

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
Université de Blida 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (SNV)
Département des Biotechnologies



Université Saad
Dahlab-Blida 1-

Laboratoire de
Biotechnologie des
Productions Végétales



MÉMOIRE DE MASTER
En sciences agronomiques
Spécialité : phytopharmacie et protection des végétaux

Thème

**IMPACT DE QUELQUES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX SUR
LA CROISSANCE ET LE DEVELOPPEMENT DE QUELQUES ISOLATS
DE *Verticillium* sp.**

Présenté par :

MOKHTARI Fatiha

Devant le jury composé de :

S. OULD RABAH	Maître de Conférences B	U.Blida 1	Président
I. DJEMAI	Maître de conférences B	U.Blida 1	Examinatrice
F. BOUCHENAK	Maître de conférences B	U.Blida 1	Promotrice
H. DEGAÏCHIA	Thésard	U.Blida 1	Co-promoteur

Année universitaire 2017/ 2018

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier avant tout Dieu tout puissant de nous avoir accordé la force, la patience, la santé et le courage pour accomplir ce travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements et notre profonde gratitude à notre promotrice Mme **Fatima BOUCHENAK** et à notre Co-promoteur Mr **Housseem DEGAICHIA** qui ont assurés le suivi scientifique de ce travail et qui m'ont guidés avec leurs expériences et leurs précieux conseils et suivi l'expérimentation et qui m'a facilité le travail au laboratoire ; je leur témoigne toute ma gratitude pour leur disponibilité, leur rigueur, leur encouragement et surtout leur patience leur confiance et leur gentillesse tout au long du travail.

Mes plus vifs remerciements vont aux membres du jury **Mr S. OULD RABAH** et **Mme I. DJEMAI**, qui m'ont fait l'honneur d'accepter de lire mon travail.

Nous tenons à remercier **Mme DJEMAI** l'ingénieure du laboratoire de zoologie pour ses aides, et sa générosités

Je remercie également toutes personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

DEDICACES

Du profond de mon cœur,

Je dédie ce travail :

A ma grand-mère la lumière de ma vie

A mes promoteurs *Mme Fatima BOUCHENAK et Mr Housseem DEGAICHIA.*

A ma mère et mon père Allah irahmo

A mes frères et ma sœur

A mes nièces (Ikram, Mohamed, MARAM)

A mes cousins (Abd El Malek, Aya, kanza)

A mes oncles et mes tentes et à toute la famille Mokhtari

A mes amis qui m'ont encouragé (Zahra, Houria, soumia, Rania, Ibtissem, Yassine, khawla, Abd el nour, Adel, Zainab, Amer,siham)

A tous mes camarades de la promotion 2018

A l'ensemble des enseignants qui nous ont encadrés Particulièrement *Mr AROUN* Allah irahmo

Fatiha MOKHTARI

IMPACT DE QUELQUES FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX SUR LA CROISSANCE ET LE DEVELOPPEMENT DE QUELQUES ISOLATS DE *VERTICILLIUM SP*

RÉSUMÉ

La flétrissure verticillienne causée par *Verticillium dahliae* ou *V. albo-atrum*, est une maladie tellurique importante sur de nombreuses cultures, partout dans le monde et en Algérie.

La variation morphologique et culturale de 06 isolats de *Verticillium sp* prélevés sur différentes plantes hôtes en provenance des localités d'Algérie à vocation maraichère a été étudiée sous l'influence des facteurs environnementaux (Température, lumière, pH, salinité).

En se basant sur les caractéristiques morphologiques, les six isolats lorsqu'ils sont cultivés sur milieu PDA, à pH6, 8 et une température de 25°C une énorme variation morphologique a été notée au sein de l'espèce *Verticillium sp*. Trois morphotypes ont été reconnus au sein de cette espèce en se basant sur la couleur et la texture des colonies.

La détermination *in vitro* de l'influence du pH du milieu, la température d'incubation, l'exposition à la lumière et la concentration en NaCl souligne une variabilité morphologique (couleur et texture) entre les 06 isolats étudiés.

Quant à la croissance diamétrale mycélienne, le nombre de micro-conidies produites (sporulation) et le nombre de micro-conidies viables (germination) ; l'analyse multivariée de la variance (MANOVA) au seuil de 5% fait ressortir de manière générale deux à trois sous-ensembles homogènes où on trouve fréquemment l'isolat VB9 dans le même groupe.

Ainsi il en résulte qu'un pH acide (4,9) est favorable pour le développement de *Verticillium sp* avec une température moyenne de 25°C en obscurité totale. Le stress osmotique causé par le NaCl indique qu'à des doses allant de 20g à 40 g.L⁻¹, il y a une inhibition significative de la croissance et des organes de reproduction chez l'ensemble des isolats sauf l'isolat VB9 est le seul stimulé tant par rapport à sa croissance que par la sporulation et la germination des micro-conidies. La corrélation de Pearson au seuil 1% révèle l'existence d'une relation proportionnelle entre la croissance diamétrale mycélienne, la sporulation et la germination.

Mots clés : *Verticillium sp*, isolats, facteurs abiotiques, croissance,

IMPACT OF SOME ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF SOME ISOLATES OF VERTICILLIUM SP

ABSTRACT

Verticillium wilt caused by *Verticillium dahliae* or *V. albo-atrum* is an important telluric disease of many crops around the world and in Algeria.

The morphological and cultural variation of 06 isolates of *Verticillium* sp taken from different host plants from Algeria's market gardening sites was studied under the influence of various environmental factors (temperature, light, pH, salinity).

Based on morphological characteristics, the six isolates when grown on PDA medium at pH 6.8 and a temperature of 25 ° C showed enormous morphological variation in *Verticillium* sp. Three morphotypes have been recognized within this species based on colony color and texture.

The in vitro determination of the influence of the pH of the medium, the incubation temperature, the exposure to light and the NaCl concentration underline a morphological variability in the 06 isolates studied.

As for mycelial diametric growth, the number of micro-conidia produced (sporulation) and the number of viable micro-conidia (germination); the multivariate analysis of the variance (MANOVA) at the 5% threshold generally shows two to three homogeneous subsets where the VB9 isolate is frequently found in the same group.

Thus it follows that an acid pH (4, 9) is favorable for the development of *Verticillium* sp with an average temperature of 25 ° C in total darkness. The osmotic stress caused by NaCl indicates that at doses ranging from 20g to 40 gL⁻¹ there is inhibition of growth and reproductive organs in all isolates except the isolate VB9 is the only one stimulated both in terms of growth and sporulation and germination of micro-conidia. The Pearson correlation at the 1% threshold reveals the existence of a proportional relationship between mycelial diametric growth, sporulation and germination.

Key words: abiotic factors, isolates, growth, *Verticillium* sp,

ملخص

إن ذبول *Verticillium* الذي يسببه *Verticillium dahliae* أو *V. Albo-atrum* ، هو مرض تيلوري مهم لكثير من المحاصيل في جميع أنحاء العالم وفي الجزائر. تمت دراسة التباين المورفولوجي والثقافي لـ 6 سل من *Verticillium sp* المأخوذة من نباتات مستضيفة مختلفة من مواقع البستنة في السوق الجزائرية تحت تأثير العوامل البيئية المختلفة (درجة الحرارة ، الضوء ، الرقم الهيدروجيني ، الملوحة). واستناداً إلى الخصائص المورفولوجيا ، أظهرت العازلات الست عندما نمت على وسط PDA عند درجة حموضة 6.8 درجة حرارة 25 درجة مئوية تبايناً مورفولوجياً هائلاً في *Verticillium sp*. وقد تم التعرف على ثلاثة أنواع موروثيه ضمن هذه الأنواع على أساس لون مستعمرة ونسيجها. إن التحديد المختبري لتأثير الأس الهيدروجيني للوسط ، ودرجة حرارة الحضانة ، والتعرض للضوء وتركيز كلوريد الصوديوم يؤكد على التباين المورفولوجي 6 المعزولة المدروسة. أما بالنسبة للنمو الأسطواني 1 ، فقد تم إنتاج عدد قليل من *conidia* الصغرى (sporulation) وعدد من *conidia* الصغرى (الإنبات) ؛ يظهر التحليل متعدد المتغيرات للتباين (MANOVA) عند عتبة 5% بشكل عام من 2 إلى 3 مجموعات فرعية متجانسة حيث توجد عادة عزل VB9 في نفس المجموعة. ومن ثم ، فإن الرقم (4,8) الحمضي مناسب لتطور *Verticillium sp* مع متوسط درجة حرارة 25 درجة مئوية في الظلام الدامس. يشير الضغط التناضحي الناجم عن كلوريد الصوديوم إلى أن الجرعات التي تتراوح بين 20 جراماً إلى 40 غل -1 هناك تثبط النمو والأعضاء التناسلية في جميع العزلات باستثناء أن العزلة VB9 هي الوحيدة المحفزة سواء من حيث النمو و sporulation وإنبات *conidia* الصغرى. ويكشف ارتباط بيرسون عند عتبة 1% وجود علاقة تناسبية بين النمو الأسطوري للنمو والارتعاش والإنبات.

الكلمات المفتاحية: *Verticillium sp* ، العزلات ، العوامل اللاأحيائية ، النمو ،

SOMMAIRE

INTRODUCTION	01
CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	
I.1 . <i>VERTICILLIUM SP.</i> : L'AGENT CAUSAL DE LA VERTICILLIOSE	03
I.2-TAXONOMIE	
I.3-CYCLE INFECTIEUX DE L'AGENT PATHOGENE	06
I.4 FACTEURS DE DEVELOPPEMENT	08
I.5 MECANISMES DE TRANSMISSION ET DISPERSION	09
I.6- SPECTRE D'HOTES	09
1.7-SYMPTOMES DE LA MALADIE	10
1.7. 1.SYMPTOMES OBSERVES SUR CULTURES MARAICHÈRES	10
1.7.2 LES SYMPTOMES OBSERVES SUR OLIVIER	11
I.8. IMPORTANCE ECONOMIQUE DE LA VERTICILLIOSE DANS LE MONDE ET EN ALGERIE	12
I.9. LES MOYENS DE LUTTE	14
I.9.1.LES MOYENS DE LUTTE CULTURALE	14
I.9.2. LES MOYENS DE LUTTE PHYSIQUE :	15
I.9.3. LA LUTTE CHIMIQUE :	15
I.9.4. LA LUTTE BIOLOGIQUE	16
I.10 INFLUENCE DES FACTEURS ABIOTIQUES SUR LA CROISSANCE, LA SPORULATION ET LA PATHOGENICITE DES AGENTS PATHOGENES TELLURIQUES	17
I.10.1-INFLUENCE DE pH	17
I.10.2. INFLUENCE DE LA TEMPERATURE	18
I.10.3. INFLUENCE DE LA LUMIERE	18
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	
II.1 OBJECTIF DE L'EXPERIMENTATION	19
II.2 MATERIEL FONGIQUE	19
II.3 Caractérisations morphologiques et étude de quelques facteurs physiologiques sur la croissance, la sporulation et la germination des conidies des différents isolats de <i>Verticillium sp</i>	20
II.3. 1. Influence de la température	20
II.3.2.Influence du pH	21
II.3. 3.Influence de la lumière	21
II.3. 4 .Influence de NaCl	22
II.3. 5. Paramètres étudiés	22
II.3. 5.1.Observations et caractérisations morphologiques des isolats sous l'action des différents facteurs abiotiques.	22
A. Identification macroscopique	23
II.3. 5.2.-Détermination de la croissance diamétrale mycélienne :	24
II.3. 5.2.-Détermination du nombre de conidies produites (sporulation)	24
II.3. 5.3.Détermination du nombre de conidies viables (germination)	25
II.3.6.Analyse statistique des données (ANNEXE 3)	25
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	
III.1 Caractérisations morphologiques et étude de quelques facteurs physiologiques sur la croissance, la sporulation et la germination des conidies des différents isolats de <i>Verticillium sp</i>	26

III.1.1. Influence de la température	26
III.1.1.1 Caractérisation morphologique	26
A-Identification macroscopique (caractères culturaux)	27
B. Identification microscopique	30
III.1.1.2-Détermination de la croissance diamétrale mycélienne en fonction de la température d'incubation	31
III.1.1.3.Effet de la température d'incubation sur la sporulation (nombres de conidies produites) de <i>Verticillium sp</i>	32
III.1.1.4.Effet de la température d'incubation sur la germination des conidies de <i>Verticillium sp</i>	34
III.1.2. Influence du pH	35
III.1.2.1 Caractérisation morphologique	36
III.1.2.2 .Détermination de la croissance diamétrale mycélienne en fonction du pH du milieu	39
III.1.2.3. Effet du pH du milieu su la sporulation de <i>Verticillium sp</i>	41
III.1.2.4 Effet du pH du milieu su la germination des conidies de <i>Verticillium sp</i>	43
III.1.3. Influence de la lumière	45
III.1.3.1 Caractérisation morphologique	45
III.1.3.2. Détermination de la croissance diamétrale mycélienne en fonction de l'exposition à la lumière	47
III.1.3.3. Effet de l'exposition à la lumière sur la sporulation de <i>Verticillium sp</i>	48
III.1.3.4.Effet de l'exposition à la lumière sur la germination des conidies de <i>Verticillium sp</i>	50
III.1.4. Influence de NaCl	51
III.1.4.1 Caractérisation morphologique	51
III.1.4.2 Détermination de la croissance diamétrale mycélienne en fonction de la concentration en sel du milieu	57
III.1.4.2 Effet du NaCl sur la sporulation et la germination de <i>Verticillium sp</i>	58
III.2.Discussion finale	61
III.2.1. Effet de la température sur la croissance mycélienne et le nombre de conidies produites et viables	61
III.2.2. Effet du pH sur la croissance mycélienne et le nombre de conidies produites et viables	63
III.2.3. Effet de la lumière continue et de l'obscurité sur la croissance mycélienne et le nombre de conidies produites et viables	64
III.2.4..Effet du NaCl sur la croissance mycélienne et le nombre de conidies produites et viables	64
conclusion	66
Références bibliographiques	67
Annexes	74

LISTE DES FIGURES

Fig. I.1 : Morphologie des conidiphores (a), phalides (b), et conidies (c) de <i>V. dahliae</i> (A), <i>V. albo-atrum</i> (B), <i>V. tricorpus</i> (C) et <i>V. nigrescens</i> (D) après 21 jours d'incubation sur le milieu PDA à 20°C (×400). (Jabnoun-khiareddine, H., et al 2010)	05
Fig. I.2 : Détail au microscope photonique des microsclérotés formés par <i>Verticillium dahliae</i> (D. Blancard, 2015)	06
Figure I.3: Cycle de développement du <i>V. dahliae</i> . (Berlanger et Powelson, 2000).	07
*Figure : I. 4A-Brunissement des feuilles	10
*Figure : I. 4B- symptômes sur racines et tiges des plantes atteintes par le <i>Verticillium dahlia</i> Kleb, brunissement des racines et tiges (Blancard 2013)	10
Figure I.5: les symptômes d'olivier. (Levin ; 2003)	12
Figure I. 5a : Dessèchement et flétrissement des branches principales et secondaires	12
Figure I.5b : Dessèchement des branches	12
Figure I. 5c : coloration brun foncé des tissus vasculaires	12
Figure II 1: Aspect macroscopique (a) et microscopique (X400) du <i>Verticillium sp</i> (b) : conidiophore et conidies ; (c): microsclérotés) (Degaichia, communication personnelle)	20
Figure II 2 : Ensemencement des six isolats de <i>Verticillium sp</i> en conditions stériles	21
Figure II 3 : Incubation des boîtes de Pétri à l'obscurité continue	22
Figure II 4: Mesures de la croissance mycélienne	24
Figure III.1 : Aspect microscopique (GX400) de l'isolat VB3 <i>Verticillium sp</i> (a) phialides et conidiophore, (b) conidies ; c) microsclérotés	30
Figure III.2: Effet de la température d'incubation sur la croissance diamétrale mycélienne du <i>Verticillium sp</i> (cm ²)	31
Figure III.3: Effet de la température d'incubation sur la sporulation du <i>Verticillium sp</i> (UFC/cm ²)	33
Figure III.4 : Effet de la température d'incubation sur la germination des conidies du <i>Verticillium sp</i> (UFC/ml)	34
Figure III.5 : Effet du pH du milieu sur la croissance diamétrale mycélienne du <i>Verticillium sp</i> (cm ²)	39
Figure III.7 : Effet du pH du milieu sur la germination des conidies du <i>Verticillium sp</i> (cm ²)	43
Figure III.8: Effet de l'exposition à la lumière sur la croissance diamétrale mycélienne du <i>Verticillium sp</i> (cm ²)	47
Figure III.9: Effet de l'exposition à la lumière sur la sporulation du <i>Verticillium sp</i> (UFC/cm ²)	49
Figure III.10 : Effet de l'exposition à la lumière sur la germination des conidies du <i>Verticillium sp</i> (UFC/ml)	50
Figure III.11 : Effet du NaCl sur la croissance diamétrale mycélienne du <i>Verticillium sp</i> (cm ²)	57
Figure III.12 : Effet du NaCl sur la sporulation du <i>Verticillium sp</i> (UFC/cm ²)	59
Figure 3.12 : Effet du NaCl sur la germination des conidies du <i>Verticillium sp</i> UFC/ml)	59

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : pertes économiques causées par la verticilliose	13
Tableau II 1 : Liste des isolats de <i>Verticillium sp</i> issus de différentes plantes hôtes, et différentes localités utilisés dans cette étude	19
Tableau III.1 : Aspects cultureux des six isolats de <i>Verticillium sp</i> cultivés sur milieu PDA aux 3 températures d'incubation	26
Tableau III.2 : Caractérisation morphologique des six isolats de <i>Verticillium sp</i> au 3 pH d'incubation	35
Tableau III.4Caractérisation morphologique des six isolats de <i>Verticillium sp</i> sous l'influence de Nacl	45
Tableau III.3 Caractérisation morphologique des six isolats de <i>Verticillium sp</i> sous l'influence de la lumière d'incubation	52

Liste des abréviations

PDA=Potato-Dextrose-Agar

Mm=millimètres

C= Celsius

PH= potentiel hydrogène

SPSS®= statistical package for the social science

NaCl= chlorure du Sodium

HCl=acide chloridrique

NaOH=hydroxyde de sodium

CM= croissance mycélienne

NCP=nombre de conidies produites

NCV= nombre de conidies viables

UFC= unités formatrices de colonies

INTRODUCTION

La verticilliose, causée par *Verticillium dahliae* Kleb. et *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold est l'une des maladies vasculaires les plus importantes rapportée sur des plantes appartenant à 45 familles botaniques (**Harrington et Dobinson 2000**). Ces deux espèces sont d'une importance économique majeure (**McCain et al., 1981**) et sont distribuées dans le monde entier (**Pegg, 1984**) et au Maghreb (**Jabnoun-Khierredine, 2010**)

Verticillium est un champignon tellurique qui se conserve dans le sol sous forme de microsclérotés. Ces formes de résistance peuvent rester à l'état dormant pendant plusieurs années en l'absence de toute culture sensible. En présence de la plante hôte, les microsclérotés peuvent germer et attaquer les plantes par les racines. Le champignon prolifère à l'intérieur des vaisseaux du xylème et provoque par la suite des altérations foliaires et le flétrissement de la plante. Ce champignon vasculaire est ainsi soumis aux variations physico-chimiques du sol avant l'infection et à la variation de la composition chimique de la sève qui en découle une fois installé dans les vaisseaux du xylème. Plusieurs travaux ont rapporté que ces facteurs abiotiques affectent la croissance et la conservation de *Verticillium dahliae* et de *Fusarium oxysporum* sp *lycopersici*, principaux agents des trachéomycoses (**Besri, 1977 ; Ioannou et al. 1977 ; Besri, 1981**).

La Verticilliose est considérée comme un sérieux problème en Algérie, en Tunisie et au Maroc pour les cultures maraichères et surtout pour l'olivier car les dégâts occasionnés sont énormes (**Belhassen 2000, 2004, Sedra et al. 2002, Jabnoun-Kheireddine, 2007, 2010**).

Le développement des champignons phytopathogènes du sol dépend du comportement de la population des plantes hôtes et des caractéristiques de l'environnement. Les fluctuations de l'une ou l'autre de ces caractéristiques peuvent agir sur le développement et les activités biologiques de ces agents pathogènes, leur agressivité et pathogénicité ainsi que sur la relation hôte-parasite. (**Derakhsan et al., 2008, Jabnoun-Kheireddine 2010**)

Plusieurs travaux de recherches ont montré que les symptômes et la sévérité de la maladie de la flétrissure verticillienne sont variables selon les conditions du milieu, les plantes hôtes leur origine géographique et le pouvoir pathogène (agressivité et pathogénicité) des isolats

des différentes Espèces de *Verticillium* notamment le *Verticillium dahlia* Kleb et *Verticillium albo atrum* Reinke et Berthold (1879 les plus abondants sur cultures maraichères et oliviers. **Besri, (1990), Besri & Afailal, (1993), Jabnoun-Kheireddine ,2010)**

La variabilité des caractères morphologiques et physiologiques des isolats de *Verticillium sp* peut changer en fonction de la nature du milieu, de son pH, de l'aération, de la température et de la lumière. Ainsi, le diamètre des filaments, la couleur et l'aspect du mycélium et des conidiophore d'une souche donnée de *Verticillium*, de même que le nombre de verticilles par conidiophore et de ramifications par verticille sont modifiés par les facteurs abiotiques

Aussi il nous a paru intéressant d'étudier dans un premier temps la caractérisation morphologique et culturale des différents isolats de *Verticillium sp* en fonction des variations des différents facteurs du milieu à savoir la température, le pH, la lumière et le NaCl

Le rôle important que jouent les organes de reproduction (conidies) et organes de conservation les microsclérotés dans la pathogénicité ; nous a conduit à déterminer l'influence des conditions externes sur leur formation.

Pour cela dans un deuxième temps nous avons étudié l'influence de ces facteurs externes sur les stades de développement de ces différents isolats à savoir:

- la croissance diamétrale mycélienne
- la formation des organes de reproduction (sporulation et germination des conidies).

Les résultats préliminaires obtenus pourront servir aux travaux futurs destinés à évaluer le pouvoir pathogène de ces différents isolats en fonction de la plante hôte (sensible ou résistante) et de son origine géographique.

Et ainsi à élaborer une stratégie de lutte contre le développement de cette espèce sur différentes plantes hôtes

I.1 .VERTICILLIUM SP. : L'AGENT CAUSAL DE LA VERTICILLIOSE

La *Verticilliose* est une trachéomycose provoquée par les espèces du genre *Verticillium* affectant des plantes annuelles et vivaces, des arbres fruitiers et ornementaux ainsi que des arbustes dans les régions tempérées, subtropicales voire tropicales (**Pegg et Brady, 2002 ; Fradin et Thomma, 2006 ; Klosterman et al. 2009**)

Cette maladie est causée par un champignon tellurique du genre *Verticillium* attaquant plusieurs cultures à intérêt agricole tel que la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.), les Cucurbitaceae, le fraisier (*Fragaria grandiflora* Ehrh.), la menthe (*Mentha piperita* L.), le tournesol (*Helianthus annuus* L.), l'aubergine (*Solanum melongena* L.), le colza (*Brassica napus*) le coton (*Gossypium spp.*), et l'olivier (*Olea europaea* L.) (**Pegg et Brady, 2002**). Ce champignon comporte deux espèces *Verticillium dahliae* et *Verticillium albo-atrum* Reinke et **Berthold(1879)** qui sont très répandues dans le sol (**Blancard, 1988**).

I.2-TAXONOMIE

Le genre *Verticillium* a été classé en fonction de ses caractéristiques morphologiques distinctives et ses conidiophore verticillées. Plus de 50 espèces ont été classées en fonction des caractéristiques telles que le type et la taille des spores ainsi que le type d'hôte (**Bidochka et al. 1999**), ceux-ci comprennent *Verticillium sp*, qui parasitent les insectes, les nématodes, les champignons et autres, en particulier les plantes dicotylédones (**Otero et al. , 2004**).

Le genre a été mis en évidence pour la première fois en 1816 par **Nées vonEsenbeck** .Basé sur la morphologie de ses conidiospores. (**Heffer, 1995**) L'espèce pathogène *dahliae*, a été décrite en **1913** par **Klebahn.H** après avoir été isolée d'une Dahlia (*Dahlia sp.*) La classification de ce champignon est établie par **Agrios(1988)** puis **Botton et al.1.1990** est la suivante :

Division : **Amastigomycota**

Groupe : **Deutéromycètes**

Classe : **Hyphomycètes**

Ordre : **Hyphales ou moniliales**

Famille : **Moniliaceae**

Genre : ***Verticillium***

Espèce : ***dahliae*** (Kleb.) 1913

Du point de vue morphologique, le champignon porte des conidiophore disposés en verticilles autour de l'axe principal de l'hyphe (figure I.1). Une phialide se trouve à l'extrémité de chacune de ces branches et les conidies sont formées une par une à l'extrémité de la phialide. Les conidies peuvent s'agglomérer à l'extrémité des phialides. (Figure I. 1). Par ailleurs, *V. dahliae* produit sous certaines conditions des microsclérotos. Cette particularité permet de le distinguer de *Verticillium albo-atrum*, un autre pathogène causant des symptômes similaires sur les plantes (**Pegg et Brady, 2002**).

Les microsclérotos sont des structures de survie formées par l'agglomération d'hyphes contigus dont les parois sont épaissies et mélanisées. Les agglomérats formés ont l'aspect de petites boules noires (entre 20 et 200 µm) de diamètre) (figure I.2) pouvant être séparées des hyphes. Leur germination peut être induite artificiellement sur certains milieux sélectifs. Leur persistance dans le sol varie de 4 à 15 ans (**Hawke et Lazarovits, 1994; Pegg et Brady, 2002**).

Les champignons du genre *Verticillium* sont connus par leur grande facilité de variations. Ces variations touchent aussi bien la morphologie des thalles que le pouvoir pathogène (**Boisson et Lahlou, 1980 ; 1982; Lahlou et Boisson, (1981).**

Le genre *Verticillium* contient dix espèces phytopathogènes vasculaires des dicotylédones avec des conidiophore verticillés qui produisent des structures de dormance de couleur brune : *V. dahliae*, *V. albo-atrum*, *V. alfalfae*, *V. longisporum*, *V. nonalfalfae*, *V. tricorpus*, *V. zaregamsianum*, *V. nubilum*, *V. isaacii* et *V. klebahnii*. Les structures de dormance ont une importance au niveau taxonomique. Ainsi, *V. albo-atrum* forme des amas de mycélium avec des pigments bruns (Dark Resting Mycelium, DRM), *V. nubilum* produit des chlamydozoospores, *V. dahliae* et *V. longisporum* produisent des microsclérotés (figure 1.2), et *V. tricorpus* produit les trois types de structure de dormance (**Isaac, 1953 ; Karapapa et al. 1997).**

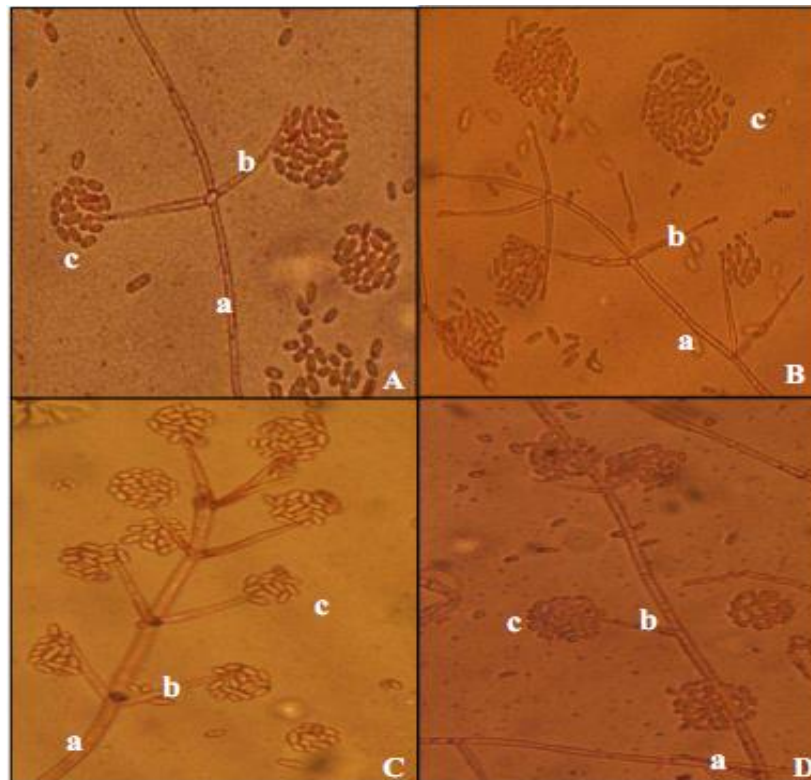


Fig. 1.1 : Morphologie des conidiophores (a), phalides (b), et conidies (c) de *V. dahliae* (A), *V. albo-atrum* (B), *V. tricorpus* (C) et *V. nigrescens* (D) après 21 jours d'incubation sur le milieu PDA à 20°C (x400). (Jabnoun-khiareddine, H., et al 2010)



Fig. I.2 : Détail au microscope photonique des microsclérotés formés par *Verticillium dahliae* (D. Blancard, 2015)

I.3-CYCLE INFECTIEUX DE L'AGENT PATHOGENE

Le cycle biologique du *V. dahliae* se déroule en deux phases (**Hiemstra et Harris, 1998**), une phase saprophytique comprenant une période d'activité, et une phase parasitaire qui se déroule dans la plante hôte.

-Pendant la phase saprophytique, le champignon pérennise sous sa forme de micro sclérote plus de 14ans dans le sol au dépens des débris végétaux et matériaux organiques (**Wilhelm,1955,Triki et al.,2006**).C'est ainsi qu'il se dissémine par le mouvement des sols infectés, des débris végétaux infectés ,de l'eau d'irrigation ,l'équipement agricole, le vent, les insectes telluriques, prédateurs, pollinisateurs (**Klosterman et al.,2009 ;Chawla et al.,2012**).Il résiste bien au froid qu' à la chaleur et supporte des écarts thermiques allant de 30 °C à 55 °C (**Schnathorst et Mathre,1966**).Le saprophyte s'active et redevient agressif au rétablissement de bonnes conditions de température et d'humidité du sol.

-La phase parasitaire du champignon (figure I.3) se débute par la germination de micro sclérote en réponse aux exsudats racinaires de la plante hôte. Il en résulte une émission des hyphes qui colonisent le cortex des racines ,s'y introduit par l'extrémité ou par les cellules épidermiques(**Garber,1966**) et puis gagne via la sève les vaisseaux du xylème ;infection primaire(**Fradin et Thomma,2006 ; Vallad et Subbarao, 2008**).Le parasite se reproduit asexuellement dans les vaisseaux à l'intérieur desquels il progresse ,grâce au transport de conidies par le flux de la sève ascendante aux pièces aériennes de la plante (**Vallad et Subbarao,2008**) où elles constituent des foyers secondaires d'infection(figure 3). La poursuite ainsi de l'infection du système vasculaire et les toxines émises par le parasite

font que la plante produise des dépôts gommeux qui obstruent les vaisseaux conducteurs y entravant ainsi le transport d'eau (Klosterman et al. 2009) et donc des symptômes de flétrissement se déclenchent sur les parties aériennes atteintes (figure I.3) (Tombesi et al. 2007 ; Laoune et al. 2011).

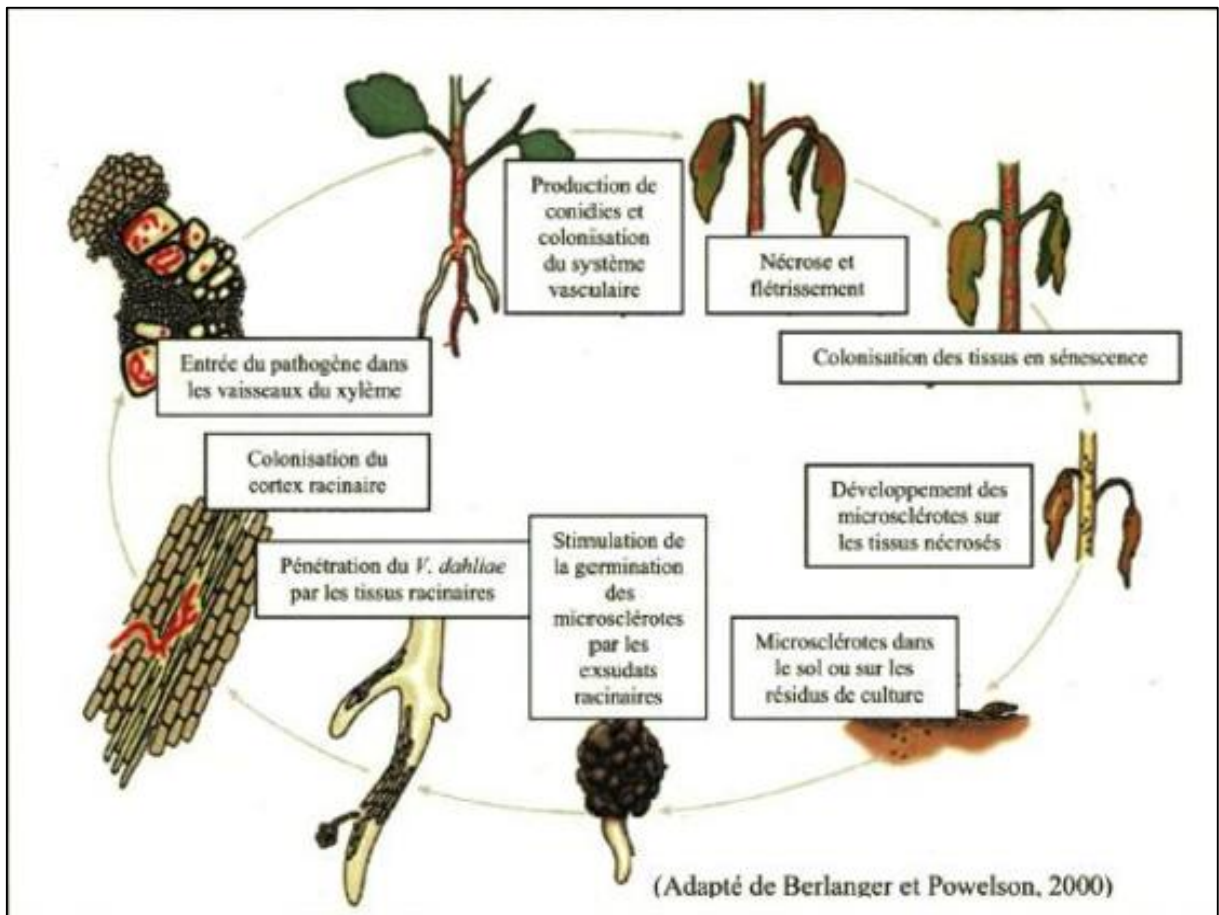


Figure I.3: Cycle de développement du *V. dahliae*. (Berlangier et Powelson, 2000).

Les microsclérotés, qui survivent dans le sol plusieurs années, germent une fois stimulés par les exsudats racinaires

*Le champignon peut éventuellement pénétrer à l'intérieur des tissus racinaires par une blessure ou par une région d'élongation cellulaire, coloniser le cortex et atteindre les vaisseaux xylème.

*La formation de conidies et leur transport dans le système vasculaire entraîne une réaction de défense de la plante impliquant la production de composés qui bloquent le transport de l'eau dans le xylème. **(Berlanger et Powelson, 2000)**

*Le blocage des vaisseaux par les composés de défense de la plante et le matériel fongique mènent au flétrissement des plants **(Berlanger et Powelson, 2000)** une fois les plants meurent et tombent, le *Verticillium* retourne à la terre **(Gilman, 2005)** par la libération des microsclérotés après la décomposition de la matière végétale dans le sol **(Gomez, 2001)**

I.4 FACTEURS DE DEVELOPPEMENT

La croissance et la fructification du *Verticillium* sur les racines sont étroitement liées aux conditions de température et d'humidité **(Jouan et al, 1974)**. Sa croissance in vitro dépend du pH qui doit être acide et de la composition du milieu de culture **(Singh, 1973)**. Lorsque les microsclérotés entrent en contact avec les racines d'une plante hôte et lorsque les conditions sont favorables (température avoisinant 20°C et sol humide), il germe et produit le mycélium qui se propage dans la plante. *Verticillium dahliae* produit ensuite de nouveaux microsclérotés dans les parties contaminées de la plante. Lorsque celle-ci meurt et se décompose, ces nouveaux microsclérotés sont relâchés dans le sol.

Autres facteurs possibles de contamination : les excréments d'animaux ayant consommé des plantes malades, la diffusion des semences de plantes malades, la présence de « mauvaises herbes » hôtes (chénopodes, plantains, amarantes, séneçons), les nématodes et pucerons (vecteurs) **Isabelle C., 2016.)**

Le *Verticillium* se développe sur un sol humide, irrigation, humidité régulière, température douce 20-30 °C **(INRA 2013)**.

I.5 MECANISMES DE TRANSMISSION ET DISPERSION

Les pathogènes du sol ne se disséminent pas facilement sur de longues distances. L'introduction dans un champ dépend donc beaucoup des pratiques culturales. En effet, le transport de terre, de plantes avec un sol d'accompagnement (bulbes et tubercules), de graines, de débris végétaux, de greffons, de plantes de pépinières ou de toute autre matériel végétal contaminé est le mode de dissémination le plus courant vers de nouvelles zones de cultures. La dissémination peut aussi se faire par le vent et l'eau d'irrigation (**Pegg and Brady, 2002**).

Le plus rapide des moyens de transmission de *Verticillium* reste le contact racinaire. Toutefois les outils contaminés jouent aussi un rôle important dans la contamination de plantes saines comme dans le cas de la luzerne qui est fauchée plusieurs fois lors d'un cycle de culture (**Acharya and Huang, 2003**). C'est pourquoi des restrictions sur les déplacements de matériel de plantation, de sol et de machines sont mises en place afin d'éviter la dissémination.

I.6- SPECTRE D'HOTES

Le dahlia fut la première plante hôte attaquée par *Verticillium dahlia* (**Isaac, 1976**). ce parasite est extrêmement polyphagie puisqu'il peut attaquer plus de 400 espèces de plantes appartenant à des genres et familles différentes dont beaucoup ont un intérêt agricoles et économique (**Martin-Lapierre, 2011**) comme des arbres fruitiers (l'olivier, l'amandier, l'abricotier (**Tjamos 1989**), des plantes herbacées aussi bien maraichères (pommes de terres, poivron, tomates, aubergines) qu'ornementales (Chrysanthèmes, rosier et lychnis) (**Fradin et Thomma 2006, Wang et al., 2012**), des légumes (chou-fleur, artichaut) (**jamos., 2000**).

L'obstruction des vaisseaux provoque des flétrissements rapides. Chez les légumes, deux familles de champignons sont en cause : les fusarioses et la Verticilliose. Pour cette dernière, le coupable est *Verticillium dahlia*, qui s'en prend surtout aux solanacées : tomates, aubergines et parfois poivrons. La Verticilliose peut aussi s'attaquer aux artichauts et aux melons. (**Anonyme 2008**)

1.7-SYMPTOMES DE LA MALADIE**1.7. 1.SYMPTOMES OBSERVES SUR CULTURES MARAICHERES**

Les attaques de Verticilliose sur tomate se traduisent par le flétrissement des plantes au moment les plus chauds de la journée. Les folioles ne tardent pas à présenter un jaunissement internervaire du limbe, qui prend la forme d'un « V ». Progressivement, les tissus foliaires se nécrosent et se dessèchent dans la partie centrale des décolorations. Au fur et à mesure de la progression de la maladie, plusieurs folioles et feuilles montrent des symptômes comparables. Une coupe longitudinale dans la tige permet de constater que les vaisseaux sont plus ou moins bruns, les brunissements vasculaires sont observés (figure I. 4B) (Blancard, 2013).

**Figure : 4A****Figure : 4B**

*Figure : I. 4A-Brunissement des feuilles

*Figure : I. 4B- symptômes sur racines et tiges des plantes atteintes par le *Verticillium dahlia* Kleb, brunissement des racines et tiges (Blancard 2013).

1.7.2 LES SYMPTOMES OBSERVÉS SUR OLIVIER

Le *V. dahliae* affecte en premier temps les racines de jeune plantes, colonise les cellules du xylème et du phloème, puis les tiges ainsi que les feuilles par le flux de la sève cela avec des perturbations circulatoires qui se traduisent par deux symptômes (**Jabnoun-Khiareddine et al., 2007**)

***Le dépérissement rapide** : ce syndrome se caractérise par un dessèchement rapide, impliquant un flétrissement sévère des branches principales et secondaires, qui se produit principalement de la fin de l'hiver au début du printemps. Les premières feuilles deviennent chlorotiques, puis tournent à un brun clair, et subissent dans certains cas des enroulements vers l'intérieur, tout en restant attachées aux branches. Ce dépérissement arrivera à toucher à la fin les branches et les rameaux. Chez les jeunes arbres (âges de 5 à 15 ans), il est très fréquent de constater la mort de l'arbre entier lorsque l'apoplexie atteint les jeunes plants. Toutefois la défoliation partielle de l'arbre peut se produire avant la mort de celui-ci. Dans d'autres cas, chez les arbres jeunes ou adultes, les feuilles séchées peuvent rester attachées aux pousses et aux branches (**Lopez-Escudero et Blanco Lopez, 2001 ; Bellahcen, 2004**)

***Le dépérissement lent** se caractérise par une nécrose des inflorescences, les fleurs se momifient et restent attachées à la tige. Les feuilles sur les pousses affectées prennent la couleur vert terne et tombent avant le flétrissement, sauf pour celles qui se trouvent à l'extrémité distal des pousses affectées, devient brun rougeâtre, et les tissus vasculaires intérieurs montrent une coloration brun foncé. (**Jabnoun-Khiareddine et al., 2007 ; Colella et al., 2008**)

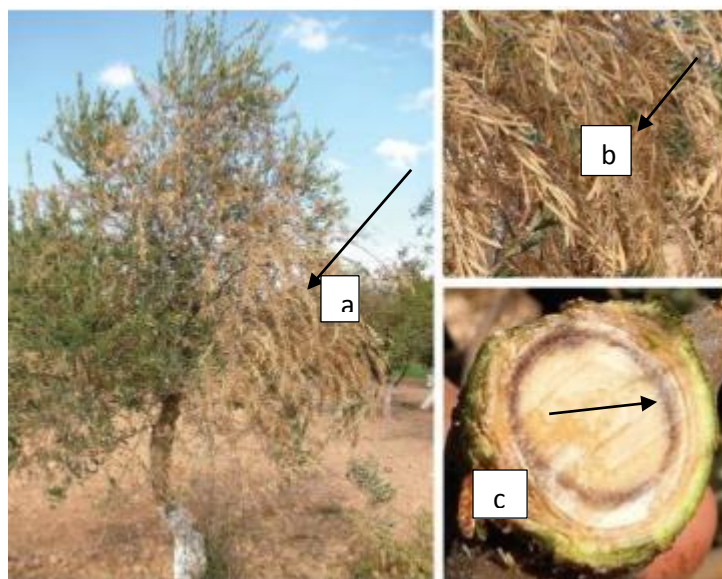


Figure 1.5: les symptômes d'olivier. (Levin ; 2003)

Figure 1. 5a : Dessèchement et flétrissement des branches principales et secondaires

Figure 1.5b : Dessèchement des branches

Figure 1. 5c : coloration brun foncé des tissus vasculaires

1.8. IMPORTANCE ECONOMIQUE DE LA VERTICILLIOSE DANS LE MONDE ET EN ALGERIE

De toutes les espèces du genre *Verticillium*, *V. dahliae* est la plus néfaste à cause de son large spectre d'hôtes et de la persistance de ces microsclérotés. Dans le monde, la *Verticilliose* est la maladie la plus destructrice en ce qui concerne les cultures de tomate et la deuxième en ce qui concerne la pomme de terre. Les cultures les plus touchées en termes de pertes annuelles sont de loin la tomate et la pomme de terre avec une perte annuelle mondiale estimée à plus de 700 millions d'euros (**Tableau 1.1**).

Tableau 1.1 : pertes économiques causées par la verticilliose

Plante hôte	Production annuelle globale (moyenne 2005-2010)		Perte estimée		Perte maximale
	Mio. \$	Mio. Tonnes	Mio. Tonnes	Mio. \$	%
Tomate	71,07	140,95	1,41	710,72	70
Pommes de terre	70,7	326,02	3,26	707,03	50
Coton	35,47	23,52	0,24	354,72	30
Colza	20,65	54,98	0,55	206,53	50
Pastèque	21,16	95,62	0,96	211,61	
Olivier	21,05	17,7	0,18	210,46	75
Piments et poivrons	17,88	27,65	0,28	178,77	20
Concombre	17,26	55,53	0,56	172,6	
Choux	16,89	64,66	0,65	168,93	
Laitue	13,95	23,56	0,24	139,47	100
Tabac	12,48	6,69	0,07	124,78	30
Aubergine	12,22	38,32	0,38	122,15	70
Tournesol	10,33	31,7	0,32	103,3	55
Fraise	8,75	4,14	0,04	87,48	
Epinards	6,41	17,16	0,17	64,1	
Chou-fleur (et brocoli)	6,39	18,56	0,19	63,93	
Pistachier	3,26	0,73	0,01	32,62	
Avocat	3,01	3,73	0,04	30,08	
Lentilles	1,96	3,07	0,04	19,61	
Artichaut	1,15	1,44	0,01	11,45	
Houblon	586	0,13	0	5,86	100
Alfalfa	nb	nb	nb	nb	50

Mio = Millions

Données compilées par Magda Siebold (non publié) d'après les chiffres du FAO (Données présentées au 11 th International *Verticillium* Symposium 20 13.

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 que la *Verticilliose* de l'olivier n'a été signalée en Algérie par **Benchaabane** et plus par **Matallah et al. (1996)**, puis **Bellahcen et al. (1997, 1998, 2000)**.

En Algérie, la *Verticilliose* est considérée comme un sérieux problème pour les cultures maraichères et surtout pour la tomate, pomme de terre car les dégâts occasionnés sont énormes (**Belhassen2000, 2004, 2005**)

Actuellement, il n'existe aucune méthode permettant de lutter efficacement contre cette maladie en Algérie et aucune donnée évaluant les pertes de rendement occasionnées par cette maladie. Elle est toujours au stade prospection notamment sur cultures maraichères (**INPV 2009**) et sur olivier (**INPV 2006,2010**).

Les travaux récents d'Oulkhaoubi (**2017**) montrent que la contamination fongique par les isolats de *Verticillium* sp engendre différents taux d'infestations sur les différentes cultures prospectées (Pomme de terre, tomate, aubergine). Ces taux varient de 0,4% à 0,5% dans la région de Fouka,, de 1,18% à 6, 52% à Mouzaia et 2,27% à l'institut technique des cultures maraichères et industrielles l'ITCMI de (Staoueli).

I.9. LES MOYENS DE LUTTE

I.9.1.LES MOYENS DE LUTTE CULTURALE

Les rotations culturales avec des plantes non hôtes, essentiellement des céréales, ont été souvent utilisées. Leur rôle dans la diminution des propagules dans le sol a été rapporté par **Pullman &Devay, (1981)**. Cependant, leur efficacité est très discutée en raison du mode de conservation du champignon dans le sol sous forme de microsclérotés

Les microsclérotés organes de conservation du *Verticillium*, sont donc responsables de la transmission de la maladie d'une culture à une autre. Les méthodes de lutte consistent à éviter leur accumulation dans le sol par l'introduction dans les rotations de cultures de Haricots. de plantes à bulbes ou de Graminées toutes résistantes à la *Verticilliose* (**MrssrlnN & LAFoN, 1969**).

I.9.2. LES MOYENS DE LUTTE PHYSIQUE :

La solarisation des sols est une méthode efficace dans la réduction de l'inoculum de *Verticillium*. Elle consiste à couvrir le sol avec des bâches en polyéthylène pendant la période la plus chaude de l'année, de juin à août. Ainsi, les organes de conservation présents jusqu'à une profondeur de 30cm sont soumis à des températures pouvant atteindre 50°C. Les travaux de **Bourdou et Skoudridakis (1996)** sur la Verticilliose démontrent l'efficacité de la méthode dans la lutte contre ces champignons vasculaires telluriques.

I.9.3. LA LUTTE CHIMIQUE :

Les fongicides à l'instar du benlate, du propiconazole et du paclobutrazol inhibent la croissance mycélienne du parasite et réduisent significativement la sévérité de la maladie en diminuant la population verticillienne à l'intérieur des tiges (**Erwin, 1981**).

Les traitements chimiques ne constituent pas le remède idéal compte tenu des problèmes inhérents à l'environnement, à la toxicité des produits chimiques vis-à-vis de l'homme et des animaux et la possibilité d'apparition de pathotypes résistants aux fongicides. (**Benyacoub, 1993**).

La fumigation avec des biocides de synthèse est pratiquement la seule méthode économiquement viable pour les producteurs de l'olivier qui ont un problème de Verticilliose (**MAAS, 1988**). La fumigation permet de contrôler non seulement les agents pathogènes, mais également les mauvaises herbes et les nématodes (**Martin, 2003**).

La fumigation est une méthode coûteuse, difficile d'utilisation et comportant d'importants risques pour la santé humaine et l'environnement (PAN Pesticides Database, **2008**).

In vivo, le compost utilisé comme amendement du sol réduit le rabougrissement et l'altération foliaire des plants de tomate inoculés par *V. dahliae*. La correction du sol avec le compost a permis l'inhibition de la pénétration et de la colonisation des tissus vasculaires des plants de tomate par *V. dahliae* (**Mouira et al. , 2011**).

I.9.4. LA LUTTE BIOLOGIQUE

La technique de lutte biologique, reposant sur l'exploitation des potentialités antagonistes de microorganismes et plantes, qui deviennent une alternative réelle pour le bio contrôle des trachéomyose (**Kobra et al., 2009**)

Les agents de bio-contrôle particulièrement le groupe de *Trichoderma sp*, renferme des souches fongique ayant des potentialités certaines dans la phytostimulation de la croissance des plantes cultivées ainsi qu'une protection indirecte face à des pathogènes du sol (**Benitez et al. ,2004 ; Suarez et al. 2007 ; Chen et al. ,2009**).

Talaromyces flavus est parmi les microorganismes bénéfiques les plus utilisés dans la bio protection des plantes contre *Verticillium*. Cet antagoniste réduit l'incidence de la maladie chez l'aubergine en affectant la survie ou la vigueur des microsclérotés (**Marois et al ., 1982**). Il semble agir en sécrétant une enzyme, le glucose oxydase, qui serait responsable de l'inhibition de la germination des microsclérotés (**Fravel, 1996**).

D'autres souches antagonistes comme *Tricoderma spp*, *Gliocladium spp.* et *Penicillium sp* et une rhizobacteria ont été testées in vitro et in vivo contre le *Verticillium spp* agent causal de la maladie vasculaire de la tomate en Tunisie. **Jabnoue-Khierreddine et al. 2010** ont constaté que les isolats de ces différentes souches inhibées la croissance radiale de *Verticillium dahlia*; la germination des conidies et la formation des microsclerotes).

Ces microorganismes endophytes antagonistes sont des agents de bio contrôles, ce sont des organismes qui rentrent en compétition avec le *verticillium* par hyperparasitisme et produisent des métabolites secondaires (biofongicides) (**D'Ercole et al., 2000**) (**Jabnoue-Khierreddine et al., 2010**)

Ces biofongicides testés contre le *Verticillium dahlia* avait également réduit l'incidence de la verticilliose de la pomme de terre par rapport au témoin non traité lorsqu'il était incorporé au substrat de culture 15 jours avant l'inoculation.

Certaines souches de *Trichoderma* sont capables d'établir une colonisation durable des racines et de pénétrer dans le tissu épidermique où elles produisent et libèrent des composés induisant des réponses de résistance localisée ou systémique. Les plantes ont réagi contre l'invasion fongique par la synthèse et l'accumulation de phytoalexines, de

flavonoïdes, de terpénoïdes et d'autres composés antimicrobiens. Les souches de *Trichoderma* sont généralement plus résistantes à ces composés que la majorité des autres champignons. (hibar et al., 2007)

Les effets allélopathiques de *Cnidium monnieri* et *Sophera flavescens* sur la flétrissure verticillienne et la population microbienne dans la rhizosphère des aubergines ont été étudiés. Les résultats ont montré que les extraits de *C. monnieri* et de *S. flavescens* avaient des effets inhibiteurs sur la croissance du mycélium de *Verticillium dahliae*. Lorsque la concentration en extrait de 200 mg-L 'de *C. monnieri* a été appliquée. La croissance des plantules d'aubergines augmente sous l'effet des traitements par rapport au contrôle (champ de monoculture). Les traitements par *C. monnieri* et *S. flavescens* ont influencé la population et la composition des microorganismes dans la rhizosphère. L'addition d'extraits de *C. monnieri* et de *S. flavescens* a diminué de manière significative les populations de champignons et de bactéries, cependant, la population d'actinomycètes a augmenté de manière significative. Il semble que les substances allélopathiques libérées par *C. monnieri* et *S. flavescens* étaient suppressives pour *Verticillium dahliae*. (Sou-chong Zhang et al. ,2006)

I.10 INFLUENCE DES FACTEURS ABIOTIQUES SUR LA CROISSANCE, LA SPORULATION ET LA PATHOGENICITE DES AGENTS PATHOGENES TELLURIQUES

I.10.1-INFLUENCE DE pH

Le PH est un paramètre de grande importance pour le développement et la croissance du champignon *V. dahliae*. Il intervient surtout au niveau de la croissance mycélienne (Ramualde, 1992).

Des résultats similaires ont été obtenus chez l'espèce *V. dahliae* par Ramualde, 1992, Thanassoulopoulos ; Kitsos (1972), Ligoigakis et al. (2002) et Yildiz et al. , (2009) ont montré que la croissance optimale chez le *V. dahliae* se situe à PH 4. Par contre Goud et al. (2003) ont rapporté que les deux espèces de *Verticillium* (*V. Dahliae* et *V. tricorpus*) peuvent se développer à un PH allant de 5 à 7, dont l'optimum est obtenu à PH 5 pour *V. dahliae* et à PH 6 pour *V. tricorpus*.

I.10.2. INFLUENCE DE LA TEMPERATURE

Roberts et Davidson (1986) ont rapporté que des isolats appartenant au genre *Verticillium* n'ont montré aucune croissance lorsqu'ils ont été incubés à 30°C. **Selon Nonnecke(1989)**, La température maximale de croissance chez les espèces de *Verticillium dahliae* se situe au tour de 27°C. **Bhat et al., (2003)** ont comparé une gamme de température sur la croissance des isolats de *V. dahliae* obtenus à partir du poivron, piment et tomate. Ces auteurs ont constaté que la température a une grande influence sur la croissance et le développement du pathogène et que l'optimum est obtenu à des températures variant entre 20 à 25° C.

Dans une étude menée en Iran par **Sanei et al. (2008)**, ces derniers ont rapportés que les taux de croissance de *V. dahliae* dépendent de la température, dont l'optimale situe entre 25 et 27°C.

D'autres études menées par **Bejarano-Alcazar et al. (1996)**, **Cirulli et al. (2010)** mentionnent que *V. dahliae* présente une croissance optimale entre 24 et 27°C et peut croître et infecter son hôte à 30°C.

Shittu (2010) a montré que *V. albo-atrum* se développe généralement entre 20 et 25°C, alors que *V. dahliae* nécessite des températures beaucoup plus élevées (entre 25 à 28°C).

I.10.3. INFLUENCE DE LA LUMIERE

Dans la nature, il est souvent difficile de cerner l'effet propre de la lumière et de l'obscurité sur le développement des espèces fongique. Par contre sur milieu gélose, la lumière et surtout l'obscurité sont deux facteurs extrêmement importants pour la sporulation et la croissance mycélienne du champignon (**Rapilly, 1969**)

II.1 OBJECTIF DE L'EXPERIMENTATION

Cette étude in vitro a été réalisée afin de caractériser et d'évaluer l'effet de quelques facteurs environnementaux (pH, Température, NaCl, lumière) sur les caractéristiques culturales à savoir :

L'aspect du mycélium et sa pigmentation, sur la croissance diamétrale mycélienne, la sporulation et la germination des conidies de six isolats de *Verticillium sp* prélevés sur différentes cultures en provenance de quelques régions d'Algérie.

II.2 MATERIEL FONGIQUE

Le *Verticillium sp.* A été isolé à partir de différentes cultures (Tableau II 1) présentant des symptômes de flétrissement et de brunissement au niveau du collet, caractéristiques de la Verticilliose.

Tableau II 1 : Liste des isolats de *Verticillium sp* issus de différentes plantes hôtes, et différentes localités utilisés dans cette étude

Isolats de <i>Verticillium sp</i>	Région	Wilaya	Localité	Plante hôte
VB2	NORD	BLIDA	MOUZAIA	AUBERGINE
VB3		TIPAZA	FOUKA	CHOU-FLEUR
VB5		TIPAZA	CHERCHELL	ARTICHAUT
VB6	EST	SKIKDA	SKIKDA	FRAISE
VB8		TAREF	TAREF	POMME DETERRE
VB9		TEBESSA	HAMAMET	TOMATE

D'après les travaux de **Mr Degaichia** (2018) (communication personnelle) et sur la base des observations des structures morphologiques et microscopiques (**Figure II 1**) du champignon retrouvé sur le milieu de culture, et la clé de détermination de (**Rieuf P., 1985**); il a été confirmé la présence de *Verticillium sp* par la production de microsclérotés, de conidiophore verticillés (Figure 6). Ces souches ont été repiquées; purifiées et conservées à 25°C à l'obscurité sur milieu de culture PDA (Potato Dextros Agar) dont la composition est en (annexe 1).

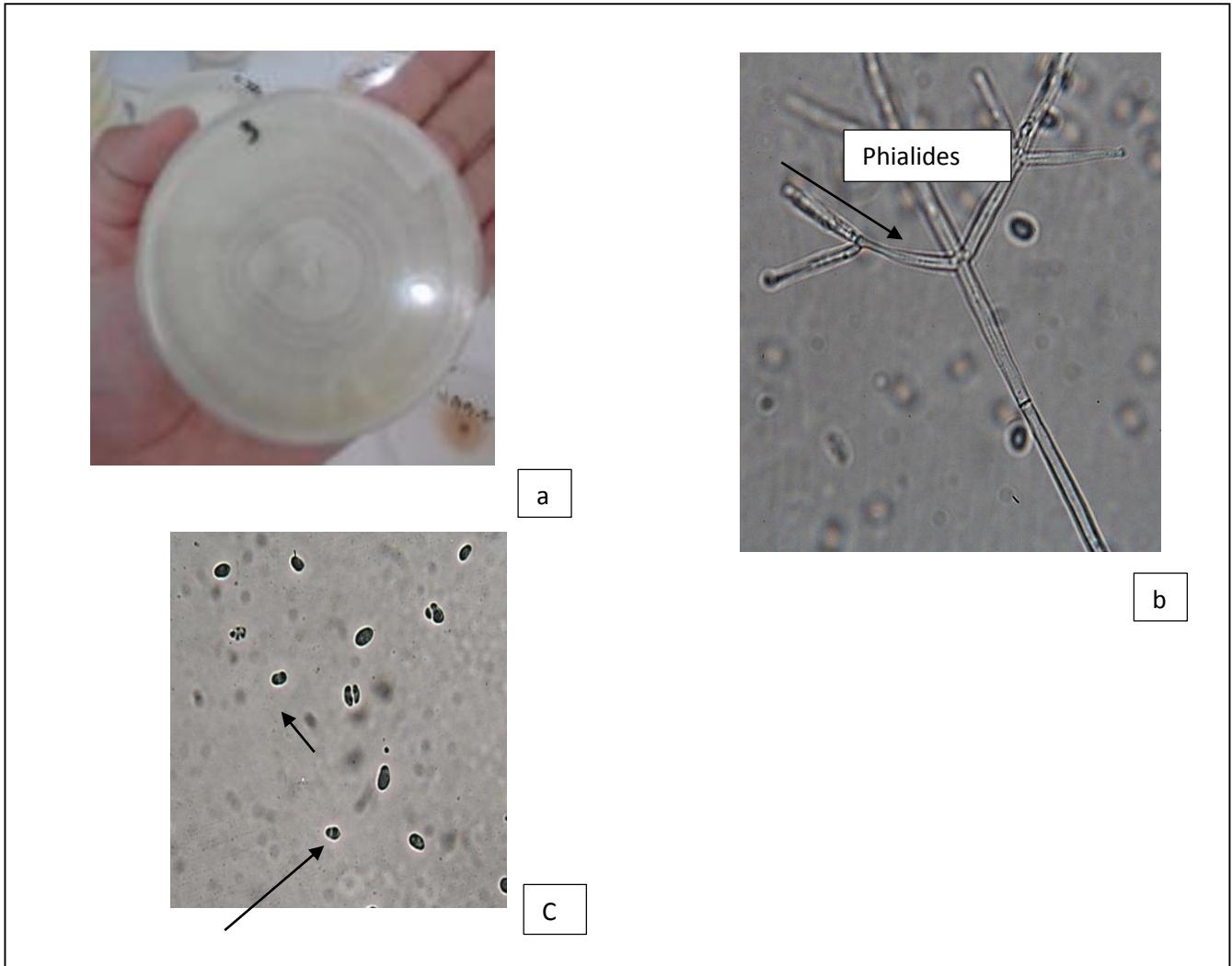


Figure II 1: Aspect macroscopique (a) et microscopique (X400) du *Verticillium sp* (b) : conidiophore et conidies ; (c): microsclérotos) (Degaichia, communication personnelle)

II.3 Caractérisations morphologiques et étude de quelques facteurs physiologiques sur la croissance, la sporulation et la germination des conidies des différents isolats de *Verticillium sp*

II.3. 1. Influence de la température

Une pastille est prélevée des cultures des six isolats de *Verticillium spp* âgées de 21 jours et ensemencée dans des boîtes de Pétri contenant le milieu PDA additionné d'un antibiotique streptomycine à 10mg/l. Le pH du milieu est ajusté à 6,8 ensuite autoclave à

120°C pendant 20 minutes. Les cultures sont ensuite incubées à différentes températures : 10, 25 et 35 °C pendant 14 jours.

Lorsqu'il y a absence de développement fongique des isolats incubés à 10 et 35 °C, les cultures ont été incubées de nouveau à 25 °C afin de vérifier si ces températures inhibent la croissance fongique. Pour chaque isolat et chaque température, 3 boîtes de Pétri ont été ensemencées.

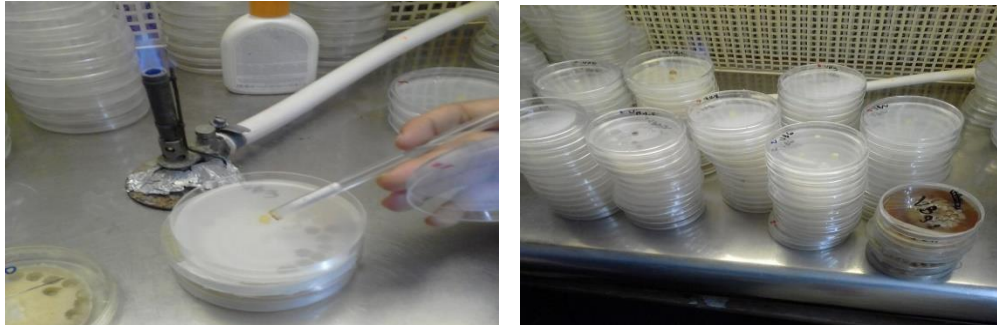


Figure II 2 : Ensemencement des six isolats de *Verticillium sp* en conditions stériles

II.3.2. Influence du pH

Les six isolats de *Verticillium sp* sont ensemencés dans des boîtes de Pétri sur le milieu PDA additionné d'un antibiotique streptomycine à 10mg/l à différents pH, pH 4,9 ,6 ,8 et 9. Chaque pH est ajusté avec HCl (1N) ou NaOH (1N) à l'aide d'un pH mètre, avant autoclavage. Les cultures sont ensuite incubées à 25°C pendant 14 jours.

Pour chaque expérience, 3 répétitions ont été effectuées pour chaque isolat et chaque pH.

II.3. 3. Influence de la lumière

Dans cette étude, les cultures des isolats de *Verticillium*, ensemencés en boîte de Pétri comme précédemment sur leur milieux de culture PDA, ont été placées dans les conditions de culture suivantes :

- une série dans l'obscurité continue ;
- une série sous un éclairage continu ;

La source lumineuse utilisée pour cet essai est un tube « lumière du jour » (réf. Claude U 40 RS) qui dégage une lumière blanche à une intensité de 400 lux. Les cultures incubées pendant 14 jours respectivement à une (PH=6,8 - NaCl=0 - température =25°C)

Pour chaque souche et chaque type d'éclairage, trois boîtes ont étéensemencées.



Figure II 3 : Incubation des boîtes de Pétri à l'obscurité continue

II.3. 4 .Influence de NaCl

Les six isolats de *Verticillium sp* retenus sontensemencés dans des boîtes de Pétri sur le milieu PDA additionné de doses différentes de NaCl (0, 4, 8, 10, 20,40g/l). Les isolats sont ensuite incubées à 25°C .Pour chaque isolat et chaque dose trois boîtes de Pétri ont étéensemencées

Respectivement à un (PH=6,8 et une température de 25°C, l'obscurité continue)

II.3. 5. Paramètres étudiés

II.3. 5.1.Observations et caractérisations morphologiques des isolats sous l'action des différents facteurs abiotiques.

La caractérisation morphologiques des sept isolats obtenus à partir des différentes cultures est effectuée suite à des observations macroscopiques (aspect du thalle duveteux, cotonneux...couleur, et microscopiques moyennant un microscope optique, en se basant sur les caractères morphologiques microscopiques des hyphes (cloisonnement, coloration) et des formes reproductrices (formes et couleurs des spores) en se référant également aux clés d'identification de (Rieuf ,1985) et watanabe 2002).

A. Identification macroscopique**- Texture**

- laineuse : mycélium aérien abondant ;
- duveteuse : mycélium aérien court ;
- poudreuse : mycélium aérien produisant de nombreuses conidies créant une surface d'apparence poudreuse semblable à du sucre ou de la farine ;
- glabre : mycélium aérien peu abondant avec surface lisse.

b. Topographie : plane, surélevée, cérébriforme avec stries radiales.

c. Couleur : surface, revers, pigment diffusible ;

- brun, gris, noir = champignon dématiné ;
- blanc ou autre couleur (rouge, vert, jaune, mauve, etc.) = champignon hyalin ;

d. Vitesse de croissance (diamètre de la colonie à 7 jours)

- rapide: > 3 cm.
- modérée: entre 1 et 3 cm.
- lente: < 1 cm.

B. Identification microscopique

La mise au point des observations a été d'abord réglée au faible grossissement (Gr : x100), une fois que les structures du mycélium et des conidies deviennent apparentes, l'observation et la prise de photos se font au fort grossissement (Gr : x400 et x1000). Les clés de détermination utilisées sont celles décrites par **Barnett et Harry (1972)** et celles de **Watanabe, (2002)**.

Pour l'examen des structures microscopiques, il y a lieu de s'intéresser aux :

- a) Hyphe septé et non septé
- b) conidiophore: absents, simples, ramifiés ;
- c) cellules conidiogènes: annellide, phialide... ;
- d) conidies: uni- ou pluricellulaires, solitaires, en amas ou en chaînes, forme (ronde, ovale, en massue...)

e) organes de fructification: périthèces, cléistothèces (sexué), pycnides (asexué)

II.3. 5.2.-Détermination de la croissance diamétrale mycélienne :

La croissance mycélienne (CM) a été évaluée après 14j d'incubation en mesurant la surface de gélose couverte par le mycélium. Elle a été faite grâce au logiciel Digimizer[®] Version 4 pour Windows[®], permettant des mesures calibrées à partir des diverses photos prise lors de l'expérimentation. La croissance mycélienne a été calculée selon la formule préconisée par (Nyiransengiyumva, C, 2007) et exprimée en cm². Cette formule est destinée à évaluer la surface du thalle mycélien a été retenue car elle tient compte de la forme elliptique du thalle.

$$CM = S_{mycélium} - S_{pastille}$$

OÙ

$$S_{mycélium} = \text{Surface totale du mycélium (cm}^2\text{)} = \frac{1}{2}C \times \frac{1}{2}L \times \pi$$

$$S_{pastille} = \text{Surface de la pastille (cm}^2\text{)} = (r_{pastille}^2 \times \pi) = 0,38465$$

C: diamètre court du thalle mycélien (cm)

L: diamètre long du thalle mycélien (cm)

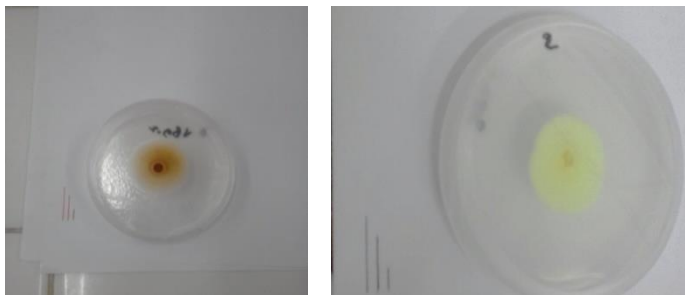


Figure II 4: Mesures de la croissance mycélienne

II.3. 5.2.-Détermination du nombre de conidies produites (sporulation)

La sporulation, ou le dénombrement des conidies produites a été effectué après la période de culture 14j des sept isolats soumis à différents facteurs. Les conidies ont été récupérées avec 2ml d'eau distillée stérile par grattage du mycélium à l'aide d'une pipette pasteur stérile courbée sous forme de bâton de hockey. La suspension conidienne a été

récupérée dans un tube stérile, ensuite 3ml d'eau distillée stérile ont été ajoutées dans le tube. Suite à une agitation de la suspension au vortex, les conidies ont été dénombrées à l'aide de la cellule de Malassez (ANNEXE 2). La sporulation conidienne a été exprimée en nombre de conidies par unité de surface mycélienne (conidies/cm²). **(Nyiransengiyumva, C ,2007)**

II.3. 5.3.Détermination du nombre de conidies viables (germination)

La suspension conidienne ainsi obtenue a été étalée sur un milieu de culture solide (PDA) (ANNEXE 1) pour dénombrer le nombre d'unités formatrices de colonies (UFC). Ainsi, après agitation au vortex, 100 µl, de la suspension ont été prélevés et étalés sur le milieu PDA. Le dénombrement des UFC a été effectué quatre Jours après l'étalement par comptage des colonies mycéliennes visibles à l'œil nu. Le nombre de conidies viables a été exprimé en UFC par millilitre (UFC/ml). **(Nyiransengiyumva, C ,2007)**

II.3.6.Analyse statistique des données (ANNEXE 3)

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

Les expériences ont été répétées trois fois et les résultats montrent les mêmes tendances.

Le test ANOVA a été réalisée au seuil de 5% afin d'apprécier l'effet de quelque facteurs environnementaux (pH, Température, lumière et NaCl) Sur la croissance et le développement du *Verticillium* sp agent de la Verticilliose des cultures maraichères. Sur les différents paramètres étudiés (Croissance diamétrale mycélienne, sporulation et germination des conidies).

La corrélation de *Pearson* a été étudiée entre les différents facteurs et la croissance fongique au seuil 1%. Ainsi entre le nombre de conidies produites et viables

III.1 Caractérisations morphologiques et étude de quelques facteurs physiologiques sur la croissance, la sporulation et la germination des conidies des différents isolats de *Verticillium sp*

III.1.1. Influence de la température

III.1.1.1 Caractérisation morphologique

A-Identification macroscopique (caractères culturaux)

A partir d'une pastille des six isolats repiquée sur milieu PDA à un pH =6,8 et à l'obscurité pendant 14jours .Nous avons observé aspect du mycélium, la couleur des colonies et leur topographies ainsi que la vitesse de croissance (après 7jours d'incubation).Les repiquages ont donné naissance à des cultures d'aspect variable, pigmentées en marron ou blanches, avec un mycélium duveteux abondant ou, au contraire, très lisse. Ces variations nous permettent de déterminer

3 types de morphotypes :

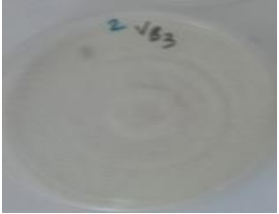
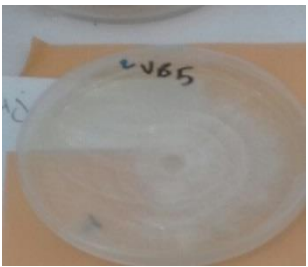

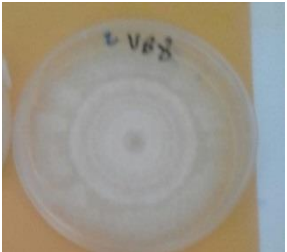

Morphotype 1 : représente par VB2 et VB9 : l'aspect du mycélium est glabre avec un pigment diffusible jaune ou marron sur la face inferieure

Morphotype 2 : représente par VB3 et VB5, VB6 : l'aspect du mycélium est duveteux avec des stries radiales, couleur du mycélium est Blanc

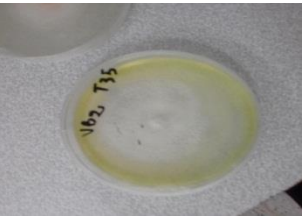
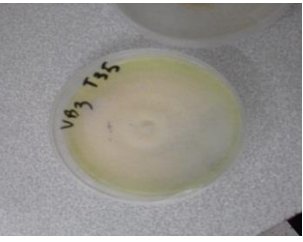
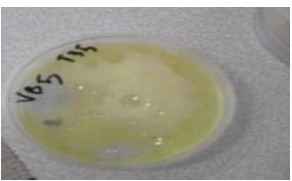
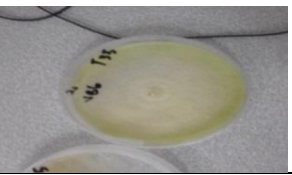


Morphotype 3 représente par VB8: l'aspect du mycélium est laineux avec des stries radiales, couleur du mycélium est Blanc (tableau **III.1.**)

Tableau III.1 : Aspects cultureux des six isolats de *Verticillium sp* cultivés sur milieu PDA aux 3 températures d'incubation

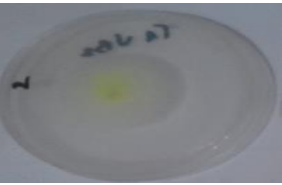


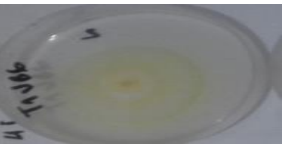

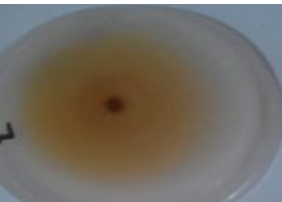
III.1 .1 -Température 25°C, PH=6,8 (Témoin)

VB3 	Duveteux (mycélium aérien court)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc) sur les deux faces de la boîte	Mycélium a croissance modérée: entre 1 et 3 cm.
VB5 	Duveteux (mycélium aérien court)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc)	Mycélium a croissance modérée: entre 1 et 3 cm
VB6 	Duveteuse (mycélium aérien court)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc)	Mycélium a croissance modérée: entre 1 et 3 cm
VB8 	Laineuse (mycélium aérien abondant)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc)	rapide: > 3 cm
VB9 	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (avec pigment diffusible marron)	modérée: entre 1 et 3 cm.

- Température 35°C

	Aspect du mycélium	TOPOGRAPHIE	COULEUR	VITESSE DE CROISSANCE
<p>VB2</p> 	<p>LAINEUSE (mycélium aérien abondant)</p>	<p>surélevée</p>	<p>Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune sur la face inferieure)</p>	<p>Mycélium a croissance lente: < 1 cm.</p>
<p>VB3</p> 	<p>LAINEUSE (mycélium aérien abondant)</p>	<p>Surélevée ave stries radiales</p>	<p>Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune</p>	<p>Mycélium a croissance lente: < 1 cm.</p>
<p>VB5</p> 	<p>LAINEUSE (mycélium aérien abondant)</p>	<p>Surélevée ave stries radiales</p>	<p>Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune</p>	<p>- Mycélium a croissance modérée: entre 1 et 3 cm.</p>
<p>VB6</p> 	<p>LAINEUSE (mycélium aérien abondant)</p>	<p>Surélevée ave stries radiales</p>	<p>Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune</p>	<p>lente: < 1 cm.</p>
<p>VB8</p> 	<p>LAINEUSE (mycélium aérien abondant)</p>	<p>Surélevée ave stries radiales</p>	<p>Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune</p>	<p>lente: < 1 cm.</p>
<p>VB9</p> 	<p>Duveteuse (mycélium aérien court) érigé</p>		<p>Champignon hyalin (avec pigment diffusible marron</p>	<p>lente: < 1 cm.</p>

-Température 10°C

	Aspect du mycélium	TOPOGRAPHIE	COULEUR	VITESSE DE CROISSANCE
VB2 	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse)	plane	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune)	Mycélium a croissance modérée
VB3 	LAINEUSE (mycélium aérien abondant)	plane	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune)	modérée
VB5 	LAINEUSE (mycélium aérien abondant)	plane	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune)	modérée
VB6 	LAINEUSE (mycélium aérien abondant)	Surélevée ave stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune)	modérée
VB8 	LAINEUSE (mycélium aérien abondant)	plane	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune)	modérée
VB9 	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse)	plane	Champignon hyalin (avec pigment diffusible marron)	modérée

D'après nos observations représentées dans tableau 3, la température de 35°C et 10°C modifie l'aspect du mycélium, la couleur chez les six isolats ainsi que leur vitesse de croissance après 7jours d'incubation sur milieu PDA à l'obscurité.

B. Identification microscopique

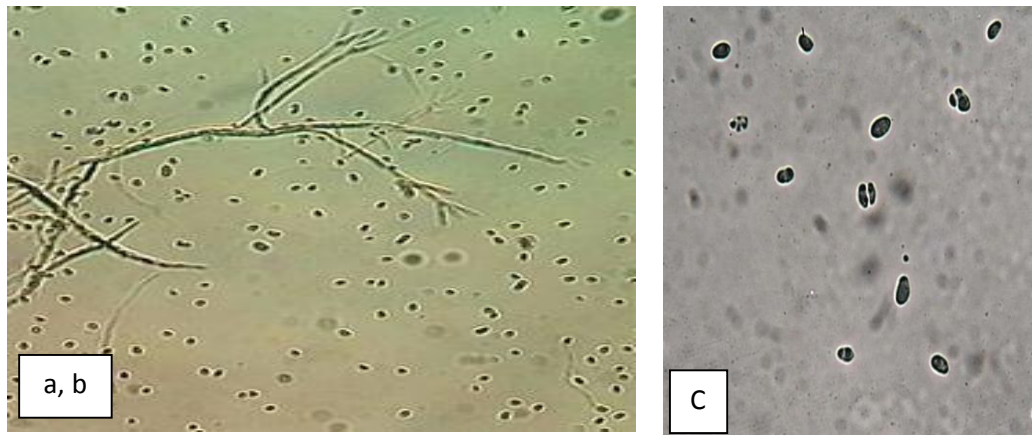


Figure III.1 (photos originale) : **Aspect microscopique (GX400) de l'isolat VB3 *Verticillium sp***

(a) phialides et conidiophore, (b) conidies ; c) microsclérotos

L'examen microscopique a révélé la présence de conidiophore, plus ou moins érigés, hyalins, à rameaux verticillés et à 3-4 phialides à chaque nœud,

Les conidies sont produites à l'extrémité des phyalies. Les conidies sont hyalines, ovoïdes à. Les microsclérotos mélanisés étaient les seules structures observées. Sur milieu PDA, ces microsclérotos sont de couleur brun foncé à noir et produites à partir des hyphes hyalins uniques (**Figure III.1**). Elles sont de forme irrégulière, sub globuleuses à allongées.

III.1.1.2-Détermination de la croissance diamétrale mycélienne en fonction de la température d'incubation

L'influence de la température sur la croissance des six (06) isolats de *Verticillium sp* a été étudiée et les résultats sont illustrés en moyenne dans la figure III.2

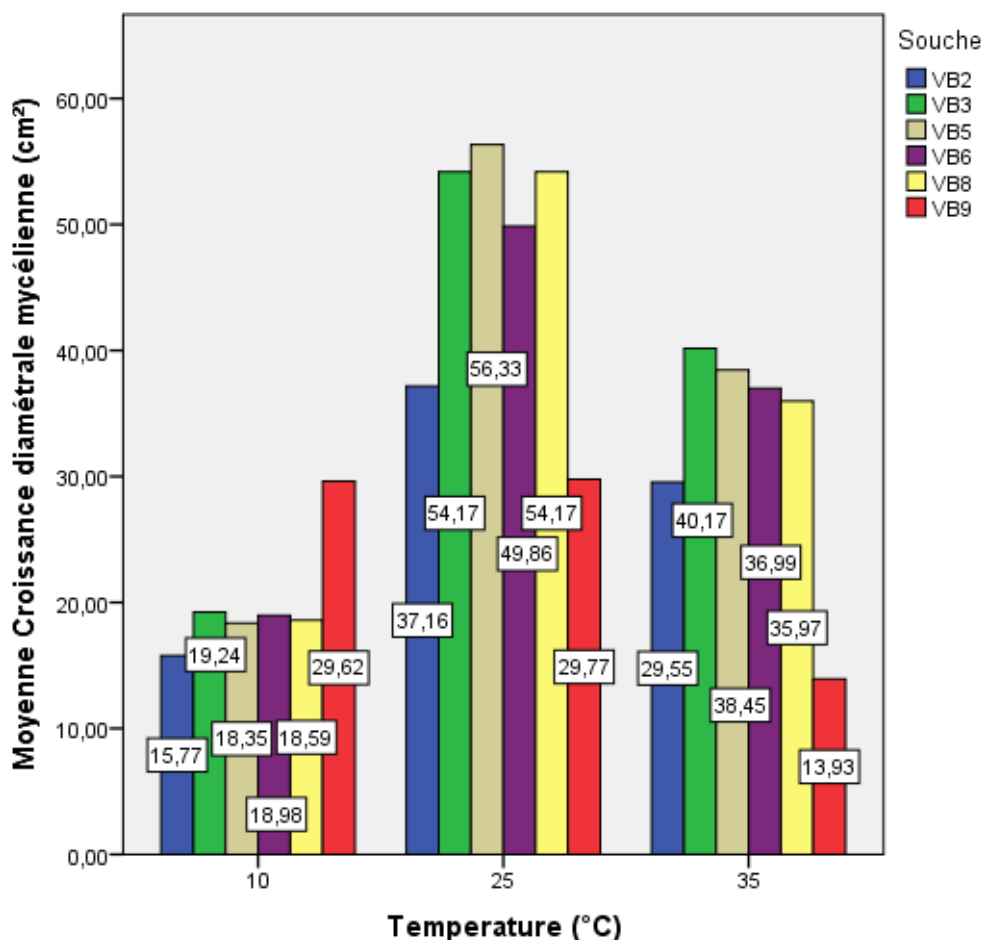


Figure III.2: Effet de la température d'incubation sur la croissance diamétrale mycélienne du *Verticillium sp* (cm²)

À une basse température (10°C) on note l'apparition de 03 groupes homogènes. Un premier, regroupe les isolats dont la valeur de croissance mycélienne est faible (VB2, VB5, VB6 et VB8) variant entre 15,77 et 18,89 cm². Les isolats VB5, VB8, VB6 et VB3 sont regroupés dans le second groupe avec des valeurs allant de 18,35 à 19,24 cm². L'isolat VB9 est isolé dans un troisième groupe avec une valeur de 29,62 cm²

La température 25°C est considérée comme essai témoin. On note l'apparition de 02 groupes homogènes. Un premier, regroupe les isolats dont la valeur de croissance mycélienne est faible (VB9 et VB2) variant entre 29,77 et 37,16 cm². Les isolats VB6, VB3, VB8 et VB5 représentent le second groupe avec des valeurs allant de 49,86 à 56,33 cm².

À une température de 35°C, l'analyse de la variance fait ressortir 02 groupes homogènes. Un premier, regroupe les isolats dont la valeur de croissance mycélienne est élevée (VB2, VB3, VB5, VB6 et VB8) variant entre 29,55 et 40,17 cm². L'isolat VB9 est isolé dans un second groupe avec une valeur de 13,93 cm².

La variation de température d'incubation a une influence notable sur la croissance mycélienne individuelle des différents isolats de *Verticillium sp* étudiés ce qui est démontré par le test MANOVA (annexe3). Ceci est vrai sauf pour l'isolat VB9 où on ne note pas de différences significatives entre la croissance de cette dernière à une température de 10°C et 25°C

III.1.1.3. Effet de la température d'incubation sur la sporulation (nombres de conidies produites) de *Verticillium sp*

L'influence de la température d'incubation, le nombre de conidies produites (NCP) des six (06) isolats de *Verticillium sp* a été étudié et les résultats sont illustrés en moyenne dans la figure III.3.

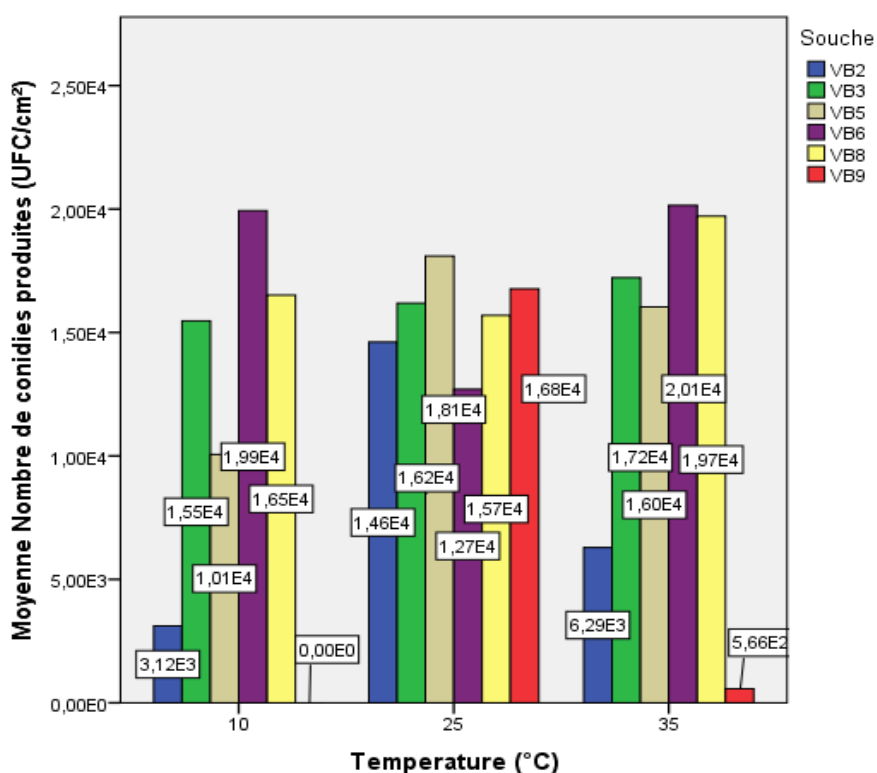


Figure III.3: Effet de la température d'incubation sur la sporulation du *Verticillium sp* (UFC/cm²)

À une basse température (10°C) on note l'apparition de 05 groupes homogènes. L'ensemble des isolats présentent des nombres de conidies produites (NCP) différents d'un point de vue statistique. Mis à part pour l'isolat VB3 et VB8 qui appartiennent au même groupe homogène. La plus grande valeur du nombre de conidies produites (NCP) est enregistrée par l'isolat VB6 ($1,99 \cdot 10^4$ UFC/cm²)

À une température de 25°C on note que l'ensemble des isolats présentent une variabilité dans la production des conidies allant de $1,27 \cdot 10^4$ à $1,81 \cdot 10^4$ UFC/cm². L'analyse de variance multivariée (MANOVA) indique qu'il n'existe pas de différences statistiquement significatives entre le nombre de conidies produites (NCP) des différentes isolats ($p > 5\%$) (Annexe 3)

À une température de 35°C, l'analyse de la variance fait ressortir 03 groupes homogènes. Un premier, regroupe les isolats dont le nombre de conidies produites est élevé (VB3, VB5, VB6 et VB8) variant entre $1,6 \cdot 10^4$ et $2,01 \cdot 10^4$ UFC/cm². L'isolat VB9 est représenté dans un second groupe avec une valeur de $6,29 \cdot 10^3$ UFC/cm². Le dernier groupe est représenté par l'isolat VB2 ($5,66 \cdot 10^2$ UFC/cm²).

III.1.1.4. Effet de la température d'incubation sur la germination des conidies de *Verticillium sp*

L'influence de la température d'incubation sur la germination des conidies (nombres de conidies viables) (NCV) des six (06) isolats de *Verticillium sp* a été étudiée et les résultats sont illustrés en moyenne dans la figure III.4

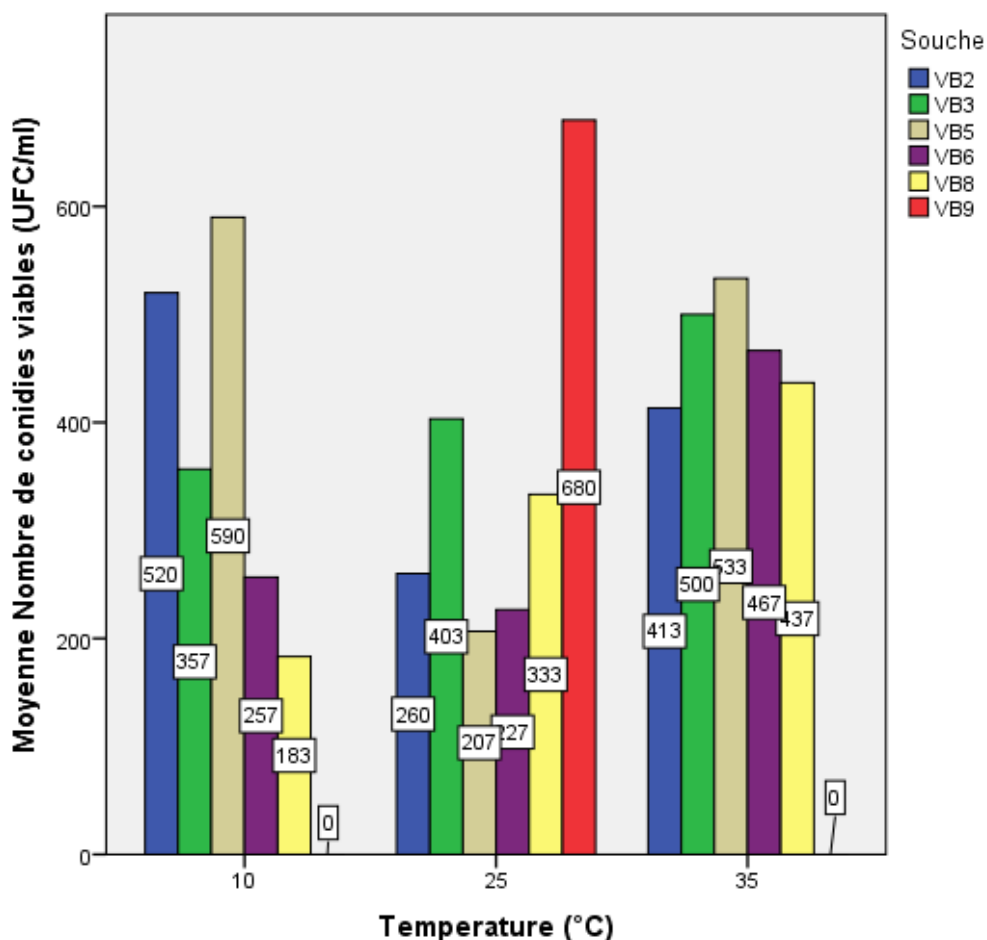


Figure III.4 : Effet de la température d'incubation sur la germination des conidies du *Verticillium sp* (UFC/ml)

À une température de 10 °C on note l'apparition de 04 groupes homogènes. Le premier est celui de l'isolat VB9 (0,00 UFC/ml), le second regroupe des souches VB8 et VB6 avec un NCV de 183,33 et 256,67 UFC/ml successivement. Les isolats VB6 et VB3 sont dans le troisième groupe. Enfin Les isolats VB2 et VB5 sont dans le quatrième groupe avec la plus grande valeur du NCV allant de 520 à 590 UFC/ml

Pour l'essai témoin (25°C), on note que l'analyse que la variance fait ressortir deux groupes homogènes dont le premiers englobe les isolats VB2, VB3, VB5, VB6 et VB8 (206,67 > NCV > 403,33 UFC/ml). Le second groupe est représenté uniquement par l'isolat VB9 avec la plus grande valeur enregistrée du NCV (680 UFC/ml).

À une température de 35°C, l'analyse de la variance fait ressortir 02 groupes homogènes. Un premier, regroupe les isolats dont la valeur du nombre de conidies viables est élevée (VB2, VB3, VB5, VB6 et VB8) variant entre 413 et 533,33 UFC/ml. L'isolat VB9 est isolé dans le second groupe avec une valeur du NCV de 0,00 UFC/ml.


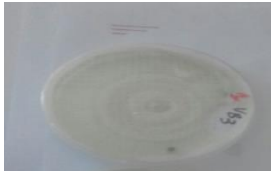
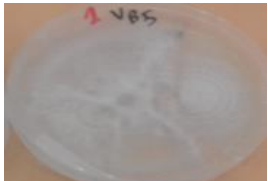

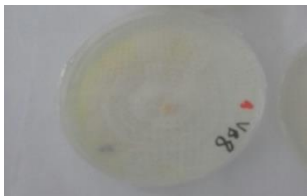
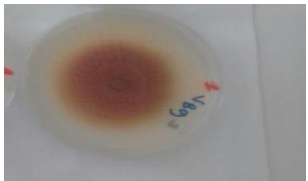
La corrélation de Person au seuil de 1% et 5% indique qu'il existe une corrélation significative ($p=0,00$) et proportionnelle d'intensité moyenne ($r = +0,398$) entre la croissance mycélienne et le nombre de conidies produites et aussi une corrélation significative ($p=0,01$) et proportionnelle d'intensité moyenne ($r = +0,341$) entre le nombre de conidies produites et le nombre de conidies viables

III.1.2. Influence du PH



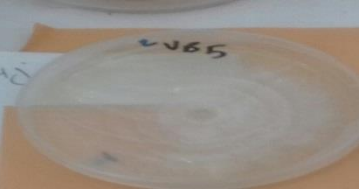

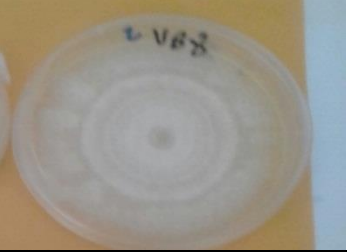
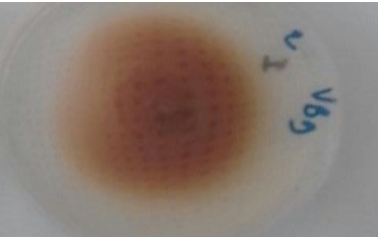
III.1.2.1 Caractérisation morphologique

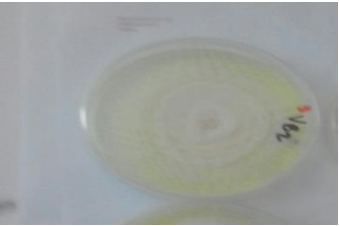

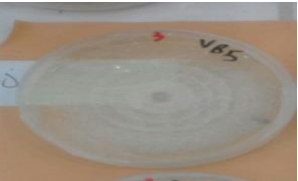

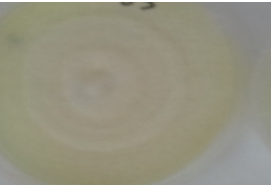

Identifications macroscopique

Tableau III.2 : Caractérisation morphologique des six isolats de *Verticillium sp* au 3 pH d'incubation

		Aspect du mycélium	TOPOGRAPHIE	COULEUR	VITESSE DE CROISSANCE
	PH=4,9	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin avec pigment diffusible jaune	modérée: entre 1 et 3 cm.
	PH=4,9	Duveteuse (mycélium aérien court)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc	rapide: > 3 cm
VB5 	PH=4,9	Duveteuse (mycélium aérien court)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc	modérée: entre 1 et 3 cm
VB6 	PH=4,9	Duveteuse (mycélium aérien court)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc	rapide: > 3 cm
VB8 	PH=4,9	Duveteuse (mycélium aérien court)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc	rapide: > 3 cm
VB9 	PH=4,9	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (avec pigment diffusible marron)	lente: < 1 cm.

Témoin pH 6, 8, NaCl 0g /L, Température 25C obscurité continue

		TEXTURE	TOPOGRAPHIE	COULEUR	VITESSE DE CROISSANCE
VB2 	PH=6,8	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse)	Surélevée avec stries radiales	Champig non hyalin avec pigment diffusible jaune	modérée: entre 1 et 3 cm.
VB3 	PH=6,8	Duveteuse (mycélium aérien court)	Surélevée avec stries radiales	Champig non hyalin (blanc)	modérée: entre 1 et 3 cm.
VB5 	PH=6,8	Duveteuse (mycélium aérien court)	Surélevée avec stries radiales	Champig non hyalin (blanc)	modérée: entre 1 et 3 cm
VB6 	PH=6,8	Duveteuse (mycélium aérien court)	Surélevée avec stries radiales	Champig non hyalin (blanc)	modérée: entre 1 et 3 cm
VB8 	PH=6,8	Laineuse (mycélium aérien abondant)	Surélevée avec stries radiales	Champig non hyalin (blanc)	rapide: > 3 cm
VB9 	PH=6,8	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse)	Surélevée avec stries radiales	Champig non hyalin (avec pigment diffusible marron)	modérée: entre 1 et 3 cm.

		TEXTURE	TOPOGRAPHIE	COULEUR	VITESSE DE CROISSANCE
VB2 	PH=9	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin avec pigment diffusible jaune	modérée: entre 1 et 3 cm.
VB3 	PH=9	Laineuse (mycélium aérien abondant)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (avec pigment diffusible jaune)	rapide: > 3 cm
VB5 	PH=9	Laineuse (mycélium aérien abondant)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune)	modérée: entre 1 et 3 cm.
VB6 	PH=9	Laineuse (mycélium aérien abondant	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune)	rapide: > 3 cm
VB8 	PH=9	Laineuse (mycélium aérien abondant	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune)	rapide: > 3 cm
VB9 	PH=9	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (avec pigment diffusible marron)	lente: < 1 cm.

D'après nos observations (tableau III.2) ; le pH 9 modifie l'aspect du mycélium, la couleur chez l'isolat VB3, VB5, VB6 ainsi que leur vitesse de croissance après 7 jours d'incubation sur milieu PDA à l'obscurité.

III.1.2.2 .Détermination de la croissance diamétrale mycélienne en fonction du pH du milieu

L'influence du pH du milieu sur la croissance des six (06) isolats de *Verticillium sp* a été étudiée et les résultats sont illustrés en moyenne dans la figure III.5

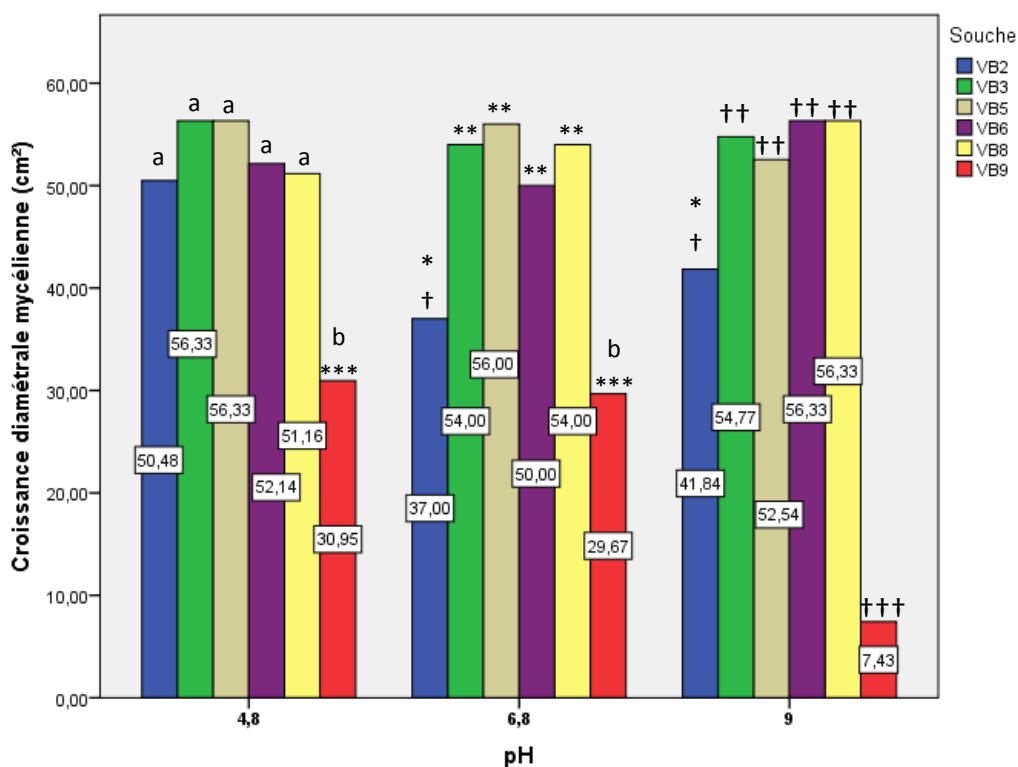


Figure III.5 : Effet du pH du milieu sur la croissance diamétrale mycélienne du *Verticillium sp* (cm²)

À un pH acide (pH= 4,9) on note que les isolats VB3 et VB5 représentent la plus grande valeur de croissance (56,33 cm²) suivis par VB6 (52,14cm²), VB8 (51,16 cm²) et VB2 (50,48 cm²). La plus basse valeur de croissance est notée chez l'isolat VB9 (30,95 cm²).

L'analyse de variance multivariée (MANOVA) indique qu'il n'existe pas de différences statistiquement significatives entre les isolats VB2, VB3, VB5, VB6 et VB8 ($p > 5\%$) mais elle révèle que l'isolat VB9 sort du lot avec une valeur du $p = 0,00$ ($< 0,05$) ce qui souligne son appartenance à un groupe distinct de celui des autres isolats sus-cités. (Annexe 3)

À un pH neutre (pH= 6,8) qui est considéré comme témoin on note l'apparition de 03 groupes homogènes. Un premier, regroupe les isolats dont la valeur de croissance mycélienne est élevée (VB3, VB5, VB6 et VB8) variant entre 50 et 56 cm². L'isolat VB2 est isolé dans un second groupe avec une valeur de 37 cm² et enfin l'isolat VB9 est la représentante du troisième groupe avec 29,67 cm².

À un pH basique (pH= 9) on note également la présence de 03 groupes homogènes. Un premier, regroupe l'isolat dont la valeur de croissance mycélienne est élevée (VB3, VB5, VB6 et VB8) variant entre 52,54 et 56,33 cm². L'isolat VB2 est représenté dans un second groupe avec une valeur de 41,84 cm² et enfin l'isolat VB9 est le représentant du troisième groupe avec 7,37 cm².

Les groupes homogènes ont été définis on se basant sur l'analyse de la variance MANOVA au seuil 5% et sont différents d'un point de vue statistique (Annexe 3)

Le potentiel d'hydrogène (pH) du milieu a une influence notable sur la croissance mycélienne des différents isolats de *Verticillium sp* étudiés ceci est démontré par le test MANOVA où on relève ce qui suit :

- La valeur de la croissance mycélienne de l'isolat VB2 dans le milieu *acide* est placée dans un groupe différent de celui qui est dans un milieu *neutre* et *basique*
- La valeur de la croissance mycélienne de la souche VB9 dans le milieu *basique* est placée dans un groupe différent de celui qui est dans un milieu *acide* et *neutre*
- La croissance mycélienne des isolats VB3, VB5, VB6 et VB8 est différente en dépit de la valeur du pH du milieu et ainsi on les retrouve dans 03 groupes distincts

III.1.2.3. Effet du pH du milieu sur la sporulation de *Verticillium sp*

L'influence du pH du milieu sur la sporulation (NCP) des six (06) isolats de *Verticillium sp* a été étudiée et les résultats sont illustrés en moyenne dans la figure III.6

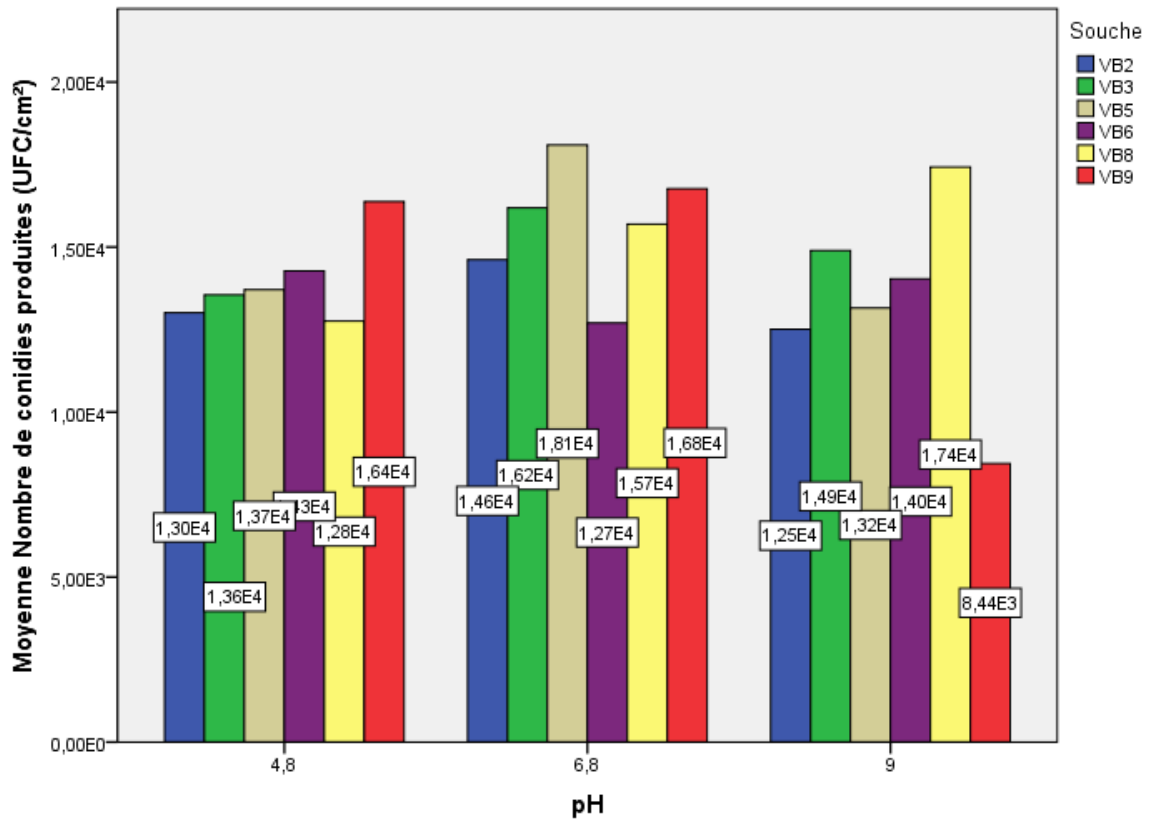


Figure III.6 Effet du pH du milieu sur la sporulation du *Verticillium sp* (cm²)

À un pH acide (pH= 4,9) on note que l'ensemble des isolats présentent une variabilité dans la production des conidies allant de $1,28 \cdot 10^4$ à $1,64 \cdot 10^4$ UFC/cm²

L'analyse de variance multivariée (MANOVA) indique qu'il n'existe pas de différences statistiquement significatives entre le nombre de conidies produites (NCP) des différents isolats ($p > 5\%$) (Annexe 3)

Il est de même à un pH neutre (pH= 6,8) où on note que l'analyse de la variance fait ressortir un seul groupe qui englobe l'ensemble des isolats avec des valeurs du NCP comprises entre $1,27 \cdot 10^4$ et $1,81 \cdot 10^4$ UFC /cm²

À un pH basique (pH= 9) on note la présence de 02 groupes homogènes. Un premier, regroupe les isolats dont le NCP est compris entre $8,44 \cdot 10^3$ et $1,40 \cdot 10^4$ UFC/cm² (VB2, VB5, VB6 et VB9). Le second groupe englobe les isolats VB2, VB5, VB6, VB3 et VB8 avec un NCP variant de $1,25 \cdot 10^4$ à $1,74 \cdot 10^4$ UFC /cm²

Le potentiel d'hydrogène (pH) du milieu a une influence notable sur le nombre des conidies produites des différentes isolats de *Verticillium sp* étudiées ceci est démontré par le test MANOVA où on relève ce qui suit :

- Le NCP chez l'isolat VB5 en milieu acide est statistiquement différent de celui du milieu neutre, ainsi le NCP du milieu neutre est différent de celui du milieu basique
- Le NCP chez l'isolat VB8 en milieu acide est statistiquement différent de celui du milieu basique
- Le NCP chez l'isolat VB9 en milieu basique est statistiquement différent de celui du milieu neutre et acide.

La corrélation de Pearson au seuil de 1% indique qu'il existe une corrélation statistiquement significative ($p = 0,00$) et inversement proportionnelle de forte intensité ($r = -0,66$) entre la croissance mycélienne et le nombre de conidies viables.

III.1.2.4 Effet du pH du milieu sur la germination des conidies de *Verticillium sp*

L'influence du pH du milieu sur la germination des conidies (nombres de conidies viables)(NCV) des six (06) isolats de *Verticillium sp* a été étudié et les résultats sont illustrés en moyenne dans la figure III.7

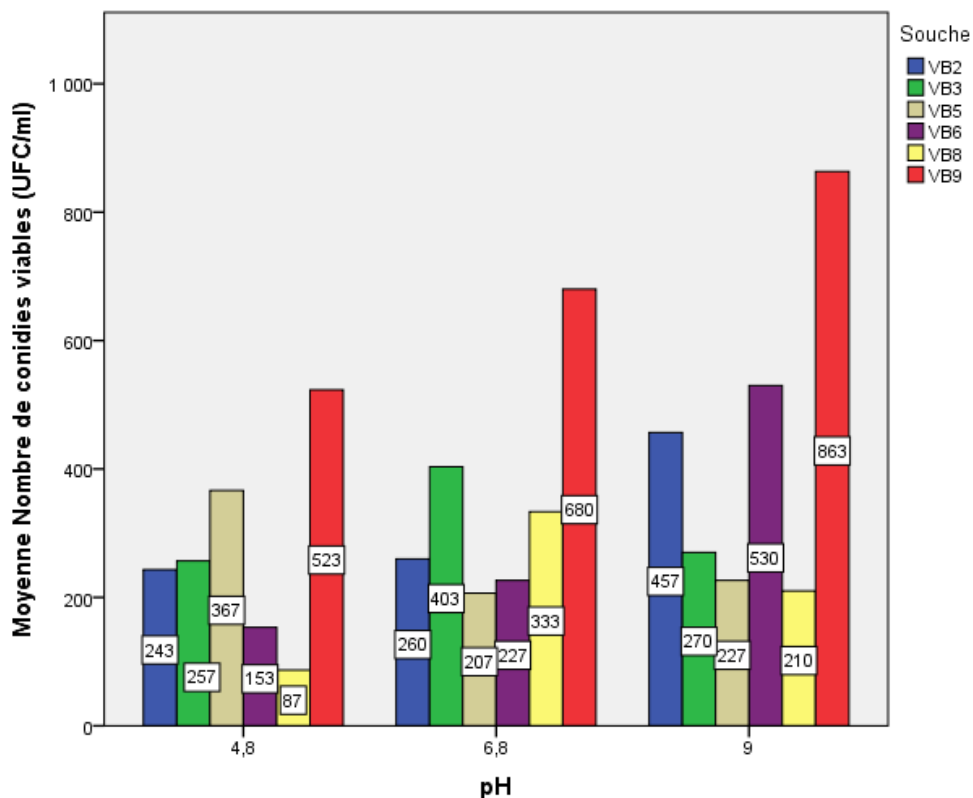


Figure III.7 : Effet du pH du milieu sur la germination des conidies du *Verticillium sp* (cm²)

À un pH acide (pH= 4,9) on note la présence de 03 groupes homogènes. Un premier, regroupe les isolats dont le NCV est compris entre 86,67 et 256 UFC/ml (VB2, VB3, VB6 et VB8). Le second groupe englobe les isolats VB2, VB5, VB6, VB3 et VB8 avec un NCV variant de 153,33 à 366,67 UFC /ml. Le troisième groupe regroupe les isolats VB5 et VB9 qui présentent les plus grandes valeurs du NCV allant de 366,67 à 523,33 UFC/ml

À un pH neutre (pH= 6,8) on note que l'analyse que la variance fait ressortir deux groupes homogènes dont le premiers englobe les isolats VB2, VB3, VB5, VB6 et VB8 (206,67 > NCV > 403,33 UFC/ml). Le second groupe est représenté uniquement par l'isolat VB9 avec la plus grande valeur enregistrée du NCV (680 UFC/ml).

À un pH basique (pH= 9) on note la présence de 03 groupes homogènes identiques à ceux du pH neutre, en sachant que l'isolat VB9 enregistre une NCV plus élevé de l'ordre de 863,33 UFC/ml

Le potentiel d'hydrogène (pH) du milieu à une influence sur le nombre des conidies viables des différentes souches de *Verticillium sp* étudiées ceci est démontré par le test MANOVA où on relève ce qui suit :

- Le NCP chez l'isolat VB8 en milieu acide est statistiquement différent de celui du milieu neutre, ainsi le NCP du milieu neutre est différent de celui du milieu basique
- Le NCV de l'isolat VB2, VB6 et VB9 en milieu basique est statistiquement différent de celui du milieu neutre et acide.

La corrélation de Person au seuil de 1% indique qu'il existe une corrélation significative (p=0,00) et inversement proportionnelle de forte intensité (r = -0,688) entre la croissance mycélienne et le nombre de conidies viables

III.1.3. Influence de la lumière


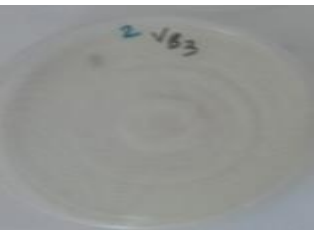
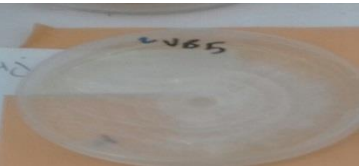
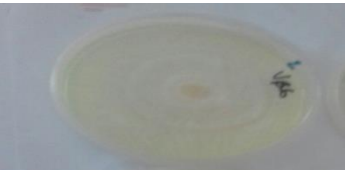
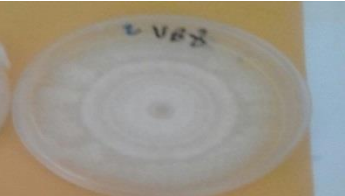
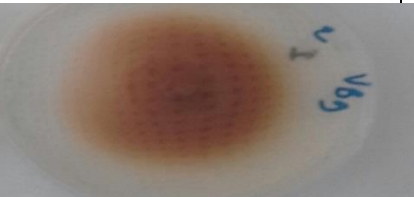
III.1.3.1 Caractérisation morphologique

Lumière continue

Tableau III.3 : Caractérisation morphologique des six isolats de *Verticillium sp* sous l'influence de la lumière d'incubation

	TEXTURE	TOPOGRAPHIE	COULEUR	VITESSE DE CROISSANCE
VB2	Duveteuse (mycélium aérien court)	surélevée	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune**)	rapide: > 3 cm
VB3	Duveteuse (mycélium aérien court)	surélevée	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune)	rapide: > 3 cm
VB5	Duveteuse (mycélium aérien court)	surélevée	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune)	rapide: > 3 cm
VB6	Duveteuse (mycélium aérien court)	surélevée	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune)	rapide: > 3 cm
VB8	Duveteuse (mycélium aérien court)	surélevée	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune)	rapide: > 3 cm
VB9	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse)	surélevée	Champignon hyalin (marron avec pigment diffusible marron **)	rapide: > 3 cm

Obscurité

		TEXTURE	TOPOGRAPHIE	COULEUR	VITESSE DE CROISSANCE
<p>VB2</p> 	PH=6,8	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin avec pigment diffusible jaune	modérée: entre 1 et 3 cm.
<p>VB3</p> 	PH=6,8	Duveteuse (mycélium aérien court)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc)	modérée: entre 1 et 3 cm.
<p>VB5</p> 	PH=6,8	Duveteuse (mycélium aérien court)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc)	modérée: entre 1 et 3 cm
<p>VB6</p> 	PH=6,8	Duveteuse (mycélium aérien court)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc)	modérée: entre 1 et 3 cm
<p>VB8</p> 	PH=6,8	Laineuse (mycélium aérien abondant)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc)	rapide: > 3 cm
<p>VB9</p> 	PH=6,8	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (avec pigment diffusible marron)	modérée: entre 1 et 3 cm.

D'après nos observations représentées dans le tableau III.3

; la lumière continue ne modifie pas l'aspect du mycélium, ni la couleur des six isolats mais elle modifie leur vitesse de croissance qui est supérieure à 3cm après 7jours d'incubation sur milieu PDA, ensuite elle diminue après 14jours d'incubation

III.1.3.2. Détermination de la croissance diamétrale mycélienne en fonction de l'exposition à la lumière

L'influence de l'exposition à la lumière (obscurité continue et lumière continue) sur la croissance des six(6) isolats de *Verticillium sp* a été étudiée et les résultats sont illustrés en moyenne dans la figure III.8.

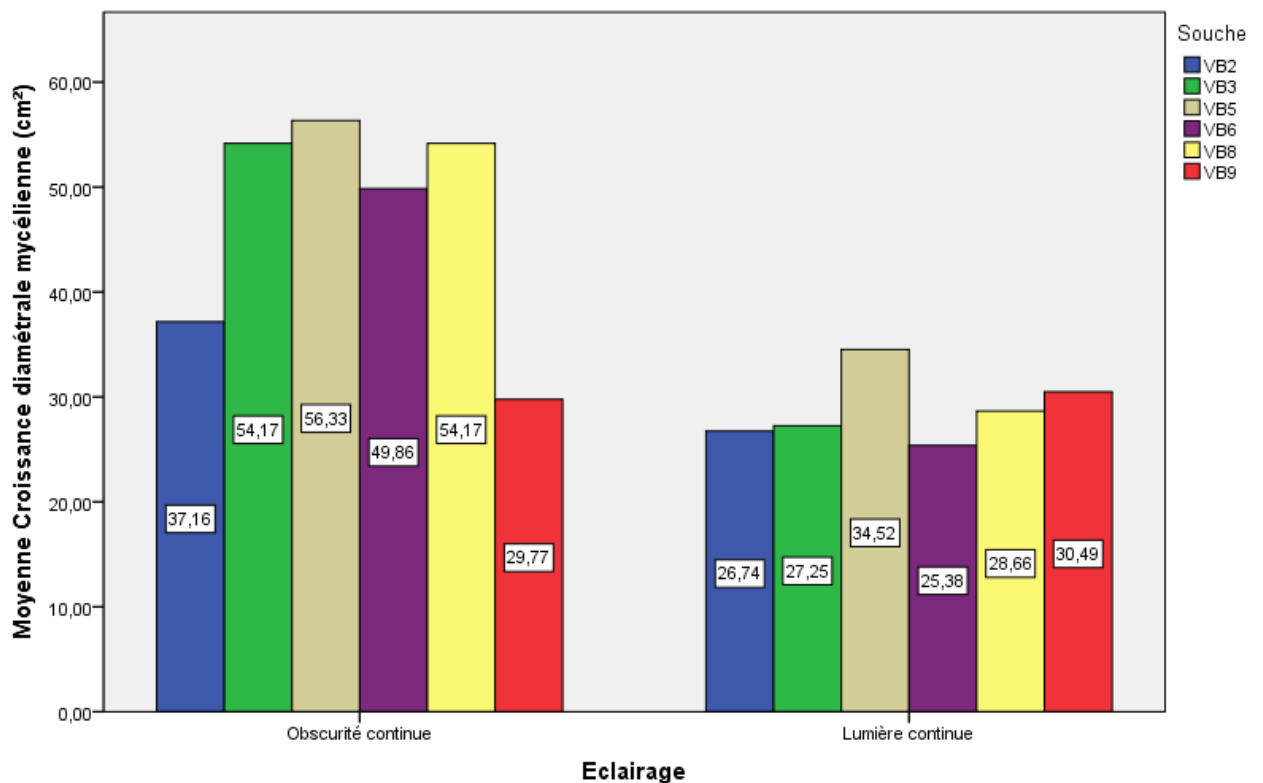


Figure III.8: Effet de l'exposition à la lumière sur la croissance diamétrale mycélienne du *Verticillium sp* (cm²)

L'exposition des différents isolats à l'obscurité continue est considérée comme essai témoin. On note l'apparition de 02 groupes homogènes. Un premier, regroupe les isolats dont la valeur de croissance mycélienne est faible (VB9 et VB2) variant entre 29,77 et 37,16 cm². Les isolats VB6, VB3, VB8 et VB5 représentent le second groupe avec des valeurs allant de 49,86 à 56,33 cm².

En exposant les isolats à lumière continue on note une baisse de la croissance est ainsi l'apparition de 03 groupes homogènes. Le premier groupe représente les isolats VB6, VB2, VB3 et VB8 avec une croissance allant de 25,38 à 28,66 cm². Le second groupe inclus les isolats VB2, VB3, VB8 et VB9 dont la croissance varie entre 26,74 et 30,49 cm². Le dernier groupe (groupe 3) est représenté par l'isolat VB5 qui donne le plus grand résultat (34,52 cm²)

Les groupes homogènes ont été définis on se basant sur l'analyse de la variance MANOVA au seuil 5% et sont différents d'un point de vue statistique (Annexe 3)

La variation de l'exposition à la lumière a une influence notable sur la croissance mycélienne individuelle des différents isolats de *Verticillium dahliae* étudiés ceci est démontré par le test MANOVA (annexe) ceci est vrai sauf pour l'isolat VB9 où on ne note pas de différences entre la croissance de ce dernier en fonction de l'exposition à la lumière et à l'obscurité.

III.1.3.3. Effet de l'exposition à la lumière sur la sporulation de *Verticillium sp*

L'influence de l'exposition à la lumière (obscurité continue et lumière continue) sur la sporulation (NCP) des six (06) isolats de *Verticillium sp* a été étudiée et les résultats sont illustrés en moyenne dans la figure III.9

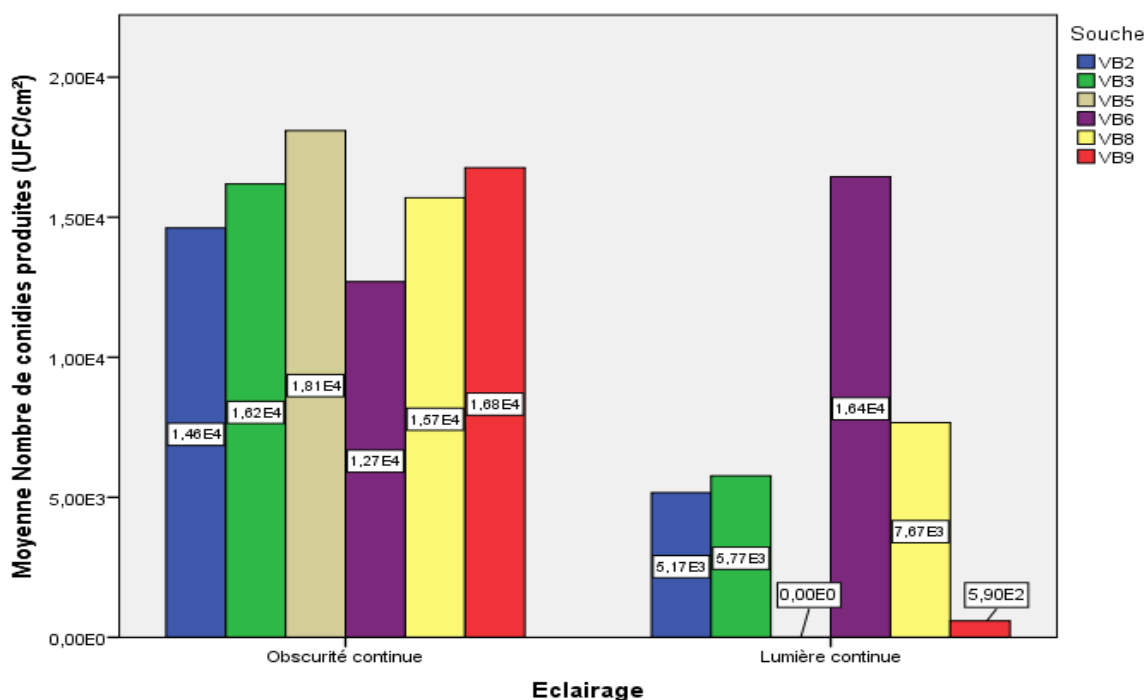


Figure III.9: Effet de l'exposition à la lumière sur la sporulation du *Verticillium sp* (UFC/cm²)

À l'obscurité continue on note que l'ensemble des souches présentent une variabilité dans la production des conidies allant de $1,27 \cdot 10^4$ à $1,81 \cdot 10^4$ UFC/cm²

L'analyse de variance multivariée (MANOVA) indique qu'il n'existe pas de différences statistiquement significatives entre le nombre de conidies produites (NCP) des différentes isolats ($p > 5\%$) (Annexe 3)

À une exposition continue à la lumière on note la présence de 03 groupes homogènes. Un premier, regroupe les isolats dont le NCP est compris entre 0,00 et $5,77 \cdot 10^3$ UFC/cm² (VB2, VB5, VB3 et VB9). Le second groupe englobe les isolats VB9, VB2, VB3 et VB8 avec un NCP variant de $5,90 \cdot 10^2$ à $7,67 \cdot 10^3$ UFC/cm². Le troisième groupe est représenté par l'isolat VB6 avec un maximum de NCP qui atteint $1,64 \cdot 10^4$ UFC/cm²

La variation de l'exposition à la lumière a une influence notable sur le nombre de conidies produites des différents isolats de *Verticillium sp* étudiés ceci est démontré par le test MANOVA (annexe 3) ceci est vrai sauf pour l'isolat VB6 où on ne note pas de différences entre la croissance de cette dernière en fonction de l'exposition à la lumière et à l'obscurité.

III.1.3.4. Effet de l'exposition à la lumière sur la germination des conidies de *Verticillium sp*

L'influence de l'exposition à la lumière sur la germination des conidies (NCV) des six (06) isolats de *Verticillium sp* a été étudiée et les résultats sont illustrés en moyenne dans la figure III.10

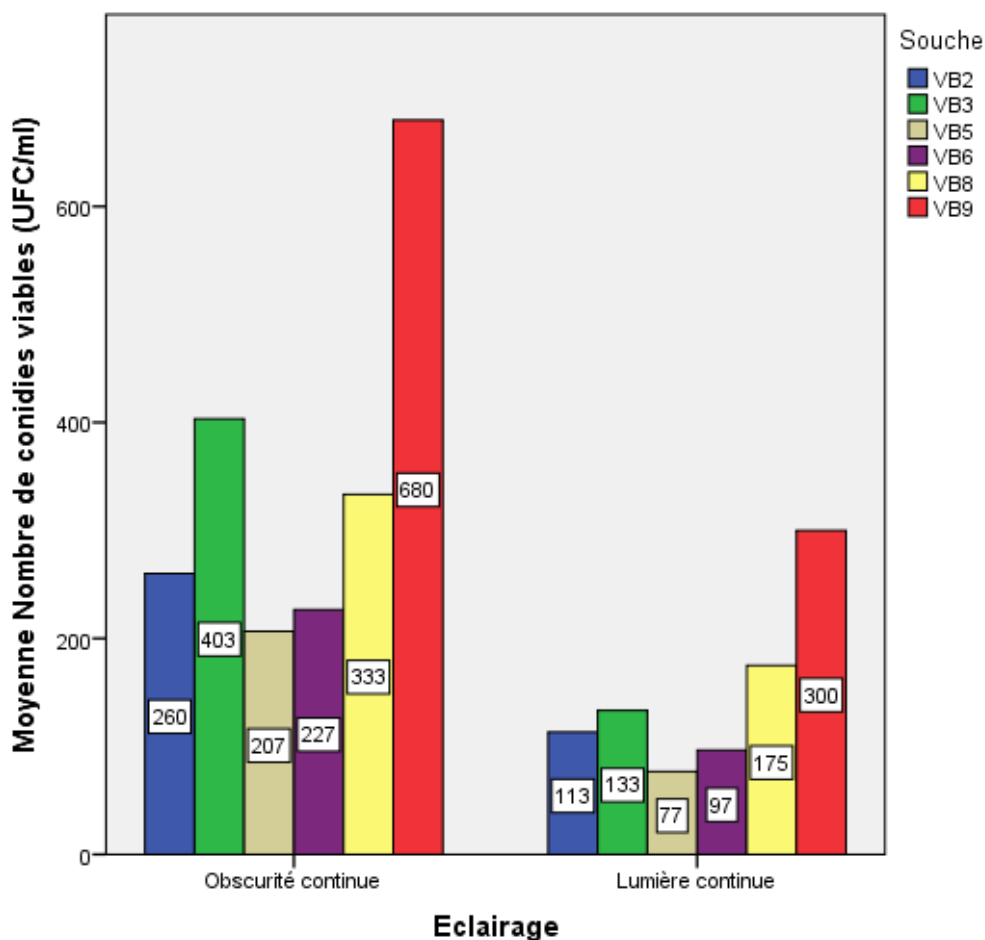


Figure III.10 : Effet de l'exposition à la lumière sur la germination des conidies du *Verticillium* sp (UFC/ml)

À l'obscurité, note que l'analyse que la variance fait ressortir deux groupes homogènes dont le premiers englobe les isolats VB2, VB3, VB5, VB6 et VB8 ($206,67 > \text{NCV} > 403,33$ UFC/ml). Le second groupe est représenté uniquement par l'isolat VB9 avec la plus grande valeur enregistrée du NCV (680 UFC/ml).

À une exposition à la lumière continue, on note la présence de 03 groupes homogènes. Le premier englobe les isolats VB5, VB6, VB2 et VB3 avec des NCV allant de 76,67 à 133,33 UFC/ml. Le second groupe représente les isolats VB6, VB2, VB3 et VB8 dont le NCV est compris entre 96,67 et 175 UFC/ml. L'isolat VB9 avec un NCV élevé (300 UFC/ml) est représenté dans le troisième groupe.

La variation de l'exposition à la lumière a une influence notable sur le nombre de conidies viables des différents isolats de *Verticillium sp* étudiés ceci est démontré par le test MANOVA (annexe 3)

La corrélation de Pearson au seuil de 5% indique qu'il existe une corrélation statistiquement significative ($p = 0,01$) et proportionnelle d'intensité moyenne ($r = +0,42$) entre la croissance mycélienne et le nombre de conidies viables. Ainsi il existe une corrélation statistiquement significative ($p = 0,02$) et proportionnelle d'intensité moyenne ($r = +0,419$) entre le nombre de conidies viables (NCV) et le nombre de conidies produites (NCP)


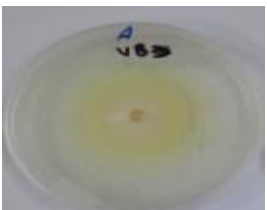
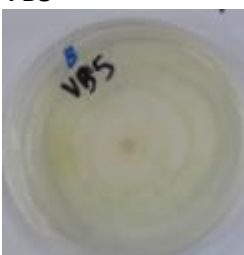
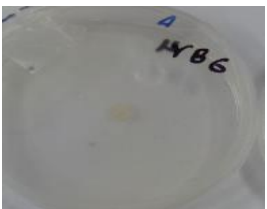


En exposant les isolats à lumière continue on note une baisse de la croissance est ainsi l'apparition de 03 groupes homogènes. Le premier groupe représente les isolats VB6, VB2, VB3 et VB8 avec une croissance allant de 25,38 à 28,66 cm². Le second groupe inclus les isolats VB2, VB3, VB8 et VB9 dont la croissance varie entre 26,74 et 30,49 cm². Le dernier groupe (groupe 3) est représenté par l'isolat VB5 qui donne le plus grand résultat (34,52 cm²)

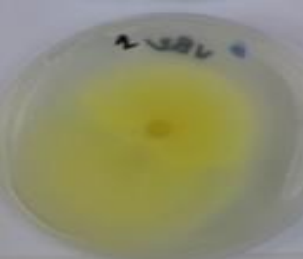
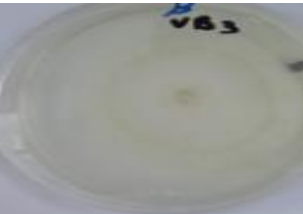
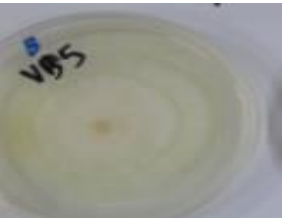
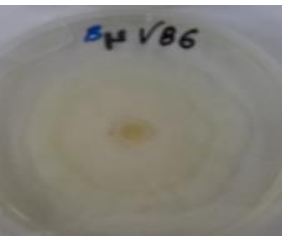
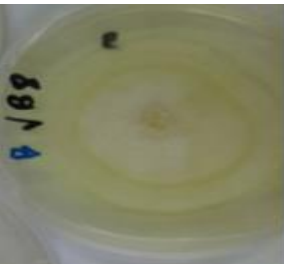

III.1.4. Influence de NaCl



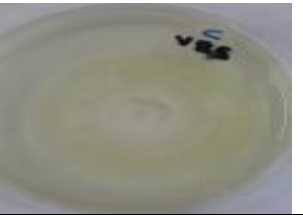
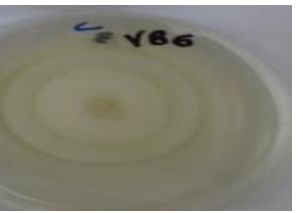

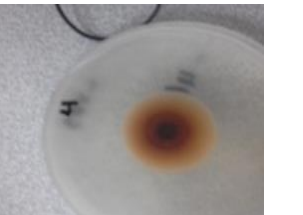
III.1.4.1 Caractérisation morphologique


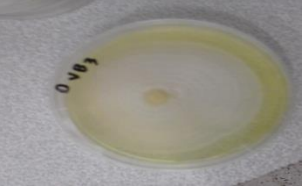




Identification macroscopique



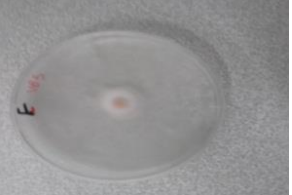

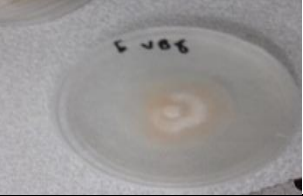
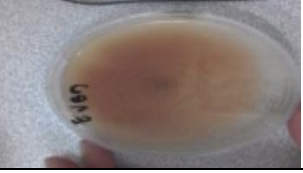
Tableau III.4 : Caractérisation morphologique des six isolats de *Verticillium sp* sous l'influence de Nacl

A =4g/l Nacl	TEXTURE	TOPOGRAPHIE	COULEUR	VITESSE DE CROISSANCE
VB2 	Pas de croissance			
VB3 	Duveteuse (mycélium aérien court)	. Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible rose claire)	rapide: > 3 rapide 3cm.
VB5 	Duveteuse (mycélium aérien court)	- Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jeune claire)	- modérée: entre 1 et 3 cm
VB6 	Pas de croissance			
VB8 	Duveteuse (mycélium aérien court)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jeune claire)	entre 1 et 3 cm
VB9 	Pas de croissance			

8g/L	TEXTURE	TOPOGRAPHIE	COULEUR	VITESSE DE CROISSANCE
VB2 	Duveteuse (mycélium aérien court)	Plane avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune claire)	rapide: > 3 cm.
BV3 	Laineuse (mycélium aérien abondant)	Surélevée	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible rose)	rapide: > 3 cm.
VB5 	Duveteuse (mycélium aérien court)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible rose claire)	rapide: > 3 cm.
VB6 	Laineuse (mycélium aérien abondant)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune ou rose claire)	rapide: > 3 cm.
VB8 	Duveteuse (mycélium aérien court)	Plane avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible rose claire)	rapide: > 3 cm.
VB9 	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible marron)	rapide: > 3 cm.

10g/l	TEXTURE	TOPOGRAPHIE	COULEUR	VITESSE DE CROISSANCE
VB2 	Duveteuse (mycélium aérien court)	Plane avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jeune claire	rapide: > 3 cm.
VB3 	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse)	plane	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible rose claire	rapide: > 3 cm.
VB5 	Duveteuse (mycélium aérien court)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible rose claire	rapide: > 3 cm.
VB6 	Laineuse (mycélium aérien abondant)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jeune ou rose claire	rapide: > 3 cm.
VB8 	Laineuse (mycélium aérien abondant)	Surélevée avec stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible rose claire	rapide: > 3 cm.
VB9 	Duveteuse (mycélium aérien court)	plane	Champignon hyalin (avec pigment diffusible marron	lente: < 1 cm.

20g/l	TEXTURE	TOPOGRAPHIE	COULEUR	VITESSE DE CROISSANCE
VB2 	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse	plane	Champignon hyalin (blanc)	modérée: entre 1 et 3 cm
VB3 	Laineuse (mycélium aérien abondant	Plane ave stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jeune	modérée: entre 1 et 3 cm
VB5 	Duveteuse (mycélium aérien court)	Plane ave stries radiales	Champignon hyalin (blanc)	modérée: entre 1 et 3 cm
VB6 	Duveteuse (mycélium aérien court)	Surélevée ave stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible rose claire	modérée: entre 1 et 3 cm
VB8 	Laineuse (mycélium aérien abondant	Surélevée ave stries radiales	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jeune	modérée: entre 1 et 3 cm
VB9 	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse	Plane ave stries radiales	Champignon hyalin (avec pigment diffusible marron	modérée: entre 1 et 3 cm

40g/l	TEXTURE	TOPOGRAPHIE	COULEUR	VITESSE DE CROISSANCE
VB2 	Duveteuse (mycélium aérien court)	plane	Champignon hyalin (blanc)	modérée: entre 1 et 3 cm
VB3 	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse)	Plane ave stries radiales	Champignon hyalin (blanc)	modérée: entre 1 et 3 cm
VB5 	Duveteuse (mycélium aérien court)	Plane ave stries radiales	Champignon hyalin (blanc)	modérée: entre 1 et 3 cm
VB6 	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse)	Plane	Champignon hyalin (blanc avec pigment diffusible jaune)	modérée: entre 1 et 3 cm
VB8 	Glabre (mycélium aérien peu abondant avec surface lisse)	plane	Champignon hyalin (blanc) avec pigment diffusible rose claire	modérée: entre 1 et 3 cm
VB9 	Duveteuse (mycélium aérien court)	Plane ave stries radiales	Champignon hyalin (avec pigment diffusible marron)	modérée: entre 1 et 3 cm

D'après nos observations représentées dans le tableau III.4

; Les concentrations élevées en NaCl modifient l'aspect du mycélium , la couleur des isolats VB8,VB6 et VB5 après 14jours d'incubation sur milieu PDA,

III.1.4.2 Détermination de la croissance diamétrale mycélienne en fonction de la concentration en sel du milieu

L'influence du NaCl sur la croissance des six (06) souches de *Verticillium sp* a été étudiée et les résultats sont illustrés en moyenne dans la figure III.11

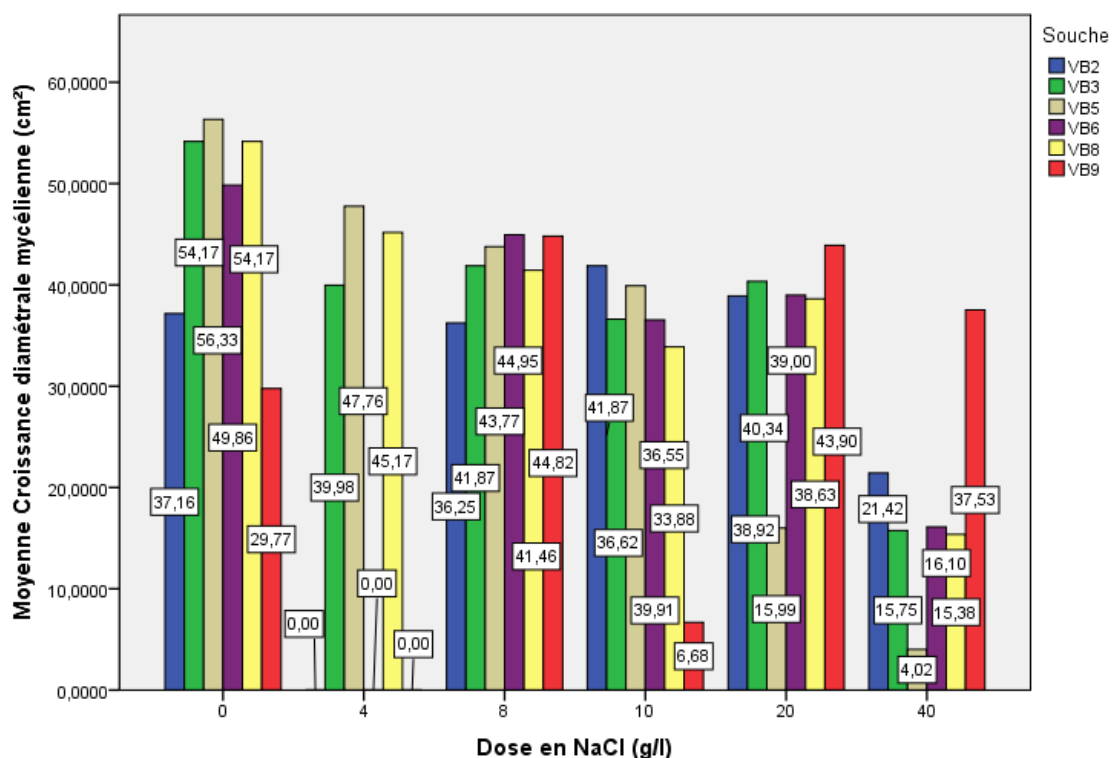


Figure III.11 : Effet du NaCl sur la croissance diamétrale mycélienne du *Verticillium sp*(cm²)

À une concentration nulle en NaCl (Témoïn) On note l'apparition de 02 groupes homogènes. Un premier, regroupe les isolats dont la valeur de croissance mycélienne est faible (VB9 et VB2) variant entre 29,77 et 37,16 cm². Les isolats VB6, VB3, VB8 et VB5 représentent le second groupe avec des valeurs allant de 49,86 à 56,33 cm².

L'application d'une dose de 4g/l de NaCl fait ressortir 03 groupes homogènes. Un premier, regroupe les isolats dont la valeur de croissance mycélienne est nulle (VB2, VB6 et VB9). Les isolats VB3 et VB8 sont regroupées dans le second groupe avec des valeurs de 39,98 et 45,17 cm² respectivement. Enfin le troisième groupe est représenté par les isolats VB8 et VB5 dont la valeur maximale est de 47,76 cm².

On note, d'après l'analyse statistique, qu'à une concentration de 8g/l tous les isolats ont une croissance similaire, ce qui est traduit par leur appartenance en un seul groupe homogène dont les valeurs varient entre 36,25 et 44,95 cm².

L'application d'une dose de 10g/l de NaCl fait ressortir 03 groupes homogènes. Un premier est représenté par l'isolat VB9 dont la valeur de croissance mycélienne est la plus faible (6,86 cm²). Les isolats VB8, VB6, VB3 et VB5 sont regroupées dans le second groupe avec des valeurs variant de 33,88 et 39,91 cm². Enfin le troisième groupe est représenté par les isolats VB6, VB3, VB5 et VB2 dont la valeur maximale est de 41,87 cm².

On note l'apparition de 02 groupes homogènes avec l'application de 20 g/l dans le milieu de culture. En effet le premier groupe renferme l'isolat VB5 dont la valeur de croissance mycélienne est la plus faible (15,99 cm²). Les souches VB8, VB2, VB6 et VB3 et VB9 représentes le second groupe avec des valeurs allant de 38,63 à 43,90 cm².

L'application d'une dose de 40g/l de NaCl fait ressortir 03 groupes homogènes. Un premier est représenté par les isolats VB5, VB8, VB6 et VB3 dont la valeur de croissance mycélienne sont les plus faibles (4,02 à 21,61 cm²). Les isolats VB8, VB6, VB3 et VB2 sont regroupées dans le second groupe avec des valeurs variant de 15,38 à 30,17 cm². Enfin le troisième groupe est représenté par les isolats VB3, VB2 et VB9 dont la valeur maximale est de 37,53 cm².

III.1.4.2 Effet du NaCl sur la sporulation et la germination de *Verticillium sp*

L'influence du NaCl sur la sporulation (NCP) (Figure 3.11) et la germination (Figure III.12) des six (06) isolats e *Verticillium dahliae* a été étudiée et les résultats sont illustrés en moyenne dans les figures ci-dessous

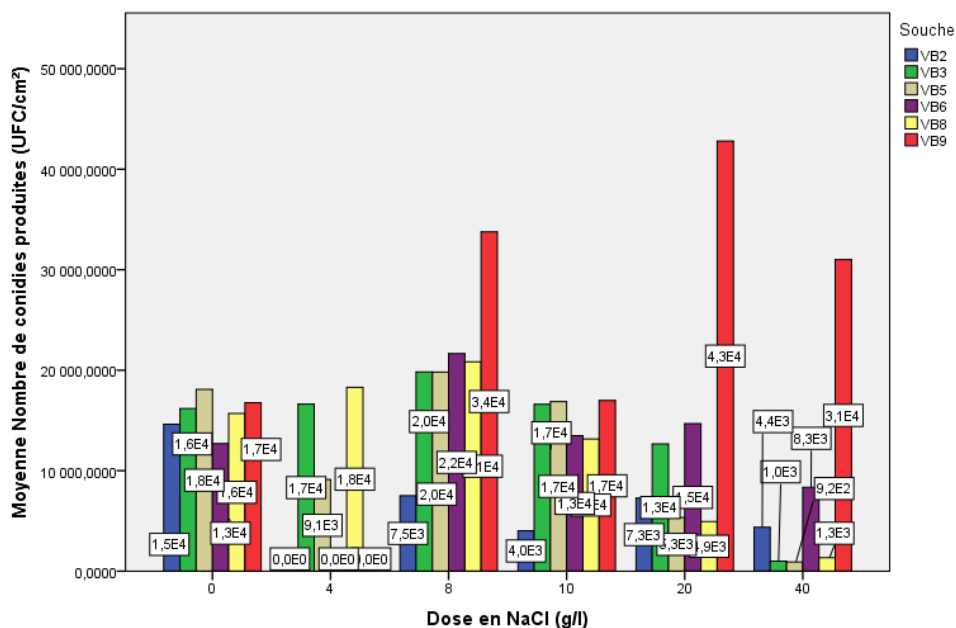


Figure III.12 : Effet du NaCl sur la sporulation du *Verticillium sp*(UFC/cm²)

En dépit de la variation des doses en NaCl, l'analyse statistique indique qu'il n'existe pas de différences entre les isolats étudiés. Cependant on note une baisse notable de la production des conidies à une dose de 40 g/l. Ceci est vrai pour l'ensemble des isolats sauf VB9 où l'augmentation progressive de la concentration en NaCl accentue la sporulation.

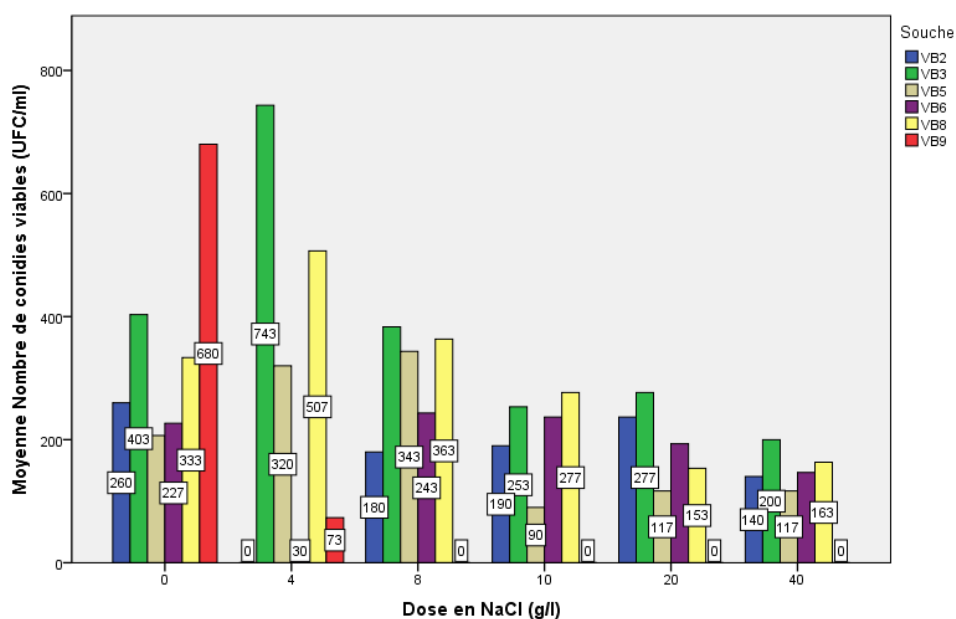


Figure 3.12 : Effet du NaCl sur la germination des conidies du *Verticillium sp* UFC/ml)

La germination des conidies n'est également pas influencée par la présence du NaCl en fonction des isolats étudiés. Mais il est à noter que l'augmentation des doses du NaCl influence négativement le nombre des conidies viables.

À cet effet, La corrélation de Person au seuil de 1% indique qu'il n'existe pas une corrélation significative entre la croissance mycélienne et le nombre de conidies viables et nombre de conidies produites.

III.2. Discussion finale

Les affections cryptogamiques sont redoutables et affectent une gamme très large de plantes, qu'elles soient cultivées ou spontanées. Le genre *Verticillium* regroupe deux espèces pathogènes de plantes (*V. dahliae* et *V. albo-atrum*) (Yildiz et al., 2009). Le champignon responsable de la Verticilliose (*Verticillium dahliae*) se conserve dans le sol sous forme de microsclérotés pendant de nombreuses années (jusqu'à 14 ans). Plusieurs facteurs abiotiques et biotiques stimulent la germination des microsclérotés (Terresinovia, 2017).

Les facteurs abiotiques sont essentiels à la croissance et au développement des Champignons telluriques et peuvent avoir aussi des effets néfastes sur le Développement de certaines maladies fongiques

L'impact de ces facteurs sur la caractérisation morphologique (aspect du mycélium et sa pigmentation), la croissance diamétrale mycélienne et la formation des organes de reproduction (la sporulation et la germination des conidies) in vitro de six isolats de *Verticillium sp* a été étudié dans ce travail. Les isolats étudiés proviennent de différentes plantes hôtes et localités d'Algérie à vocation maraichère.

Dans nos résultats les six isolats ont des comportements variables selon leur origine géographique et la plante hôte en culture sous serre ou en plein champ.

III.2.1. Effet de la température sur la croissance mycélienne et le nombre de conidies produites et viables

Les résultats des figures montrent que les isolats VB2, VB3, VB5, VB6 et VB8 ont une bonne croissance mycélienne le nombre de conidies produites et viables augmentent à une température de 35°C après 14 jours d'incubation sur milieu PDA et à l'obscurité.

Pour le nombre de conidies produites et viables chez L'isolat VB9 et VB2 diminue de façon significative à la température de 35°C.

A Température de 10°C la croissance mycélienne est stimulée chez VB9 par contre le nombre de CNP diminuent et elles ne sont pas viables (00,0UFC/ml).

Pour l'ensemble des isolats la température maximale est située à 35°Cs sauf pour le VB9 et VB2 ou la température maximale est aux alentours de 25°C.

Enfin nous avons noté également une variabilité morphologique au niveau du thalle chez les différents isolats avec la diffusion d'un pigment jaune chez les isolats VB5 ,VB3,VB2,VB6,VB8 et marron chez VB9 après une incubation à une température de 35°C pendant 14 jours à l'obscurité.

Nos résultats se rapprochent de ceux de **Mol et al. 1995, Mercado-banco 2001 et Nigro 2005** qui ont signalé pour le *Verticillium* un intervalle optimal de croissance mycélienne qui est située entre 21 et 27°C

Qui, Qm et al. ,2008 ont remarqué que les hautes températures de 35°C influent sur la variabilité morphologique des différents isolats d'artichaut et laitue ; leur croissance diamétrale ,la dimension des conidies et la germination des microsclérotés chez *verticillium dahliae*.

Les températures élevées retardent la germination des microsclérotés et compromettent donc la capacité de *V. dahliae* à pénétrer dans la plante et à causer des maladies **ROB., J., 2002, PEG et BRADY 2002**

La température du sol est un facteur critique pour le développement de la flétrissure verticillienne et de la croissance fongique, Pegg **GF, Brady BL (2002). McKeen CD (1943)** ont constaté que l'infection de la pomme de terre par *V. albo-atrum* se produisait entre 12 et 32 °C, mais que l'expression des symptômes était la plus forte entre 20 et 28 °C. Dans le sud de l'Espagne, **Bejarano-Alcazar et al (1996)**. Ont indiqué que la température optimale pour la croissance in vitro des isolats de *V. dahliae* provenant du coton allait de 24 à 27 °C dans le pathotypes D et de 21 à 24 °C dans le pathotypes ND. En Chine, **Xu et al. (2012)** ont déterminé que la température de croissance optimale pour les isolats de *V. dahliae* du pathotypes D et ND était de 25°C, bien que les isolats de pathotypes D puissent bien s'adapter aux températures élevées et infecter gravement le coton à des températures de 25 à 30°C. Dans les oliviers, le développement de la verticilliose est favorisé par les températures de l'air et du sol proches de la plage de croissance optimale de *V. dahliae* **Jimenez-Diaz et al(1998)**.

Dans notre cas la température optimale est de 25°C pour les isolats VB2 et VB9

III.2. 2. Effet du pH sur la croissance mycélienne et le nombre de conidies produites et viables

Les résultats de l'effet du pH sur la croissance des six isolats de *Verticillium* sp sont représentés par les figures. La croissance des six isolats est plus ou moins favorable à l'ensemble des pH. Les résultats montrent que l'optimum de croissance pour l'ensemble des isolats est situé à 4,9 après une incubation de 14 jours sur milieu PDA. Sauf pour le VB9 et VB2 ou le PH acide et Basique inhibent de façon significative leur croissance.

Les variations du pH a des effets notables sur le nombre de conidies produites et viables. Il n'existe de différence significative à pH acide et Basique

La corrélation de Pearson au seuil de 1% indique qu'il existe une corrélation statistiquement significative ($p = 0,00$) et inversement proportionnelle de forte intensité ($r = -0,66$) entre la croissance mycélienne et le nombre de conidies viables. la croissance mycélienne et le nombre de conidies viables

Des résultats similaires ont été obtenus chez l'espèce *V. dahliae* par **Ramualde, 1992**, les travaux de **Thanasouloulus et Kitsos (1072)**, **Ligoxigakis et al., 2002** et **Yilddiz et al., 2009** ont montré que la croissance optimale chez le *V. dahlia* se situe à Ph4. Par contre, **Goud et al., 2003** ont reporté que les deux espèces de *Verticillium* (*V. dahliae* et *V. tricorpus*) peuvent se développer à un pH allant de 5 à 7 dont l'optimum est obtenu a un pH=5 pour *V. dahlia* et à pH=6 pour *V. tricorpus*.

Le pH est un paramètre de grande importance pour le développement et la croissance du champignon ainsi que pour la formation des organes de reproduction (conidies). En effet c'est l'un des principaux facteurs qui détermine l'agressivité et la virulence de l'agent pathogène (**Ramualde, 1992**) ; **Jabnoun-Khierreddine, 2010**

III.2.3. Effet de la lumière continue et de l'obscurité sur la croissance mycélienne et le nombre de conidies produites et viables

Les résultats de l'action de la lumière continue et de l'obscurité sur la croissance mycélienne sont exposés dans les figures. La comparaison entre ces deux paramètres nous apprend qu'il existe des différences très nette entre les six isolats. On note une baisse de

croissance notable pour VB2 ; VB3, VB4, VB6, VB9 sauf pour l'isolat VB5 où elle augmente .De plus les isolats présente une vitesse de croissance très rapide après 7J après elle ralentie

La variation de l'exposition à la lumière a une diminution notable sur la croissance mycélienne individuelle des différents isolats de *Verticillium sp* étudiés ceci est démontré par le test MANOVA (annexe3) ceci est vrais sauf pour l'isolat VB9 où on ne note pas de différences entre la croissance de ce dernier en fonction de l'exposition à la lumière et à l'obscurité.

La variation de l'exposition à la lumière provoque une diminution significative du nombre de conidies produites et viables chez les différents isolats de *Verticillium sp* ceci est démontré par le test MANOVA (annexe) sauf pour l'isolat VB6 et VB9 où il n'existe pas de différences entre le nombre de conidies produites et viables par ces derniers en fonction de l'exposition à la lumière et à l'obscurité.

III.2.4 : Effet du NaCl sur la croissance mycélienne et le nombre de conidies produites et viables

L'interaction pathogène × salinité a été évaluée in vitro. La croissance de la colonie radiale est un paramètre fiable pour mesurer l'effet d'une variable environnementale sur la croissance des champignons. De plus, **Cook (1973)** a mentionné que ce type d'expériences in vitro peut refléter le comportement des agents pathogènes in vivo, à l'intérieur des tissus végétaux.

Les présents résultats ont montré que les niveaux de salinité testés (4g /l ,8g/L n'avaient pas d'effet négatif sur la croissance radiale et la formation des organes de reproduction des six isolats étudiés. A partir de 20g/l et 40g/l on note une diminution significative de ces paramètres sauf pour l'isolat VB9 où nous observons une stimulation de la croissance mycélienne et la sporulation.

Plusieurs agents pathogènes autres que *V. dahliae* étaient tolérants aux sels en culture, notamment *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium spp.* (**Tresner et Hayes 1971**), *Pythium aphanidermatum* (**Rasmussen et Stanghellini 1988**), *Phytophthora spp.* (**MacDonald 1982; Blaker et MacDonald 1985**), *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici* (**Besri 1980; Daami-Remadi et al. 2009**) et *F. oxysporum f. sp. Vasinfectum* (**Ragazzi et Vecchio 1992**).

Le NaCl a eu les effets négatifs les plus importants sur le développement, la morphologie et la sclérotinisation de *Macrophomina phaseolina* en raison de la réduction de la synthèse des de certains métabolites par cette espèce.

Des études in vitro sur l'interaction salinité × *V. dahliae*, ont montré des effets non significatifs des traitements à des taux élevés en sels sur la sporulation des agents pathogènes et sur la formation des structures des résistances comme les microsclérotos. Ainsi, l'interaction des agents pathogènes avec la salinité semble être assez spécifique, complexe et ne peut être extrapolée pour tous les champignons du sol, même s'ils occupent la même niche écologique et subissent le même stress abiotique. **(Daami-Remadi et al., 2009)**

Les études d'interaction salinité × *V. dahliae* sur tomate cv. «Ventura» a montré que les plantes inoculées avec *V. dahliae* et arrosées avec des concentrations accrues d'eau salée étaient gravement affectées par la maladie. **Besri (1990), Livescu et al. (1990) et Nachmias et al. (1993)**. La salinité du sol augmente également la sensibilité de certaines cultures aux champignons tellurique tels que *Phytophthora spp.* **(MacDonald 1982; Blaker et MacDonald 1986; Bouchibi et coll. 1990; Snapp et coll. 1991; Sanogo 2004)**, *Pythium ultimum* **(Martin et Hancock 1981)**, *Fusarium oxysporum* **(Daami-Remadi et al., 2009)**.

CONCLUSION GENERALE

Ce travail s'inscrit dans un programme de recherche destiné à combattre le *Verticillium sp* (agent redoutable des cultures maraichères). Il avait pour objectif d'évaluer in vitro l'impact des facteurs abiotiques sur la caractérisation morphologique (aspect du mycélium et sa pigmentation), la croissance diamétrale mycélienne et la formation des organes de reproduction (la sporulation et la germination des conidies) de six isolats de *Verticillium sp*. Les isolats étudiés proviennent de différentes plantes hôtes et localités d'Algérie à vocation maraichère.

Les six isolats étudiés proviennent des régions nord-est d'Algérie (Blida, Tipaza, Cherchell, Skikda, el Taref, Tebessa) prélevés sur des plantes hôtes différents à savoir aubergine, chou-fleur, tomate, fraise cultivées sous serre et artichaut, pomme de terre cultivé en plein champ.

Les résultats obtenus ont démontré que les six isolats présentent une variabilité morphologique et culturale en présence des contraintes environnementales à savoir Température, pH, la lumière et le NaCl selon leur origine géographique et la plante hôte.

L'isolat VB9 en provenance de la région semi-aride de Tebessa à un comportement particulier par rapport aux autres isolats.

Dans les travaux futurs, il serait intéressant de faire une étude plus approfondie en élargissant le nombre d'isolats étudiés avec la possibilité d'élargir d'autres aspects de la diversité.

Il serait également intéressant d'évaluer l'effet de ces facteurs sur la croissance pondérale et le stade formation de sclérotés (stade de conservation au niveau du sol) chez ce champignon tellurique en culture in vitro ainsi que sur le développement et la sévérité de cette maladie de dépérissement des cultures maraichère in vivo.

Il serait intéressant d'établir une relation entre le comportement morphologique et culturale de ces isolats et leur pouvoir pathogène (agressivité ou virulence) en les testant in vivo sur les variétés de tomates sensibles par exemple.

Ainsi, les informations qui en découleront et celles obtenues in vitro pourront éventuellement servir pour élaborer des plans stratégiques de lutte contre ce pathogène dangereux du sol.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Agrios, G.N.1988.**Plant pathology. 3 rd. Ed. Academie Press.INC.England, 388p.
2. **Barbara D.J.; Clewes E., 2003.**Plante pathogenic Verticillium species: how many of them are there? Mol. Plant pathol. 4:297-305.
3. **BLANCARD. (2013)** Verticillium dahlia Kleb. (1913) Verticillium albo-atrum reinke & berthold, **1998.** La verticilliose de l'olivier dans les oliveraie de la région ouest d'Algérie : estimation du taux d'infection, caractérisation de l'agent causal et analyse quantitative des microsclérotés dans le sol. XIème Journées Ntionales de Microbiologie. S.A.M, 30 Nov -1 Déc, Oran, Algérie, pp.36-37.
4. **Bejarano-Alcazar J, Blanco-Lopez MA, Melero-Vara JM, Jimenez-Diaz RM (1996)** Etiology, importance, and distribution of Verticillium wilt of cotton in southern Spain. Plant Dis 80: 1233–1238.
5. **BESRI M., 1981.** Qualité des sols et des eaux d'irrigation et manifestation des trachéomycose de la tomate au Maroc. Phytopathologia mediterranea, Vol 20, n°2/3:107-111
6. **BESRI M., 1977.** Etude de quelques aspects de l'écologie de Fusarium oxysporum f.s.p. lycopersici et de Verticillium dahliae Kleb. le long du littoral atlantique marocain. Thèse de Doctorat essciences. Université de Nancy, 199 p Etiology
7. **Bejarano-Alcazar J, Blanco-Lopez MA, Melero-Vara JM, Jimenez-Diaz RM (1996),** importance, and distribution of Verticillium wilt of cotton in southern Spain. Plant Dis 80: 1233–1238.
8. **Besri M (1990)** Effects of salinity on the development of tomato Verticillium wilt in Morocco. In: Proceedings of the 5th International Symposium on Verticillium Wilt, 25-30 June 1990, St. Petersburg, Russia, p 61 (Abstract).
9. **Blaker NS, MacDonald JD (1985)** Effect of soil salinity on the forming of sporangia and zoospores by three isolates of Phytophthora. Phytopathology 75, 270- 274.
10. **Blaker NS, MacDonald JD (1986)** the role of salinity in the development of Phytophthora root rot of citrus. Phytopathology 76, 970-975.
11. **Bouchibi N, van Bruggen AHC, MacDonald JD (1990)** Effect of ion concentration and sodium: calcium ratio of a nutrient solution on Phytophthora root rot of tomato and zoospore motility and viability of Phytophthora parasitica. Phytopathology 80, 1323-1329.

- 12. Bellahcen M, 2004.** *La verticilliose de l'olivier : Etude épidémiologique et diversité génétique de verticillium dahlia Kleb., agent de la verticilliose, These Doct. D'état, Univ.Oran Es-senia, Algerie ,145p.*
- 13. Bellahcen, 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, pp.41-43.*
- 14. Bellahcen, M., Fortas, Z., Kaddous, M., Matallah, A., Nicole, M. Geiger, J.P. Benchaabane, M. 1990** Observation des cas de verticilliose de l'olivier à Cap-Djinet et sidi-Aich. Rapport de mission. ITAF, Algérie.
- 15. -BENYACOUB M., 1993.** Etude in vitro de l'antagonisme du *Stachybotris elegans* vis-à-vis du *Rhizoctonia solani* (GA3). Diplôme du grade Maître Ès Sciences, Université Laval, 118p. Berger C, 2012.
- 16. Berlanger, I. and M.L. Powelson. 2000.** *Verticillium wilt. The Plant Health Instructor.* DOI: 10.1094/PHI-I-PHI-I-2000-0801-01.
- 17. Bidochka M., J., Leger R.J.S., STUART A., Gowanlock K., 1999.** Nuclear r DNA phylogeny in fungal genus *Verticillium* and its relationship to insect and plant virulence, extracellular proteases and carbohydrases. *Microbiol.* 145:955-963.
- 18. BOISSON C.et LAHLOU H., 1980.** Etude du polymorphisme intraclonal chez le *Verticillium albo-atrum*, forme a micro sclérotés .I. La morphogenèse des thalles a partir des microconidies et ses variations. *Can. J. Bot.* 58, 2407-2419.
- 19. BOISSON C.et LAHLOU H., 1982.** Etude du polymorphisme intraclonal chez le *Verticillium albo-atrum*, forme a micro sclérotés .II. Influence de l'âge des thalles sur leur descendance par microconidies. *Can.J. Bot.* 60,19-25.
- 20. Botton B., Breton A., Fèvre M. Gauthier S., Guy Ph., Larpent J-P., Reymond P., Sanglier J-J., Vayssier Y. and Veau R. (1990).** Moisissures utiles et nuisibles : importance industrielle. Édition Masson, Paris.
- 21. Boullinger, M. (1970)** Cultures maraichères-phytopathologie, phytopharmacie, projet Algérie.formation Professionnelle Agricole, 70p.
- 22. BOURBOS V.A. and SKOUDRIDAKIS M.T., 1996.** Solarization for the control of *Verticillium* wilts of greenhouse tomato. *Phytoparasitica* 24(4): 277-280.

- 23. Colella C., Miacola C., Amenduni M. D'Amico M., Bubici G., Girulli M., 2008.**
Sources of Verticillium wilt resistance in Wild olive germplasm from the Mediterranean region. *Pathol.* 57:533-539.
- 24. Daami-Remadi M, Souissi A, Ben Oun H, Mansour M, Nasraoui B (2009)** Salinity effects on Fusarium wilt severity and tomato growth. *Dynamic Soil, Dynamic Plant* 3, 61-69 Edgington.
- 25. ERWIN D.C., 1981.** Chemical control in; *Fungal disease of Plants.* (Ed. M.E. Mace, AA. Bell and C.H. Beckman), pp563-594.
- 26. FAO/OMS ., 2014 - PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES**
COMITÉ DU CODEX SUR LES FRUITS ETLÉGUMES FRAIS Dix-huitième sessionPhuket,Thaïlande, 24 – 28 février 2014 .
- 27. Fradin, E.F. and Thomma, B.P.H.J. (2006).** Physiology and molecular aspects of Verticillium wilt Fradin, E.F. and Thomma, B.P.H.J. diseases caused by *V. dahliae* and *V. albo-atrum*. *Mol. Plant Pathol.* 7: 71–86.
- 28. FRAVEL D.R., 1996.** In vitro analysis of the role of glucose oxidase from *Talaromyces flavus* in biocontrol of the plant pathogen *Verticillium dahliae*. *Applied & Environmental Microbiology.* 62(9): 3183-3186.
- 29. Goudou –Sinha, C.1988.**Les relation hôte –parasite dans le cas du couple Tomate *Verticillium dahliae*. Etudes histologique. Mémoire de D.E.A.USTL, Montpellier.
- 30. Goud J.C., Termorshuizen A. J., Gams W.2003.** *Morphology of verticillium dahliae and V.tricorpus on semi selective media used for detection of Dahliae in soil.**Mycol.Res.* 101:822-830.
- 31. Harrington M. A. and Dobinson K. F. (2000).** Influences of cropping practices on *Verticillium dahliae* populations in commercial processing tomato fields in Ontario.*Phytopathol.*, 90, 1011-1017.
- 32. Hawke, M. A., and Lazarovits, G. 1994:** production and manipulation of individual microsclerotia of *Verticillium dahliae* for use in studies of survival, phytopathology 84:883-890.
- 33. HUBERT D.M., 1978.** Disturbed mineral nutrition. *Plant Disease* vol III: 163-181
HUBERT D.M., 1980. The role of mineral nutrition in defense. *Plant Disease* Vol V: 381-406.

- 34. . Jimé'nez-Dí'az RM, Tjamos EC, Cirulli M (1998)** Verticillium wilt of major tree hosts: Olive. In: Hiemstra JA, Harris DC, editors. A Compendium of Verticillium Wilt in Tree Species. Wageningen, The Netherlands: Ponsen and Looijen. pp. 13–16.
- 35. Isaac, I. (1953).** A further comparative study of pathogenic isolates of Verticillium.
- a. nubilum Isaac, I. Pethybr. and V. tricorpus sp.nov. Trans. Br. Mycol. Soc. 36: 180– IN2.
- 36. Isabelle C., 2016** - Verticilliose [page consulté 22 Aout 2017]
- a. <<http://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/verticilliose.1688.html>>
 - b. INRA 2013
- 37. Jabnoun-khiareddine H., Daami- Remadi M., Ayed F., Jebari H., EL-Mahjoub M., 2007a** Incidence of Verticillium wilt of melon in Tunisia. Afr.J. Plant Sci. Biotechnol, 56:726-726.
- 38. . Jabnoun-khiareddine, H., et al (2010) Jabnoun-Khiareddine, H., Daami-Remadi, M., Barbara, D.J., and El Mahjoub, M. 2010.** Morphological variability within and among Verticillium species collected in Tunisia. Tunisian Journal of Plant Protection 5: 19-38.
- 39. . Jimé'nez-Dí'az RM, Tjamos EC, Cirulli M (1998)** Verticillium wilt of major tree hosts: Olive. In: Hiemstra JA, Harris DC, editors. A Compendium of Verticillium Wilt in Tree Species. Wageningen, The Netherlands: Ponsen and Looijen. pp. 13–16.
- 40. Jouan B., Lemaire J. M., Lemarchand E., Sanson M. T., 1974.** Mise au point sur la gangrène de la pomme de terre (*Phoma exigua* var. *exigua* et var. *foveata*). Sci. agron., Rennes, 97-110.
- 41. Klebahn.H. 1913.** Beitrage zue Kenntins der Fungi imperfecti. I Eien Verticillium Krantheit Dahlien. Myco. Centr. pp.49666.
- 42. Klosterman, S.J., Atallah, Z.K., Vallad, G.E., and Subbarao, K.V. (2009).** Diversity, pathogenicity, and Klosterman, S.J., Atallah, Z.K., Vallad, G.E., and Subbarao, K.V. management of verticillium species. Annu. Rev. Phytopathol. 47: 39–
- 43. Kobra N., Jalil K., Toubert G., 2009.** Effects of three Glomus species as biocontrol agents against Verticillium-induced wilt in cotton .Plant. R., 49:185-189.

- 44. LAHLOU H. & BOISSON C., 1981.** Pathogenecity variation in one tomato isolate of *Verticillium albo-atrum* (microsclerotia form) C.R. du 3ème Symposium International sur les *Verticillium*. BARI.
- 45. Levin A.G., Lavee S., Tsror L., 2003.** EPIDEMIOLOGY OF *VERTICILLIUM DAHLIAE* ON OLIVE (cv. Picual) and its effect on yield under saline conditions. *Plant Pathol.* 52:212-218.
- 46. Livescu L, Kaufman Z, Nachmias A (1990)** The effect of salinity on *Verticillium* wilt of potato. In: Proceedings of the 5th International Symposium on *Verticillium* Wilt, 25-30 June 1990, St. Petersburg, Russia, p 9 (Abstract)
- 47. Maas, J.L. 1998.** Compendium of Strawberry Diseases. Second Edition. APS Press, St. Paul, MN, USA.
- 48. MAROIS J.J., JOHNSTON S.A., DUNN M.T. and PAPAVIDAS G.C., 1982.** Biological control of *Verticillium* wilts of Eggplant in field. *Plant Diseases*, 66, (12): 1166-1168.
- 49. Martin, F.N. 2003.** Development of alternative strategies for management of soilborne pathogens currently controlled with methyl bromide. *Annual Review of Phytopathology* 41: 325-350.
- 50. McCain A. H., Raabe R. D., and Wilhelm S. (1981).** Plants resistant or susceptible *verticillium* wilt. Cooperative Extension, U.S. Department of Agriculture, University of California, Berkeley, 12 pp.
- 51. . McKeen CD (1943)** A study of some factors affecting the pathogenicity of *Verticillium albo-atrum* R. & B. *Can J Res* 21: 95–117.
- 52. MAC DONALD, J.D., 1984.** Salinity effects on the susceptibility of *Chrysanthemum* roots to *Phytophthora Cryptogea*. *Phytopathology* 74: 621-624.
- 53. MacDonald JD (1982)** Effect of salinity stress on the development of *Phytophthora* root rot of *chrysanthemum*. *Phytopathology* 72, 241-219.
- 54. Mercado-Blanco J., Rodriguez-Jurado D., perz-artes E., Jiménez –Diaz R. M., 2001.** Detection of the nondefoliating pathotypes of *verticillium dahliae* in infected olive plants by nested PCR. *Plant pathol.* 50:609-619.
- 55. Mol L., 1995.** Effect of plant roots on the germination of microsclerotia of *verticillium dahliae*. II. Quantitative analysis of the luring effect of crops. *Eur.J.Plant Pathol.* 101:679-685.

- 56. Martin FN, Hancock JG (1981)** Relationship between soil salinity and population density of *Pythium ultimum* in the San Joaquin Valley of California. *Phytopathology* 71, 893 (Abstract).
- 57. Mejda Daami-Remadi1* • Hedia Ben Oun2 • Ahmed Souissi2 • Mohsen Mansour1 • Hayfa Jabnoun-Khiareddine3 • Bouzid Nasraoui2 2009.** Effects of Saline Irrigation Water on Verticillium Wilt Severity and Tomato Growth Plant Stress Global Science Books.
- 58. Nachmias A, Kaufman Z, Livescu L, Tsrer L, Meiri A, Caligari PDS (1993)** Effect of salinity and its interaction with disease incidence on potatoes grown in hot climates. *Phytoparasitica* 21, 245-255 .
- 59. Nigro F., Gallone P., Romanazzi G., Schena L., Ippolito A., Salerno M. G., 2005.** Incidence of verticillium wilt on olive in Apulia and genetic diversity of verticillium dahliae isolates from infected trees. *J. Plant Pathol.*, 87:13-23.
- 60. Opez –Escudero F. J., Blanco-Lopez M. A., 2001.** Effect of a single or double soil Solarization to control Verticillium wilts in established olive orchards in Spain. *Plant Dis.*, 85:489-496.
- 61. Otero L., Ducasse D., Miller R. N. G., 2004.** Variability in ribosomal DNA genic and spacer regions in *Verticillium dahliae* isolates from different hosts. *Fitopatologia Brasileira*, 29:441-446.
- 62. PAN Pesticides Database, <http://www.pesticideinfo.org>. Page consultée le 22 février 2008.**
- 63. Pegg G. F. (1984).** The impact of *Verticillium* diseases in agriculture, *Phytopathol. Méditer.*, **23**, 176-192.
- 64. . Pegg GF, Brady BL (2002)** *Verticillium Wilts*, Wallingford: CABI Publishing. 432 p.
- 65. Pegg, G.F. and B.L. Brady, 2002.** *Verticillium Wilts*. Oxford, UK: CABI Publishing, pp: 539.
- 66. 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.

- 67. Qin Q.M., Vallad G.E., Subbarao K.V., 2008.** Characterization of *verticillium dahliae* and *V.tricorpus* isolates from lettuce and artichoke. *Plant Dis.*,92:69-77
- Ragazzi A, Vecchio V (1992)** Behaviour of chlamydospore of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* in substrates containing sodium chloride. *Phytopathologia Mediterranea* 31, 85-87.
- 68. Rapilly F., 1968.** Les techniques de mycologie en pathologie végétale .*Annales des Epiphytes*, vol.19.Institut National de La Recherche Agronomique, PARIS ,102P .
- 69. Robb, J., 2002.***Verticillium*. *Encyclopedia of Microbiol.* 4:788-795.
- 70. Singh, T.N.,D.Aspinall,L.G.Paleg et S.F . Bogges (1973)** Stress metabolism .II.Changes in proline concentration in excised plant tissues .*Aust.J.Biol.Sci.*,26:57-63.
- Subramoniam, V.1974** Rapport sur la microflore d'algerie. I. N. A, Alger, Algérie, 15p.
- 71. Sanogo S (2004)** Response of chile pepper to *Phytophthora capsici* in relation to soil salinity. *Plant Disease* 88, 205-209.
- 72. Terresinovia, 2017-***Verticillium* [page consulté 18 Aout 2017]
<http://www.terresinovia.fr/tournesol/cultiver-du-tournesol/maladies/verticillium/>
- 73. Snapp SS, Sherman C, van Bruggen AHC (1991)** Effects of salinity on severity of infection by *Phytophthora parasitica* Dast., ion concentrations and growth of tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. *New Phytologist* 119, 275-284.
- 74. Tresner HD, Hayes JA (1971)** Sodium chloride tolerance of terrestrial fungi. *Applied Microbiology* 22, 210-213.
- 75. Tresner HD, Hayes JA (1971)** Sodium chloride tolerance of terrestrial fungi. *Applied Microbiology* 22, 210-213.
- 76. Xu F, Yang L, Zhang J, Guo X, Zhang X, et al. (2012)** Effect of temperature on conidial germination, mycelial growth and aggressiveness of the defoliating and nondefoliating pathotypes of *Verticillium dahliae* from cotton in China. *Phytoparasitica* 40: 319–327.
- 77. Yıldız Dasgan H , Sebahattin Çürük, Sedat Mansuroglu, Sener Kurt, Meltem Mazmanoglu, Özgür Antaklı and Gülcan Tarla,.(2009).**Grafted eggplant yield, quality and growth in infested soil with *Verticillium dahliae* and *Meloidogyne incognita*, *Pesq. Agropec. bras. Brasília*, v.44, n.12, p.1673-1681.

ANNEXES :

ANNEXE 1 : MILIEU DE CULTURE

Préparation du milieu de culture PDA (Rapilly 1968) :

Pomme de terre	200g
Glucose	20g
Agar	15g
l'eau distille	1000ml

Peler, laver, couper en tranches minces les pommes de terre. Cuire 15 à 20 minutes dans 200 ml d'eau distillée, filtrer sur compresse et presser. Ajouter le glucose au filtrat, compléter le volume à 1000 ml, ajuster le pH à 6,8. Ajouter l'agar,. Autoclave 20 min à 120°C.

ANNEXE 2 : UTILISER UNE CELLULE DE MALASSEZ

Une cellule de Malassez est une lame spéciale quadrillée qui permet le comptage de différents types de cellules

Mode opératoire Pour réaliser le remplissage de la cellule, il faut :

- Humidifier les glissières latérales sur lesquelles va reposer la lamelle
- Déposer la lamelle sur les rebords, celle-ci doit adhérer par un "effet ventouse"
- Placer l'extrémité de la pipette contre la lamelle et délivrer par capillarité le liquide en évitant tout débordement vers les rigoles.

Principe de comptage

La totalité de la cellule est composée de 100 rectangles dont les dimensions sont : Long.= 0,25 mm / larg.= 0,20 mm / Prof. = 0,20 mm Le volume total de la cellule est de 1 mm³ (100x2,5 x 0,2 x 0,20)

Le quadrillage est donc constitué de 10 bandes verticales (0,25 mm) et de 10 bandes horizontales (0,20 mm) formant ainsi 100 rectangles, On ne compte les cellules que dans 10 des 25 rectangles non contigus pris au hasard dans la cellule. On totalise le nombre de cellules présentes dans chaque

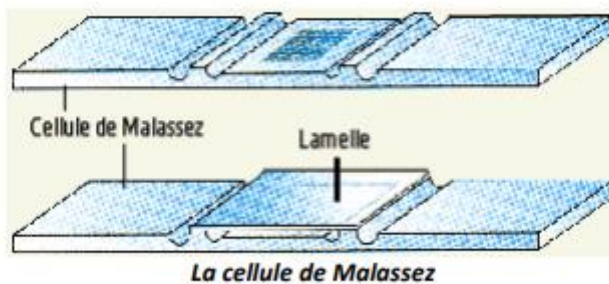
rectangle.

Arbitrairement, il est convenu de ne tenir compte que des cellules positionnées sur les côtés droits et inférieurs .

On calcule le nombre moyen de cellules par rectangle (total des cellules observées dans 10 rectangles divisés par le nombre de rectangles comptés) On multiplie le nombre obtenu par 100 pour connaître le nombre d'entités cellulaires.

Exemple de comptage		
Rectangle compté	Nombre de cellules comptabilisées	Calculs
Rectangle 1	20 cellules	Moyenne par rectangle : $(20+14+10+23+16+8+19+14+21+15)/10=$ 16 cellules Nombre de cellules dans 1 mm³ : $16 \times 100 =$ $1,6 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^{-3}$
Rectangle 2	14 cellules	
Rectangle 3	10 cellules	
Rectangle 4	23 cellules	
Rectangle 5	16 cellules	
Rectangle 6	8 cellules	
Rectangle 7	19 cellules	
Rectangle 8	14 cellules	
Rectangle 9	21 cellules	
Rectangle 10	15 cellules	

par



ANNEXE 3 : ANALYSE STATISTIQUE

Sous-ensembles homogènes T 25°C

Croissance diamétrale mycélienne (cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0,05	
		1	2
VB9	3,00	29,67	
VB2	3,00	37,00	
VB6	3,00		50,00
VB3	3,00		54,00
VB8	3,00		54,00
VB5	3,00		56,00
Signification		0,15	0,31

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies produites (UFC/cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0,05
		1
VB6	3,00	12701,33
VB2	3,00	14614,33
VB8	3,00	15695,67
VB3	3,00	16184,67
VB9	3,00	16770,00
VB5	3,00	18095,67
Signification		0,29

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Sous-ensembles homogènes T 10°C

Croissance diamétrale mycélienne (cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05		
		1	2	3
VB2	3,00	15,77		
VB5	3,00	18,35	18,35	
VB8	3,00	18,59	18,59	
VB6	3,00	18,98	18,98	
VB3	3,00		19,24	
VB9	3,00			29,62
Signification		0,06	0,94	1,00

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies produites (UFC/cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
VB9	3,00	0,00				
VB2	3,00		3118,00			
VB5	3,00			10058,67		
VB3	3,00				15473,67	
VB8	3,00				16510,67	
VB6	3,00					19937,00
Signification		1,00	1,00	1,00	0,61	1,00

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies viables (UFC/ml)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05			
		1	2	3	4
VB9	3,00	0,00			
VB8	3,00		183,33		
VB6	3,00		256,67	256,67	
VB3	3,00			356,67	
VB2	3,00				520,00
VB5	3,00				590,00
Signification		1,00	0,40	0,14	0,44

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Sous-ensembles homogènes T 35 °C

Croissance diamétrale mycélienne (cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
		1	2
VB9	3,00	13,93	
VB2	3,00		29,55
VB8	3,00		35,97
VB6	3,00		36,99
VB5	3,00		38,45
VB3	3,00		40,17
Signification		1,00	0,06

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies produites (UFC/cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05		
		1	2	3
VB9	3,00	565,70		
VB2	3,00		6292,00	
VB5	3,00			16036,67
VB3	3,00			17222,00
VB8	3,00			19707,00
VB6	3,00			20148,00
Signification		1,00	1,00	0,05

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies viables (UFC/ml)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
		1	2
VB9	3,00	0,00	
VB2	3,00		413,33
VB8	3,00		436,67
VB6	3,00		466,67
VB3	3,00		500,00
VB5	3,00		533,33
Signification			1,00

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Sous-ensembles homogènes pH 6,8

Croissance diamétrale mycélienne (cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
		1	2
VB9	3,00	29,77	
VB2	3,00	37,16	
VB6	3,00		49,86
VB3	3,00		54,17
VB8	3,00		54,17
VB5	3,00		56,33
Signification		0,16	0,26

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies viables (UFC/ml)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
		1	2
VB5	3,00	206,67	
VB6	3,00	226,67	
VB2	3,00	260,00	
VB8	3,00	333,33	
VB3	3,00	403,33	
VB9	3,00		680,00
Signification		0,16	1,00

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies produites (UFC/cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05
		1
VB6	3,00	12701,33
VB2	3,00	14614,33
VB8	3,00	15695,67
VB3	3,00	16184,67
VB9	3,00	16770,00
VB5	3,00	18095,67
Signification		0,29

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Sous-ensembles homogènes pH 9

Croissance diamétrale mycélienne (cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05		
		1	2	3
VB9	3,00	7,43		
VB2	3,00		41,84	
VB5	3,00			52,54
VB3	3,00			54,77
VB6	3,00			56,33
VB8	3,00			56,33
Signification		1,00	1,00	0,73

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies produites (UFC/cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
		1	2
VB9	3,00	8440,67	
VB2	3,00	12510,67	12510,67
VB5	3,00	13153,33	13153,33
VB6	3,00	14036,67	14036,67
VB3	3,00		14891,67
VB8	3,00		17425,33
Signification		0,05	0,10

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies viables (UFC/ml)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
		1	2
VB8	3,00	210,00	
VB5	3,00	226,67	
VB3	3,00	270,00	
VB2	3,00	456,67	
VB6	3,00	530,00	
VB9	3,00		863,33
Signification		0,06	1,00

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Sous-ensembles homogènes pH 4,9

Croissance diamétrale mycélienne (cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
		1	2
VB9	3,00	30,95	50,48
VB2	3,00		
VB8	3,00		
VB6	3,00		
VB3	3,00		
VB5	3,00		
Signification		1,00	0,68

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies produites (UFC/cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05
		1
VB8	3,00	12758,67
VB2	3,00	13007,00
VB3	3,00	13551,33
VB5	3,00	13709,33
VB6	3,00	14273,67
VB9	3,00	16377,33
Signification		0,45

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies viables (UFC/ml)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05		
		1	2	3
VB8	3,00	86,67		
VB6	3,00	153,33	153,33	
VB2	3,00	243,33	243,33	
VB3	3,00	256,67	256,67	
VB5	3,00		366,67	366,67
VB9	3,00			523,33
Signification		0,18	0,07	0,25

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Sous-ensembles homogènes LUMIERE CONTINUE

Croissance diamétrale mycélienne (cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05		
		1	2	3
VB6	3,00	25,38		
VB2	3,00	26,74	26,74	
VB3	3,00	27,25	27,25	
VB8	3,00	28,66	28,66	
VB9	3,00		30,49	
VB5	3,00			34,52
Signification		0,11	0,06	1,00

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies produites (UFC/cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05		
		1	2	3
VB5	3,00	0,00		
VB9	3,00	589,85		
VB8	3,00		7666,67	
VB2	2,00		7750,00	
VB3	2,00		8650,00	
VB6	3,00			16444,33
Signification		0,65	0,20	1,00

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 2,571.

b. Les effectifs des groupes ne sont pas égaux. La moyenne harmonique des effectifs des groupes est utilisée. Les niveaux des erreurs de type I ne sont pas garantis.

Nombre de conidies viables (UFC/ml)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05		
		1	2	3
VB5	3,00	0,00		
VB6	3,00		96,67	
VB2	3,00		113,33	
VB3	3,00		133,33	
VB8	2,00		175,00	
VB9	3,00			300,00
Signification		1,00	0,05	1,00

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 2,769.

b. Les effectifs des groupes ne sont pas égaux. La moyenne harmonique des effectifs des groupes est utilisée. Les niveaux des erreurs de type I ne sont pas garantis.

Sous-ensembles homogènes 4 g/l

Croissance diamétrale mycélienne (cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05		
		1	2	3
VB2	3,00	0,00		
VB6	3,00	0,00		
VB9	3,00	0,00		
VB3	3,00		39,98	
VB8	3,00		45,17	45,17
VB5	3,00			47,76
Signification		1,00	0,20	0,80

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies produites (UFC/cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05
		1
VB3	3,00	8353,33
VB2	3,00	9192,33
VB8	3,00	10748,00
VB6	3,00	13436,67
VB9	3,00	17500,00
VB5	3,00	20366,33
Signification		0,80

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies viables (UFC/ml)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05
		1
VB8	3,00	0,00
VB3	3,00	140,00
VB9	3,00	176,67
VB6	3,00	236,67
VB5	3,00	366,67
VB2	3,00	453,33
Signification		0,29

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Sous-ensembles homogènes NaCl 8g/l

Croissance diamétrale mycélienne (cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05
		1
VB2	3,00	36,25
VB8	3,00	41,46
VB3	3,00	41,87
VB5	3,00	43,77
VB9	3,00	44,82
VB6	3,00	44,95
Signification		0,17

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies viables (UFC/ml)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05
		1
VB3	3,00	0,00
VB5	3,00	90,00
VB6	3,00	160,00
VB2	3,00	173,33
VB9	3,00	223,33
VB8	3,00	233,33
Signification		0,50

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies produites (UFC/cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05
		1
VB2	3,00	6233,33
VB3	3,00	6600,00
VB6	3,00	6985,00
VB8	3,00	9219,00
VB9	3,00	9992,33
VB5	3,00	14577,33
Signification		0,94

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Sous-ensembles homogènes NaCl 10g/l

Croissance diamétrale mycélienne (cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05		
		1	2	3
VB9	3,00	6,68		
VB8	3,00		33,88	
VB6	3,00		36,55	36,55
VB3	3,00		36,62	36,62
VB5	3,00		39,91	39,91
VB2	3,00			41,87
Signification		1,00	0,09	0,15

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies produites (UFC/cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05
		1
VB2	3,00	5311,67
VB6	3,00	14833,00
VB9	3,00	15640,67
VB3	3,00	16862,67
VB5	3,00	20433,33
VB8	3,00	20464,33
Signification		0,72

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies viables (UFC/ml)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05
		1
VB9	3,00	63,33
VB8	3,00	140,00
VB6	3,00	173,33
VB5	3,00	193,33
VB3	3,00	406,67
VB2	3,00	416,67
Signification		0,78

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Sous-ensembles homogènes NaCl 20 g/l**Croissance diamétrale mycélienne (cm²)**

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05	
		1	2
VB5	3,00	15,99	
VB8	3,00		38,63
VB2	3,00		38,92
VB6	3,00		39,00
VB3	3,00		40,34
VB9	3,00		43,90
Signification		1,00	0,78

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies produites (UFC/cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05
		1
VB9	3,00	2344,00
VB8	3,00	6747,67
VB6	3,00	7740,67
VB2	3,00	8366,33
VB5	3,00	17048,00
VB3	3,00	25555,00
Signification		0,08

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Nombre de conidies viables (UFC/ml)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05
		1
VB5	3,00	0,00
VB6	3,00	50,00
VB9	3,00	96,67
VB8	3,00	183,33
VB3	3,00	346,67
VB2	3,00	393,33
Signification		0,35

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,000.

Sous-ensembles homogènes NaCl 40 g/l

Croissance diamétrale mycélienne (cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05		
		1	2	3
VB5	3,00	4,02		
VB8	3,00	15,38	15,38	
VB6	3,00	16,10	16,10	
VB3	4,00	21,61	21,61	21,61
VB2	6,00		30,17	30,17
VB9	3,00			37,53
Signification		0,08	0,18	0,13

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,429.

b. Les effectifs des groupes ne sont pas égaux. La moyenne harmonique des effectifs des groupes est utilisée. Les niveaux des erreurs de type I ne sont pas garantis.

Nombre de conidies produites (UFC/cm²)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05
		1
VB2	6,00	4183,17
VB8	3,00	8136,67
VB3	4,00	12022,00
VB5	3,00	12399,67
VB9	3,00	13066,33
VB6	3,00	15003,67
Signification		0,60

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,429.

b. Les effectifs des groupes ne sont pas égaux. La moyenne harmonique des effectifs des groupes est utilisée. Les niveaux des erreurs de type I ne sont pas garantis.

Nombre de conidies viables (UFC/ml)

Test de Tukey

Souche	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05
		1
VB9	3,00	86,67
VB6	3,00	150,00
VB5	3,00	193,33
VB2	6,00	196,67
VB8	3,00	220,00
VB3	4,00	775,00
Signification		0,23

Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.

- a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 3,429.
- b. Les effectifs des groupes ne sont pas égaux. La moyenne harmonique des effectifs des groupes est utilisée. Les niveaux des erreurs de type I ne sont pas garantis.