □ PWP de la région de Mouzaia.....	40
➤ □ PWP de la région de Fouka.....	41
➤ □ PWP de la région de l'ITCML.....	42
6. Incidence de la maladie en fonction du temps .....	43
➤ □ La région de Fouka.....	43
➤ □ La région de Mouzaia.....	44
➤ □ La région de l'ITCML.....	45
➤ □ Incidence du flétrissement de la tomate dans les régions prospectées....	45
DISCUSSION.....	46
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	51
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE.....	53
ANNEXE	

## Liste des figures

<b>Figure 1.1</b> : Morphologie du <i>Fusarium oxysporum</i> (Leslie et Summerell, 2006) (A, B: Macroconidies ; C, D: Microconidies ; E, F: Conidiophores et microconidies) Barres d'échelle : A, D = 25 µm ; E, F = 50 µm .....	5
<b>Figure 1.2</b> : Morphologie du <i>Fusarium solani</i> (Leslie et Summerell, 2006) (A, B: Macroconidies ; C, D: Microconidies ; E, G: Conidiophores et microconidies) Barres d'échelle : A, D = 25 µm ; E = 100 µm; F, G = 50 µm .....	5
<b>Figure 1.3</b> : Flétrissement et jaunissement des feuilles de la tomate causée par <i>F. oxysporum</i> sp (Agrios, 2005).....	7
<b>Figure 1.4</b> : Symptômes de la fusariose vasculaire du pois chiche causée par <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>ciceris</i> (Zaim et al., 2016).....	7
<b>Figure 1.5</b> : Dessèchement et mort des feuilles causés par <i>Fusarium oxysporum</i> sp. (Zaim et al., 2016).....	8
<b>Figure 1.6</b> : Cycle de vie de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> (Agrios,2005).....	10
<b>Figure 1.7</b> : Schéma légendé du cycle de développement de <i>V. dahliae</i> . (Berlanger et Powelson, 2000).....	16
<b>Figure 2.1</b> : Situation géographique des régions d'étude (Anonyme 1, 2017).....	20
<b>Figure 2.2</b> : Des cultures sous-serres de l'TCMI à Staoueli (photo originale, 2017) (A : culture d'Aubergine ; B : culture de Tomate).....	22
<b>Figure 2.3</b> : Exploitation appartenant à un particulier à Fouka (photo originale, 2017) (A : champ de chou-fleur, B : culture de laitue et d'oignon entre les serres de la Tomate, C : serre de courgette, D : type d'abri utilisé pour la production de la courgette).....	23
<b>Figure 2.4</b> : Schéma parcellaire légendé de la station d'étude de Fouka (originale, 2017).....	24
<b>Figure 2.5</b> : Présentation d'une exploitation appartenant à un particulier à Mouzaia (Photo originale, 2017), (A : serre culture d'Aubergine, B : culture de Tomate).....	25
<b>Figure 2.6</b> : Schéma parcellaire légendé de la station Mouzaia (originale, 2017).....	25

<b>Figure 2.7</b> : Illustration de quelques travaux d'entretien de la culture de tomate (À droite : palissage vertical ; au centre : effeuillage ; à gauche : éclaircissage des fruits, (EL Fadl et Chtaina, 2010).....	26
<b>Figure 2.8</b> : symptômes sur la partie feuille d'une plante de Tomate considérée comme un plant malade (photo originale, 2017).....	27
<b>Figure 2.9</b> : symptômes de flétrissements (photo originale, 2017) (A : flétrissement des feuilles de la plante d'aubergine, B : flétrissement totale sur une plante de courgette) .....	27
<b>Figure 2.10</b> : Application d'un fongicide contre le Fusarium (photo originale, 2017).....	27
<b>Figure 2.11</b> : Symptômes de flétrissements sur l'aubergine à Mouzaia (photo originale, 2017) (A : symptôme de la Fusariose, B : symptôme de la Verticilliose)...	28
<b>Figure 2.12</b> : Prélèvements d'un matériel végétal (chou-fleur à Fouka) constitué de plants flétris (photo originale, 2017) (A : un sac en papier étiqueté, B : sécateur (pince), C : un matériel végétal).....	28
<b>Figure 2.13</b> : Schéma légendée Méthode d' Isolement à partir du matériel végétal (EL Hassani <i>et al</i> ,2007).....	29
<b>Figure 3.1</b> : Aspect macroscopique (photo originale, 2017) (A : et microscopique (X500) du Fusarium sp. ;B :Macroconidies ;C : Chlamydozspores).....	33
<b>Figure 3.2:</b> Aspect macroscopique (photo originale, 2017) (A : et microscopique (X500) du <i>Verticillium</i> sp. ; B : conidiospore et conidies ; C : microsclérotés).....	34
<b>Figure 3.3</b> : niveaux de l'échelle de He sur les plants flétris (originale, 2017).....	35
<b>Figure 3.4</b> : l'indice de la maladie (DI) de la Tomate dans la région de Mouzaia (originale, 2017).....	36
<b>Figure 3.5</b> : l'indice de la maladie (DI) de l'Aubergine dans la région de Mouzaia (originale, 2017).....	37

<b>Figure 3.6</b> : L'indice de la maladie (DI) de la tomate dans la région de l'ITCMI de Staoueli (originale, 2017).....	38
<b>Figure 3.7</b> : Pourcentage de feuilles malades (PDP) des cultures dans les différentes stations (originale, 2017).....	39
<b>Figure 3.8</b> : Pourcentage de plants flétris (PWP) des cultures dans la région de Mouzaia (originale, 2017).....	40
<b>Figure 3.9</b> : Le pourcentage de plants flétris (PWP) sur les cultures dans la région Fouka (originale, 2017).....	41
<b>Figure 3.10</b> : Pourcentage de plants flétris (PWP) sur la Tomate dans la région L'ITCMI (originale, 2017).....	42
<b>Figure 3.11</b> : L'AUDPC <sub>(PWP)</sub> sur les cultures chou-fleur, courgette et tomate dans la région de Fouka (originale, 2017).....	43
<b>Figure 3.12</b> : L'AUDPC <sub>(PWP)</sub> sur les cultures de tomate et l'aubergine dans la région de Mouzaia (originale, 2017).....	44
<b>Figure 3.13</b> : L'AUDPC <sub>(PWP)</sub> de la tomate dans les régions prospectées (originale, 2017).....	45

## Liste des abréviations

% : pourcentage

ANRH : Agence nationale de ressources hydriques

AUDPC : Area Under Disease Progression Curve

C : Celsius

C.E.C : capacité d'échange cationique

DI : Disease index

DRM : dark resting mycelium

EDS : Eau distillée stérile

Fig : figure

FSSC : Complexes d'espèces *Fusarium solani*

ITCMI : Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles

Km : kilomètre

Mm : millimètre

NPK : Azote phosphore Potasse

PDA : Potato-Dextrose-Agar

PDP : Percentage of diseased plants

pH : potentiel Hydrogène

PWP : Pourcentage de plants flétris

S.A.U : Surface Agricole Utile

SPSS© : Statistical Package for the social science

## INTRODUCTION

Les micro-organismes sont des êtres vivants microscopiques pouvant vivre dans différents milieux comme l'eau, l'air et le sol. Ils vivent en interaction avec leur environnement et forment ainsi de variables écosystèmes. Les microorganismes sont présents en très grand nombre dans le sol. Parmi ces microorganismes on trouve des champignons telluriques qui sont capables d'infecter les racines de plantes, sauvages ou cultivées, et de causer des dégâts et pertes économiquement importantes, notamment ceux du genre *Verticillium* et *Fusarium*. L'ensemble de ces microorganismes cause des maladies dites de flétrissement dû à l'obstruction des vaisseaux conducteurs (Agrios, 2005).

En Algérie, la Verticilliose est considérée comme un sérieux problème affectant plusieurs plantes hôtes herbacées et légumineuses, et notamment plusieurs autres solanacées : le tabac, la pomme de terre, le poivron et surtout l'aubergine, qui est particulièrement sensible ; sur tomate et plusieurs cultures maraîchères en Algérie (Bellahcène, 2004).

L'INPV a lancé depuis des années une enquête sur la Verticilliose dont l'objectif est d'établir une cartographie sur la distribution de cette maladie à l'échelle nationale (Anonyme, 2009).

Le genre *Fusarium* comprend de nombreuses espèces qui provoquent différents types de maladies comme la pourriture racinaire (*Fusarium solani*) et le flétrissement vasculaire (*Fusarium oxysporum*) affectant un grand nombre de végétaux tel que le flétrissement vasculaire de la tomate provoqué par *Fusarium oxysporum fsp. lycopersici* et de l'oignon provoqué par *F. oxysporum fsp. Cepae* et du chou par *F. oxysporum fsp. Conglutinans*.

*Fusarium oxysporum* (Snyder et Hansen, 1940) est l'espèce la plus répandue, c'est un champignon du sol capable de survivre longtemps sous forme de chlamydospores (Agrios, 2005). Il peut infecter un grand nombre de plantes, souvent de façon très spécifique. En l'Algérie les maladies vasculaires causées par des agents pathogènes d'origine tellurique induisent des pertes importantes en cultures de courgette et d'aubergine depuis de nombreuses années (Anonyme 2009).

La lutte contre ces organismes pathogènes d'origine tellurique fait appel à plusieurs méthodes préventives et curatives, comme l'emploi de molécules chimiques, telles que le bromure de méthyle, extrêmement dangereux pour l'homme et l'environnement. Aujourd'hui, ces molécules étant interdites ou limitées en raison de leurs risques polluants, le contrôle de ce genre de pathologies végétales devient extrêmement difficile, voire même impossible en cas de situations épidémiques (Alabouvette, 2009).

Les rotations culturales avec des plantes non hôtes, essentiellement des céréales, ont été souvent utilisées. Leur rôle réside dans la diminution des propagules dans le sol (Pullman et Devay, 1981). Cependant, leur efficacité est très discutée en raison du mode de conservation du champignon dans le sol sous forme de microsclérotos (cas du *Verticillium* sp). Ces derniers ont une longévité de plusieurs années et peuvent contaminer les plantes adventices non hôtes, ce qui contribue à l'augmentation de l'inoculum dans le sol.

L'objectif de notre étude vise à détecter les foyers de la Verticilliose et de la Fusariose dans trois régions d'Algérie (Alger, Tipaza et Blida).

Nous nous sommes intéressés au suivi global de tous les problèmes phytosanitaires (Présence de maladies vasculaires cryptogamiques et l'état phytosanitaire des stations).

# PARTIE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

## 1. Flétrissement vasculaire

### 1.1. Les maladies de flétrissement vasculaire

Les maladies de flétrissement vasculaires sont parmi les plus dévastatrices (Agrios, 2004 ; Pegg and Brady, 2002). Elles affectent des plantes annuelles et vivaces, des arbres fruitiers et ornementaux ainsi que des arbustes, et impactent non seulement la production pour la consommation humaine et animale mais aussi les écosystèmes naturels.

Les symptômes varient selon le pathogène et l'hôte, et un même pathogène peut causer différents symptômes sur différents hôtes. La plupart des pathogènes sont des microorganismes telluriques et les symptômes se développent du bas vers le haut.

En règle générale, le premier symptôme observé est l'épinastie, suivie d'une flaccidité, de chloroses, de brunissements vasculaires et de nécroses à l'extrémité des folioles (Agrios, 2004). La mort de la plante peut se produire en quelques jours voire en quelques semaines ou, dans le cas des plantes vivaces, en quelques mois voire en plusieurs années (Fradin and Thomma, 2006 ; Niño-Liu *et al.*, 2006 ; Juzwik *et al.*, 2008 ; Klosterman *et al.*, 2009 ; Michielse and Rep, 2009 ; Janse and Obradovic, 2010 ; Harwood *et al.*, 2011 ; Ralhan *et al.*, 2012).

Deux types de symptomatologie majeurs sont observés : le flétrissement partiel ou complet des parties aériennes, ou un rabougrissement de la plante. Il est naturel de faire un lien direct entre la colonisation du xylème et les symptômes de flétrissement. En effet, la colonisation des vaisseaux entraîne une perturbation de la circulation d'eau à cause de la biomasse du pathogène et des polysaccharides qu'il peut sécréter. Mais les mécanismes de défense de la plante peuvent aussi contribuer à diminuer la circulation au niveau du xylème. En effet, pour se défendre, l'hôte va induire la production de tyloses et la sécrétion de gomme et de gel qui favorisent la formation d'embolies (Fradin and Thomma, 2006). Des études physiologiques menées sur la luzerne (*Medicago sativa*) et le raisin ont montré que l'infection par



*Xylella fastidiosa* provoquait une diminution de la conductivité du xylème et un stress hydrique (Pérez-Donoso *et al.*, 2010 ; Daugherty *et al.*, 2010). Le deuxième type de symptômes, le rabougrissement de la plante, est observé notamment chez les plantes de la famille des *Brassicaceae* suite à l'infection par *Verticillium longisporum* (Kamble *et al.*, 2013). En effet, il a été montré que le colza (*Brassica napus*) et *Arabidopsis thaliana* arrivent à maintenir leurs statuts hydriques en développant de nouveaux vaisseaux du xylème aux niveaux racinaire et foliaire ainsi qu'au niveau de l'hypocotyle. Ce phénomène appelé la transdifférenciation (Reusche *et al.*, 2012 ; Reusche *et al.*, 2013) permettrait de compenser la perte fonctionnelle des vaisseaux colonisés. Il est intéressant de noter qu'une plante infectée par *V. longisporum* résiste mieux au stress hydrique qu'une plante non infectée (Reusche *et al.*, 2012).

## **1.2. Les champignons pathogènes vasculaires**

Ils sont répartis dans les quatre genres *Verticillium*, *Fusarium*, *Ceratocystis* et *Ophiostoma* (Yadeta and Thomma, 2013). Le genre *Ceratocystis* affecte le chêne, le cacaotier et l'eucalyptus. L'espèce *Ceratocystis fagacearum* provoque d'énormes dégâts dans les forêts de chênes (Koch *et al.*, 2010). Les symptômes apparaissent en premier au sommet des arbres sur lesquels on observe un flétrissement foliaire et de la défoliation (Koch *et al.*, 2010). Le genre *Ophiostoma*, avec les espèces *O. ulmi* et *O. novo-ulmi*, affecte essentiellement l'orme, où il est responsable de la graphiose de l'orme qui a pratiquement éradiqué cette espèce ligneuse dans de nombreux pays. Les premiers symptômes sont un jaunissement et un flétrissement foliaires (Newhouse *et al.*, 2007), puis on observe une déformation de l'écorce des branches et application des stries noires sous l'écorce, d'où le nom graphiose.

Les genres *Fusarium* et *Verticillium* ont de très larges spectres d'hôtes et infectent des plantes herbacées et ligneuses. La majorité des *Fusarium* responsables de flétrissements vasculaires appartient à une seule espèce, *Fusarium oxysporum*, qui provoque du flétrissement vasculaire ou la pourriture racinaire chez plus de 100 hôtes différents (Lievens *et al.*, 2008). Il est à noter que très souvent, une souche n'est capable d'infecter qu'un seul ou quelques hôtes. Ainsi, sur la base de la spécificité d'hôte, elles sont classifiées en format spécialisé (groupement taxonomique appliqué à un nombre de 1617 champignons qui est adapté à un hôte spécifique) (Armstrong *et al.*, 1975). A ce jour, plus de 120 formats spéciaux sont

décrits (Michielse and Rep, 2009). Cette spécialisation n'est pas observée chez les espèces du genre *Verticillium*.

Ces champignons persistent dans le sol ou dans des débris végétaux sous forme de structures de dormance, telles que des *chlamydospores*, des *microsclérotés*, du mycélium mélanisé (Dark Resting Mycélium, DRM) ou des *coremia*, qui peuvent subsister plusieurs années en absence d'hôte. Leur germination est induite par les exsudats racinaires des plantes. Le mycélium infecte les racines excepté pour les espèces *d'Ophiostoma* et *C. fagacearum*, qui sont transmises respectivement par les scolytes de l'orme et les coléoptères de la famille des *Nitidulidae* (Koch *et al.*, 2010). Suite à l'infection, le mycélium colonise l'espace cortical et migre vers les cellules du système vasculaire pour atteindre les vaisseaux du xylème (Pietro *et al.*, 2003 ; Klosterman *et al.*, 2009 ; Schumann and D'Arcy, 2010). Dans le xylème, le champignon produit des conidies qui sont transportées par le flux du xylème vers les autres organes. Tant que les tissus sont vivants, les champignons pathogènes vasculaires sont confinés dans les vaisseaux du xylème. Ils ne colonisent les autres tissus qu'une fois que les tissus sont nécrosés. A ce stade de l'infection seulement sont produites les structures de survie (Agrios, 2004).

## 2. La Fusariose

### 2.1. Généralités, taxonomie et morphologie de *Fusarium*

Le genre *Fusarium* a été découvert par Link en 1809. Il est délimité dans son sens actuel par Appell et Wollenweber (1910) et correspond à la forme de reproduction asexuée. Il appartient au phylum des *Deutéromycètes* (champignons imparfaits), car la reproduction sexuée chez la plupart des espèces n'a pas été observée. Il appartient à la sous-classe des *Hyphomycètes à conidiophores* réunis en *sporodochie* et à la famille des *tuberculariacées*, il fait partie de la section *Elégants* (Nelson *et al.*, 1983).

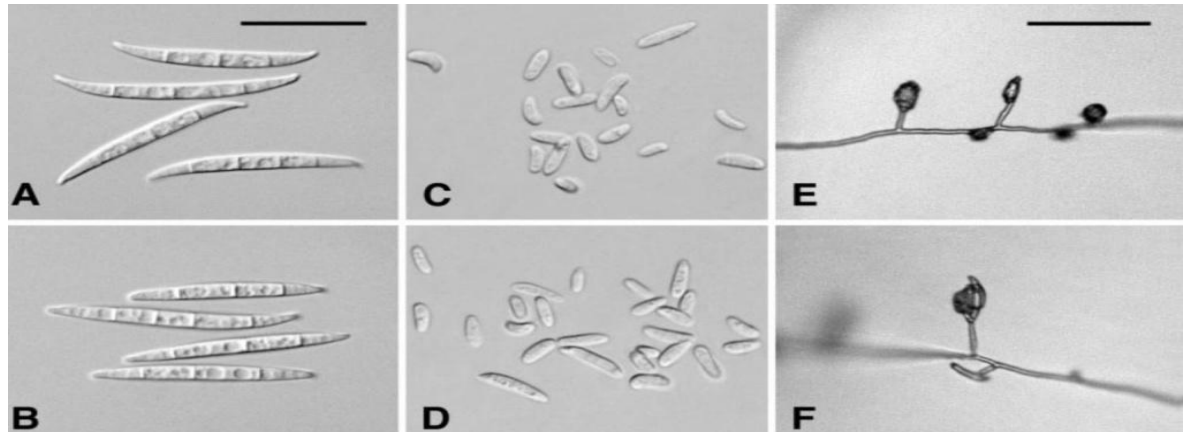
Le *Fusarium* se multiplie par voie végétative ou par l'intermédiaire de spores asexuées. Cette forme imparfaite (anamorphe) est caractérisée par un mycélium septé et ramifié (Belabid, 2003). Le *Fusarium* produit trois types de spores asexuées (Fig. 1.1, 1.2) : des *microconidies* unicellulaires ou bicellulaires arrondies

ou ellipsoïdales, des *macroconidies* pluricellulaires en forme de croissant et des *chlamydospores* arrondies d'une ou de deux cellules, entourées d'une paroi épaisse plus ou moins pigmentée, en position terminale ou intercalaire des hyphes mycéliens, représentant ainsi les spores de résistance du champignon (Nelson *et al.*, 1983 ; Booth, 1971 ; Llorens *et al.*, 2006). La présence ou l'absence de macro et *microconidies*, de *chlamydospores* ainsi que la couleur et la forme de *Fusarium* sont les caractères de classification utilisés couramment pour l'identification des espèces du genre *Fusarium* (Nasraoui, 2000).

Sur le milieu PDA (Potato Dextrose Agar), les espèces appartenant au genre *Fusarium* peuvent varier d'apparence. Généralement, au début de la croissance, le mycélium aérien est blanc et peut ensuite changer vers une grande variété de couleurs (du violet jusqu'au pourpre foncé) selon l'isolat. En revanche, si les *sporodochiums* (amas de *conidiophores* provenant d'un stroma ou masse d'hyphes) sont abondants, la culture apparaîtra avec une couleur crème ou orange (Smith *et al.*, 1988).

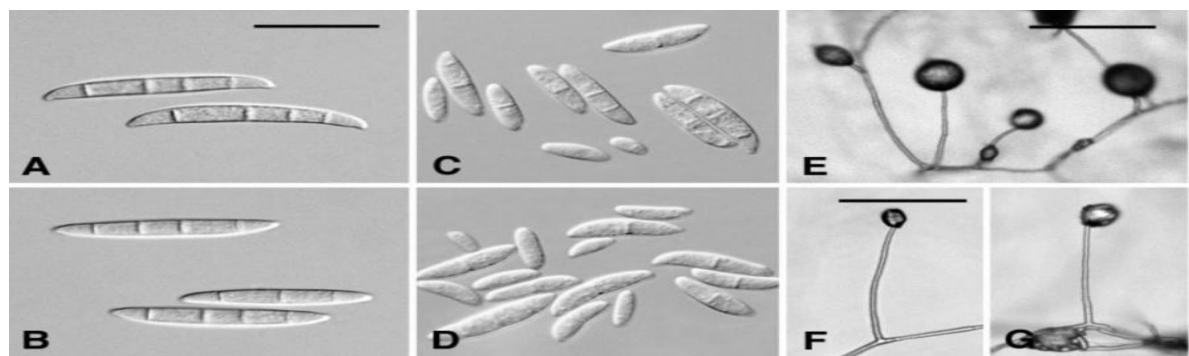
La forme parfaite (téléomorphe) observée pour certaines espèces de *Fusarium* se rattache au Phylum d'Ascomycète, de l'ordre *Sphériacées* et de la famille des *Hypocreacées* et notamment des genres *Gibberella* et *Nectria* (Seifert, 2001). Elle est proposée d'être plutôt proche du groupe téléomorphique *Gibberella* que *Nectria* (Di Pietro *et al.*, 2003, Michielse *et Rep*, 2009).

La production de métabolites secondaires et notamment de toxines (mycotoxines et phytotoxines) est courante chez les *Fusarium*, et le profil de ces composés peut être utilisé pour la classification des espèces (Thrane, 2001).



**Figure 1.1** : Morphologie du *Fusarium oxysporum* (Leslie et Summerell, 2006)

(**A, B**: Macroconidies ; **C, D**: Microconidies ; **E, F**: Conidiophores et microconidies) Barres d'échelle : **A, D** = 25  $\mu\text{m}$  ; **E, F** = 50  $\mu\text{m}$



**Figure 1.2** : Morphologie du *Fusarium solani* (Leslie et Summerell, 2006)

(**A, B**: Macroconidies ; **C, D**: Microconidies ; **E, G**: Conidiophores et microconidies)

Barres d'échelle : **A, D** = 25  $\mu\text{m}$  ; **E** = 100  $\mu\text{m}$ ; **F, G** = 50  $\mu\text{m}$ .

Actuellement, le genre *Fusarium* comprend au moins 300 espèces phylogénétiquement distinctes, 20 espèces complexes et neuf lignées monotypiques. La plupart des espèces de *Fusarium* pathogènes identifiées appartiennent aux complexes *F. oxysporum* et les complexes *F. solani* (Balajee *et al.*, 2009, O'Donnell *et al.*, 2015).

## 2.2. *Fusarium oxysporum* et *Fusarium solani*

Les espèces de *Fusarium* provoquent des maladies qui entraînent des pertes économiquement importantes comme le flétrissement vasculaire ou la pourriture racinaire et du collet chez des plantes cultivées aux champs et en serres (Fravel *et al.*, 2003). Le genre *Fusarium* doit être considéré comme un faisceau d'espèces très diversifiées du point de vue morphologique, chacune de ces espèces est représentée dans la nature par une majorité de souches saprophytes ou de parasites regroupant des formes plus ou moins spécialisées et douées d'une véritable virulence. Il regroupe de nombreuses espèces phytopathogènes susceptibles d'attaquer un grand nombre de plantes.

D'après Snyder et Hansen (1940), *Fusarium oxysporum* (Schlecht) est l'espèce la plus répandue. Elle comporte des formes phytopathogènes les plus fréquentes et les plus importantes de la microflore fongique des sols cultivés (Baayen *et al.*, 2000). *F. oxysporum* est un complexe d'espèces ubiquistes comprenant de nombreuses *forma speciales* (f. sp.) responsables de diverses maladies, la principale étant le flétrissement vasculaire caractérisé par un flétrissement des plantes dû à l'envahissement des vaisseaux du xylème par le pathogène (Dean *et al.*, 2012). Les noms attribués aux différentes formes spéciales sont directement dérivés de l'hôte sur lequel le champignon a été isolé. L'espèce *F. oxysporum* peut infecter un grand nombre de plantes (Annexe1 et fig.1.3, 1.4 1.5), souvent de façon très spécifique. Plus de 120 formes spéciales et races ont été ainsi identifiées, basées sur leur spécificité d'hôtes (O'Donnell *et al.*, 2015), parmi lesquelles les formes spéciales *albedinis*, *lycopersici* et *ciceris* qui sont responsables, respectivement, de la fusariose vasculaire du palmier dattier, de la tomate et du pois chiche (Benzohra *et al.*, 2015; El Komy *et al.*, 2015; Jiménez-Díaz *et al.*, 2015).

*Fusarium solani* est un agent pathogène qui cause des maladies sur une gamme vaste et diversifiée de plantes hôtes. Il est connu comme responsable de maladies sur une centaine de genres de plantes où il est souvent associé à des pourritures racinaires (Farr *et al.*, 1989). Les hôtes prédominantes sont les cultures maraichères, les légumineuses et les des cucurbitacées (O'Donnell *et al.*, 2000).

*F. solani* est membre d'un clade monophylétique qui comprend environ 60 espèces phylogénétiques connues sous le nom de « complexe d'espèces *Fusarium solani* » FSSC (O'Donnell *et al.*, 2000; Zhang *et al.*, 2006 ; Geiser *et al.*, 2013). Les noms des espèces biologiques individuelles (formes spéciales, f. sp.) du FSSC sont principalement associés au nom de la plante hôte spécifique colonisée (ex. *F. solani* f. sp. *pisi* sur le pois et *F. solani* f. sp. *glycines* sur le soya) (Matuo et Snyder, 1973 ; Li et Hartman, 2003 ; Geiser *et al.*, 2013).

Les membres de ce complexe peuvent vivre dans des conditions environnementales extrêmes. En effet, *F. solani* a été retrouvé à l'intérieur d'une section hautement radioactive du réacteur nucléaire endommagé de Tchernobyl (Zhdanova *et al.*, 2000).



**Figure 1.3** : Flétrissement et jaunissement des feuilles de la tomate causée par *F. oxysporum* sp (Agrios, 2005)



**Figure 1.4** : Symptômes de la fusariose vasculaire du pois chiche causée par *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* (Zaim *et al.*, 2016).



**Figure 1.5 :** Dessèchement et mort des feuilles causés par *Fusarium oxysporum* sp (Zaim *et al.*,2016)

Ces champignons sont capables de croître dans les conditions anaérobiques du sol et tolèrent de nombreux composés révélés comme toxiques pour d'autres champignons (Wainwright *et al.*, 1994 ; Espinel-ingroff, 1998). Leur capacité à s'adapter à différents environnements, reflète leur diversité génétique et métabolique (O'Donnell, 2000; Suga *et al.*, 2000)

### 2.3. Cycle biologique de *Fusarium*

Le *Fusarium* responsable d'importants dégâts durant tout le cycle vital de la plante hôte est transmis essentiellement par les semences récoltées de plantes infectées, mais peut aussi provenir du sol. Le *Fusarium* est un parasite tellurique doué d'une vie saprophytique où il croît sur des débris de plantes ou survit en forme de chlamydospores, il est capable de survivre pendant plusieurs années dans les conditions les plus défavorables (Haware *et al.*,1978 ; Beckman, 1987). Les *F. oxysporum* peuvent même coloniser des zones profondes du sol, c'est le cas de la forme spéciale *ciceris* (Haware *et al.*,1986). Selon Blancard (1988), le *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* persiste dans le sol jusqu'à une profondeur de 80 centimètres et peut recoloniser le sol à partir des couches inférieures.

L'infection des plantes se fait au moyen des chlamydospores qui restent dormantes jusqu'à la stimulation de leur germination par des substrats organiques ou des exsudats racinaires. Suite à la germination, il y a formation d'un mycélium.

Si les conditions sont favorables, le thalle produit des conidies (Beckman et Roberts, 1995; Agrios, 2005).

En présence d'une plante hôte, le mycélium envahit tout d'abord les racines suite à la pénétration de l'épiderme dans la zone d'élongation ou par des blessures (Agrios, 1988 ; Beckman et Roberts, 1995). Le tube germinatif qui s'introduit à travers l'épiderme du système racinaire envahit les vaisseaux conducteurs, dans lesquels les microconidies sont transportées de façon passive par le flux du xylème et peuvent ainsi infecter des parties aériennes.

La plante présente un stress hydrique qui provient soit des vaisseaux qui se bouchent (un blocage du transport d'eau et d'éléments nutritifs) sous l'action combinée du mycélium, des microconidies et de substances mucilagineuses produites par la plante en réponse à l'attaque du champignon, soit de toxines produites par le champignon, comme l'acide fusarique, soit de ces causes combinées (Toyoda *et al.*, 1988 ; Klein et Correll, 2001). Par conséquent, des symptômes de flétrissement apparaissent sur les plantes affectées par *F. oxysporum* et les feuilles montrent une flaccidité suivie d'une coloration vert-terne et d'un dessèchement. Les symptômes peuvent se manifester aussi sous forme d'un jaunissement progressif de bas en haut avec une nécrose des folioles. Les racines des plantes affectées gardent une apparence saine et leurs tiges montrent une coloration brune des tissus internes quand elles sont sectionnées verticalement.

Les mécanismes de pathogénicité de *F. solani* ont été largement liés à la sécrétion d'enzyme de cutinase. Au niveau des racines, il produit des enzymes pectolytiques induisant par conséquent une pourriture racinaire (Gupta *et al.*, 1986 ; Epstein *et al.*, 1994).



### 2.3.1. Le cycle de vie de *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*

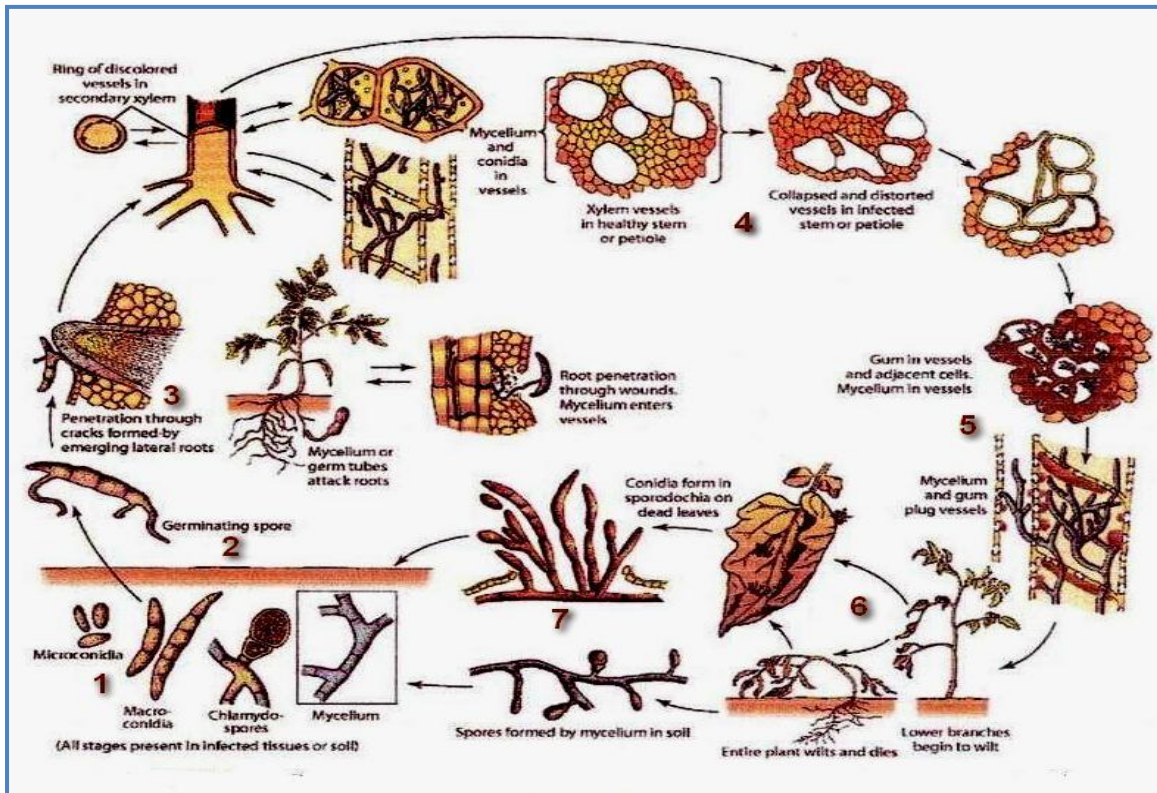


Figure 1.6: Cycle de vie de *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* (Agrios, 2005)

- 1- Conidies, chlamydo-spores ou mycélium vivant dans le sol ;
- 2- Germination des spores ;
- 3- Pénétration du tube germinatif à l'intérieur des racines ;
- 4- Invasion des vaisseaux par les conidies et/ou mycélium ;
- 5- Production de gomme à l'intérieur des vaisseaux ;
- 6- Flétrissement et mort de la plante par sporodochies ou mycélium produisant des conidies.

## **2.4. Les moyens de lutte**

Les méthodes de lutte appliquée pour le contrôle des *fusarioses* sont généralement limitées, comme c'est le cas pour l'ensemble des maladies parasitaires vasculaires.

Il n'existe actuellement aucun moyen réellement efficace pour contrôler totalement ces maladies, les mesures de contrôle demeurent dans leur globalité d'ordre préventif (Rouxel *et al*,1979).

### **2.4.1. La lutte culturale**

Elle consiste à éviter les conditions qui favorisent la maladie : un sol léger et acide, un manque d'azote et de calcium, des températures élevées supérieure à 28 °C (température optimale du développement du *Fusarium oxysporum*) et un manque de lumière.

La méthode de prévention la plus courante est le chaulage afin de maintenir le pH entre 6,4 et 7 (Scott, 1924).

Des chercheurs Taïwanais Sun et Huang, 1985 ont mis au point un amendement organique et minéral qui permet de contrôler efficacement diverses espèces de *Fusarium*.

Cet amendement est un mélange de 4,4 % de bagasse (résidus de canne à sucre), 8,4 % de son de riz, 4,25 % de coquilles d'huîtres, 8,5 % d'urée, 1,04% de nitrate de potassium, 13,16% de super phosphate de calcium et 60,5% de cendres minérales (Booth, 1971).

### **2.4.2. La lutte agronomique**

Elle est considérée comme la plus pratique, elle consiste à stopper la culture de la plante qui héberge le *Fusarium* pendant plusieurs années, ainsi l'arrêt de l'exploitation des champs garantit l'apparition des chlamydozozoites.

### **2.4.3. La lutte génétique**

Elle consiste à introduire des gènes de résistance au niveau des plantes appelées plantes trans-génétiques. Ces gènes sont responsables de la synthèse de protéines capables d'éliminer le parasite.

Cependant, cette technique fut inefficace car elle a été à l'origine de l'apparition de races plus virulentes (Henni, 1998).

#### **2.4.4. La lutte intégrée**

C'est la combinaison de toutes les techniques précédentes afin de lutter contre les phytopathogènes pour une longue durée. Ces méthodes ne sont efficaces que si l'on a une meilleure connaissance des mécanismes qui sont à l'origine des interactions entre la plante et l'agent pathogène (Corbaz, 1990).

#### **2.4.5. La lutte biologique:**

Des méthodes alternatives, notamment celles qui se basent sur l'exploitation des potentialités microbiennes antagonistes ont fait l'objet de plusieurs études. Parmi les microorganismes expérimentés avec succès, à l'égard des maladies d'origine tellurique les *Pseudomonas spp. Fluorescents* et les *Fusarium* non pathogènes qui occupent une place de choix (Armstrong et Armstrong, 1981 ; Rouxel *et al.*, 1979 ; Benchabane, 2005).

Aujourd'hui, il a été démontré que des souches de *F. oxysporum* non-pathogènes pour une espèce végétale peuvent entrer en compétition pour les nutriments ou la colonisation racinaire avec des souches de *F. oxysporum* pathogènes (Alabouvette *et al.*, 1998 ; 2006). Ainsi, l'activité infectieuse des formes spéciales de *F. oxysporum* peut-être limitée par cette compétition.

#### **2.4.6. La lutte physique:**

Anchisi *et al.* (1985) ont utilisé un traitement à l'eau chaude pour protéger les plants dans un sol où la maladie est présente.

La technique consiste à traiter les racines des plants avec de l'eau entre 48 et 49 °C pendant 30 secondes avant de les transplanter, cela stimule la croissance des racines.

La taille des racines procure ainsi une protection contre la maladie. La stérilisation ou la solarisation ne sont pas des solutions efficaces à long terme (Corbaz, 1990).

### 2.4.7. La lutte chimique

Elle est efficace mais présente beaucoup d'effets néfastes, elle se fait par une désinfection du sol à l'aide de fongicides.

Les fongicides les plus usités reste le triazole et ces dérivés qui sont des composés très actifs grâce à leur noyau qui possède une activité pharmacologique, antibactérienne, antifongique et hypoglycémique (Hamoir *et al*, 2001).

## 3. La Verticilliose

### 3.1. Taxonomie

Les maladies vasculaires causent des dégâts importants sur de nombreuses cultures, les champignons des genres *Fusarium* et *Verticillium* en sont les principaux responsables. Ruggieri (1946) in Bellahcene (2004) attribue l'affection vasculaire de l'olivier et plusieurs cultures légumineuses à un agent de trachéomyose, *Verticillium dahliae*, qui a été décrit pour la première fois sur le dahlia en 1913.

La classification de ce champignon établie par Agrios (1988) puis Botton *et al*. (1990) est la suivante :

Division : *Amastigomycota*

Groupe : *Deutéromycètes*

Classe : *Hyphomycètes*

Ordre : *Hyphales ou MonilialesStaoue*

Famille : *Moniliaceae*

Genre : *Verticillium*

Espèce: *dahliae*

Le genre *Verticillium* appartient au groupe des champignons imparfaits et possède deux types d'organes reproducteurs :

- les microconidies, unicellulaires, ovales (4-6  $\mu\text{m}$  x 2-3  $\mu\text{m}$ ) contenues dans une gouttelette muqueuse, portées à l'extrémité des phialides ( la sphérule).
- Les microsclérotés, de formes et de tailles variables, reconnaissables par leur couleur noire, due à un pigment : la mélanine. Ils se forment par augmentation de taille, épaissement et mélanisation de la paroi des hyphes (Goudou-Sinha,1988).

Le genre *Verticillium* est représenté par différentes espèces dont *V. albo-atrum*

Reinke et Berthold (1879) et *V. dahliae* sont les plus dangereux. Elles se distinguent l'une de l'autre par leur forme de conservation :

- un mycélium brun avec une paroi épaisse (hyphe enkysté) pour *V.albo-atrum*.
- des microconidies pour *V.dahliae*.

Cependant, la séparation de ces deux espèces a longtemps été controversée (Lahlou, 1974). Les *Verticillium* sont polyphages et attaquent des plantes appartenant à des genres et familles botaniques très différents, dont beaucoup ont un intérêt agricole et économique : plantes maraîchères, fourragères, fruitières, ornementales etc.

La *Verticilliose* est une maladie due à un champignon *Verticillium dahliae*, se transmettant par voie racinaire, entraîne un dessèchement des arbres par une interruption de la circulation de la sève au niveau du collet.

Les *Verticilliose* sont répandues à travers le monde entier mais semblent moins fréquentes dans les zones intertropicales et dans les régions du sud et de l'est de l'Asie. Elles sont particulièrement importantes dans les régions à climat tempéré ou méditerranéen (Schnathrost, 1981 ; Lahlou, 1983).

En Algérie, la verticilliose fut signalée pour la première fois par Boullinger (1970) et par Subramoniam (1974) sur les cultures de tomates. Ce n'est qu'en 1990, récemment par Matallah *et al.* (1996), puis Bellahcene *et al.* (1997, 1998, 2000).

### **3.2. Symptômes de la verticilliose**

Les symptômes de la *Verticilliose* sont variables selon les conditions du milieu, les plantes-hôtes et l'agressivité des souches. *Verticillium dahliae* provoque chez son hôte des symptômes externes au niveau du système aérien : jaunissement et nécrose des feuilles, flétrissement des feuilles et de la plante entière, ainsi que des modifications de croissance (rabougrissement ou gigantisme). Il entraîne également des symptômes internes : brunissements des vaisseaux, dus à l'oxydation de phénols des cellules du parenchyme (Mueller et Beckman, 1976). Si cette infection est rapide et ne laisse pas à l'arbre le temps d'émettre des rejets, elle peut être mortelle (Julien, 2005).

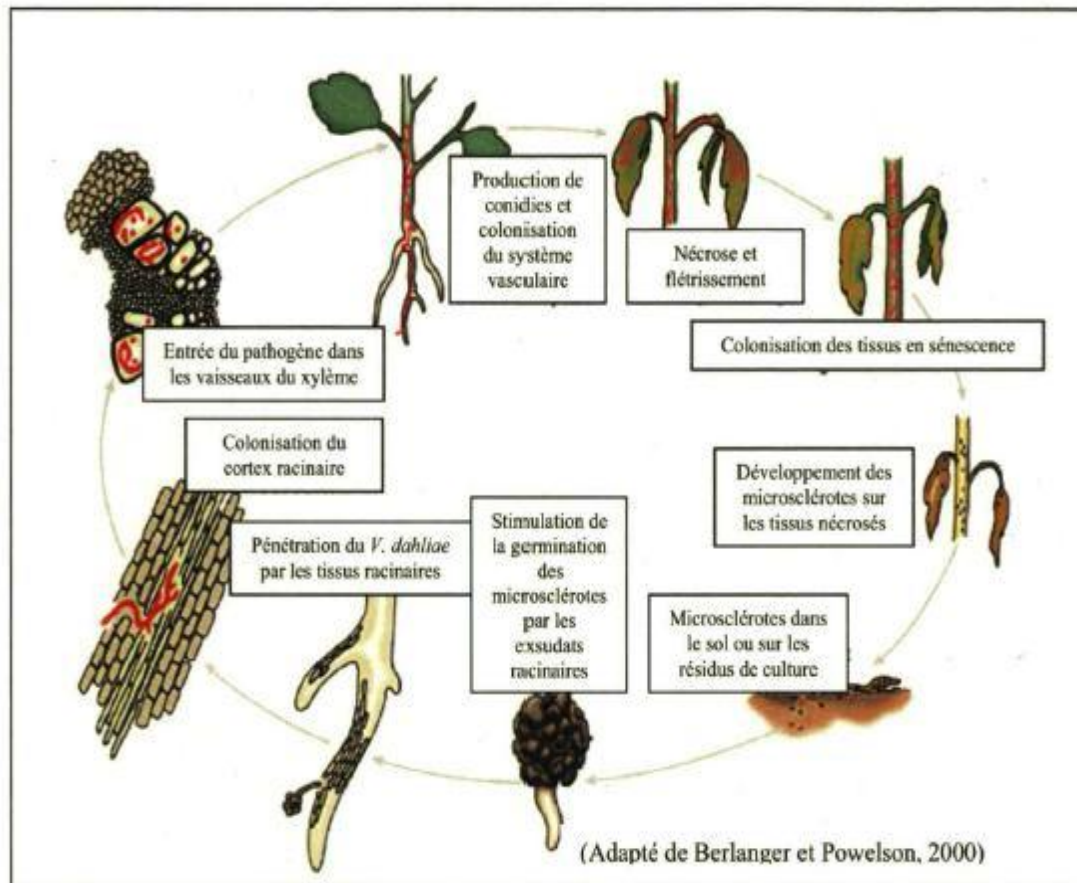
*Verticillium dahliae* s'attaque à une gamme exceptionnellement étendue de cultures annuelles, cotonnier (*Gossypium* spp.), melon (*Cucumis melo*), colza (*Brassica napus*), fraisier (*Fragaria ananassa*), pastèque (*Citrullus lanatus*), *Solanaceae* et diverses plantes ornementales (Hiemstra et Harris, 1998 ; in Bellahcene,2004).

Il attaque aussi à des cultures pérennes telles que l'olivier (*Olea europaea*), pistachier (*Pistacia vera*), avocatier (*Persea americana*), *Prunus* spp. et diverses essences forestières, ainsi que des adventices et même des céréales. De manière peut-être surprenante, les agrumes et les fruits à pépins sont résistants (Tjamos, 1989).

### **3.3. Cycle infectieux de l'agent pathogène**

*V. dahliae* peut survivre dans le sol durant plusieurs années, jusqu'à 20 ans, sous forme de microsclérotés (amas de cellules de 0.1 à 0.5 mm) libres ou dans des tissus infectés (Civantos, 1999 ; Julien,2005).

Parasite facultatif, son cycle de développement se déroule en 2 phases, une phase saprophytique qui comprend une période d'activité et une phase parasitaire qui se déroule dans la plante-hôte (Hiemstra, 1998) (Fig. 1.7).



**Figure 1.7** : Schéma légendé du cycle de développement de *V. dahliae*. (Berlanger et Powelson, 2000).

Stimulés par les exsudats racinaires de la plante-hôte, les microsclérotos s'activent, s'ensuit une germination par un développement mycélien et une production conidienne (Schreiber et Green, 1963). Lors de la phase parasitaire, *V. dahliae* pénètre dans la plante-hôte au niveau des racines par les blessures causées lors de la transplantation des arbres, par des travaux de sol ou encore par des ravageurs animaux terrioles (vers blanc, rongeurs...) (Bolay, 1988 ; Ferrandino, 1995 ; *in* Bellahcene, 2004). Sa propagation vers les vaisseaux du xylème est inter et intracellulaire

La pénétration dans les vaisseaux du bois se fait par les ponctuations ou par des ruptures préexistantes du système vasculaire (Beckman et Talboys, 1981). A partir de ce stade, la propagation du parasite se fera surtout par des spores véhiculées par le flux de sève ascendante. Elles sont arrêtées au niveau des plaques de perforation qu'elles ne peuvent traverser. Elles émettent alors un fin filament qui traverse les parois cellulaires au niveau des perforations et donnent

naissance à de nouvelles spores dans le vaisseau adjacent. Ainsi peut se poursuivre la contamination du système vasculaire. La colonisation entraîne un flétrissement, puis une nécrose et enfin la chute des feuilles. Cela permet le retour du champignon au sol et la reprise éventuelle d'un nouveau cycle infectieux.

Les feuilles infectées recontaminent le sol au pied de la plante, si elles sont transportées par le vent, elles sont susceptibles de contaminer des champs voisins.

Les symptômes exprimés par une plante malade sont souvent dépendants de substances synthétisées et excrétées par les champignons pathogènes (Julien, 2005). Les produits du métabolisme fongique, actifs dans la pathogénèse appartiennent à trois grandes catégories : les toxines, les enzymes et les facteurs de croissance :

- des toxines ont été mises en évidence. Elles seraient de structure protéique ou oligosaccharidique (Keen *et al.*, 1972), ces toxines seraient responsables du jaunissement précédant le stade de flétrissement.
- des enzymes lytiques telles que des polygalacturonases, pectate-lyases, cellulases, galactanases, xylanases, arabinases ont été caractérisées par Puhalla et Bell en 1981.
- des facteurs de croissance : AIA (Pegg et Selman, 1959), gibbérellines (Aube et Sackston, 1965) ont également été identifiés.

Le développement de *V. dahliae* dans les vaisseaux, les obstructions et les toxines produites perturbent la physiologie des parties aériennes, feuilles, fleurs et fruits, entraînant jaunissements et dessèchements plus ou moins graves (Daayf, 1993 ; Romane et Vigouroux, 1999).

### **3.4. Moyens de lutte contre la verticilliose**

Le potentiel infectieux de la parcelle est lié aux microsclérotés présents dans la terre exploitée par les racines (Julien, 2005). Il n'existe actuellement aucun traitement curatif contre la verticilliose. La lutte ne peut être que préventive au travers de mesures prophylactiques ou de pratiques culturales adaptées.



### **3.4.1. Moyens de lutte culturaux**

Des chercheurs roumains (Costache *et al.*, 1979) ont observé que les plants sont plus susceptibles à l'attaque du champignon dans les conditions suivantes:

- une température du sol inférieure ou égale à 25°C ;
- une humidité relative de 40 % plutôt que 80 % ;
- une courte photopériode ;
- et une fertilisation azotée excessive.

Toutes mesures qui permettent d'éviter ces conditions vont aider à prévenir le développement de la maladie: maintenir un sol chaud, assurer une période de lumière assez longue, éviter la fertilisation excessive.

### **3.4.2. Moyens de lutte physiques**

En dehors des mesures préventives permettant d'éviter les conditions mentionnées précédemment, la désinfection du sol, soit par solarisation ou traitement à la vapeur, semble la seule méthode de contrôle éprouvée. La solarisation consiste à bien mouiller le sol et à le recouvrir d'une toile plastique pendant les périodes les plus chaudes de l'été (Skoudriadakis et Bourdos, 1989). La température sous la toile devient rapidement très élevée, ce qui détruit les organismes responsables des maladies et les graines de dicotylédones adventices (dites mauvaises herbes), ces dernières étant nombreuses à être des hôtes réguliers du champignon. Ce dernier est éliminé après 6 à 8 semaines de traitement (Melero-Vara *et al.*, 1995).

### **3.4.3. Moyens de lutte chimiques**

Des fongicides systémiques (thiabendazole, bénomyl, carbendazim et méthylthio-phanate) utilisés pour traiter les plantes entières sont absorbés par le feuillage et les racines et transportés par le xylème (Erwin et Buchenauer, 1971).

Un mélange de l'acide aminé méthionine et de vitamine A semble être un fongicide efficace contre *V. dahliae* dans la mesure où la luminosité est suffisante (Tzeng, 1989). Cependant, aucune lutte chimique efficace n'a été mise au point (Tawil, 1979 ; Tawil *et al.*, 1991 ; Tjamos, 1993).

#### **3.4.4. La résistance génétique**

Le meilleur contrôle de la maladie se fait par l'utilisation de variétés résistantes (Romane et Vigouroux, 1999 *in* Boukenadel, 2001).

Plusieurs chercheurs ont essayé de sélectionner des variétés résistantes, ou moins sensibles comme les variétés Frantoio, Fragivento et Coratina d'origine italienne (Cirulli et Montemurro, 1976) ainsi qu'Arbequina et Empeltre d'origine espagnole (Civantos, 1999).



## Partie II : Matériel et Méthodes

### 1. Objectif du travail

Des relevés réguliers ont eu lieu dans 03 stations dans le but d'évaluer la fréquence des maladies de flétrissement d'origine fongique chez plusieurs cultures (Tomate, courgette, aubergine, chou-fleur) et d'analyser tous les facteurs pouvant avoir une influence sur le développement des variétés en culture en se basant sur un questionnaire établi dans ce but (Annexe 2).

L'observation consiste en la réalisation d'un descriptif global de l'état sanitaire de la culture, au niveau des serres en tenant compte de la distribution des plants atteints au niveau de la serre.

Pour estimer le taux d'infestation, nous avons observé tous les plants de chaque serre et chaque champ en décrivant le type de symptôme. Chaque plant atteint montrant des symptômes apparent sur la partie aérienne est considéré comme malade.

### 2. Situation et caractéristique des zones d'étude

#### 2.1. Présentation des régions d'étude

Nos travaux et enquêtes ont été menés au niveau trois régions d'Algérie (Alger à Staoueli au niveau de l'ITCMI à Staoueli, Fouka à Tipaza, et Mouzaia à Blida)

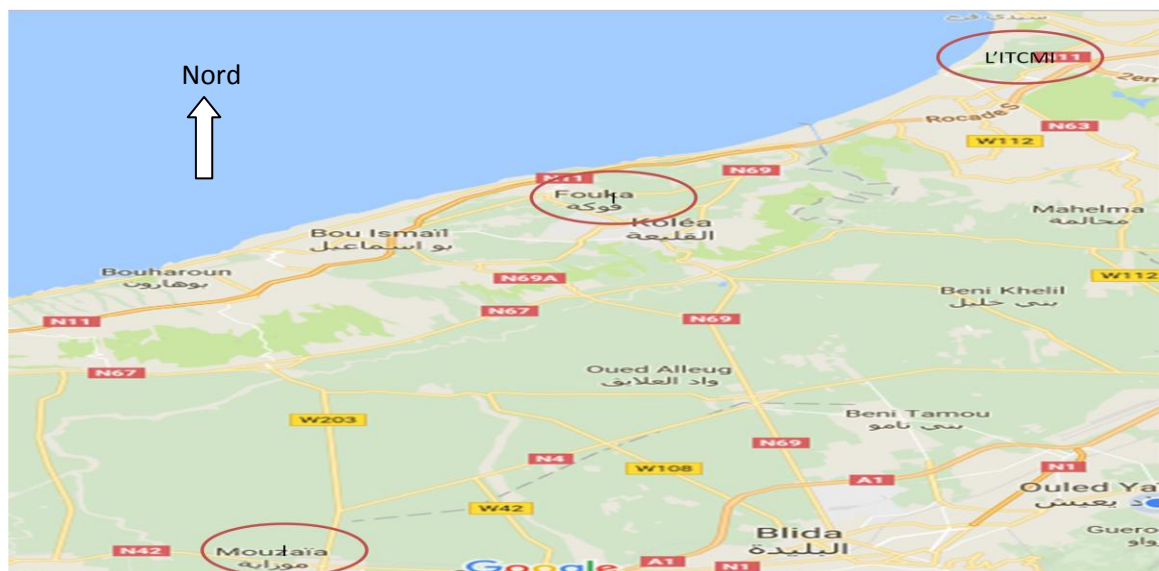


Figure 2.1 : Situation géographique des régions d'étude (Anonyme1 ,2017)

### **a) Présentation de la région d'étude de l'ITCMI à Staoueli**

Notre première zone d'étude a eu pour lieu la structure technique agricole appelé ITCMI (Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles) situé à Staoueli au cœur du littoral algérois. Le choix de cette structure n'est pas fortuit car étant la première institution nationale spécialisée dans le domaine des cultures maraichères.

L'ITCMI sis à Staoueli, qui est une commune de la wilaya d'Alger située à 25 Km à l'ouest d'Alger-centre, et à 64 Km de Tipaza. Elle est le chef-lieu de la presqu'île de Sidi Fredj. Staoueli est située sur la vaste plaine du sahel algérois. Elle est délimitée au Sud par les communes de Zéralda et Souidania, à l'Est (Kante ,2013).

Les sols du littoral algérien sont dans leur ensemble des sols sableux, convenables aux cultures maraichères, la nature des sols du littoral est variable d'une région à une autre. A l'ouest d'Alger, le littoral est recouvert par des sols sableux. Du centre jusqu'à Ain Taya, la texture est sablo-argileuse et sablo-humifère jusqu'à Delly (Tebibel, 1979).Le seul inconvénient de ces sols est leur teneur en colloïde (argile et humus), donc leur capacité de rétention en eau est faible d'où la nécessité d'amendement organique (Rouag, 1988). Cette zone est à une forte densité hydrique, elle est traversée par divers oueds (Anonyme, 2009).

Un climat méditerranéen, les étés sont chauds et secs et les hivers sont doux et pluvieux et parfois enneigés. Cette zone est la plus humide d'Algérie, elle est caractérisée par des précipitations annuelles qui varient entre 400 et 1 000 mm d'eau (Snoussi, 2010).

Nos travaux et enquêtes ont été menés au niveau des serres (serre N°39, Serre N°40, serre N°41, serre N°45, serre N°46) de la station expérimentale de l'ITCMI (Annexe 3. et fig. 2.2).



**Figure 2.2** : Des cultures sous-serres de l'ITCMI à Staoueli (photo originale, 2017)  
(A : culture d'Aubergine ; B : culture de Tomate)

### **b. Présentation de la région d'étude de Fouka**

Notre seconde prospection s'est déroulée à la structure technique agricole appelé DOUAR situé à Fouka (wilaya de Tipaza), au cœur du littoral algérois. Le choix de ce terrain agricole repose sur la nature des produits maraichers cultivés (chou-fleur, tomate et courgette), qui représente un produit important dans la wilaya de Tipaza qui est la première étant le Sahel qui englobe toute la SAU du littoral dont la vocation est essentiellement maraichère (Abid, 2011).

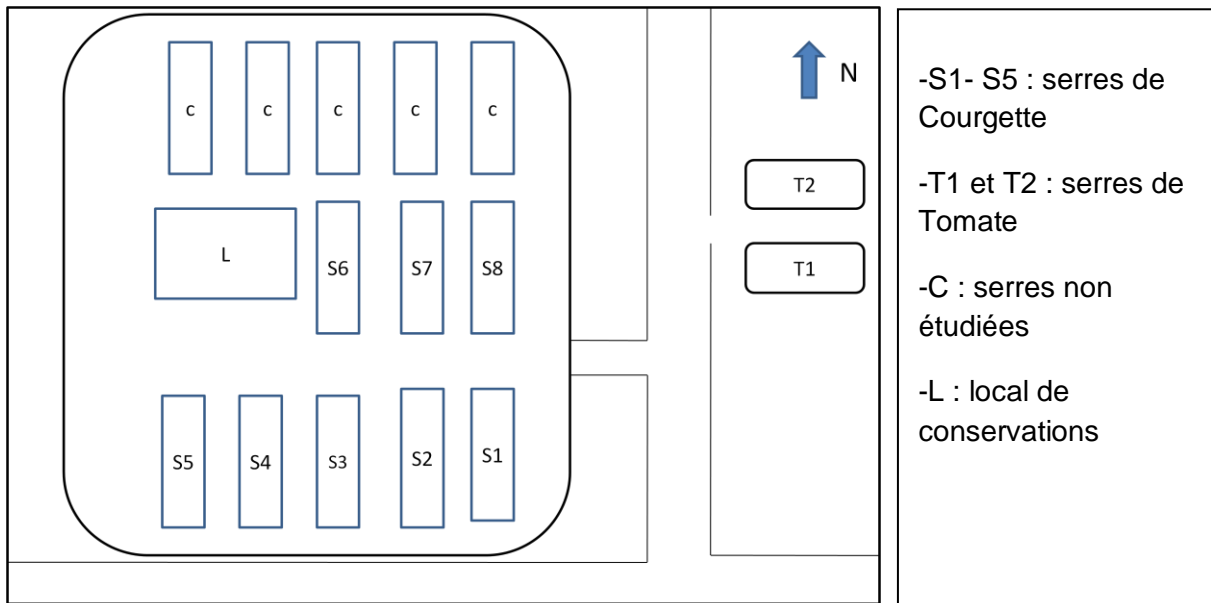
Le territoire de la commune de Fouka est situé au nord-est de la wilaya de Tipaza, à environ 40 km au nord-est de Tipaza et à environ 30 km au sud-ouest d'Alger. Située sur la vaste plaine du sahel algérois, Fouka est délimitée au Nord par la mer méditerranéenne, au Sud par le commune de Koléa, à l'Ouest par la commune de Bou Ismaïl et à l'Est par la commune de Douaouda (Anonyme 2, 2017). La texture des sols dominant est de type sableux (Boudjellal et Bammoun , 2006).

Par rapport à sa position sur le littoral algérien, la Sahel Algérois est sous climat méditerranéen avec des nuances littorale, considérant qu'elle est située dans un seul étage bioclimatique, le sub-humide qui est caractérisé par un hiver doux et pluvieux, et un été chaud.(Boudjellal et Bammoun., 2006).

Nos travaux et enquêtes ont été menés au niveau des serres de la courgette (serre N°1, Serre N°2, serre N°3, serre N°4, serre N°5, serre N°6, serre N°7, serre N°8) et (serre N°1, Serre N°2) de la Tomate et deux champs de chou-fleur (Annexe 3 et fig. 2.3, 2.4).



**Figure 2.3 :** Exploitation appartenant à un particulier à Fouka (photo originale, 2017)  
(A : champ de chou-fleur, B : culture de laitue et d'oignon entre les serres de la Tomate, C : serre de courgette, D : type d'abri utilisé pour la production de la courgette)



**Figure 2.4 :** Schéma parcellaire légendé de la station d'étude de Fouka (originale, 2017)

### c. Présentation de la région d'étude de Mouzaia

La troisième prospection a été effectuée dans la région de Mouzaia située dans la partie nord de la plaine de la Mitidja à 60 km d'Alger et 12 km du chef lieu de wilaya sur une superficie de 23301 hectares (Anonyme, 2014). Répartis entre la plaine et les piémonts qui bénéficient d'un climat méditerranéen. Nous avons choisi cette dernière pour la facilité d'accès à l'information. Ensuite, pour rendre compte du fonctionnement du réseau agricole dans un terrain agricole privé produisant différentes cultures maraichères qui nous intéresse (aubergine, tomate). La station se situe à quelque mètre de l'usine du groupe alimentaire Amour avec 24 serres.

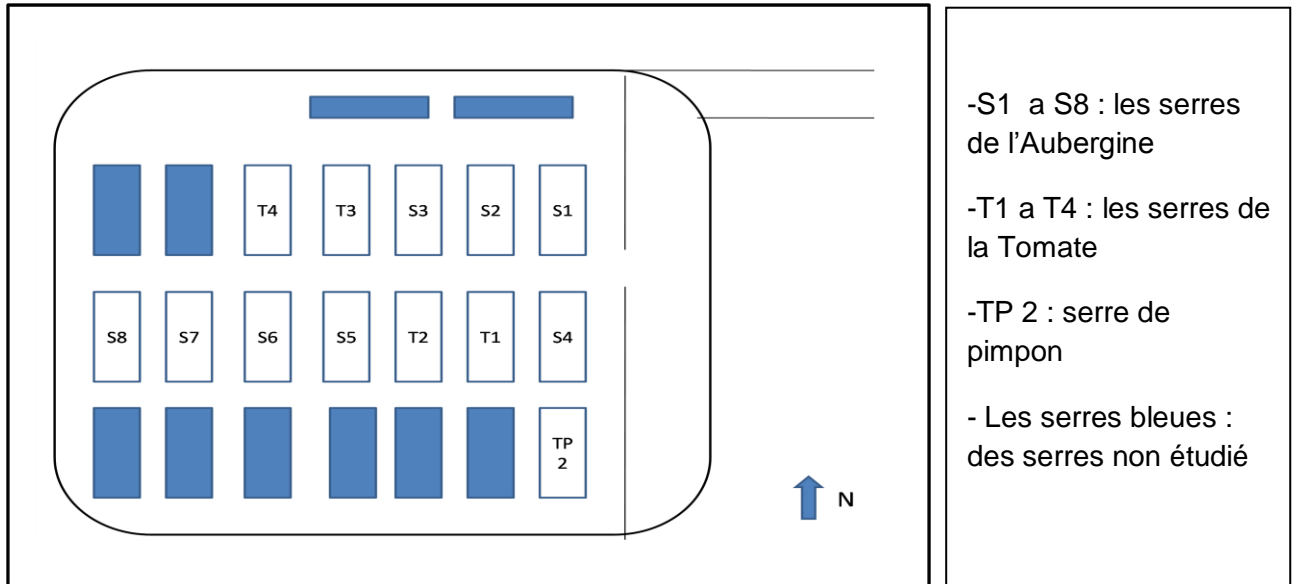
En 2006-2007 des prélèvements étaient réalisées par les laboratoires de l'agence nationale de ressources hydrauliques (ANRH) et l'analyse granulométrique a montré que tous les échantillons font état d'une texture argilo-limoneuse du sol de la Mitidja-ouest (Imache, 2008).



Nos travaux et enquêtes ont été menés au niveau des serres d'aubergine (serre N°1, serre N°2, serre N°3, serre N°4, serre N°5, serre N°6, serre N°7, serre N°8) et (serre N°1, serre 2, serre N°3, serre N°4) de la Tomate de la station Mouzaia (Annexe 3 et fig.2.5 et 2.6).



**Figure 2.5 :** Présentation d'une exploitation appartenant à un particulier à Mouzaia (Photo originale, 2017), (A : serre culture d'Aubergine, B : culture de Tomate).



**Figure 2.6 :** Schéma parcellaire légendé de la station Mouzaia (originale, 2017).

## 2.2. Travaux de mis en place, d'entretien et de fertilisation

Les principales opérations et pratiques culturales effectuées de la préparation de la parcelle, en passant par la plantation jusqu'à la période des récoltes que nous avons relevés sont en (Annexe 4).



**Figure 2.7** : Illustration de quelques travaux d'entretien de la culture de tomate (À droite : palissage vertical ; au centre : effeuillage ; à gauche : éclaircissage des fruits, (EL Fadl et Chtaina, 2010)

## 3. Prospection et observation sur la culture

Les prospections sur terrain ont été réalisées pendant la période allant du début du mois de Février à Mai 2017. Des observation régulières, à savoir chaque semaine pour les cultures de la région Mouzaia et chaque deux semaines à Fouka et L'ITCMI de Staoueli, nous ont permis de maintenir une surveillance phytosanitaire pour détecter l'apparition et l'évolution de tout symptôme de flétrissement et également de suivre les aspects comportementaux des différentes cultures de chaque région en fonction de l'application des pratique conduites culturales et l'application des produits phytosanitaire adoptées aux différents stades phénologiques. (Annexe 5 et fig 2.8, 2.9, 2.10 et 2.11)



**Figure 2.8 :** symptômes sur la partie feuille d'une plante de Tomate considéré comme un plant malade (photo originale, 2017)

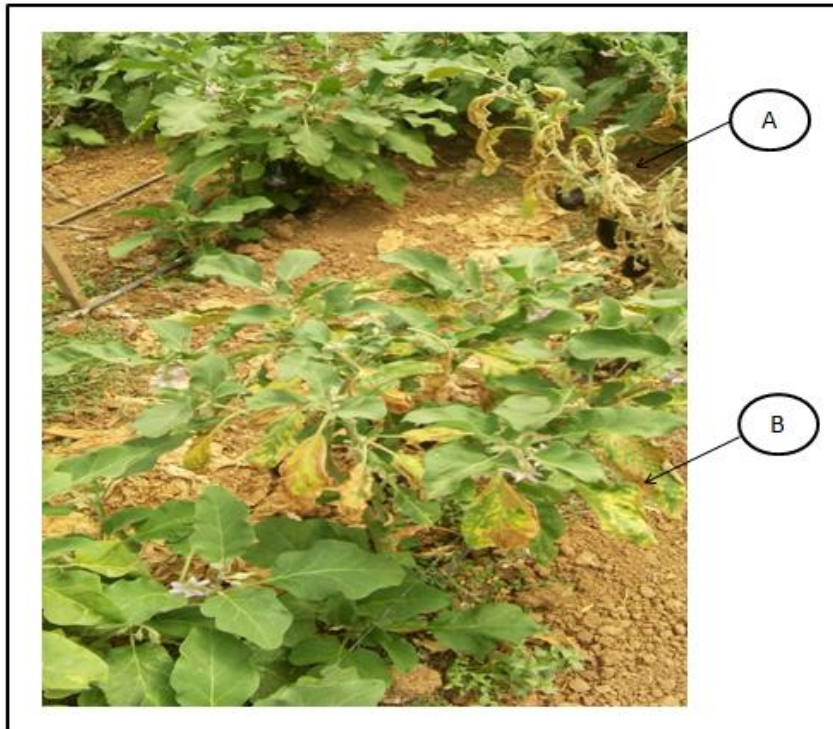


**Figure 2.9 :** symptômes de flétrissements (photo originale, 2017)

(A : flétrissement des feuilles de la plante d'aubergine, B : flétrissement totale sur une plante de courgette)



**Figure 2.10 :** Application d'un fongicide contre le Fusarium (photo originale, 2017)



**Figure 2.11** : Symptômes de flétrissements sur l'aubergine a Mouzaia (photo originale, 2017)

(A : symptôme de la Fusariose, B : symptôme de la Verticilliose )

#### 4. L'échantillonnage du matériel végétal

Les prélèvements ont été effectués sur un matériel végétal constitué de plants flétris. Un total de deux cent (200) échantillons a été collecté. Chaque échantillon est mis dans un sac en papier étiqueté, portant toutes les informations le concernant (Annexe 6 voir l'étiquette), puis conservé dans le réfrigérateur à 4°C, en attendant les analyses au laboratoire.

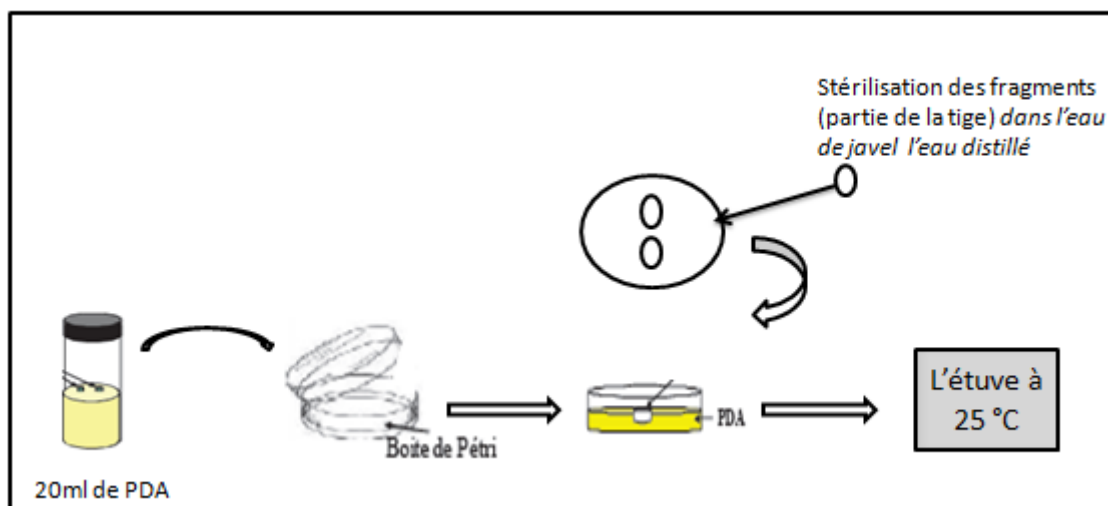


**Figure 2.12** : Prélèvements d'un matériel végétal (chou-fleur à Fouka) constitué de plants flétris (photo originale, 2017)

(A : un sac en papier étiqueté, B : sécateur (pinces), C : un matériel végétal).

## 5. Isolement à partir du matériel végétal

L'isolement des champignons est effectué à partir de fragments de tiges malades là où les tissus sont encore verts, présentant un aspect sain (Bellahcene, 2004). La technique utilisée est celle décrite par Rappily (1968). Elle consiste à éliminer les couches externes du matériel végétal, le laver soigneusement à l'eau courante et le découper en petits fragments au niveau du xylème. Les fragments ainsi obtenus sont trempés dans l'hypochlorite de sodium à 5 %, pendant deux à trois minutes, puis rincés 3 fois successives à l'eau distillée stérile. Après leur séchage sur du papier filtre stérile, les fragments sont déposés à raison de 10 par boîte de Pétri sur le milieu PDA (Annexe 7), la face interne contre ce dernier. Ce milieu est communément utilisé pour isoler des champignons filamenteux (Boukenadel, 2001 ; Belabid, 2003 ; Bellahcene, 2004 ; Bounoua, 2008 ; Hosen *et al.*, 2009 ; Lola *et al.*, 2011). Les boîtes sont ensuite incubées à 25 °C à l'obscurité, pendant 06 à 07 jours.



**Figure 2.13** : Schéma légendé Méthode d' Isolement à partir du matériel végétal (EL Hassani *et al* ,2007).

## **6. Obtention des isolats fongiques**

À partir des isolements primaires, des explants fongiques ont été prélevés de la zone périphérique des colonies fongiques et repiqués aseptiquement sur un milieu PDA en boîtes de Pétri. Les cultures sont de nouveau incubées à 25 °C comme précédemment. Des repiquages successifs se poursuivent jusqu'à l'obtention d'une culture pure des isolats (Davet *et al.*, 1997).

### **6.1. Identification des isolats**

Après purification des isolats obtenus à partir des fragments de plantes présentant des symptômes de flétrissement, nous avons identifié ces derniers, grâce à la clé de détermination de Rieuf, P. (1985) en se basant sur les caractères macroscopiques et microscopiques.

## **7. Suivi du développement du flétrissement fongique**

L'incidence de la maladie a été suivie selon deux échelles différentes : la première est l'échelle de He (1983) et la seconde correspond aux pourcentages de plantes flétries (Deberdt *et al.*, 2012). Dans le reste du document, on appellera DI (disease index : DI) les résultats obtenus avec l'échelle de He (1983) et PWP (percentage of wilted plants) ceux obtenus avec l'échelle de Deberdt *et al.* (2012). Les données sont récoltées à chaque sortie pour chaque région, selon le calendrier suivant :

- ITCMI : 15 jours (6 sorties)
- Mouzaia : chaque semaine (10 sorties)
- Fouka : 15 jours (7 sorties)

### **7.1. Échelle de notation de He (1983)**

Pour analyser le développement du flétrissement des plants, nous avons utilisé l'échelle à 5 niveaux créée par He (1983). Les 5 niveaux sont décrits ci-dessous :

- 1 : Pas de symptôme ;
- 2 : 1 feuille flétrie ;
- 3 : 2 ou 3 feuilles flétries ;
- 4 : 4 ou plus feuilles flétries ;
- 5: Plante morte.

## 7.2. L'index de flétrissement (DI)

Pour calculer l'index de flétrissement fongique (***Disease Index***) à partir de l'échelle de He (1983), on utilise la formule proposée par Debert *et al.* (1999). Dans cette formule, le niveau 1 de l'échelle de He (1983) n'est pas pris en compte pour calculer l'index de flétrissement (DI). « 1, pas des symptômes (classe 0) » où le 1 représente le niveau de l'échelle de He (1983) transformé en « classe 0 » qui n'intervient pas dans le calcul ci-dessous. Le 2 ème niveau de l'échelle de He (1983) correspond à la classe 1 et ainsi de suite (Deberdt *et al.*,1999).

$$DI = \frac{(N. \text{classe1} \times 1) + (N. \text{classe2} \times 2) + (N. \text{classe3} \times 3) + (N. \text{classe4} \times 4)}{(\text{Nombre total de plants} \times 4)}$$

Où : N = nombre de plants de la classe n ( $1 \leq n \leq 4$ )

## 7.3. Pourcentage des plants malades (PDP)

Le pourcentage de plants malades (***Percentage of diseased plants***) à la date  $t_k$  nous permet d'évaluer l'état de la station à cette même date et son évolution au cours du temps représenté par la courbe *PDP* :  $f(t_k)$  (Campbell et Madden, 1990).

$$PDP (\%) = \frac{\text{Nombre de plants malades à la date } t}{\text{Nombre de plants total}} \times 100$$

## 7.4. Le pourcentage de plants flétris (PWP)

Le pourcentage de plants flétris (***Percentage of wilted plants***) à la date  $t_k$  nous permet d'évaluer l'incidence de la maladie à cette même date et son évolution au cours du temps représenté par la courbe *PWP* :  $f(t_k)$  (Campbell et Madden, 1990) .

$$PWP (\%) = \frac{\text{Nombre de plants flétris à la date } t}{\text{Nombre de plants total}} \times 100$$

## 8. Évolution temporelle du flétrissement :

Afin d'avoir une représentation quantitative de l'évolution temporelle du flétrissement, l'AUDPC a été calculé (**Area Under Disease Progression Curve**). Il représente l'air en dessous de la courbe d'évolution du flétrissement .l'incidence de la maladie en fonction du temps. Cette valeur permet donc de regrouper les valeurs observées au cours de l'évolution d'une maladie en une seule donnée en se basant sur le pourcentage des plants flétris (PWP) (Campbell et Madden, 1990).

$$\text{AUDPC} (t_k) = \sum_{i=1}^{k-1} (\text{PWP}_i + \text{PWP}_{i+1}) \times \frac{(t_{i+1} - t_i)}{2}$$

Où :

$\text{PWP}_i$  : pourcentage de plants flétris à la date  $i$  ;

$\text{PWP}_{i+1}$  : pourcentage de plants flétris à la date  $i + 1$  ;

$t_{i+1} - t_i$  : nombre de jours entre la date  $i$  et la date  $i+1$  ;

## 9. Analyse statistique des données

L'analyse statistique des résultats obtenus a été réalisée par le logiciel SPSS© version 20.0.0 pour Windows™.

- Le test MANOVA a été réalisé au seuil de 5 % afin d'identifier l'effet de la région et de la nature des cultures sur les différents paramètres étudiés (DI, PDP, PWP et AUDPC) (Annexe 8).
- Le test ANOVA a été établi au seuil de 5 % pour ressortir les différences engendré par la variation des agents pathogènes impliqués dans le flétrissement des plants.

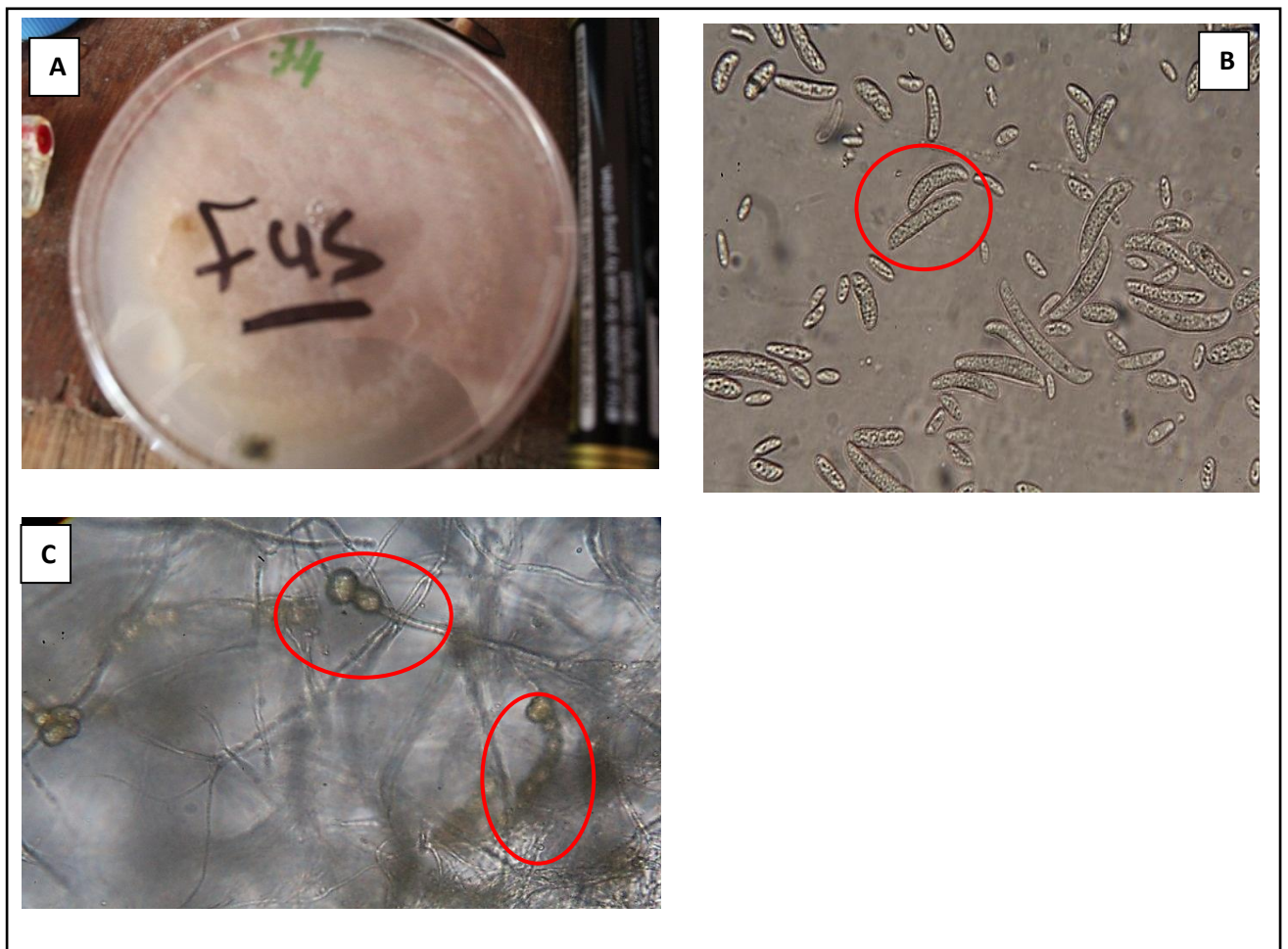


## Partie III : Résultats

### 1. Identification des isolats :

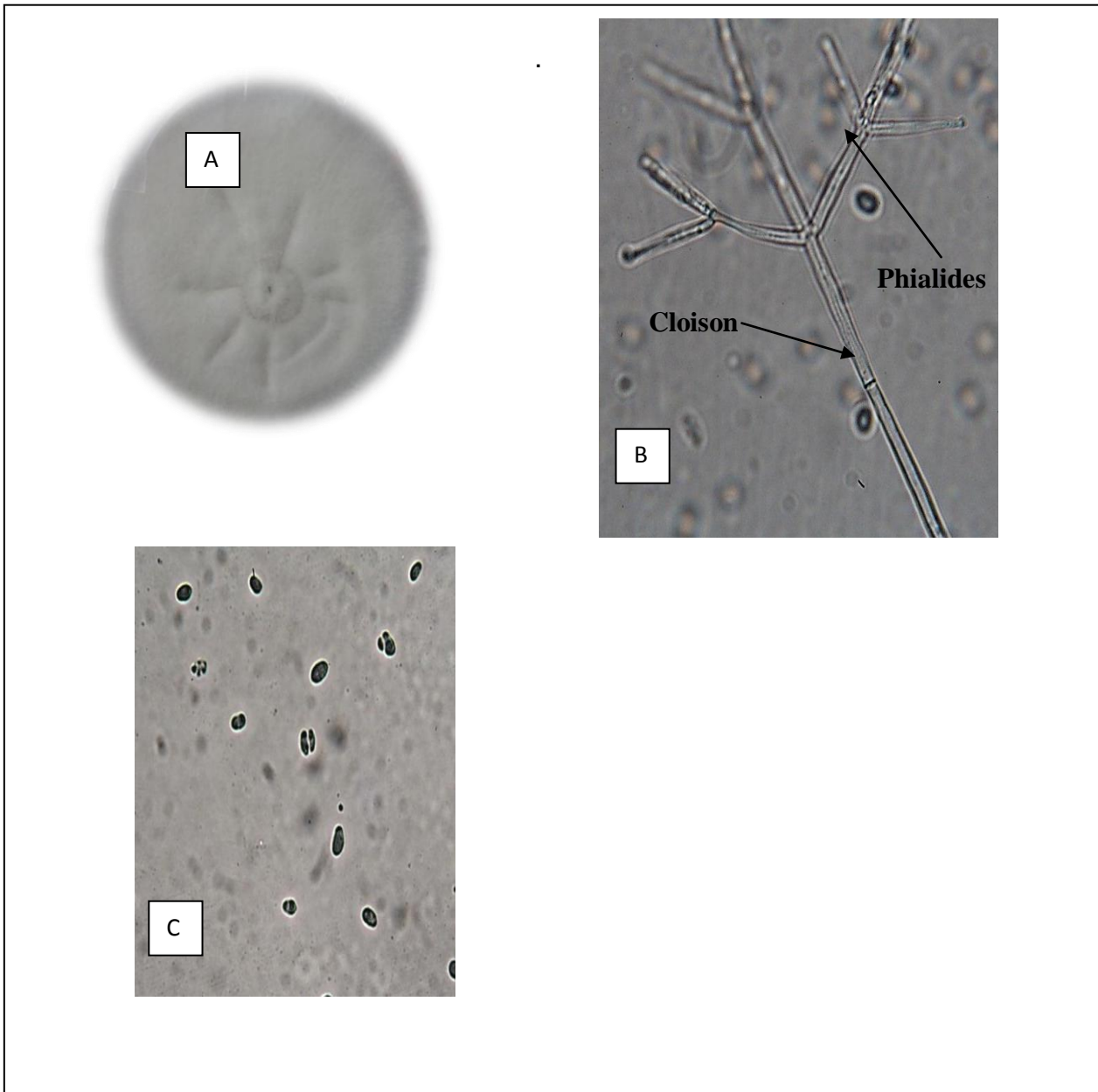
Après purification des isolats obtenus à partir des fragments de plantes présentant des symptômes de flétrissement, nous avons identifié, grâce la clé de détermination de Rieuf, P. (1985), deux genres fongiques connus par leur pouvoir pathogènes causant des trachéomycoses ; *Fusarium* sp. (Figure 3.1) et *Verticillium* sp. (Figure 3.2)

Nous avons noté la présence de ces deux agents pathogènes dans toutes les stations prospectées. Leur présence était individuelle comme en association dans le même échantillon.



**Figure 3.1** : Aspect macroscopique (photo originale, 2017)

(A :et microscopique (X500) du *Fusarium* sp. ;B : Macroconidies ; C : Chlamydospores)

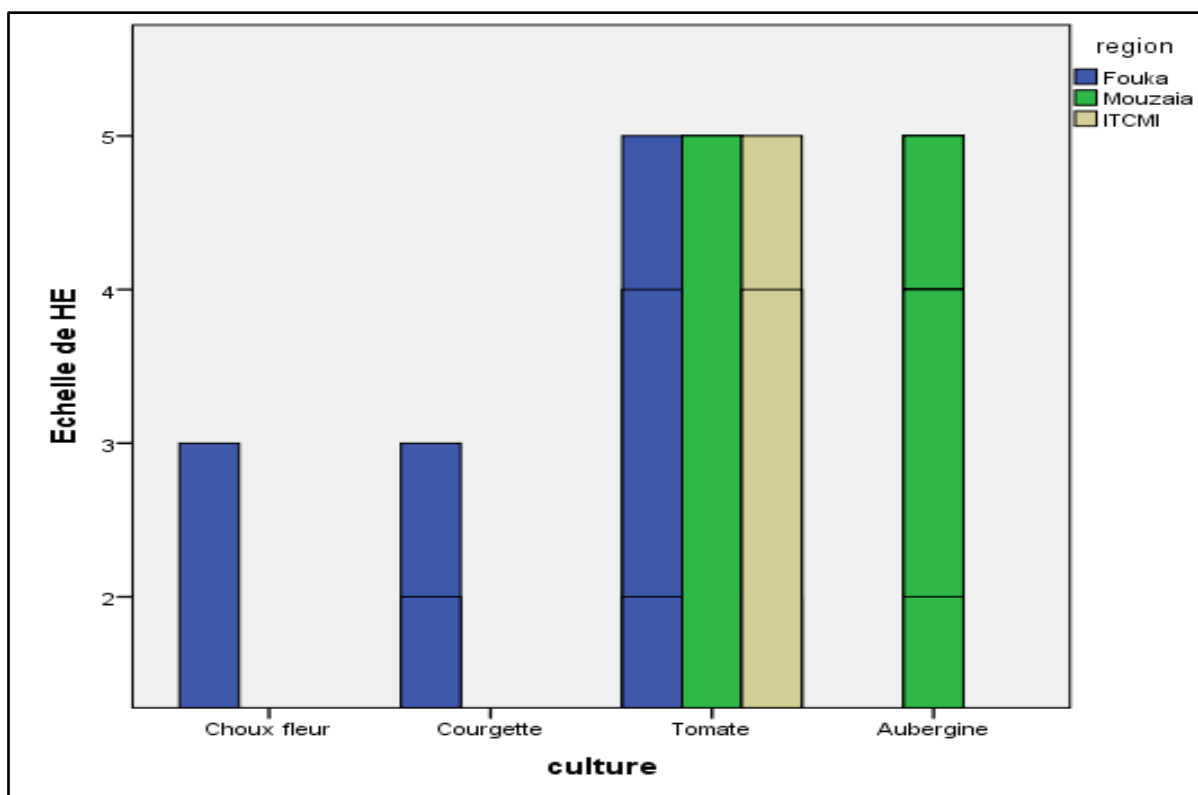


**Figure 3.2:** Aspect macroscopique (photo originale, 2017)

(A : et microscopique (X500) du *Verticillium* sp. ; B : conidiospore et conidies ; C : microsclérotés)

## 2. Echelle de He(1983)

L'étude réalisée porte sur la détermination des niveaux de l'échelle de He (1983) appliquée sur les plants flétris des différentes cultures dans différentes régions.



**Figure 3.3** : niveaux de l'échelle de He sur les plants flétris (originale, 2017)

Selon l'histogramme présenté par la figure (3.3), on observe que dans la région Fouka, le Chou-fleur présente le niveau 3, la Courgette présente deux niveaux (le 2 et le 3). Chez la Tomate on observe un mélange de niveaux (niveau 2, 4 et 5).

Dans la région Mouzaia on note que la Tomate présente le niveau 5 et l'aubergine présente les niveaux 3, 4 et 5

Dans la région de l'ITCMI à Staoueli nous remarquons que la Tomate présente le niveau 4 et le niveau 5.

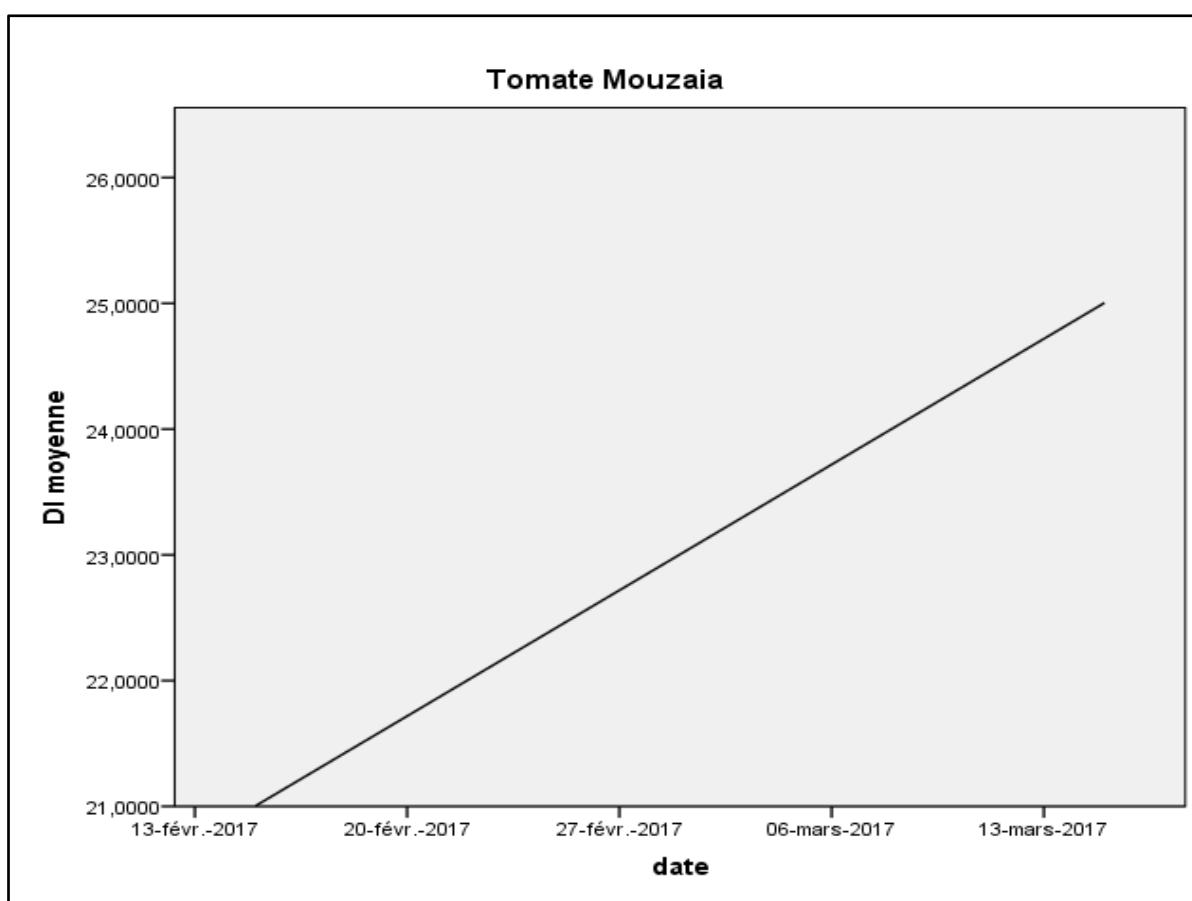
Nous remarquons que selon l'échelle de He (1983), la Tomate de Mouzaia présente un seul niveau (5) qui est le plus sévère au même titre que la Tomate de l'ITCMI de Staoueli qui présente les deux niveaux (4 et 5). La Tomate de la région de

Fouka présente une sévérité complexe et évolutionnaire avec la présence de trois niveaux.

### 3. L'indice de flétrissement (DI)

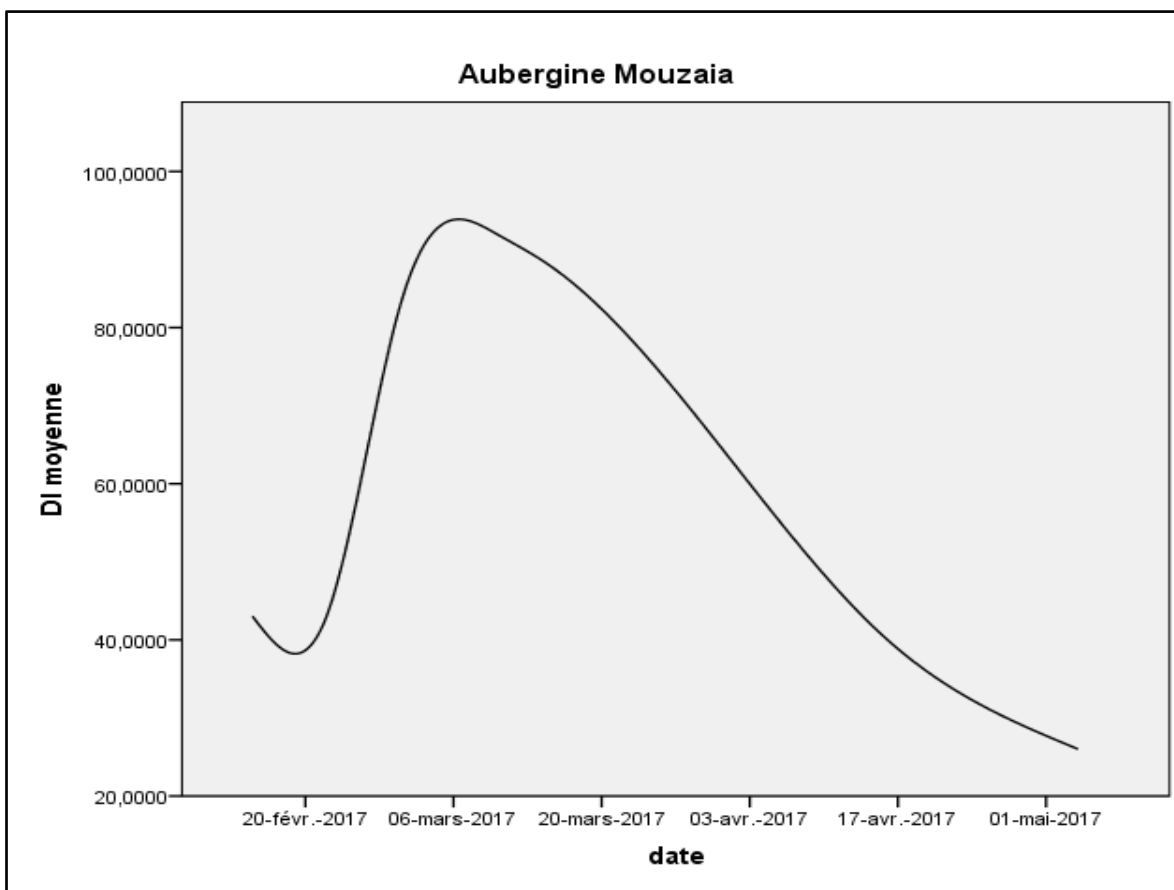
L'étude réalisée porte sur l'analyse de l'indice de maladie (DI) du flétrissement fongique des échantillons récoltés dans deux des régions prospectées (Mouzaia et ITCMI). Les DI calculés pour chaque culture sont évalués grâce aux données temporelles des populations des plants flétries (tomate et aubergine).

#### ➤ Évolution du ID de la région de Mouzaia



**Figure 3.4 :** l'indice de la maladie (DI) de la Tomate dans la région de Mouzaia (originale, 2017)

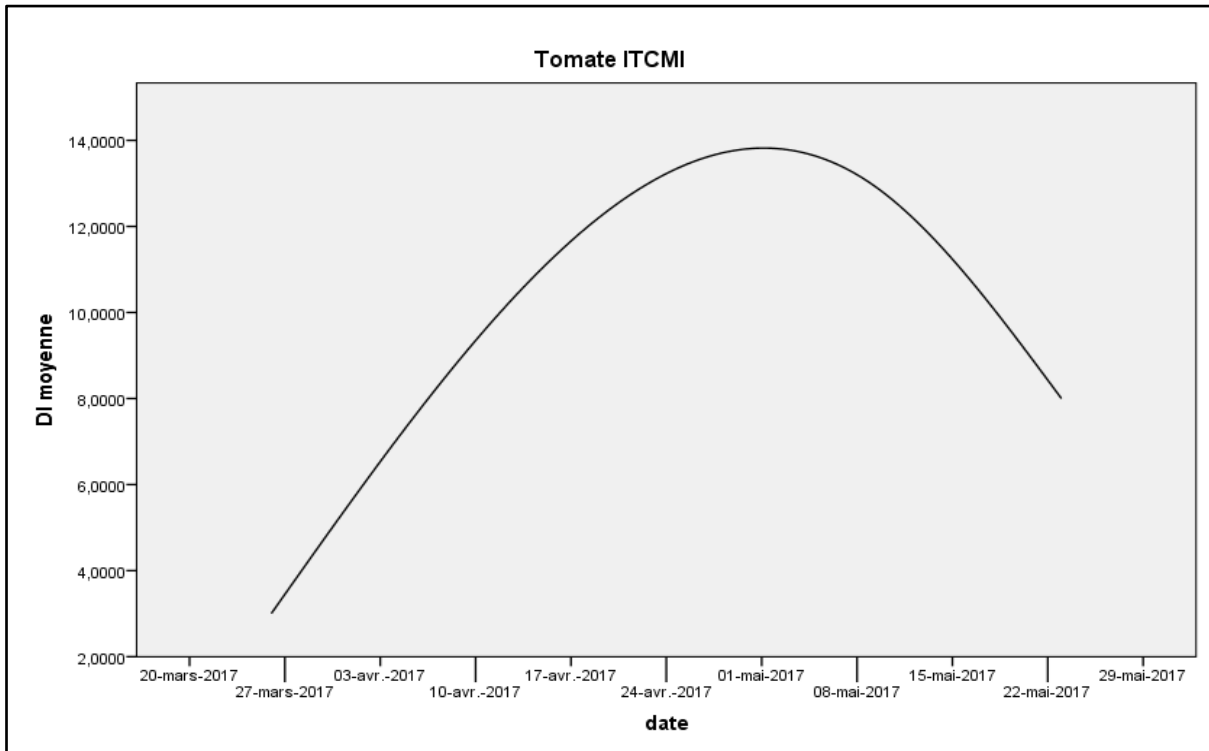
La figure (3.4) Présente l'indice maladie du flétrissement de la Tomate dans la région de Mouzaia. En effet, on observe une augmentation de cet indice depuis le **15 février 2017** (DI = 21) pour atteindre une valeur de 25 au **15 mars 2017**,. après un mois de la première prospection.



**Figure 3.5 :** l'indice de la maladie (DI) de l'Aubergine dans la région de Mouzaia (originale, 2017)

D'après l'observation des résultats présentés dans la figure (3.5) pour l'indice de la maladie de l'Aubergine à Mouzaia on note un DI moyen de 43,02 le **15 fév. 2017**, cette valeur diminue 05 jours après pour atteindre 39. L'augmentation du DI est enregistré avec une valeur maximale 92,05 au 10 mars 2017, puis diminue progressivement jusqu'à atteindre la valeur la plus faible (26,02) au **04-mai-2017**

➤ **Évolution du ID de la région l'ITCMI**



**Figure 3.6 :** L'indice de la maladie (DI) de la tomate dans la région de l'ITCMI de Staoueli (originale, 2017)

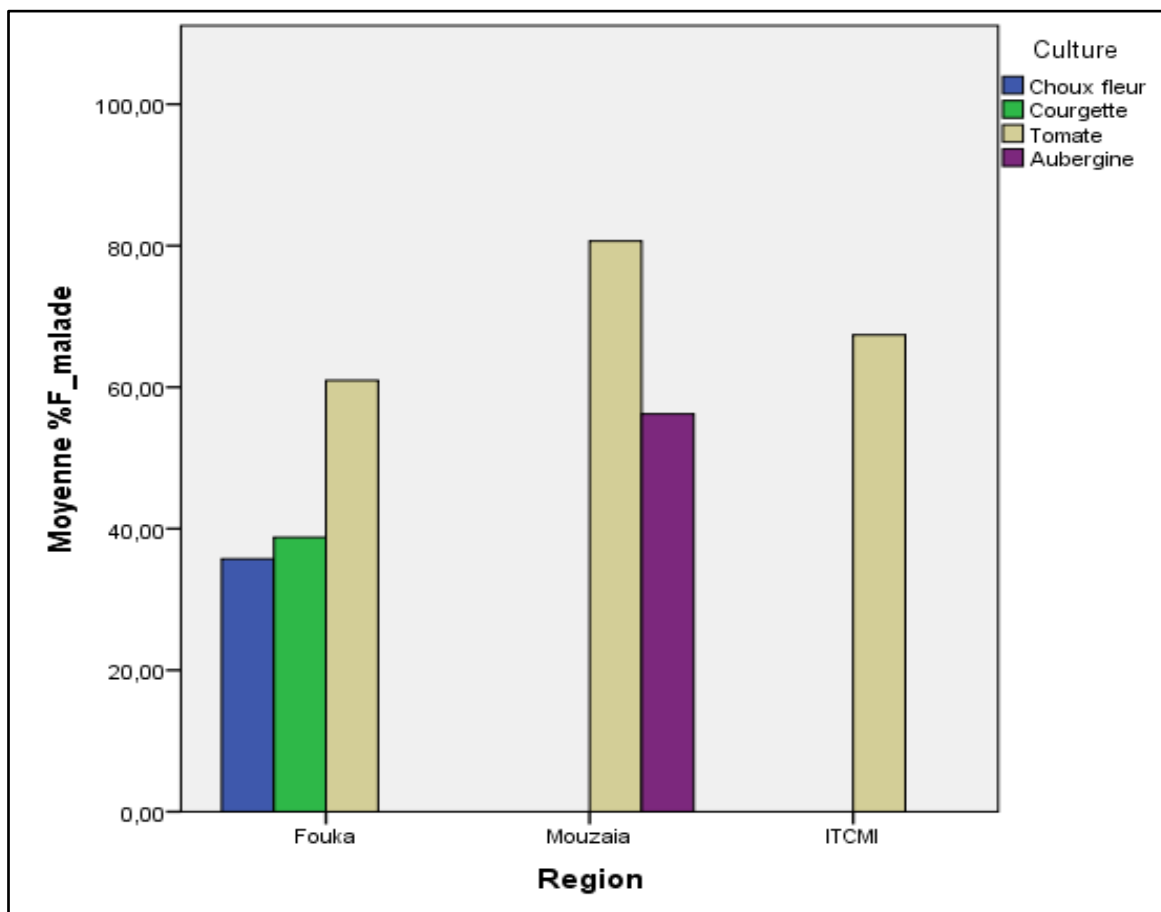
D'après l'observation des résultats présentés dans la figure (3.6) concernant l'indice maladie du flétrissement de la Tomate à l'ITCMI de Staoueli, on observe une valeur le plus faible de DI de 3,00 le 26-mars-2017, après il y a une augmentation du DI (13,00) le 09-mai-2017 qui est la valeur la plus élevée. Nous remarquons que l'indice maladie du flétrissement diminue (8,00) le 23-mai-2017 ce qui constitue la valeur la plus faible.

L'analyse de la variance type One Way ANOVA montre que qu'il existe une différence statistiquement significative entre l'indice de flétrissement de la région de Mouzaia et celui de l'ITCMI ( $p=0,02$ )

Le test de Tukey nous permet de ressortir deux sous-ensembles homogènes. Le premier regroupe le DI des tomates de l'ITCMI à Staoueli et de Mouzaia et le second groupe représente le DI de la Tomate et de l'Aubergine de la région de Mouzaia. En conclusion la différence significative est notée entre le DI de la Tomate de l'ITCMI et l'aubergine de Mouzaia, ce qui implique leurs appartenances à deux sous-ensembles différents.

#### 4. Pourcentage des feuilles malades (PDP)

L'étude réalisée porte sur l'analyse du *nombre des feuilles malades* des différentes plantes récoltées de chaque culture dans les différentes régions.



**Figure 3.7 :** Pourcentage de feuilles malades (PDP) des cultures dans les différentes stations (originale, 2017)

Selon la figure (3.7) pour la région de FOUKA ; nous remarquons que le pourcentage (PDP) le plus élevé a été observé chez la Tomate (60 %), suivie par la courgette (39 %) et le chou-fleur (35 %).

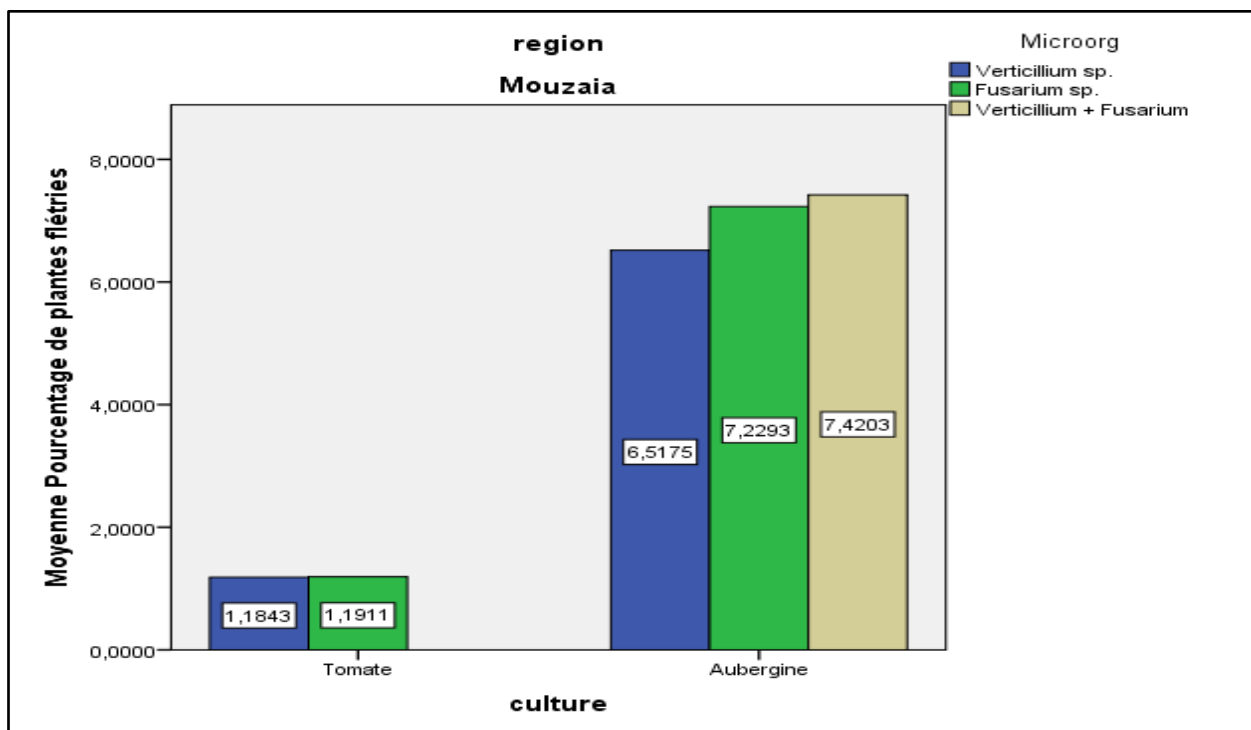
Nous remarquons que le PDP de la région de Mouzaia sur Tomate est le plus élevé avec 80 %. Suivi par le PDP de l'Aubergine (55 %). Le PDP de la région l'ITCMI de Staoueli est de 65 % pour la Tomate.

L'analyse de variance (ANOVA) indique l'absence de différence significative entre les différents PDP des régions prospectées ( $p=0,32$ ).

## 5. Pourcentage de plantes flétries (PWP)

L'étude réalisée porte sur l'analyse de pourcentage de plantes flétries (pwp) au niveau de chaque culture dans les différentes régions prospectées selon le champignon en cause du symptôme. (*Verticillium sp.*, *Fusarium sp.* et l'association *Verticillium / Fusarium*).

### ➤ PWP de la région de Mouzaia



**Figure 3.8 :** Pourcentage de plants flétris (PWP) des cultures dans la région de Mouzaia (originale, 2017)

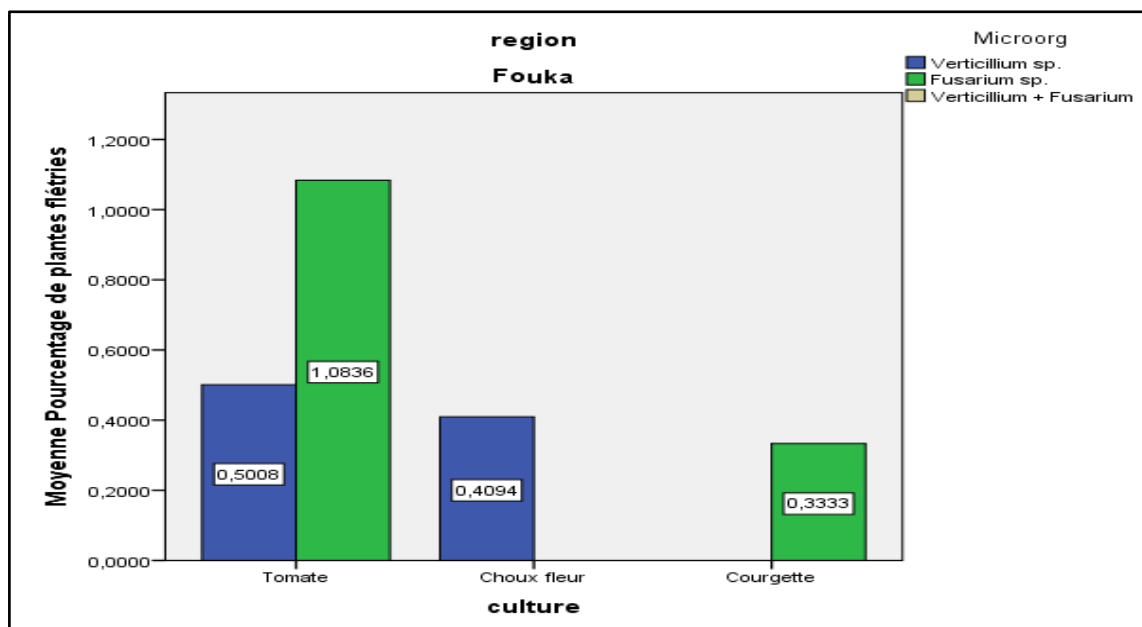
La figure (3.8) présente le PWP de la région de Mouzaia, il en ressort les points suivants :

- Chez L'AUBERGINE : on note un PWP de 7,42 % causé par l'association *Verticillium / Fusarium*. Le PWP causé par le *Fusarium sp.* est de l'ordre de 7,22 %. Ainsi on note un PWP de 6,51 % causé par *Verticillium sp.*
- Chez la Tomate: on observe que le PWP engendré par *Fusarium. Sp.* est de 1,19 %, et celui du *Verticillium. Sp.* est de 1,1843 %. Ainsi on note l'absence d'association *Verticillium / Fusarium*.



Le pourcentage de plants flétris (PWP) de la Tomate est le plus faible par rapport à celui de l'Aubergine et cela peu importe l'agent causal.

➤ **PWP de la région de Fouka**

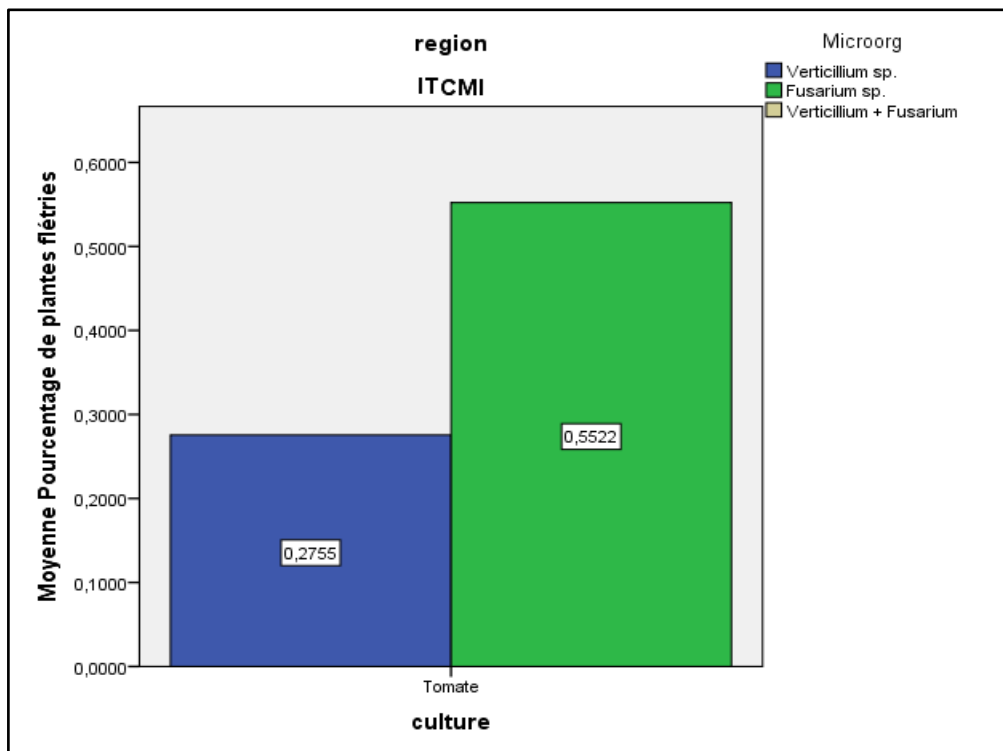


**Figure 3.9:** Le pourcentage de plants flétris (pwp) sur les cultures dans la région Fouka (originale, 2017)

La figure (3.9) présente le PWP de la région de Fouka, il en ressort les points suivants :

- Chez la Tomate : D'après l'observation des résultats du pourcentage de plants flétris de la tomate nous remarquons que le PWP le plus faible est observé chez le *Verticillium sp* (0,50 %) suivi par celui du *Fusarium sp.* avec 1,08 %.
- Chez le chou-fleur : nous remarquons que seul le *Verticillium sp.* est impliqué avec un PWP de 0,41 %
- Chez la courgette : nous notons également que seul le *Fusarium sp.* est en cause du flétrissement avec un PWP de 0,33 %

➤ PWP de la région de l'ITCMI



**Figure 3.10 :** Pourcentage de plants flétris (pwp) sur la Tomate dans la région L'ITCMI (originale, 2017)

La figure (3.10) présente le PWP de la région de L'ITCMI à Staoueli, il en ressort que le pourcentage de plants flétris de la tomate est engendré par *Fusarium sp.* avec une valeur de 0,55 %. Cette valeur du PWP est plus élevée que celle du *Verticillium sp.* où on enregistre 0,27 % comme étant la valeur la plus faible.

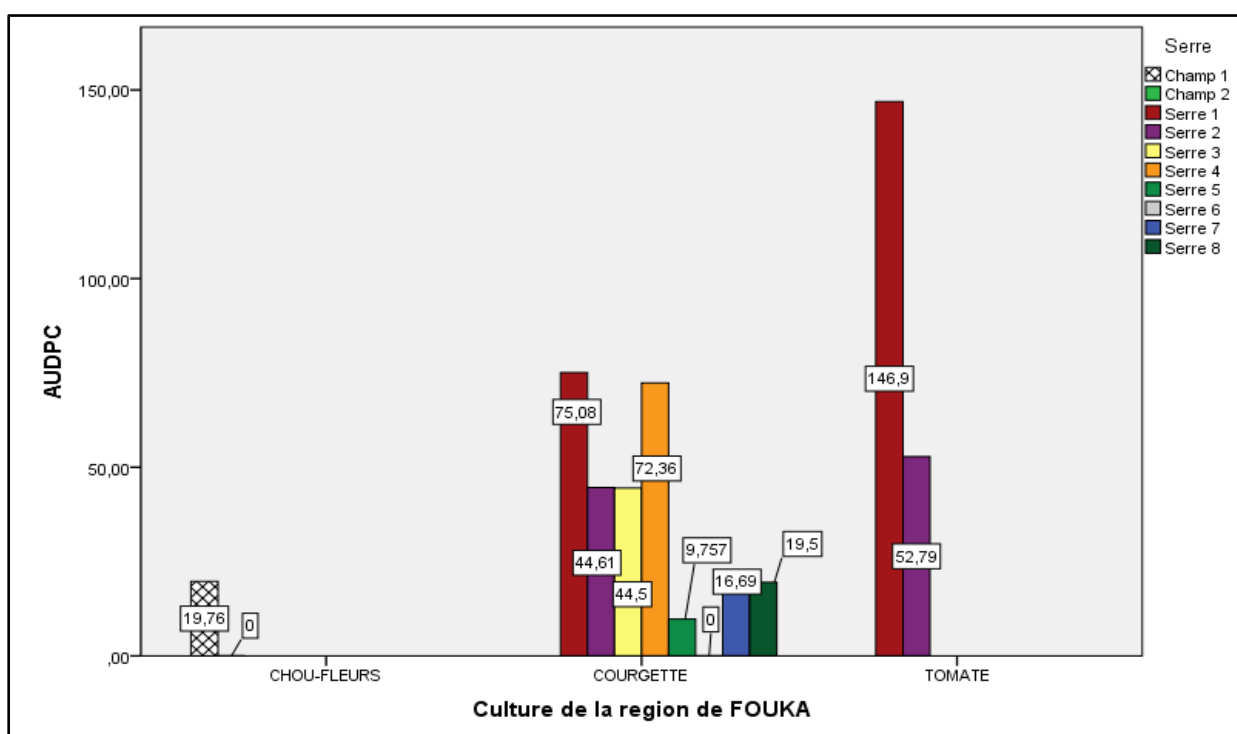
L'analyse de la variance type One Way ANOVA montre qu'il existe une différence statistiquement significative entre le PWP causé par *Verticillium sp.* de la région de Mouzaia et celui de l'ITCMI de Staoueli ( $p=0,02$ ) ce qui est confirmé par le test post-hoc de Tukey qui les regroupe dans deux sous-ensembles distincts

## 6. Incidence de la maladie en fonction du temps

L'AUDPC (*Area Under Disease Progression Curve*) représente l'air en dessous de la courbe : incidence de la maladie en fonction du temps. Cette valeur permet donc de regrouper les valeurs observées au cours de l'évolution d'une maladie, le cas échéant le flétrissement fongique, en une seule donnée.

### ➤ La région de Fouka

La figure (3.11) présente l'AUDPC (PWP) de la région de Fouka .Il ressort des observations dans les différentes serres ce qui suit



**Figure 3.11 :** L'AUDPC<sub>(PWP)</sub> sur les cultures chou-fleur , courgette et la tomate dans la région de Fouka (originale, 2017).

La valeur de l'AUDPC du premier champ de chou-fleur (19 ,76) est supérieure au deuxième champ (0)

Pour la courgette on observe que selon le champignon en cause du symptôme de l'AUDPC peut être classé dans un ordre décroissant en partant de la première

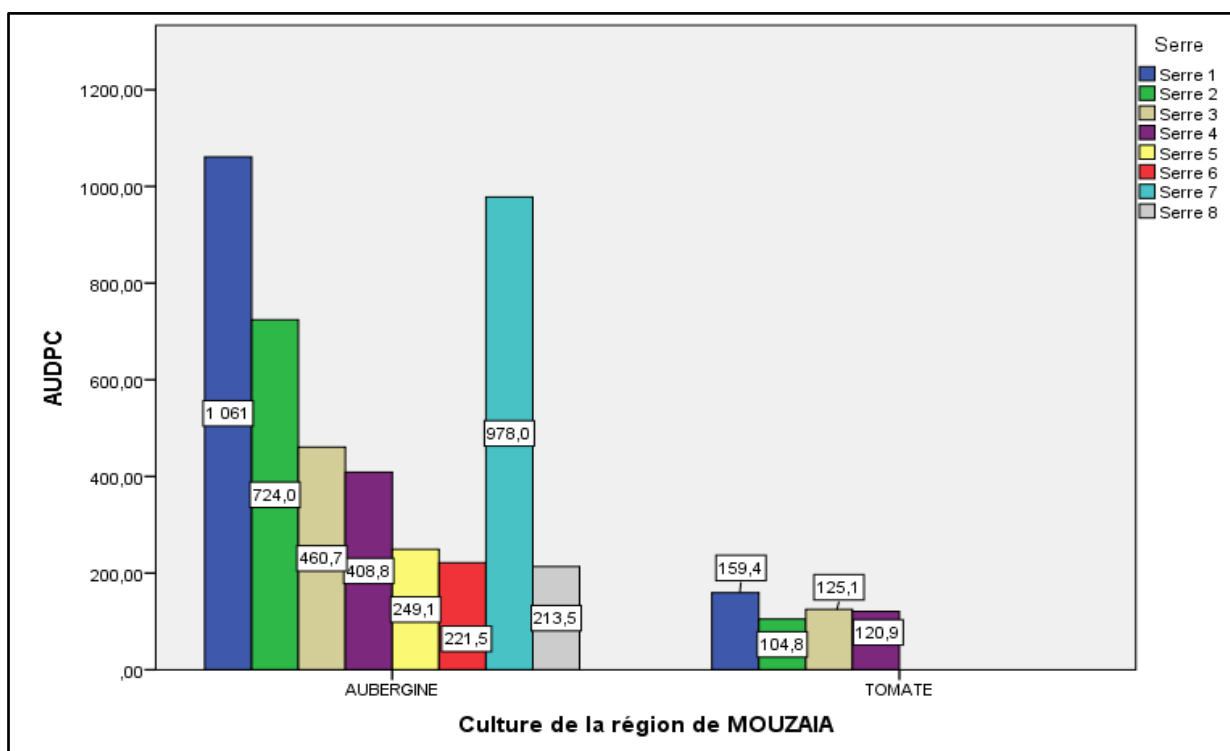
serre (75,08) suivi par la serre numéro 4 (72,36), puis successivement par la serre 2 (44,61) et la serre 3 (44,5).

L'AUDPC baisse au niveau de la serre 8 (19,5) et la serre 7 (16,69), il atteint une valeur de 9,75 à la serre 5 et enfin la serre 6 où on note une absence de flétrissement (0)

Chez la tomate, la valeur de l'AUDPC de la première serre (145,9) est nettement supérieure à celui de la serre 2 (52,79)

➤ **La région de Mouzaia**

La figure (3.12) présente l'AUDPC<sub>(PWP)</sub> de la région de Mouzaia. Il en ressort les observations suivantes



**Figure 3.12 :** L'AUDPC<sub>(PWP)</sub> sur les cultures de tomate et l'aubergine dans la région de Mouzaia (originale, 2017)

Concernant la culture de L'AUBERGINE, on observe que la valeur de l'AUDPC<sub>(PWP)</sub> de la serre 1 (1061) est plus élevé que celui de la serre numéro 7 (978). Une diminution progressive du valeur de l'AUDPC<sub>(PWP)</sub> à partir de la serre 2 (724) est noté ; suivie par la serre 3 (460,7) et la serre 4 (408 ,8). Tandis que la

serre 5 enregistre une valeur de 249,1%. Ce dernier diminue à la serre 6 (221,5) et atteint son minimum à la serre 8 (213,5).

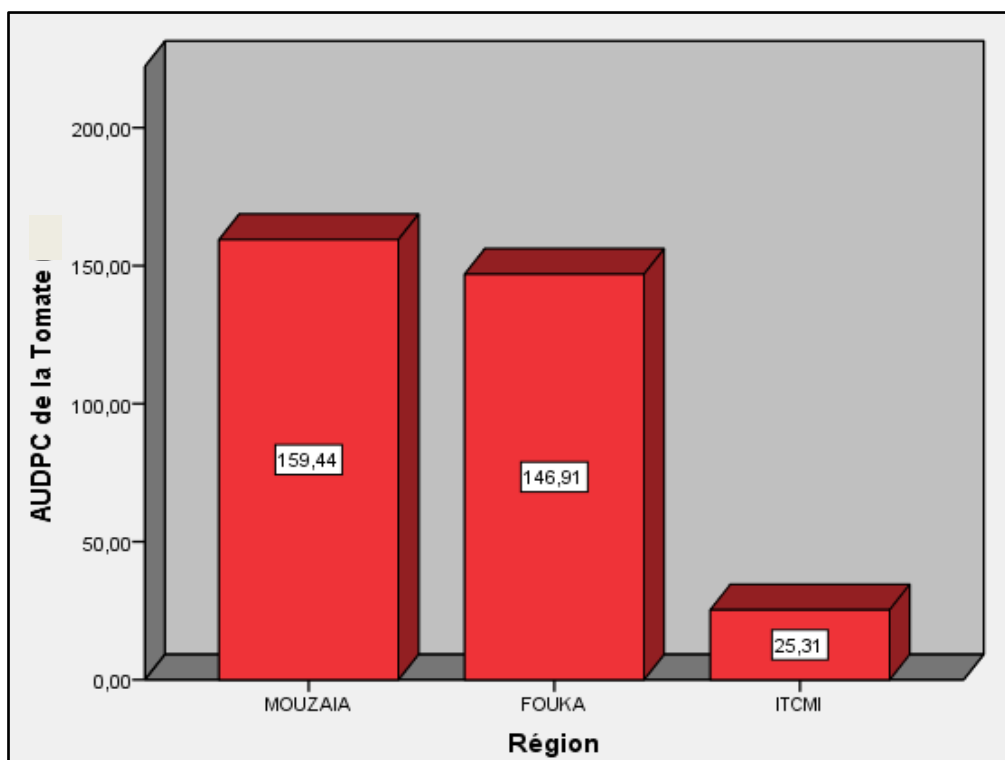
Chez la TOMATE : on observe que la valeur de  $AUDPC_{(PWP)}$  de la serre 1 (159,4) est plus élevée que celui de la serre numéro 3 (125,1). Ensuite la valeur de ce paramètre diminue à la serre 4 (120,9) et atteint son minimum à la serre 2 (104,8)

➤ **La région de l'ITCMI**

Dans cette région nous avons enregistré chez la tomate une valeur de l' $AUDPC_{(PWP)}$  de l'ordre de 25,31.

➤ **Incidence du flétrissement de la tomate dans les régions prospectées**

Nous remarquons que l' $AUDPC_{(PWP)}$  varie considérablement d'une région à une autre (Figure 3.13). Dans le cas de la tomate (culture commune des trois régions) on note une incidence élevée dans la région de Mouzaia (159,4) suivie par celle de Fouka (146,9). La région de Staoueli (l'ITCMI) enregistre une  $AUDPC_{(PWP)}$  des plus faibles de l'ordre de 25,31.



**Figure3.13:** L' $AUDPC_{(PWP)}$  de la tomate dans les régions prospectées (originale, 2017)

### Partie III : Discussion

Les symptômes observés au niveau de la station de Mouzaia et leurs expressions (DI) sur l'aubergine et la tomate se sont accentués dès le 13 février jusqu'au début du printemps, pareil pour la culture de tomate à l'ITCMI de Staoueli. De multiples facteurs peuvent être à l'origine du développement de ces symptômes. Parmi ces facteurs, l'humidité du sol, qui peut jouer un rôle très important dans le développement des champignons telluriques. La température qui caractérise les régions méditerranéennes dans la période critique a été évaluée entre 18 et 20°C, ce qui favorise le développement du *Verticillium sp.* et du *Fusarium sp.* (Xiao, 1998).

Selon Xiao (1998), parmi les facteurs favorisant le développement de ces champignons, on retrouve l'humidité du sol et une température autour de 20°C avec la présence de variétés relativement sensibles. Une température élevée et une humidité faible du sol peut diminuer aussi la croissance de plusieurs champignons du sol tel que le *Verticillium sp.* et le *Fusarium sp.* donc influencent la sévérité de la maladie en question (Roman et Vigouroux, 1999).

Notons que le développement de la maladie est très important pendant les mois d'hiver dû à l'évolution de l'humidité dans le sol et le déclin de la température du sol, influant ainsi sur l'activité fongique dans le sol et la transmission vers la plante. Alors qu'en été, le développement de la maladie diminue, cela est dû à la diminution de l'humidité du sol et l'augmentation de sa température, entraînant ainsi une réduction de l'activité de la microflore tellurique. Nos assertions se basent sur nos observations sur le terrain qui sont consolidées par Besri (1980).

La prospection dans la station de la région de Fouka révèle une absence des symptômes de flétrissement. Il est utile de rappeler que cette station subit des traitements annuellement pouvant éliminer ou ralentir le développement de plusieurs champignons dont le cycle présente une phase de conservation dans le sol. En plus de cette pratique culturale on peut citer l'irrigation, les apports d'engrais et la fertilisation complète (NPK) qui aident la plante à se développer et lui conférer une certaine résistance (Roman et Vigouroux, 1999).

Le pourcentage de plants flétris (PWP) chez l'ensemble des cultures causés par les différents champignons, seul ou en association (*Fusarium sp.*, *Verticillium sp.*, *Verticillium / Fusarium*) sont homogènes peu importe la région prospectée.

En termes de fréquence, *Verticillium sp.* et *Fusarium sp.* sont souvent les plus observés. D'autres myco-parasites sont également présents tel que le mildiou ou d'autres agents saprophytes.

La région de Mouzaia se caractérise par un nombre plus important de cas où l'on retrouve *Verticillium dahliae* et *Fusarium sp.* seuls chez toutes les cultures. Cependant, on a trouvé une association entre *Verticillium et Fusarium sp.* uniquement chez l'aubergine.

Nos résultats concordent avec ceux avancés par Villeneuve *et al.* (2016), où l'auteur a démontré que le pathogène le plus isolé sur aubergine et tomate est le *Verticillium dahliae*, souvent en association avec un, deux ou trois autres pathogènes.

Nous notons que les différentes cultures (tomate, aubergine, chou-fleur et courgette) présentent des pourcentages de plants flétris différents et cela est causé par l'hétérogénéité des champignons en cause de ces symptômes.

L'intensité des attaques du *Verticillium sp.* et *Fusarium sp.* dans les trois régions diffère. A l'ITCMI de Staoueli, le taux de l'infestation est faible par rapport à celui de Fouka et de Mouzaia ; cette dernière région présente le taux le plus élevé.

Les régions sont géographiquement distinctes, ce qui rend la probabilité des contaminations inter-région très faible.

La dissémination des pathogènes peut s'expliquer par plusieurs facteurs comme les facteurs climatiques (pluies, vents...) et anthropiques (travaux culturaux) ; la probabilité de la richesse de la biodiversité selon les composants édaphiques et la diversité qui caractérise chaque région. Ainsi, le type de sol de Fouka et de l'ITCMI de Staoueli est de natures sableuses, contrairement à celui de Mouzaia où le sol est argileux. Le type de sol est un facteur très important pour le développement de la Verticilliose et de la fusariose aux différentes régions. En effet, Boudoudou *et al.* (2009), confirment que la charge fongique diffère selon chaque type de sol. Les sols argileux à forte capacité d'échange cationique (C.E.C) confèrent au début du cycle de la plante une richesse en éléments nutritifs, ce qui favorise l'installation et le développement des microorganismes hétérotrophes. La faible charge fongique peut être attribuée au pourcentage élevé en sable (Walker *et al.*, 1946).

Parmi les espèces de *Fusarium* hébergées dans le sol, *Fusarium solani* est rencontré dans la majorité des sols sablonneux à vocation maraîchères (Boudoudou *et al.*, 2009). Selon Tivoli *et al.* (1990), il existe une relation étroite entre le pH des sols et leur niveau de réceptivité. En effet, un pH alcalin favorise bien l'installation des espèces fongiques causant le flétrissement, contrairement à un pH acide.

La détection du *Verticillium sp.* et du *Fusarium sp.* dans la région de Fouka est effectué à la fin du cycle végétatif.

Pour les résultats de prospection, le flétrissement observé au niveau de la région de Fouka diffère d'une culture à l'autre. Le taux d'infestation est plus important chez la tomate (niveau 5 de l'échelle de He) avec un croisement très important par rapport au taux d'infestation du chou-fleur et de la courgette. Cette différence est due aux multiples facteurs qui favorisent le développement de la maladie. La tomate est une plante sensible et sa physiologie favorise l'installation des champignons telluriques aux différents stades. Chez les autres cultures, le nombre de plants flétris augmente à la fin du cycle phénologique de la plante (Pereyra et Escande, 1999).

Certaines espèces du genre *Verticillium* et *Fusarium* sont des parasites dangereux des grains des plants et en fin du cycle végétatif. Les conditions régnantes dans les plantes en fin du cycle végétatif devraient favoriser, selon la littérature, l'installation d'un nombre d'espèces beaucoup plus important que celui enregistré. Ceci suggère l'intervention d'un bio-contrôle par *Trichoderma* et



*Gliocladium* permettant la réduction des germes pathogènes (Boudoudou *et al.* 2009).

Pour les fusarioses, plusieurs cas ont été relatés concernant l'induction d'une certaine résistance à l'infection : les uns font intervenir des oligoéléments, fer, manganèse et zinc en particulier (Jones et Wolts, 1967), d'autres sont fondés sur l'influence favorable du calcium et du bore (Corden, 1967, Edgington et Walker, 1958) et justifient certains aspects de la lutte agronomique par chaulage et marnage et, enfin, certains cas de résistance sont imputés à l'action des phytohormones. Davis et Dimond (1953) ont montré que l'augmentation de la concentration des régulateurs de croissance empêchait la croissance du *Fusarium* et du *Verticillium dahliae*. L'action de ces facteurs de croissance joue, en particulier, au niveau des membranes cellulaires par inhibition de la pectine méthylestérase, favorisant la déméthylation des composés pectiques solubles et la formation de ponts  $Ca^{++}$  renforçant leur rigidité (Edgington *et al.*, 1961). L'action du chlorure de sodium pourrait se rapporter directement au *Fusarium* lui-même. Davet (1967) a montré que la croissance du champignon n'était pas altérée par de faibles concentrations de ce sel. Cependant, le taux d'acide fusarique élaboré serait diminué pour des cultures de *Fusarium oxysporum f. lycopersici* sur milieu additionné de chlorure de sodium. Enfin, parmi les réactions observées, la diminution de la transpiration, déjà signalée par Yankovitch (1951), ne peut délibérément être écartée pour expliquer le retard dans la manifestation des symptômes d'infection. Le déséquilibre du bilan des échanges d'eau est en effet une hypothèse généralement admise pour expliquer le flétrissement des plantes atteintes dans leur xylème (Page, 1959 ; Beckman, 1962 ; Dimond et Edgington, 1960). Pour des plants de Tomate infectés, Dimond et Waggonner (1953) ont trouvé que la vitesse de circulation de la sève était réduite de 96 à 98 %, mais toutefois la transpiration de feuilles turgescentes n'était inférieure que d'un tiers par rapport à celle de feuilles prélevées sur des plantes saines. La régulation stomatique s'avère donc impuissante à maintenir l'équilibre hydrique.

D'après les résultats de l'AUDPC de l'aubergine à Mouzaia, on remarque que ce dernier est supérieur au niveau des serres 1,2,3 et 4 où ces dernières présentent des plants en fin de leur cycle végétatif. L'AUDPC de l'aubergine de Mouzaia est faible aux serres 4, 5, 6 et 8 puisque l'agriculteur en charge entreprend des travaux d'entretien et de fertilisation de façon périodique et quotidienne.

Les principales opérations et pratiques culturales effectuées sur ces serres sont la taille, le désherbage manuel et l'effeuillage. Selon Roman et vigouroux (1999), parmi ces pratiques culturales on peut citer l'irrigation et les apports d'énergies qui aident la plante à se développer et avoir un certain aspect vigoureux pour résister aux champignons vasculaires (*Verticillium sp.*).

Barna *et al.* (1985) soulignent l'importance de maintenir une fertilisation azotée élevée surtout sous forme de nitrates (fumier), afin de produire beaucoup de pousses jeunes de tomate. Les techniciens en charge à l'ITCMI de Staoueli et l'agriculteur en charge au niveau de la station de Fouka ont utilisé un Régulateur de croissance dont le nom commercial est GASMA et des fertilisants azotés (NPK 15/15) et (NPK 20/20) sous forme de nitrate sur les champs de Chou-fleur et dans les serres de Courgette. Par contre, l'agriculteur en charge à Mouzaia, a utilisé un fertilisant azoté (NPK) avec le fertilisant SAXON, riche en Urée dans les serres de l'aubergine et de la tomate.

Les fertilisations azotées par l'ammonitrate, le sulfate d'ammoniac et de l'urée augmentent doublement la sévérité de la maladie. Par contre, la fertilisation complète (NPK) n'affecte pas la sévérité de la maladie (Salama *et al.*, 2016 ).

Salama *et al.* (2016) constatent que plusieurs variétés de blé ont vu la sévérité de la fusariose augmenter d'une façon vertigineuse lorsqu'elles sont fertilisées avec l'urée.

Cette augmentation de la sévérité de la maladie pourrait aussi avoir un lien avec la concentration d'azote existante dans les fertilisants utilisés, étant donné que la sévérité de la maladie augmente avec la composition des fertilisants. De ce fait, il est constaté que plus la concentration azotée est élevée et plus l'indice de sévérité est fort. Par contre, la fertilisation complète n'a pas influencé le développement de la maladie malgré l'existence des agents causaux au niveau des collets des plantes infectées (Salama *et al.*, 2016 ).

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le flétrissement vasculaire d'origine fongique des cultures maraichères est considéré comme une maladie très dangereuse pouvant provoquer le dépérissement total de la plante, redoutable surtout chez les plantes sensibles. Les pertes occasionnées par cette affection sont considérables sur le plan socio-économique. L'aubergine, la Tomate, le chou fleur, et la courgette sont cultivés dans la majorité des cas dans des zones à vocation maraichère et occupent une place qui se caractérisent par une situation pédoclimatique déficiente.

A la suite de nos enquêtes et prospections, en collaboration avec les intervenants dans les travaux quotidiens de notre régions d'étude (ingénieurs, technicien, agriculteurs ...) nous avons engrangé un maximum d'information sur l'état sanitaire et des technique culturales utilisés durant le cycle de production, d'une telle culture est observé sur terrain puis confirmé au laboratoire la présence de maladie fongique telles que la Fusariose et la *Verticilliose*.

Les prospections sur le terrain dans les différents cultures de la région de Mouzaia (Blida) ont permis l'observation des symptômes typiques et de localiser des foyers de la *Verticilliose* et la fusariose et estimer le taux d'infestation qui est variable dans les serre de l'aubergine (7,22% infesté par le *Fusarium sp*, et 6,5175 % infeste par le *Verticillium sp*, avec un taux 7,4209 % d'infestation par une association entre le *Verticillium + Fusarium sp*). Dans les serres de la tomate 1,19 % par le *Fusarium sp* et 1,1843 par *Verticillium sp*. Par contre à l'autre région Fouka le taux d'infestation du chou-fleur dans le premier champ 0,409 % par *Verticillium sp* et 0 % par le *Fusarium sp*, et dans le deuxième champ on note aucun symptômes. Pour la courgette 0,33 %, est le taux d'infestation par *Fusarium sp*. et 0 % par le *Verticillium sp*. et dans la culture de la tomate le taux d'infestation est de 1,08% par *Fusarium sp*. et 0,5 % par *Verticillium sp*.

Dans la dernière région, le taux d'infestation de la Tomate de L'ITCMI (Staoueli) 0,55 % par le *Fusarium sp*, et 0,2755% par le *Verticillium sp*.

Pour l'analyse de laboratoire, les résultats que nous avons obtenus soulignent la difficulté d'isolement de *Verticillium sp* et *Fusarium sp*. Cette difficulté peut s'expliquer par le faible pouvoir de croissance des champignons par rapport à d'autres (*Alternaria sp.* et les champignons saprophyte)

Ces travaux relatifs à la distribution de *Verticillium sp* et *Fusarium sp* mériteraient d'être approfondis en touchant les zones qui n'ont pu être prospectées. Ils nous renseigneraient sur l'importance de la présence de la maladie et nous orienteraient vers le choix des sites pour la mise en place de nouvelles stations.

En matière de caractérisation du pathogène, il est tout aussi intéressant, de pouvoir connaître quand la forme mycélienne apparaît et dans quelles conditions. Comme il est utile d'initier des travaux pour améliorer les techniques d'isolement par un choix judicieux des milieux sélectifs ou de techniques adaptées.

Vue l'absence de traitement chimique utilisé contre cette maladie, seules les mesures de lutte prophylactique pratiquées au moment opportun permettent de réduire l'impact de la maladie. Par ailleurs, pour freiner son évolution il est indispensable de sensibiliser les agriculteurs sur l'étiologie de cette affection.

Il est souhaitable d'étudier la dynamique des populations de ces pathogènes dans le sol et sa relation avec la physiologie des cultures maraichères et le pH du sol

En raison de l'implication directe de l'inoculum du sol dans l'infestation primaire. Il est aussi intéressant d'examiner d'éventuelle variabilité du pouvoir pathogène chez les souches de ces champignons en vue d'arrêter une procédure de lutte et d'apporter une participation dans la protection de cette culture au sein du programme de revalorisation de secteur maraicher.

## Sommaire

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIES

- Abid L., 2011.** *La couverture sanitaire dans la wilaya de Tipaza*. Ed. Santemaghreb, 6p.
- Agrios G., 1988.** Plant Pathology, In: Noriega Group editor. *Plant Pathology, 3rd ed. Mexico: Academic Press: 803pp.*
- Agrios G.N., 1988.** *Plant pathology*. 3<sup>rd</sup> Ed. Academic Press, England, 388 p.
- Agrios G.N., 2004.** Plant pathology (Elsevier Academic Press: Amsterdam; Boston).
- Agrios, G.N. 2005.** *Plant Pathology*. 5<sup>th</sup> Ed., Elsevier Academic Press, USA, 290 p.
- Alabouvette C., 2009.** « Interaction sol- plante-microorganisme ». UMR 1229 INRA, Univ. Bourgogne. Colloque "Jardins, environnement et santé. Faaceae, Liliaceae, Umbellifereae and Solanaceae. Springer, New york : 3-26.
- Alabouvette, C., Olivain, C., and Steinberg, C. 2006.** Biological control of plant diseases: the European situation. *European Journal of Plant Pathology* 114 :329-341.
- Alabouvette, C., Schippers, B., Lemanceau, P., and Bakker, P.A.H.M. 1998.** Biological control of *Fusarium* wilts. Toward development of commercial products : 15-36. In G.L. Boland and L.D. Kuykendall (eds), *Plant-Microbe Interactions and Biological Control*. Marcel Dekker Inc., NewYork.
- Alves-Santos, F.M., Ramos, B, Garcia-Sanchez, M.A., Eslava, A.P., Diaz-Minguez, J.M. (2002).** A DNA based procedure for in planta detection of *Fusarium oxysporum* f. sp. Phaseoli. *Phytopathology*, 92:237-244.
- Ammar Boudjellal A. et Bammoun R., 2006.** *Détermination des besoins en eau des cultures irriguées de la wilaya de Tipaza à l'aide du logiciel cropwat 4.3. Cas du périmètre de la Mitidja Ouest*. Mém. Ing. Agro. INA, El-Harrach, 98 p.
- Anchisi, M., Gennari, M., et Matta, A. 1985.** Retardation of *Fusarium* wilt symptoms in tomato by pre- and post-inoculation treatments of the roots and aerial parts of the host in hot water. *Physiological Plant Pathology*, 26:175- 183.
- Anonyme, 2009.** Ministère de l'Agriculture et du développement Rural. Direction des statistiques.

**Anonyme, 2011.** *Verticillium* : Privilégier les variétés à bon comportement. Centre technique interprofessionnel des oléagineux et du chanvre. ([www.cetiom.fr](http://www.cetiom.fr)), consulté le 01-08-2017

**Anonyme, 2014.** [http://www.wilayadeblida.dz/daira-apc/D\\_MOUZAIA.html](http://www.wilayadeblida.dz/daira-apc/D_MOUZAIA.html) (Consulté le 20 juillet 2017).

**Anonyme 1, 2017.** <http://www.google.com/maps/place/Map.dz/Map.html>. Consulté le 20 juillet 2017).

**Anonyme 2, 2017.** <https://fr.wikipedia.org/wiki/Fouka>. (Consulté le 20 juillet 2017).

**Appel O. and Wollenweber H.W., 1910.** Die Kultur als Grundlage zur besseren Unterscheidung systematisch schwieriger Hyphomyceten. Ber. *Deutsch. Bot. Ges*, 28: 435-448.

**Armstrong G.M., Armstrong J.K. and Billington R.V., 1975.** *Fusarium oxysporum* Forma Specialis Voandzeiae, a New Form Species Causing Wilt of Bambarra Groundnut. *Mycologia*, 67: 709.

**Armstrong, G.N. et Armstrong, J.K., 1981.** Formae speciales and races of *Fusarium oxysporum* causing wilt diseases: 391-399. In P.E. Nelson, T.A. Toussoun, and R.J. Cook (ed.), *Fusarium: diseases, biology, and taxonomy*. Pennsylvania State University Press, UniversityPark.

**Aube C., Sackston W.E., 1965.** Distribution and prevalence of *Verticillium* species producing substances with Gibberellin-like biological properties. *Can. J. Bot.*, 43:1335- 1342.

**Baayen R.P van den Boogert P.H.J.F., Bonants P.J.M., Poll J.T.K., Blok W.J., Waalwijk C., 2000.** *Fusarium redolens* f.sp *asparagi*, causal agent of asparagus root rot, crown rot and spear rot. *European Journal of Plant Pathology*, 106: 907-12.

**Balajee S.A. Borman A.M., Brandt M.E., Cano J., Cuenca-Estrella M., Dannaoui E., Guarro J., Haase G., Kibbler C.C. and other authors, 2009.** Sequence-based identification of Aspergillus, Fusarium and Mucorales species in the clinical mycology laboratory: where are we and where should we go from here? *J Clin. Microbiol.*, 47: 877-884.

**Barna B., Sarhan A.R.T. et Kiraly Z., 1983.** The influence of nitrogen nutrition on the sensitivity of tomato plants to culture filtrates of *Fusarium* and to fusaric acid. *Physiological Plant Pathology*, V. 23 : 257-263.

**Beckman c. H., Brun w. A., Buddenhagen W. 1962 .***Water relations in banana-plants infected with Pseudomonas solanacearum. Phytopathology*, 52:1144-1149.

**Beckman C.H., 1987.** *The Nature of Wilt Diseases of Plants.* (St. Paul, MN: American Phytopathological Society Press).

**Beckman C.H., Roberts E.M., 1995.** On the nature genetic basis for resistance tolerance of fungal wilt diseases. *Advances in Botanical Research*, 21: 35-77.

**Beckman C.H., Talboys P.W., 1981.** Anatomy of resistance. *In: Fungal wilt diseases of plants.* Ed. Mace, M.E., Bell, A.A., Beckman, C.H. Academic Press: 487-523.

**Belabid L., 2003.** *La fusariose vasculaire de la lentille (Lens culinaris Med.) dans le Nord Ouest Algérien: morphologie et diversité génétique chez Fusarium oxysporum (Schlecht.) Emend. S. & H. f.sp. lentis (Vasud. & Srin.) en relation avec la répartition géographique et le pouvoir pathogène.* Thèse Doct. d'Etat., Univ. Oran, 178 p.

**Bellahcene M., 2004.** *La verticilliose de l'olivier : étude épidémiologique et diversité génétique de Verticillium dahliae kleb., Agent de la verticilliose.* Thèse. Doct. D'Etat., Univ. Oran (Algérie), 144 p.

**Bellahcene M., 2004.** *La verticilliose de l'olivier : étude épidémiologique et diversité génétique de Verticillium dahliae Kleb., agent de la verticilliose.* Thèse Doct., Univ. Oran, 145 p.

**Bellahcene M., Fortas Z., Geiger J.P., Matallah A., Henni D., 2000.** *Verticillium wilt in olive in Algeria: Geographical distribution and extent of the disease. Olivae*, 82: 41-43.

**Bellahcene M., Fortas Z., Henni D., Matallah A., Geiger J.P., Nicole M., 1997.** Importance and epidemiology of *Verticillium dahliae* (Kleb.) on olive in Kabylie. *In: Proceeding oh 10<sup>th</sup> Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, june 1-5, Montpellier, France, 661p.*



- Bellahcene M., Fortas Z., Kaddous M., Matallah A., Nicole M., Geiger J.P., 1998.** La verticilliose de l'olivier dans les oliveraies de la région ouest d'Algérie : estimation du taux d'infection, caractérisation de l'agent causal et analyse quantitative des microsclérotés dans le sol. *Xème Journées Nationales de Microbiologie, S.A.M, 30 Nov.-1 Déc., Oran, Algérie* : 36-37.
- Benchabane, M. 2005.** *Caractérisation des effets d'antagonisme microbienne et de promotion de la croissance végétale de souche de Pseudomonas spp. Fluorescents.* Thèse Doct. d'Etat, FSB-UTHB, Alger, 235p.
- Benzohra I.E., Megateli M. and Berdja R., 2015.** Bayoud disease of date palm in Algeria. *History, epidemiology and integrated disease management, 14 (7): 542-550.*
- Berlanger I. and Powelson M.L., 2000.** Verticillium wilt. The Plant Health Instructor. Available: <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/Pages/VerticilliumWilt.aspx>. doi: 10.1094/PHI-I-PHI-1-2000-0801-01. Updated 2005.
- Besri M., 1980.** Influence du potentiel osmotique de l'eau sur la croissance de *Fusarium oxysporum F. sp. lycopersici* et de *Verticillium dahliae*. *Phytopathologie Zeltchseft, 99* : 1-8.
- Blancard D., 1988.** *Maladie de la tomate.* INRA Paris, PHM Limoges, 212 p.
- Blancard D., Laterrot H., Marchoux G., Candresse T., 2009.** *Maladies de la tomate : identifier, connaître, maîtriser.* Editions Quae : 679 p.
- Bolay A., 1988.** Les dépérissements des arbres fruitiers dus aux champignons du sol. *Vitic. Arboric. Hortic., 20* : 265-270.
- Booth, C. 1971.** *The Genus Fusarium.* C.A.B., Commonwealth Mycological Institute, England, 237 p.
- Botton B., Breton A., Fevre M., Gauthier S., Guy PH., Larpent L.P., Raymond P., Sanglier J.J., Vayssier Y., Veau P., 1990.** *Moisissures utiles et nuisibles. Importance industrielle.* Ed. Masson, Paris, 347 p.

- Boudoudou H., Hassikou R., Ouazzani Touhami A., Badoc A. et Corden M. E., 1965.** Influence of calcium nutrition on *Fusarium* wilt of Tomato and polygalacturonase activity. *Phytopathology* 55: 222-224.
- Boudjellal A., Bammoun R. 2006.** Détermination des besoins en l'eau des cultures irriguées de la wilaya de Tipaza à l'aide du logiciel cropwat 4.3. Cas du périmètre de la Mitidja Ouest.. Mém. Ing. Agro. INA, El-Harrach, 98 p.
- Boukenadel F., 2001.** Contribution à l'étude de *Verticillium dahliae* Kleb., agent de la verticilliose de l'olivier. Mém. Magist., Univ. Tlemcen, 103p.
- Boullinger M., 1970.** Cultures maraîchères-phytopathologie, phytopharmacie, projet Algérie. Formation Professionnelle Agricole, 70 p.
- Bounoua M.O., 2008.** Essais d'utilisation des *Pseudomonas* spp. et *Bacillus* spp. dans le biocontrôle de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* sur tomate et *Verticillium dahliae* sur l'olivier. Mém. Magist., Univ. Oran, 90p.
- Campbell, C. L., and L. V. Madden.1990.** Introduction to plant disease epidemiology .New York, Wiley.
- Cirulli M., Montemurro G., 1976.** A comparaison of pathogenic isolates of *Verticillium dahliae* and sources of resistance in olive. *Agr. Conspectus Scientificus*, 39 : 469-476.
- Corbaz, R. 1990.** Principe de phytopathologie et de lutte contre les maladies des plantes. Ed. Presse polytechnique et universitaire romande, 286 p.
- Civantos L., 1999.** Contrôle des parasites et des maladies d'olivier. Ed. Conseil oléicole international, Madrid, Espagne, 207 p.
- Corden M. E. et Dimond A.E., 1967.** A calcium requirement for growth regulator induced resistance to *Fusarium* wilt of Tomato. *Phytopathology*, 49:68-72.
- Costache M., Lacatusu V., Tomescu A., Mandricel M., 1979.** Studies on the factors predisposing cucumber plants to infection by *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* and *Verticillium dahliae*. *Probleme de Protectia Plantelor*, 7(1) : 51-60.

- Daayf F., 1993.** *La verticilliose du cotonnier, pouvoir pathogène et diversité génétique de Verticillium dahliae. Réaction de la plante à l'infection.* Thèse Doct., Univ. Montpellier II, Sci. et Tech. Languedoc, France, 202 p.
- Daugherty M.P., Lopes J.R.S. and Almeida R.P.P., 2010.** Strain-specific alfalfa water stress induced by *Xylella fastidiosa*. *Eur. J. Plant Pathol.*, 127: 333–340.
- Davet P. et Rouxel H., 1997.** *Détection et isolement des champignons du sol.* INRA., Techniques et pratiques, 203 p.
- Davet P., 1967.** Les maladies des solanées maraîchères en Tunisie. *Ann. INRA T. V.* 40(3) : 24-27.
- Davis D. et Dimond A.E., 1953.** Inducing disease resistance with plant growth regulators. *Phytopathology V.* 43:137-140.
- Dean R., Van Kan J.A., Pretorius Z.A., Hammond-Kosack K.E., Di Pietro A., Spanu P.D., Rudd J.J., Dickman M., Kahmann R., Ellis J. et Foster G.D., 2012.** « The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology ». *Molecular Plant Pathology*, vol. 13, n° 4, p. 414-430.
- Deberdt P., Perrin B., Coranson-Beaudu R., Duyck P. and Wicker E. 2012.** Effect of *Allium fistulosum* extract on *Ralstonia solanacearum* populations and tomato bacterial wilt. *Plant Disease*, V. 96: 687-692,
- Deberdt, P., Queneherve P. Darrasse A. and Prior P. 1999.** Increased susceptibility to bacterial wilt in tomatoes by nematode galling and the role of the Mi gene in resistance to nematodes and bacterial wilt: *Plant Pathology*, V. 48 : 408-414.
- Di Pietro A., Madrid M.P., Caracuel Z., Delgado-Jarana J., Roncero M.I.G., 2003.** *Fusarium oxysporum*: exploring the molecular arsenal of a vascular wilt fungus *Molecular Plant Pathology*, 4:315-325.
- Dimond A.E. et Edgington L.W., 1960.** Mechanics of water transport in healthy and *Fusarium* wilted Tomato plants. *Phytopathology*, V. 50: 634.
- Dimond A.E. et Waggoner P.E., 1953.** The cause of epinastic symptoms in *Fusarium* wilt of Tomatoes. *Phytopathology*, V. 43: 663-669.

**Edgington L. W. et Walker J.C., 1958.** Influence of calcium and boron nutrition on development of *Fusarium* wilt of Tomato. *Phytopathology*, 48:324-326.

**Edgington L.W., Corden M.E. et Dimond A.E., 1961.** The role of pectic substances in chemically induced resistance to *Fusarium* wilt of Tomato. *Phytopathology* 51:179-182.

**El Fadl A. et Chtaina N., 2010.** *Etude de base sur la culture de la tomate au Maroc.* 120p.

**El Hassni M, El Hadrami A., Daayf F., Cherif M., Ait Barka. et El Hadrami I., 2007.** Biological control of bayoud disease in date palm : selection of microorganisms inhibiting the causal agent and inducing defense reaction. *Environmental and Experimental Botany*, 59 : 225-230.

**El Komy M.H., Saleh A.A., Eranthodi A., and Molan Y.Y., 2015.** Characterization of novel *Trichoderma asperellum* isolates to select effective biocontrol agents against tomato *Fusarium* wilt. *Plant Pathology Journal*, 31: 50–60.

**Epstein L., Kwon Y.H., Almond D. E., Schached L.M and Jones M.J., 1994.** Genetic and biochemical characterization of *Nectria haematococca* strains with adhesive and adhesion reduced macroconidia. *Applied and Environmental Microbiology*, 60: 524-530.

**Erwin D.C., Buchenauer H., 1971.** The challenge and possibilities for control of *Verticillium* wilt by application of systemic chemical. *In: Proceeding of 1<sup>st</sup> Int. Verticillium Symp., September 20-22, Wyde College, England, pp.12-21.*

**Espinel-Ingroff A., 1998.** Comparison of in-vitro activities of the new triazole SCH56592 and the echinocandins MK-0991 (L-743,872) and LY303366 against opportunistic filamentous and dimorphic fungi. *J. Clin.Microbiol*, 36:2950-2956.

**Farr D.F., Bills G.F., Chamuris G.P. and Rossman A.Y., 1989.** *Fungi on plant and plant product in the United States.* American Phytophythological Society, St.Paul. Minnesota, USA.

**Fradin E.F. and Thomma B.P.H.J., 2006.** Physiology and molecular aspects of *Verticillium* wilt diseases caused by *V. dahliae* and *V. albo-atrum*. *Mol. Plant Pathol.*, 7: 71-86.

- Fravel D., Olivain C. et Alabouvette C., 2003.** *Fusarium oxysporum* its biocontrol. *New Phytologist*, 157: 493-502.
- Geiser D.M., Aoki T., Bacon C.W., Baker S.E., Bhattacharyya M.K., Brandt M.E., 2013.** Letter to the editor: one fungus, one name: Defining the genus *Fusarium* in a scientifically robust way that preserves longstanding use. *Phytopathology*, 103: 400-408.
- Goudou-Sinha C., 1988.** *Les relations hôte-parasite dans le cas du couple Tomate- Verticillium dahliae. Etudes histologiques.* Mém. D.E.A., USTL et O.R.S.T.O.M., Montpellier, 23 p.
- Gupta O.M., Kotasthane S.R. et Khare M.M., 1986.** *Fusarium* wilt of chickpea (*Cicer arietinum*). *Agricult. Rev.*, 7: 87-97.
- Hamoir J., Goret M., Mignon B. and Gustin P., 2001.** Actualité sur les antifongiques enregistrés en Belgique dans le cadre du traitement des dermatophytoses. *Ann. Med. Vet.*, 145: 226-232.
- Harwood T.D., Tomlinson I., Potter C.A. and Knight J.D., 2011.** Dutch elm disease revisited: past present and future management in Great Britain. *Plant Pathol.*, 60: 545-555.
- Haware M.P, Nene Y.L. and Mathur S.B., 1986.** *Seed-borne diseases of chickpea.* Technical Bulletin, Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries 32 p.
- Haware M.P., Nene, Y.L. and Rajeshware R., 1978.** Eradication of *F. oxysporum f. sp. Ciceris* transmitted in chickpea seed. *Phytopathology*, 68:1364-1367.
- He L. Y., 1983.** Characteristics of Strains of *Pseudomonas solanaceum* from China. *Plant Disease*, 67 : 1357-1361.
- Henni J.E., 1998.** *Morphologie, pouvoir pathogène et diversité génétique chez Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici.* Thèse Doct. d'état. Univ. Oran, 171p.
- Hiemstra J.A. et Harris D.C., 1998.** *A compendium of Verticillium wilt in trees species.* Ed. CPRO-DLO/HRI., Ponsen and Looijen, Wageningen/west-Malling. The Netherlands, 80 p.

- Hiemstra J.A., 1998.** Some general features of *Verticillium* wilts in trees. In: *A compendium of Verticillium wilt in trees species*. Ed. CPRO-DLO/HRI., Ponsen and Looijen, Wageningen/ west-Malling. The Netherlands: 5-11.
- Hosen M.I., Ahmed A.U., Zaman J., Ghosh S. et Hossain K.M.K., 2009.** Cultural and Physiological Variation Between Isolates of *Stemphylium botryosum* the Causal of Stemphylium Blight Disease of Lentil (*Lens culinaris*). *World. J. Agric. Sci.*, 5 (1): 94-98.
- Imache A., 2008.** *Construction de la demande en eau agricole au niveau régional en intégrant le comportement des agriculteurs. Application aux exploitations agricoles collectives de la Mitidja-Ouest (Algérie)*. Thèse Doct. Sol et Eau, INAPG (Agro-Paris-Tech), 192p.
- INPV, 2013.** *Le traitement d'hiver des arbres fruitiers et de la vigne*. Bull. Info. Phyto. N° 33, 4p.
- Janse J.D. and Obradovic A., 2010.** *Xylella Fastidiosa* : Its Biology, Diagnosis, Control and Risks. *J. Plant Pathol.*, 92 (1 supplement : S1.35–S1.48).
- Jiménez-Díaz R.M, Castillo P, Jiménez-Gasco M.D.M., Landa B., Navas-Cortés J.A., 2015.** *Fusarium* wilt of chickpeas: Biology, ecology and management. *Crop Protection*, V. 73: 16-27.
- Jones J. P. et Woltz S. S., 1967.** *Fusarium* wilt (race 2) of Tomato : effect of lime and micronutrient soil amendments on disease development. *Planf. Dis. Rep.*, 51, 8, 645-648.
- Julien J., 2005.** Verticilliose des arbres: la mort par apoplexie. *PHM-Revue Horticole*, 474: 44-47.
- Juzwik J., Harrington T.C., MacDonald W.L. and Appel D.N., 2008.** The origin of *Ceratocystis fagacearum*, the oak wilt fungus. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 46: 13-26.
- Kamble A., Koopmann B. and von Tiedemann A., 2013.** Induced resistance to *Verticillium longisporum* in *Brassica napus* by  $\beta$ -aminobutyric acid. *Plant Pathol.*, 62: 552–561.

**Kante M., 2013.** *Suivi phytochimique et phytosanitaire de la culture de tomate sous serre dans la région de Staoueli (ITCMI).* Thèse Ing. Agro. Prot. Végtx., Univ. Saâd Dahlab, Blida, 92 p.

**Keen N.T., Long M. et Erwin D.C., 1972.** Possible involvement of a pathogen-reproduced protein-lipopolysaccharide complex in *Verticillium* wilt of cotton. *Physiol. Plant Pathol.*, 2 : 317-331.

**Klein K.K. and Correll J.C., 2001.** Vegetative compatibility group diversity. *In: Summerell BA, Leslie JF, Beckhouse D, Bryden WL, Burgess LW (eds) Fusarium. Paul E. Nelson Memorial Symposium.* APS Press, St. Paul, MN: 83-96.

**Klosterman S.J., Atallah Z.K., Vallad G.E. and Subbarao K.V., 2009.** Diversity, pathogenicity and management of *Verticillium* species. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 47: 39-62.

**Koch K.A., Quiram G.L. and Venette R.C., 2010.** A review of oak wilt management: A summary of treatment options and their efficacy. *Urban For. Urban Green.*, 9: 1-8.

**Lahlou H. 1974.** Etude des caractéristiques morphologiques et biologiques de champignons parasites du genre *Verticillium*. Leur valeur taxonomique pour identifier les souches isolées au Maroc. *Al Awamia*, 50 : 1-87.

**Lahlou H., 1983.** *Variabilité intraclonale de la morphologie et du pouvoir pathogène du Verticillium albo atrum R. et B., formes à microsclérotos.* Thèse Doct., Univ. Mohammed V., Rabat, 229 p.

**Leslie J.F., Summerell B.A., 2006.** *The Fusarium Laboratory Manual.* Blackwell Publishing, Oxford, Ltd, Iowa, 109 p.

**Li S. and Hartman G.L., 2003.** Molecular detection of *Fusarium solani* f. sp. *glycines* in soybean roots and soil. *Plant Pathol*, 52:74-83.

**Lievens B., Rep M. and Thomma B.P.H.J., 2008.** Recent developments in the molecular discrimination of formae speciales of *Fusarium oxysporum*. *Pest Manag. Sci.*, 64: 781-788.

**Link HF., 1809.** Observations in ordines plantarum naturalis, Dissetatio I. *Mag Ges Naturf Freunde Berlin*, 3: 3-42.

- Llorens A., Hinojo M.J., Mateo R., Gonzalez-Jaeén M., Valle-Algarra F.M., Logrieco A. et Jiménez M., 2006.** *Characterization of Fusarium spp isolates by PCR-RFLP analysis of the intergenic spacer region of the rRNA gene (rDNA).* *Int J Food Microbiol*, 106(3): 297-306.
- Lola J., Mehna AM., Abou Chaar M., Selti MN. et Adama F., 2011.** **Diversité génétique de *Verticillium dahliae* Kleb; agent causal de la verticilliose du coton en Syrie.** *Arab J. Pl. Prot. Vol. 29, N° 1. 8p.*
- MacHardy, W.E. Beckman, C.H. (1981).** Vascular wilt fusaria : infection pathogenesis. In *Fusarium : Diseases, Biology Taxonomy* (Eds. P.E. Nelson, T.A. Toussoun R.J. Cook), The Pennsylvania State University Press, University Park, 365-390.
- Matallah A., Z. Fortas, D. Henni, Sedra My..H. et J.P. Geiger, 1996.** La verticilliose de l'olivier dans l'ouest algérien : histologie des interactions hôte-parasite. *Proc. 4ème Congrès de la Société Française de Phytopathologie, 19-22/11/96 Nice, France.*
- Matallah-Boutiba, A. 1998.** *La verticilliose de l'olivier : approches cyto-histologique et ultrastructurale des interactions olivier-Verticillium dahliae Kleb.* Mémoire de Magister. Univ. Oran, 105 p.
- Matuo T., and Snyder W.C., 1973.** Use of morphology and mating populations in the identification of formae specialis in *Fusarium solani*. *Phytopathology*, 63: 562–565.
- Melero-Vara J.M., Blanco-Lopez M.A., Bejarano-Alcazar J. et Jiménez-Diaz R.M., 1995.** Control of *Verticillium* wilt of cotton by means of soil solarization and tolerant cultivars in Southern Spain. *Plant Pathol.*, 44 : 250-260.
- Menzies J.G. and Jarvis W.R., 1994.** The infestation of tomato seed by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Plant Pathol.* 43:378-386.
- Michielse C.B. and Rep M., 2009.** Pathogen profile update: *Fusarium oxysporum*. *Mol. Plant Pathol.* 10: 311–324.



- Montealegre J.R., Reyes R., Pérez L.M., Herrera R., Silva P. et Besoain X., 2003.** Selection of bioantagonistic bacteria to be used in biological control of *Rhizoctonia solani* in tomato. *Electronic Journal of Biotechnology*, 6(2):115-127.
- Mueller W.C. et Beckman C.H., 1976.** Ultrastructure and development of phenolic storing cells in cotton roots. *Can. J. Bot.*, 54: 2074-2082.
- Nasraoui B., 2000.** *Champignons mitosporés dans : Introduction à la phytomycologie: morphologie, biologie et systématique appliquée aux champignons phytopathogènes.* Tunis, Centre de publication universitaire : 155-183.
- Nelson P.E., Toussoun T.A. and Marasas W.F.O., 1983.** *Fusarium species: An illustrated manual for identification.* The Pennsylvania State University Press, University Park, 193 pp.
- Newhouse A.E., Schrodt F., Liang H., Maynard C.A. and Powell W.A., 2007.** Transgenic American elm shows reduced Dutch elm disease symptoms and normal mycorrhizal colonization. *Plant Cell Rep.*, 26: 977-987.
- Niö-Liu D.O., Ronald P.C. and Bogdanove A.J., 2006.** *Xanthomonas oryzae* pathovars: model pathogens of a model crop. *Mol. Plant Pathol.* 7: 303-324.
- O'Donnell K., Kistler H., Tacke B. and Casper H., 2000.** Gene genealogies reveal global phylogeographic structure and reproductive isolation among lineages of *Fusarium graminearum*, the fungus causing wheat scab. *Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(14): 7905–7910.
- O'Donnell K., Ward T.J., Robert V.A.R.G., Crous P.W., Geiser D.M., and Kang S., 2015.** DNA sequence-based identification of *Fusarium*: current status and future directions. *Phytoparasitica*, 43: 583-595.
- PAGE O.T., 1959.** Observations on the water economy of *Fusarium* infected banana plants. *Phytopathology*, V. 4: 61-65.
- Pegg G.F. and Brady B.L., 2002.** *Verticillium Wilts.* CABI, 552 p.
- Pegg G.F. et Selman I.W., 1959.** An analysis of the growth response of young tomato plants to infection by *V. albo-atrum*. *Ann. Appl. Biol.*, 47: 221-231.

**Pérez-Donoso A.G., Sun Q., Roper M.C., Greve L.C., Kirkpatrick B. and Labavitch J.M., 2010.** Cell Wall-Degrading Enzymes Enlarge the Pore Size of Intervessel Pit Membranes in Healthy and *Xylella fastidiosa*-Infected Grapevines. *Plant Physiol.* 152: 1748-1759.

**Pietro A.D., Madrid M.P., Caracuel Z., Delgado-Jarana J. and Roncero M.I.G., 2003.** *Fusarium oxysporum*: exploring the molecular arsenal of a vascular wilt fungus. *Mol. Plant Pathol.*, 4: 315-325.

**Puhalla J. E. et Bell A. A., 1981.** "Genetics and biochemistry of wilt pathogens," *In Fungal Wilt Diseases of Plants eds Mace M. E., Bell A. A., Beckman C. H., editors.* New York, Academic Press :146–192.

**Pullman G.S. and Devay J.E., 1981.** Effect of soil flooding and paddy rice culture on the survival of *Verticillium dahliae* and incidence of *Verticillium* wilt in cotton. *Phytopathology*, 71:1285-1289.

**Ralhan A., Schottle S., Thurow C., Iven T., Feussner I., Polle A. and Gatz C., 2012.** The Vascular Pathogen *Verticillium longisporum* Requires a Jasmonic Acid-Independent COI1 Function in Roots to Elicit Disease Symptoms in Arabidopsis Shoots. *Plant Physiol.*, 159: 1192-1203.

**Rappily F., 1968.** *Les techniques en mycologie et en pathologie végétale. Annuelles des Epiphytes*, vol. 19. INRA, Paris, 102 p.

**Reinke J. et Berthold G., 1879.** Die zersetzung der kartoffel durch pilze untersucht. Bot. Lab. Univ. Gottingen. *Weigand, Hempel und Parey, Berlin*, 1: 1-100.

**Reusche M., Thole K., Janz D., Truskina J., Rindfleisch S., Drübert C., Polle A., Lipka V. and Teichmann T., 2012.** *Verticillium* infection triggers vascular-related nac domain7-dependent de novo xylem formation and enhances drought tolerance in Arabidopsis. *Plant Cell*, 24: 3823-3837.

**Reusche M., Truskina J., Thole K., Nagel L., Rindfleisch S., Tran V.T., Braus-Stromeyer S.A., Braus G.H., Teichmann T. and Lipka V., 2013.** Infections with the vascular pathogens *Verticillium longisporum* and *Verticillium dahliae* induce distinct disease symptoms and differentially affect drought stress tolerance of *Arabidopsis thaliana*. *Environ. Exp. Bot.*

**Rieuf P.1985.**identification des Champignons reconetrés sur les plants Marichér;Publication INRA;Paris.

**Romane G. et Vigouroux A., 1999.** Recrudescence de la verticilliose dans le verger oléicole français. *Nouvel Olivier, Septembre-Octobre* : 3-6.

**Roskopf E.N., Chellemi D.O., Kokalis-Burelle N., Church G.T., 2005.** Alternatives to methyl bromide: A Florida perspective. APSnet. *American Phytopathological Society, St Paul.*

**Rouag N., 1988.** *Contribution à une étude comparative d'un état d'infestation de la culture sous abris, serres et plein champs par les méloïdgyes (Nematodae, Meloigynae) dans la région de Zéralda.* Thèse Ing. Agro.,INA, El Harrach, 173p.

**Rouxel F., Alabouvette C. et Louvet J., 1979.** Recherches sur la résistance des sols aux maladies. IV. Mise en évidence du rôle des *Fusarium* autochtones dans la résistance d'un sol à la fusariose vasculaire du melon. *Ann. Phytopathol., 11, 199-207.*

**Ruggieri G., 1946.** Una nuova malattia del l'olivo. *L'Italia Agricola, 83: 369-372.*

**Salama Y., Chennaoui M. et El Amraoui M., 2016.** Etude de la gestion raisonnée de la fertilisation et des pourritures racinaires sur le rendement d'une collection marocaine du blé. *Univ. Hassan 1, Maroc.,V. 6, (2) : 32-42.*

**Salhi S. et Lamri L., 2012.** *Situation de la verticilliose de l'olivier dan quelques oliveraies de Béjaia et El Oued.* Mém. Ing. Agro., Prot. Végtx. Univ. Saâd Dahlab, Blida, 92 p.

**Schardl C.L., Leuchtmann A, Spiering M.J., 2004.** Symbioses of grasses with seedborne fungal endophytes. *Annu. Rev. Plant Biol., 55: 315–340.*

**Schnathrost W.C., 1981.** Life cycle and Epidemiology of *Verticillium*. In: *Fungal wilt diseases of plants.* Mace, M.E., Bell, A.A., Beckman, C.H. Ed. *Academic Press: pp.81-111.*

**Schreiber L.R. et Green R.J., 1963.** Effect of root exudates on germination of conidia and microsclerotia of *Verticillium albo-atrum* inhibited by the soil fungistatic principle. *Phytopathology, 53: 260-264.*

- Schumann G.L. and D’Arcy C.J., 2010.** *Essential plant pathology* (APS Press).
- Scott I.T., 1924.** *The influence of hydrogen-ion concentration on the growth of Fusarium lycopersici and on tomato wilt.* Mo. Agri. Exp. Sta. Res. Bull. 64, 32 p.
- Seifert K.A., 2001.** *Fusarium* and anamorph generic concepts. 15-28. In: Summerell B.A., Leslie J.F., Backhouse D., Bryden W.L., Burgess L.W. (eds): *Fusarium: Paul E. Nelson Memorial Symposium.* American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota.
- Skoudriadakis M.T. et Bourdos V.A., 1989.** Soil solarisation by mulching with films of transparent polyethylene for control of *Verticillium* wilt of olive. *Revista di Patologia Vegetale*, 25 : 46-49.
- Smith I.M., J. Dunez D.H. Phillips R.A. Lelliott S.A. Archer (eds.), 1988.** *European handbook of plant diseases.* Blackwell Scientific Publications: Oxford. 583p.
- Snoussi S., 2010.** *Rapport de mission. Etude de base sur la tomate en Algérie.* Alger, 52 p.
- Snyder W.C. and Hansen H.N., 1940.** The species concept in *Fusarium*. *American Journal of Botany*, 27 : 6-67.
- Subramoniam V., 1974.** *Rapport sur la microflore d’Algérie.* I.N.A, Alger, 15p.
- Suga H., Hasegawa T., Mitsui H., Kageyama K. and Hyakumachi M., 2000.** Phylogenetic analysis of the phytopathogenic fungus *Fusarium solani* based on the rDNA-ITS region. *Mycol Res*, 104:1175–1183.
- Tawil M.Z., 1979.** *Mode d’action et efficacité des fongicides benzimidazoles.* Thèse Doct., Univ. Aix-Marseille-I, France, 125 p.
- Tawil M.Z., Halak H.A. et Abdin M.M., 1991.** Introduction à la lutte contre *Verticillium dahliae* de l’olivier. *Olivae*, 39: 36-40.
- Tebibel N., 1979.** *Etude comparative de quatre isolats de Fusarium oxysporum f. sp.Lycopersici issus de quatre variétés de la tomate.* Mém. Ing. d’état., INA., El Harrach, 111 p.

- Thrane U., 2001.** Developments in the taxonomy of *Fusarium* species based on secondary metabolites. In: *Fusarium*. (Eds. Summerell B.A., Leslie J.F., Backhouse D., Bryden to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 1 and race 2. *Euphytica*, 93:145–153.
- Tivoli B., Corbière R. et Lemarchand E., 1990.** Relation entre le pH des sols et leurs niveaux de réceptivité à *Fusarium solani* var *coeruleum* et *Fusarium roseum* var *sambucinum* agents de la pourriture sèche des tubercules de pomme de terre. *Agronomie*, V. 10 (1) : 63-68.
- Tjamos E.C., 1989.** Problems and prospects in controlling *Verticillium* wilt. In: *Vascular wilt diseases of plants*. Tjamos, E.C., Beckman, C. Ed. Springer-Verlag, Berlin: 441-456.
- Tjamos E.C., 1993.** Prospect and strategy in controlling *Verticillium* wilt of olive. *Bull. OEPP/EPPO Bull.*, 23 : 505-512.
- Toyoda H., Hashimoto H., Utsumi R., Kobayashi H. and Ouchi S., 1988.** Detoxification of fusaric acid by a fusaric acid-resistant mutant of *Pseudomonas solanacearum* and its application to biological control of *Fusarium* wilt of tomato. *Phytopathology*, 78:1307-1311.
- Tzeng D.D., 1989.** Biological activity of mixtures of methionine and riboflavine against plant pathogenic fungi and bacteria and possible modes of action. *Mycologia*, 81: 404-412.
- Van Loon.L.C., 2007.** Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria. *Eur. J. Plant Patho.*, V. 199 : 243-254.
- Villeneuve F., Latour F. et Théry T., 2016.** Les maladies vasculaires de l'aubergine et du melon et techniques de protection envisageables pour rendre durables les résistances variétales. *Innovations Agronomiques*, V. 49: 327-342.
- Wainwright M., Ali T.A. and Killham K., 1994.** Anaerobic growth of fungal mycelium from soil particles onto nutrient-free silica gel. *Mycol. Res.*, 98: 761-762.
- Walker J., 1946.** Soil management and plant nutrition in relation to disease development. *Soil Sci.*, V. 61: 47-65.

- Xiao C. L., Subbarao K. V., Schulbach K. F. and Koike S.T., 1998.** Effects of crop rotation and irrigation on *Verticillium dahlia* microsclerotia in soil and wilt in cauliflower. *Phytopathology*, 88:1046-1055.
- Yadeta K.A. and Thomma B.P.H., 2013.** The xylem as battleground for plant hosts and vascular wilt pathogens. *Front. Plant Sci.* 4.
- Yankovitch L., 1951.** Résistance aux chlorures des plantes cultivées. *Ann. SBA T.*, V. 24:33-64.
- Zaim S., Belabid L., Bayaa B. and Bekkar A.A., 2016.** Biological Control of Chickpea Fusarium Wilts Using Rhizobacteria “PGPR”. In Choudhary D.K. and Varma A. (eds): *Microbial- mediated Induced Systemic Resistance in Plants*, Springer, Singapore :147-162.
- Zhang Y., Fernando W.G.D., de Kievit T., Berry C., Daayf F., Paulitz T.C., 2006.** Detection of antibiotic-related genes from bacterial biocontrol agents using polymerase chain reaction. *Can. J. Microbiol.*, 52:476–481.
- Zhdanova N.N., Zakharchenko V.A., Vember V.A., Nakonechnaya L.T., 2000.** Fungi from Chernobyl: mycobiota of the inner regions of the containment structures of the damaged nuclear reactor. *Mycol. Res.*, 104:1421-1426.

# ANNEXE

## ANNEXE 1

**Tableau 1** : Exemples de souches de *Fusarium oxysporum* et de leurs plantes hôtes. Armstrong et Armstrong 1981; MacHardy et Beckman 1981 ; Alves-Santos et al., 2002).

Espèces	Plantes hôtes	Genre
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>Lycopersici</i>	tomate	<i>Lycopersicon</i> spp
<i>F.oxysporum</i> f.sp. <i>cucumerinum</i>	Concombre	<i>Cucumis</i> spp.
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>pisi</i>	Pois	<i>Pisum</i> spp.
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>ciceri</i>	pois chiche	<i>Cicer arietinum</i>
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>melonis</i>	Melon	<i>Cucumis</i> spp.
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i>	Haricot	<i>Phaseolus</i> vulgaris
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i>	Banana	<i>Musa</i> spp.
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>coffea</i>	Café	<i>Coffea</i> spp.
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>asparagi</i>	Asperge	<i>Asparagus</i> spp.
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>albedinis</i>	palmier dattier	<i>Phoenix dactylifera</i>
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>	Radis	<i>Raphanus</i> spp.
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cepa</i>	Oignon	<i>Allium</i> spp.
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i>	Pastèque	<i>Citrullus</i> spp
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>batatas</i>	patate douce	<i>Ipomoea</i> batatas
<i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>conglutinans</i>	Chou	<i>Brassica</i> spp.
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>dianthi</i> .	Œillet	<i>Dianthus</i> spp
<i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>gladioli</i>	Glaïeul	<i>Gladiolus</i> spp.
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>chrysanthemi</i>	Chrysanthème	<i>Chrysanthemum</i> spp.
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>tulipae</i>	Tulipe	<i>Tulipa</i> spp.
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>vasinfectum</i>	Coton	<i>Gossypium</i> spp.
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>nicotianae</i>	Tabac	<i>Nicotiana</i> spp.
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i>	Luzerne	<i>Medicago</i> spp.

## ANNEXE 2

### Fiche d'enquête

1- Identifier l'espèce de la plante affectée : genre, espèce et cultivar (autant que possible).

Noter si d'autres types de plantes sont affectées.....

2- Observer les

symptômes : .....

.....

A. Quelles parties de la plante sont affectées.....

B. La maladie est systémique.....

.....

C. Essayer de déterminer quand les symptômes sont apparus la première fois.....

3- Déterminer les conditions environnementales avant et pendant le développement des symptômes :

A. Température (Jours & Nuit).....

B. Humidité (Air et Sol).....

.....

C. Vent, grêle, poussière, pollution...etc.

4- Déterminer les conditions de croissance :

A. Déterminer la nature du sol (sablonneuse, argileuse,... etc.).....

B. Déterminer l'exposition, ( le terrain est-il ombragé... ?).....

C. Quelles sont les autres plantes à proximité (même famille botanique, présence de brise vent...,).....

.....

D. Quel est l'historique d'irrigation ? Comment, combien de fois... ?.....

E. Quel est l'historique de la fertilisation ? Quel type, comment, combien de fois, etc.... ..

F. Quelle est l'historique d'un apport de produit pesticides ? Quel type, comment, combien de fois

.....

.....



## ANNEXE 3

### 1. Tableau parcellaire de la station expérimentale de l'ITCMI

Culture	Nom des serres	Référence de la serre
Tomate	Serre 39	A
Tomate	Serre 40	B
Poivron	Serre 41	C
Poivron	Serre 42	D
Aubergine	Serre 45	E
Aubergine	Serre 46	F

### 2. Tableau des variétés de la tomate dans la station l'ITCMI

Des variétés à croissances ou port déterminé	Des variétés à port indéterminé
<p>ce sont des variétés dont la croissance s'arrête après la formation d'un nombre limité de bouquets floraux, il n'y a que deux feuilles entre les inflorescences. Nous avons comme variété fixée : la variété AICHA. Tandis que les hybrides suivants sont les plus utilisés en Algérie : FAROUNA, JOKER, LUXOR, SUPER RED, TOMALAND, TOP 48, SUZANA, ZIGANAZERALDA. HOGHAR</p>	<p>Les variétés continuent de pousser en hauteur et produisent, en moyenne, un bouquet de fleurs toutes les 3 à 4 feuilles tant que les conditions climatiques sont favorables (Bollinger, 1970). Les <b>variétés fixées</b> les plus utilisées en Algérie telles que la <b>Marmande</b> et la <b>Saint Pierre</b>. Les <i>Hybrides</i>, les plus utilisés en Algérie sont : ACTANA, AGORA, BOND, NEDJMA, TAFNA, TAVIRA, TOUFAN, TYERNO et ZAHRA</p>



## ANNEXE 4

**Tableau Ensemble des travaux effectués à les régions d'étude**

<b>Travaux cultureux</b>		
<p>-Labour de 50 cm                      -Discage après repos et épandage de fumure                      -Enrichissement du sol avec de la fumure 1.15.15 un mois avant plantation, planage.                      -Emplacement du goutte à goutte -Prés irrigation 24h avant plantation</p>		
<p>-Le repiquage a été réalisé en se référant aux indications des espacements du dispositif élaboré.</p>		
<b>Irrigation</b>		
<p>par égouttement (système goutte à goutte), en opérant avec une basse pression d'eau de 0,1 à 0,2 atmosphère (1 à 2 mètres de colonne d'eau). Dans ce système d'irrigation, on a souvent procéder par association d'eau et des fertilisants en solution avec le dosage approprié. En fonction de la période ; 20 mm d'eau par semaine lorsque le temps est frais et environ 70 mm pendant les périodes sèches.</p>		
<b>Conduites culturales</b>		
La taïile	l'ébourgeonnage (la taille des gourmands) par pinçage avec les doigts ;	les bourgeons longs de 1 à 2 cm.
	l'écimage ou étêtage (des extrémités des tiges se fait par pinçage les doigts )	la hauteur propice d'environ 2,5 m
	L'effeuillage (opération d'éliminer les feuilles basales, souvent sénescentes ; les feuilles anciennes, jaunies ou malades des pieds de tomate et l'aubergine).	Tout au long de la croissance végétative (feuilles de plus de 30 jours).
	Le désherbage ; normalement par les herbicides et souvent le désherbage manuel, mais dans notre serre peu pratiqué	Tout au long de la croissance végétative
	Eclaircissage des fruits (les fruits malformés ou présentant des symptômes quelconques sont naturellement éliminés du bouquet	Tout au long de la période de fructification

## ANNEXE 4 (Suite)

(Suite Tableau)		
Le palissage (Système de palissage vertical)	consiste à enrouler verticalement des fils en matière plastique de grande longueur, autour de la tige principale, ce fil est suspendu au niveau d'un autre fil de fer horizontal. La grande longueur de fil enroulée (pouvant atteindre 10 m environ) est expliquée par la longueur totale atteinte par le plant en fin de cycle : 3 à 4 m verticalement.	à commencer environ deux semaines après le repiquage ; se pratique tout au long et concerne chaque entre-nœud
La récolte	Les récoltes ont été faites de façon progressive et concernent, à chaque récolte, les fruits en stade « tournant rouge » à l'intérieur de chaque bouquet	Première récolte en à mi-mai

## ANNEXE 5

### Index des Produits Phytosanitaires à Usage Agricole

Nom commercial	Matière Active	Concentration	Formulation	Déprédateurs	Cultures	Doses d'utilisation	D.A.R	N° d'homologation	
TOUTIA	OXYCHLORURE DE CU + ZINEBE	37,5% + 16%	wp	Mildiou	tomate	250-400 g/hl	?	R 05 43 177	Mouzaia
TRINOL	TRIADIMENOL	250 G/L	EC	Oïdium/rouille	Cultures légumières	100 ml/hl	7	06 44 101	Fouka et Mouzaia
TOPAZE	PENCONAZOLE	100 G/L	EC	Oïdium	Tomate /Piment /Poivron /	50 ml/hl	7	R 12 52 028	Fouka et Mouzaia
TRIMANGOL WG	MANEBE	75%	WG	Mildiou Carie/fusariose/ helminthosporiose	Céréales	2 kg/ql	?	R 05 43 178	Mouzaia
OVI PRON	HUILE DE PETROLE	97%	EO	Puceron/œufs d'acariens	Arboriculture fruitière	1 l/hl		R 06 44 265	Fouka
TRANSACT 18 EC	TRANSACT 18 EC ABAMECTINE	18 G/L	EC	Acariens	Arboriculture fruitière	30 ml/hl	?	R 12 52 030	Fouka
TRANSACT 18 EC	ABAMECTINE	18 G/L	EC	Acariens	Cultures légumières	75 ml/hl		R 12 52 030	Fouka
CORAGEN 20 SC	CHLORANTRANILIPROLE	200 G/L	SC	Mineuse (Tuta absoluta)	TOMATE	150 ml/Ha	3	11 51 015	INSECTICIDE
TROPICOTE	Azote + calcium	15% + 26,5%	Cristaux soluble	Fertilisant	cultures maraîchères/céréales	150-250 kg/Ha	?	05 43 149	Mouzaia ; Fouka
Golden field	OXYCHLORURE DE CUIVRE	85%	WP	Mildiou / alternaria	Tomate/ Pomme de terre	0,3-0,4 Kg/hl	7	08 46 089	Mouzaia
									mouzaia
VERTIMEC	ABAMECTINE	18 G/L		Mineuse/Acariens	Cultures maraîchères	0,5 L/Ha	03-juil	R 07 45 182	Itcni
COPRAL C	CYMOXANIL + SULFATE DE CU	1,6% + 20%	WP	Alternaria	Tomate	750 g/hl	7	R 05 43 172	FOUKA
CURZATE-R	CYMOXANIL+ OXYCHLORURE DE CUIVRE	4,2% + 39,7%	WP	Mildiou/Bactériose	Tomate /Concombre /CHEU FLEUR	250-300 g/hl	7	07 45 076	ITCIMI ET Fouka

## ANNEXE 6

### Référence d'échantillon

ANNEX E Références d'échantillon
lieu :.....
Date de prélèvement :.....
Nombre des plants malades de la serre :.....
Végétal :.....
Partie du végétal ou fragment :.....
Nombre des feuilles de plant :.....
Nombre des feuilles malades de plant :.....
symptômes et observation :.....
.....

## ANNEXE 7

### Milieux PDA (Rapilly 1968)

Pomme de terre	200 g
Glucose	20 g
Agar	20 g
Eau distillée q.s.p	1000 ml

Peler, laver, couper en tranches minces les pommes de terre. Cuire 15 à 20 minutes dans 200 ml d'eau distillée, filtré sur mousseline et presser. Ajouter le glucose au filtrat, compléter le volume à 1000 ml, ajouter l'agar, le dissoudre Autoclave 30 min à 120°C

## ANNEXE 8

### 1 : Tableau ANOVA HE

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	Signification
Inter-groupes	4178,942	4	1044,736	0,32
Intra-groupes	35113,86	41	856,436	
Total	39292,802	45		

pas de différence significative

## 2 : Tableau Comparaisons multiples,

### Test de Tukey de HE

(I) Traitement	Différence de moyennes (I-J)	Erreur standard	Signification	Intervalle de confiance à 95%		
				Borne inférieure	Borne supérieure	
Fouka_courgette	Fouka_tomate	-25,66750	25,34416	,848	-97,9711	46,6361
	Mouzaia_tomate	-41,88000	23,89471	,414	-110,0485	26,2885
	Mouzaia_aubergine	-17,45600	21,37208	,924	-78,4277	43,5157
	ITCMI_tomate	-28,61500	25,34416	,790	-100,9186	43,6886
Fouka_tomate	Fouka_courgette	25,66750	25,34416	,848	-46,6361	97,9711
	Mouzaia_tomate	-16,21250	18,89043	,910	-70,1044	37,6794
	Mouzaia_aubergine	8,21150	15,57744	,984	-36,2289	52,6519
	ITCMI_tomate	-2,94750	20,69342	1,000	-61,9831	56,0881
Mouzaia_tomate	Fouka_courgette	41,88000	23,89471	,414	-26,2885	110,0485
	Fouka_tomate	16,21250	18,89043	,910	-37,6794	70,1044
	Mouzaia_aubergine	24,42400	13,08767	,351	-12,9134	61,7614
	ITCMI_tomate	13,26500	18,89043	,955	-40,6269	67,1569
Mouzaia_aubergine	Fouka_courgette	17,45600	21,37208	,924	-43,5157	78,4277
	Fouka_tomate	-8,21150	15,57744	,984	-52,6519	36,2289
	Mouzaia_tomate	-24,42400	13,08767	,351	-61,7614	12,9134
	ITCMI_tomate	-11,15900	15,57744	,952	-55,5994	33,2814
ITCMI_tomate	Fouka_courgette	28,61500	25,34416	,790	-43,6886	100,9186
	Fouka_tomate	2,94750	20,69342	1,000	-56,0881	61,9831
	Mouzaia_tomate	-13,26500	18,89043	,955	-67,1569	40,6269
	Mouzaia_aubergine	11,15900	15,57744	,952	-33,2814	55,5994



### 3 : Tableau ANOVA DI

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	Signification
Table Inter-groupes	6259,388	2	3129,694	0,02
Intra-groupes	4528,314	9	503,146	p
Total	10787,702	11		

### 4 : Tableau PWP

Variable dépendante			Signification
Pourcentage de plantes malades	Fouka	Mouzaia	0,853
		ITCMI	0,738
	Mouzaia	Fouka	0,853
		ITCMI	0,945
	ITCMI	Fouka	0,738
		Mouzaia	0,945
Pourcentage de plantes flétries	Fouka	Mouzaia	0,517
		ITCMI	0,121
	Mouzaia	Fouka	0,517
		ITCMI	0,017
	ITCMI	Fouka	0,121
		Mouzaia	0,017

**5 : Tableau Comparaisons par paire PWP**

Variable dépendante				Sig. <sup>b</sup>
Pourcentage de plantes malades	Fouka	Verticillium sp.	Fusarium sp.	0,25
		Fusarium sp.	Verticillium sp.	0,25
	Mouzaia	Verticillium sp.	Fusarium sp.	0,59
		Fusarium sp.	Verticillium sp.	0,59
	ITCMI	Verticillium sp.	Fusarium sp.	0,03
		Fusarium sp.	Verticillium sp.	0,03
Pourcentage de plantes flétries	Fouka	Verticillium sp.	Fusarium sp.	0,19
		Fusarium sp.	Verticillium sp.	0,19
	Mouzaia	Verticillium sp.	Fusarium sp.	0,98
		Fusarium sp.	Verticillium sp.	0,98
	ITCMI	Verticillium sp.	Fusarium sp.	0,54
		Fusarium sp.	Verticillium sp.	0,54