

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique

جامعة غرداية

Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie et des
Sciences de la Terre



كلية علوم الطبيعة والحياة
وعلوم الأرض

Département des Sciences
Agronomiques

Université de Ghardaïa

قسم العلوم الفلاحية

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de
Master académique en Sciences Agronomiques
Spécialité : Protection des végétaux

THEME

**Contribution à la recherche d'antagonisme microbien
vis-à-vis *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* agent de la
trachéomyose du palmier dattier (région de Ghardaïa)**

Présenté par

ATTOUT Fatiha

Membres du jury

Grade

SADINE Salah Eddine

MAA

Président

BOURAS Noureddine

PR

Examineur

KHENE Bachir

MCA

Encadreur

BELGHIT Saïd

MCB

Co-encadreur

Mai 2017

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dédicaces

À ma chère maman, Aïda GHASLIA

À mes sœurs et frères Hassiba, Fatima, Boualem, Yahaia

Réda DAFMANI, Mohammed Walaa NABULSI

À toute ma famille

Je dédie ce travail.

Remerciements

*Mes premiers remerciements **ALLAH** tout puissant pour m'avoir aidé à suivre mes études universitaires et à les corroborer par le présent mémoire.*

*Mes sincères remerciements et ma profonde gratitude s'adressent à mon encadreur: Dr **Bachir KHENE**, pour avoir accepté de diriger ce travail, pour sa grande patience, ses encouragements, ses orientations et ses conseils précieux.*

*Je tiens également a remercié mon Co-encadreur Mr **Saïd BELGHIT** pour son aide et ses orientations.*

Aussi j'adresse mes vifs remerciements A tous les agents de services de la subdivision de l'agriculture et INPV de GARDAIA

Aux membres de jury qui ont bien voulu examiner et juger ce travail.

*Ms. **Noureddine BOURAS** et Ms. **Salah Eddine SADINE***

*Un remerciement spécial à **Réda DAHMANI** pour ses encouragements.*

*Je tiens également a remercié **Mohammed Walaa NABULSI**.*

*Je tiens également à adresser mes vifs et sincères remerciement à ma chère amie **Souad BELKACEMI**.*

A tous les enseignants des sciences de la nature et de la vie de l'université de Ghardaïa et surtout les enseignants du département des sciences agronomiques.

Résumé

La fusariose vasculaire est parmi les maladies les plus graves du palmier dattier, causée *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* (F.o.a) un champignon tellurique. Cette étude consiste à rechercher dans les sols de palmeraies des microorganismes antagonistes au F.o.a isolé à partir de deux cultivars (*Azerza* et *Bent kbal*). Les tests d'antagonisme en milieu contrôlé ont révélé six souches bactériennes présentant des effets antagonistes : trois souches *Micrococcus* sp. ou *Staphylococcus* sp. et trois autres *Acétobacter* sp., *Pseudomonas* sp. et *Enterococcus* sp.

Mots clé : *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*, palmier dattier, lutte biologique, antagonisme, Ghardaïa.

ملخص

الذبول الوعائي هو من بين الأمراض الأكثر خطورة لنخيل , يسببه فطر الفيزاريوم *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* (F.o.a), هذه الدراسة هدفها البحث في تربة بساتين النخيل عن الكائنات الحية الدقيقة العدائية للفزاريوم الذي تم عزله من صنفين من النخيل أزرة و بنت قبالة , كشفت الاختبارات العداء التي تمت داخل المختبر عن ستة أنواع من البكتيريا تتميز بخاصية التضاد: منها ثلاثة *Micrococcus* sp. او *Staphylococcus* sp. و نوع من البكتيريا لكل

واحد من الثلاثة أجناس التالية *Acétobacter* sp. , *Pseudomonas* sp. , *Enterococcus* sp.

الكلمات المفتاحية: *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*, النخيل، المكافحة البيولوجية، التضاد، غرداية

Abstract

Fusarium wilt is one of the most serious diseases of the date palm. It is caused by the ascomycete fungus *Fusarium oxysporum* (F. *oxysporum*). The aim of this study is to examine palm grove soil for microorganisms antagonistic to *Fusarium oxysporum* that have been isolated from two samples of *Azerza* and *Bent Kbal*. Antagonistic tests in controlled medium revealed six bacterial strains with antagonistic effects: Three of the genus *Micrococcus* sp. or *Staphylococcus* sp., and one strain for each of the genera *Acetobacter* sp, *Pseudomonas* sp. and *Enterococcus* sp.

Keywords: *Fusarium oxysporum*, date palm, biological control, antagonism, Ghardaïa.

Liste des abréviations

F.o.a :	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>albedinis</i>
G.N :	Gélose nutritive
MEB :	Microscopie électronique à balayage
OEPP :	Organisation Européenne et méditerranéenne pour la Protection des Plantes
PDA :	Milieu potato-dextrose-agar
R ² :	Coefficient de détermination
m :	Mètre
cm :	Centimètre
ml :	Millilitre
Moy :	Moyenne
µm :	Micromètre
g :	Gramme
Q2 :	Quotient thermique
°C :	Degré Celsius
% :	Pour-cent
D.P.S.B :	Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires.

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Principales exigences écologiques et culturelles du palmier dattier	06
02	Données climatique de la région de Ghardaïa (2007-2016)	17
03	Données GPS des sites de prélèvements	21
04	Matériel végétal	22
05	Echantillons de sols prélevés selon les palmeraies et les exploitations.	23
06	Origine des souches bactériennes antagonistes vis-à-vis F.o.a	30
07	Observations macroscopiques des colonies bactériennes	30
08	Observations microscopiques des colonies bactériennes	30
09	Mesures relatives à la cinétique des cultures <i>in vitro</i> ayant manifesté un effet d'inhibition vis-à-vis de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp <i>albedinis</i>	31
10	Cinétique de croissance des colonies des bactéries en culture seule et en présence du F.o.a	38

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Schéma d'un palmier dattier (<i>Phoenix dactylifera</i> L.).	04
02	Différents types de feuilles produites par le palmier dattier au cours de son cycle de développement.	05
03	Morphologie et anatomie du fruit et de la graine du palmier Dattier.	06
04	Répartition géographique de la maladie du bayoud en Afrique du nord.	08
05	Organes de reproduction asexuée de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>albedinis</i> au MEB.	12
06	Cycle infectieux de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>albedinis</i> , agent causal de la maladie du Bayoud.	13
07	Localisation géographique de la Wilaya de Ghardaïa.	16
08	Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de Ghardaïa.	18
09	Localisation de la région de Ghardaïa dans le Climagramme d'Emberger.	19
10	Localisation des quatre palmeraies de prélèvements dans la région de Ghardaïa.	21
11	Cinétique de développement du F.o.a d'Azerza , en culture seul et en présence de la bactérie B0.	33
12	Cinétique de développement du F.o.a d'Azerza , en culture seul et en présence de la bactérie B55.	33
13	Cinétique de développement du F.o.a d'Azerza , en culture seul et en présence de la bactérie B60.	34
14	Cinétique de développement du F.o.a d'Azerza , en culture seul et en présence de la bactérie B42.	34
15	Cinétique de développement du F.o.a d'Azerza , en culture seul et en présence de bactérie B21.	35
16	Cinétique de développement du F.o.a d'Azerza , en culture seul et en présence debactérie B52.	35
17	Cinétique de développement du F.o.a de <i>Bent kbala</i> , en culture seul et en présence de bactérie B0.	36
18	Cinétique de développement du F.o.a de <i>Bent kbala</i> , en culture seul et en présence de bactérie B55.	36
19	Cinétique de développement du F.o.a de <i>Bent kbala</i> , en culture seul et en présence de bactérie B60.	37
20	Cinétique de développement du F.o.a de <i>Bent kbala</i> , en culture seul et en présence de bactérie B42.	37
21	Cinétique de développement du F.o.a de <i>Bent kbala</i> , en culture seul et en présence de bactérie B52.	38
22	Cinétique de développement du F.o.a <i>Bent kbala</i> , en culture seul et en présence de bactérie B 21.	38

Liste des photos

N°	Titre	Page
01	Symptôme externe du bayoud de palmier dattier « <i>Deglet nour</i> ».	10
02	Stade final de la maladie du bayoud sur palmier dattier (cultivar Ghars exploitation de BOUCHEMAL ; commune de Daïa ben dahoua).	10
03	Symptômes internes de la fusariose vasculaire de palmier dattier : coupe transversale sur rachis.	11
04	Caractéristiques microscopiques de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>albedinis</i> isolé du cultivar <i>Azerza</i> , <i>Bent kbala</i> (G 10×40).	12
05	Echantillons de palmier dattier présentant le symptôme du bayoud (<i>Bent kbala</i> , exploitation de HAOUACHE).	22
06	Prélèvement des échantillons du sol.	23
07	Séchage des sols à l'air libre.	23
08	Tamisage du sol prélevé.	23
09	Constituants du milieu de culture PDA.	24
10	PDA de synthèse	25
11	Milieu de culture de PDA	25
12	Gélose nutritive sous forme de poudre	25
13	Milieu de culture : gélose nutritive	25
14	Isolement des microorganismes par la technique de suspension dilutions.	26
15	Morceaux de rachis infectés.	26
16	Boîtes de pétri contenant le PDF et des fragments de rachis.	26
17	Isolement du F.o.a à partir de rachis (<i>Azerza</i>), (<i>Bent kbala</i>) infecté sur milieu PDA.	27
18	Des rondelles du milieu de culture des colonies F.o.a dans milieu de PDA	27
19	Rondelle du milieu de culture de colonie bactérienne B52 dans milieu de PDA	27
20	Confrontation du F.o.a avec un micro-organisme.	28
21	Absence d'antagonisme, après 5 jours de culture, entre les colonies bactériennes B1 ; B44 et le F.o.a (absence d'hyalo entre les deux) (exploitation de BOUCHEMAL).	29
23	Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B0 et le F.o.a d' <i>Azerza</i> (palmeraie de Daïa).	33
24	Antagonisme, après de 7 jours de culture, entre la bactérie B55 et le F.o.a d' <i>Azerza</i> (palmeraie de Bounoura).	33
25	Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B60 et le F.o.a d' <i>Azerza</i> (palmeraie de Daïa).	34
26	Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B42 et le F.o.a d' <i>Azerza</i> palmeraie de Daïa.	34
27	Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B21 et le F.o.a d' <i>Azerza</i> (palmeraie de Daïa).	35
28	Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B52 et le F.o.a d' <i>Azerza</i> (palmeraie de Daïa).	35
29	Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B0 et le F.o.a de <i>Bent kbala</i> (palmeraie de Daïa).	36
30	Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B55 et le F.o.a de <i>Bent kbala</i> (palmeraie Bounoura).	36

31	Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B60 et le F.o.a de <i>Bent kbala</i> (palmeraie de Daïa).	37
32	Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B42 et le F.o.a de <i>Bent kbala</i> (palmeraie de Daïa).	37
33	Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B52 et le F.o.a de <i>Bent kbala</i> (palmeraie de Daïa).	38
34	Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B21 et le F.o.a de <i>Bent kbala</i> (palmeraie de Daïa).	38

Sommaire

Introduction	01
Premier partie : synthèse bibliographique	
Chapitre I : Généralités sur le palmier dattier	
1. Taxonomie	03
2. Description générale des organes du palmier dattier	03
3. Le système racinaire	04
4. L'appareil végétatif	04
4.1.Stipe ou tronc	04
4.2.Les palmes (Feuilles)	05
5. L'Appareil de reproduction	05
5.1.Inflorescences (spadices) et fleur	05
5.2.Régimes	06
5.3.Fruit et graine	06
6. Principales exigences du palmier	06
7. Répartition de palmier dattier	07
7.1.Dans le monde	07
7.2.En Algérie	07
Chapitre II : Fusariose vasculaire sur palmier dattier	
1. Historique et extension géographique	08
2. L'agent pathogène	09
3. Position systématique	09
4. Symptôme de maladie	09
4.1.Symptôme externes	09
4.1.Symptôme internes	10
5. Caractéristiques morphologiques et culturelles	11
5.1.Les microconidies	11
5.2.Les macroonidies	11
5.3.Les chlamydospores	11
6. Biologie et pathogénicité du F.o.a.....	13
7. Lutte contre le Bayoud.....	14
7.1.Lutte prophylactique	14
7.2.Lutte génétique	15

7.3.Lutte biologique	15
7.4.Lutte chimique	15
Chapitre III : Présentation de la région d'étude	
1. Situation géographique de la wilaya de GHARDAIA	16
2. Caractéristique climatique	17
2.1.Température	17
2.2.Pluviomètre	17
2.3.Humidité relative	17
2.4.Vents	17
3. Synthèse climatique	18
3.1.Diagramme ombrothermique de GAUSSEN	18
3.2.Climagramme d'Emberger	18
4. Agriculture	19
Chapitre IV : Matériels et méthode	
1. Diagnostic et prospection sur terrain	21
1.1.Localisation des palmeraies.....	21
1.2.Prélèvement des échantillons	22
1.2.1 Matériel végétal	22
2.2.2. Le sol	22
2. Diagnostic au laboratoire	23
2.1.Isolement des microorganismes du sol	23
2.2.Milieu de culture	24
2.2.1. Préparation du milieu de culture P.D.A	24
3. Technique de suspension dilutions	25
4. Purification.....	26
5. Isolement du F.o.a de palmier dattier	26
6. Mesure de la croissance des colonies	27
7. Test d'antagonisme entre le F.o.a et les microorganismes telluriques	27
Troisième partie : Résultats et discussion	
Résultats et discussion	
1. L'origine des souches d'antagonistes	29
2. Identification des bactéries antagonistes isolées dans les sols des exploitations.....	30
3. Evaluation du test d'antagonisme des souches vis-à-vis du F.o.a.....	31

4. Comportement des souches bactériennes en présence des isolats du F.o.a	38
Conclusion	40
Références bibliographique	
Annexes	



INTRODUCTION



Introduction

Dans les conditions hostiles des déserts, des palmeraies ont été créées grâce au labeur des hommes et la présence de l'eau. La base de ces îlots de vie étant le palmier dattier, la plante du désert mieux adaptée, permettant par ces rôles écologiques et socio économiques, la création d'oasis florissantes où la strate phoenicicole abrite en association une diversité d'espèces d'arbres fruitiers et de cultures herbacées, le tout constituant l'agro système oasien.

Dans ces contrées difficiles, le palmier a pu jouer un tel rôle écologique vital, c'est en premier ordre grâce à la richesse du puits génétique que recèlent les palmeraies, lui conférant une diversité de tolérance aussi bien aux stress biotiques qu'abiotiques. Mais aussi, des adaptations très poussées à des micro climats distincts permettant aux oasiens pionniers de disposer d'un maximum de commodités dans leur vie laborieuse de nature (maturation étalée, aptitude à la conservation, transformation, médication, ...etc.) **(KHENE et SENOUSI, 2013)**

L'Algérie est un pays phoenicicole classé au sixième rang mondial et au premier rang dans le Maghreb pour ses grandes étendues de culture avec 160 000 ha et plus de 2 millions de jardins et sa production annuelle moyenne de dattes de 500 000 tonnes. **(ABERLENC-BERTOSSI, 2010)**

Le bayoud, trachéomycose provoquée par *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* (F.o.a), est considérée comme une affection fongique destructive, menaçante dans les palmeraies cultivées avec des variétés sensibles, à l'exemple *Deglet Nour* très appréciée pour ses caractéristiques productives et organoleptiques.

Depuis sa première apparition, qui remonte à plus d'un siècle, dans les palmeraies marocaines où il a été enregistré la disparition de plus de 12 millions de palmiers **(DJERBI, 2003)**. Sa progression ne cesse d'avancer de l'ouest vers les palmeraies du centre et de l'Est algérien. En l'absence d'une estimation actualisée, les pertes en Algérie, signalées dès l'année 2003, sont évaluées à plus de 3 millions de pieds **(DJERBI, 2003 ; SEDRA, 2005)**.

En Algérie, ce cryptogame *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*, est inscrit sur la « liste A » des organismes de quarantaine nuisibles dont la prévention et la lutte sont alors obligatoires. **(KHENE et al., 2015)**

En ce qui concerne la lutte contre le Bayoud, plusieurs stratégies ont été déployées. La lutte chimique par éradication du F.o.a à l'aide de fumigants (bromure de méthyle et chloropicrine) est efficace, cependant cette méthode ne peut être envisagée à cause du coût élevé des traitements, du risque de pollution de l'environnement oasien et de la difficulté de détruire la totalité de parasite qui peut vivre à une profondeur d'environ d'un mètre dans le sol. **(SEDRA, 2003)**

Aussi, d'autres alternatives sont explorées dans le cadre de la lutte contre ce bio agresseur du palmier dattier dont la sélection de cultivars tolérants ou résistants, le test de substances bioactives sur le champignon, la recherche d'antagonisme microbien vis à vis du F.o.a dans la microflore tellurique. **(SEDRA et MASLOUHY, 1994 ; FERNANDEZ et al., 1995)**

Le présent travail s'inscrit dans ce dernier axe visant une exploration des sols des palmeraies dans les régions *bayoudées*, en vue de rechercher des microorganismes manifestant des effets dépressifs sur la croissance du F.o.a. Ces microorganismes une fois isolés sont mis en confrontation dans les conditions contrôlées au laboratoire.

Notre travail est consacré dans la première partie à la description de données bibliographiques relatives au palmier dattier (*Phoenix dactylifera*), à l'agent pathogène "*Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*",

La seconde partie est consacrée au travail expérimental au laboratoire qui consiste en l'isolement des microorganismes des sols étudiés et les tests *in vitro* d'antagonisme avec le F.o.a.

Première partie

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I

GENERALITES SUR PALMIER DATTIER

Chapitre I : Généralités sur palmier dattier

1. Taxonomie

Le palmier dattier à été dénommé *Phoenix dactylifera* L. par Linne en 1734.

Phoenix dérive de Phoinix, nom du dattier chez Grecs de l'antiquité, qui le considéraient comme l'arbre des phoeniciens ; *dactylifera* vient du latin *dactylus* dérivant du grec *dactulos* signifiant doigt, en raison de la forme du fruit. (MUNIER, 1973)

Selon Munier (1973), la classification du palmier dattier est comme suit :

▪ Embranchement	Phanérogames .
▪ Sous-embranchement	Angiospermes .
▪ Classe	Monocotylédones.
▪ Groupe	Phoenocoides.
▪ Famille	Arecaceae.
▪ Sous-famille	Coryphoideae.
▪ Genre	Phoenix.
▪ Espèce	<i>Phoenix dactylifera</i> Linné,1734.

2. Description générale des organes du palmier dattier

Le palmier dattier est une monocotylédone à croissance apicale dominante. Morphologiquement on distingue trois parties : un système racinaire, un organe végétatif composé d'un stipe (tronc) et de feuilles et un organe reproductif composé d'inflorescences mâles ou femelles (Figure N°01). (SEDRA, 2003)

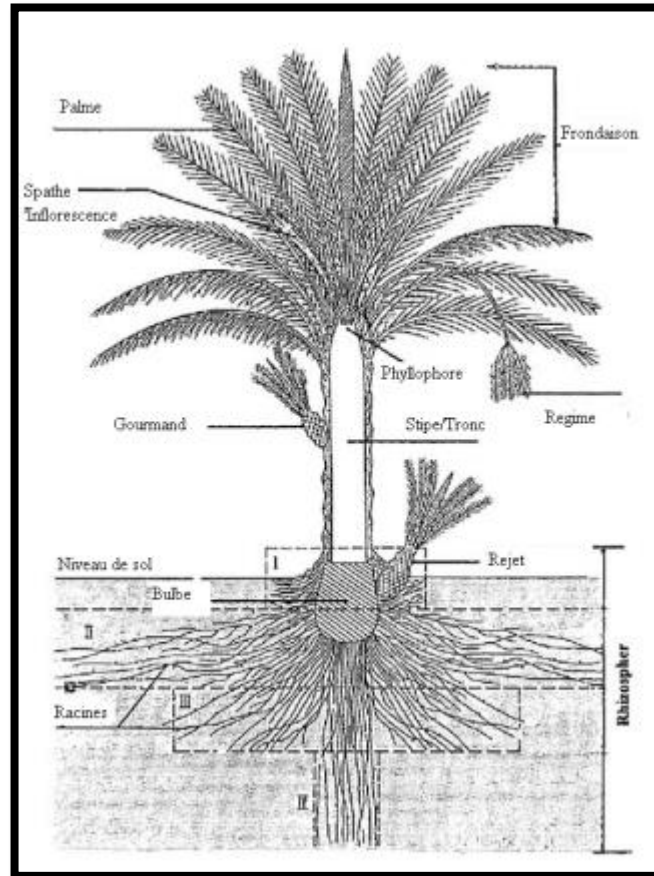


Figure N°01 : Schéma d'un palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). (MUNIER, 1973)

3. Le système racinaire

Le système racinaire, les quatre types de racines :

- racines respiratoires de 0 à 20cm, et même jusqu'à 150 cm au-dessus du sol.
- racines de nutrition de 20 à 100cm,
- racines d'absorption de 1 à 2m,
- racines formant un faisceau pivotant de 1m à au-delà de 15m (PEYRON, 2000)

4. L'appareil végétatif

4.3. Stipe ou tronc

Le stipe est généralement cylindrique sans ramification. L'élongation du dattier se fait dans sa partie coronale par le bourgeon terminal ou phyllophore. La hauteur de du stipe peut atteindre 10 à 30 m (OZENDA, 1958 in BEZATO T, 2013).

4.4. Les palmes (Feuilles)

Les feuilles du palmier dattier sont divisées en lanières pétiolées et engainantes, longues de plus de 6 m, forment une couronne dattier au sommet du stipe. Le palmier dattier produit trois sortes de feuilles au cours de sa vie : juvéniles, semi-juvéniles et adultes (**Figure N°02**). (**BOUGUEDOURRA, 1991**)

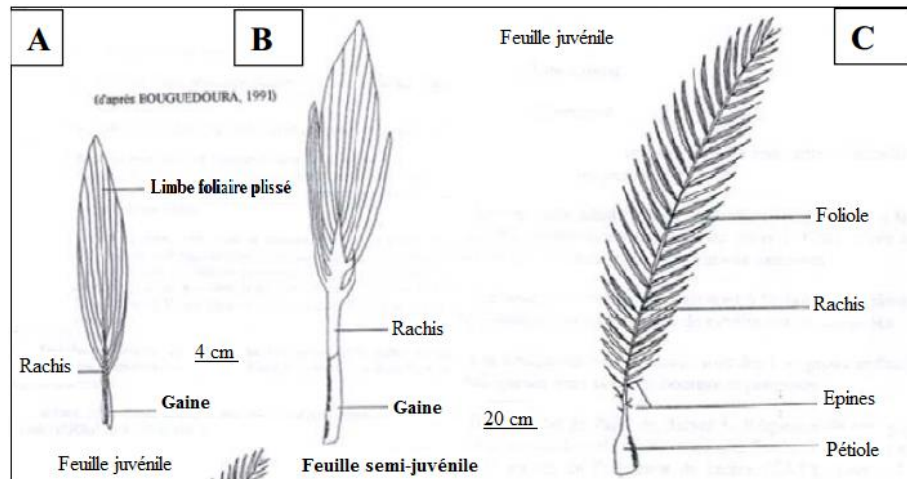


Figure N° 02 : Types de feuilles produites par le palmier dattier au cours de son cycle de développement. a : feuille juvénile, b : feuille semi juvénile, c : feuille adulte ou palme (**BOUGUEDOURRA, 1991**)

5. L'Appareil de reproduction

5.1. Inflorescences (spadices) et fleurs

Les spathes ont une forme de grappes d'épis protégés par une bractée ligneuse close et fusiforme (**SEDRA, 2003**). La floraison du dattier est régie par différents facteurs endogènes (cultivar) et exogènes entre autres, la température. (**MUNIER, 1973**)

Le dattier est une plante dioïque, c'est-à-dire qu'il existe des dattiers mâles (*Dokar*) et des dattiers femelles (*Nakhla*). Les fleurs sont groupées sur des épillets, qui après fécondation évoluent en dattes. De façon générale deux des trois carpelles, uniovulés, avortent et les fruits sont monospermes. Les mâles forment une population hétéroclite, mal connue et ne sont pas tous utilisés pour la pollinisation. (**GUIGNARD J et al, 2001**)

5.2. Régimes

Les dattes sont groupées sur un régime, constitué par un axe principal qui se ramifie en pédicelles. Sur le même régime, la maturation des fruits est échelonnée. Le palmier émet 10 à 20 régimes mesurant de 30 à 80 cm de longueur. (**MUNIER, 1973**)

5.3. Fruit et graine

La datte est une baie contenant une graine appelée noyau. Elle est constituée d'un mésocarpe charnu, protégé par un fin péricarpe. Le noyau de consistance dure et cornée, relativement petit, fusiforme et pointue aux extrémités portant un sillon ventral peu profond et un embryon dorsal (**Figure N°03**) (**MATALLAH, 2004**) La maturation phénologiques des dattes passe généralement par cinq stades : *Loulou, Khalel, Bser, Rotab, Tmar.* (**BOUSDIRA, 2007**)

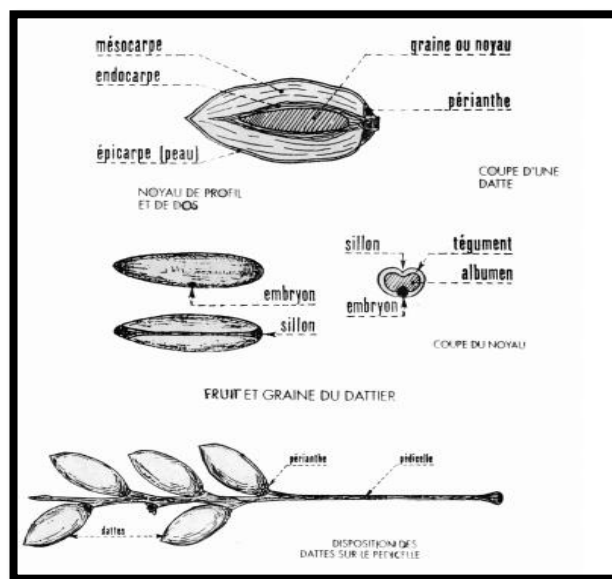


Figure N°03 : Morphologie et anatomie du fruit et de la graine du palmier dattier
(**MUNIER, 1973**)

6. Principales exigences du palmier

Le palmier dattier exige des étés chauds et sans pluie ni humidité élevée pour 5 à 7 mois, depuis la pollinisation jusqu'à la récolte. Il tolère bien la sécheresse mais il est très exigeant en eau d'irrigation pour son développement et une production convenable. Les principales exigences du palmier dattier, pour une production normale, sont indiquées dans le **Tableau 01.** (**SEDRA, 2003**)

Tableau N° 01. Principales exigences du palmier dattier

Adaptation climatique	Climat chaud, sec et ensoleillé
Zéro ou limites de végétation	7°C et 45°C
Température maximale d'intensité végétale	32 - 38°C, Température tolérée : <0°C, 50°C

Sensibilité au gel	Extrémités de palmes : - 6°C Toutes les palmes : - 9°C
Durée de sécheresse tolérée	Plusieurs années mais croissance et production réduites
Besoins annuels en eau (moyenne)	15 000 à 20 000 m ³ /ha en fonction de la salinité et du type de sol
Pluies néfastes	Au moment de pollinisation et fin de la maturité des dattes
Concentration en sels tolérée: - arbre adulte: - jeune palmier:	- 9 à 10 g/l d'eau d'irrigation mais diminution de la qualité de production - 3 à 6 g/l d'eau d'irrigation
Adaptation pédologique	Tout type de sol, mais mieux en sol assez léger, profond, à pH neutre

7. Répartition de palmier dattier

7.1. Dans le monde

La majorité des dattiers près de 50%, se trouve en Asie particulièrement en Iran et en Irak. Les limites extrêmes de développement du dattier se situent entre la latitude 10° Nord (Somalie) et 39° Nord (Elche en Espagne). L'aire principale est toutefois comprise entre 24° et 34° latitude Nord. (**TOUTAIN, 1973**)

7.2. En Algérie

Le palmier dattier est cultivé dans plusieurs oasis du sud algérien, caractérisé par un climat chaud et sec. La zone de culture s'étend de la frontière marocaine à l'Ouest jusqu'à la frontière tuniso-libyenne à l'Est. Du Nord au Sud du pays, elle s'étend depuis la limite Sud de l'Atlas saharien jusqu'à Reggane à l'Ouest, Tamanrasset au centre et Djanet à l'Est. Les principales régions productrices de dattes sont concentrées à l'Est au niveau des Zibans, Oued Righ, Oued Souf et la cuvette de Ouargla et le M'Zab. (**KHELAFI, 2013**)

Chapitre II

FUSARIOSE VASCULAIRE SUR PALMIER DATTIER

Chapitre II : Fusariose vasculaire sur palmier dattier

La maladie du *bayoud* est une fusariose vasculaire (ou trachéomycose) du palmier dattier causé par *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* (F.o.a). C'est la maladie la plus grave du palmier dattier. (DJERBI, 1988). Le F.o.a est un champignon tellurique, appartenant au phylum des Deutéromycètes (champignons imparfaits). Ces formes imparfaites sont caractérisées par un mycélium septé et des conidies généralement unicellulaires situées sur des conidiophores. (LEPOIVRE, 2003 in DIHAZI, 2012)

1. Historique et extension géographique

Les premiers signalements du *bayoud* semblent être au niveau de la vallée du Draa (Maroc) vers 1870. Il a été introduit en Algérie dans les oasis frontalières de Béni Ounif en 1898, Béchar et Béni Abbés en 1908. (TOUTAIN, 1965). Entre 1920 et 1950, la maladie a contaminé les palmeraies sud algériennes puis, durant la période 1960-1978 elle a gagné des palmeraies du Centre- Sud algérien et la région du Mzab, El-Goléa en 1978, depuis la maladie a été découverte dans les palmeraies d'Adrar au Nord de la Mauritanie (Oasis d'Atar et d'Ouadane) (Figure N°04). (SEDRA et al., 1995a, SEDRA, 2003a)

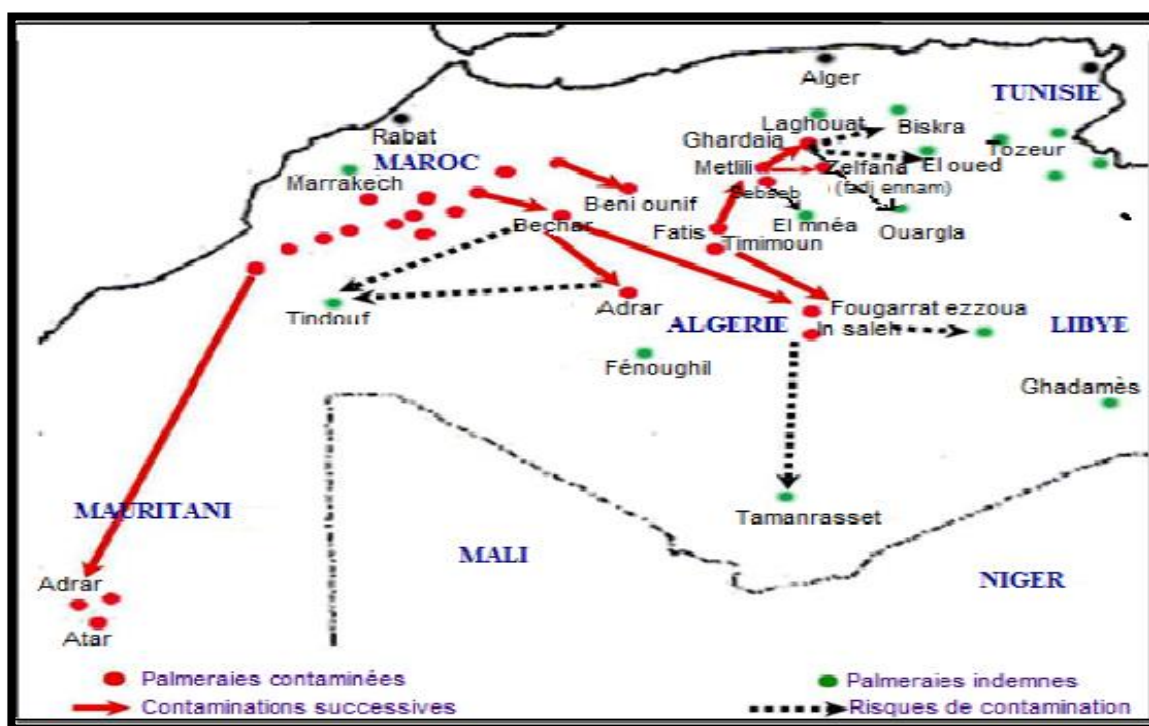


Figure N°04 : Répartition géographique de la maladie du *bayoud* en Afrique du nord (TIRICHINE, 2006 in FESRAOUI, 2014)

2. L'agent pathogène

Le parasite responsable du *Bayoud* (qui veut dire « blanc » en arabe) a été isolé en 1921, mais identifié seulement en 1934 par MALENÇON. Il s'agit d'un champignon, *Fusarium oxysporum* forme spéciale *albedinis* (du latin *albus* = blanc). spécifique du dattier, forme spécialisée de l'espèce *F. oxysporum* très commune dans les sols sous tous les climats. En conditions naturelles, les racines de certaines plantes (henné, luzerne, orge) cultivées en association avec les dattiers sont considérées comme des « porteurs sains » sans montrer de symptômes externes. (FERNANDEZ et al., 1995)

3. Position systématique

La position systématique selon l'organisation européenne de la protection phytosanitaire (OEPP, 1992) in MAHDI (2011) se présente comme suit:

Nom commun: « *Bayoud* » ou « *Fusarium wilt* » ou « bayoud disease » (en anglais)

- Domaine : Eukarya
- Règne : Fungi
- Embranchement : *Ascomycota*
- Classe : *Sordariomycota*
- Sous-classe : *Hypocreomycetidae*
- Ordre : *Hypocreales*
- Famille : *Nectriaceae*
- Genre : *Fusarium*
- Espèce : *Fusarium oxysporum*
- Forme spéciale : *albedinis*

4. Symptôme de la maladie

4.1. Symptôme externes :

Le premier symptôme du *Bayoud* est un dessèchement et un blanchiment unilatéral d'une ou plusieurs palmes de la couronne moyenne du palmier.

Le dessèchement se généralise ensuite à toute la palme qui prend un aspect typique de « plume mouillée » et s'incline vers le stipe (Photo N°01). Les mêmes symptômes apparaissent ensuite sur les palmes voisines, puis l'attaque se généralise à l'ensemble du palmier qui dépérit rapidement. (FERNANDEZ et al., 1995)



Photo N°01: Symptôme externe du bayoud sur palme de palmier dattier « *Deglet nour* ».

(ATTOUT, 2016)



Photo N°02 : Stade final de la maladie du bayoud sur palmier dattier (cultivar Ghars exploitation de Bouchemal ; commune de Daïa ben dahoua). (ATTOUT, 2017)

4.2.Symptôme internes :

Les coupes transversales et longitudinales d'un stipe arraché montrent les traces de passage du champignon à travers les vaisseaux depuis quelques racines (**Photo N°03**), faisceaux libéro-ligneux jusqu'au bourgeon terminal. Les tâches des tissus atteints prennent

une coloration brun rougeâtre. Au niveau du rachis, la coupe montre une zone brune rougeâtre avec des faisceaux conducteurs fortement colorés. (SEDRA, 2003a)

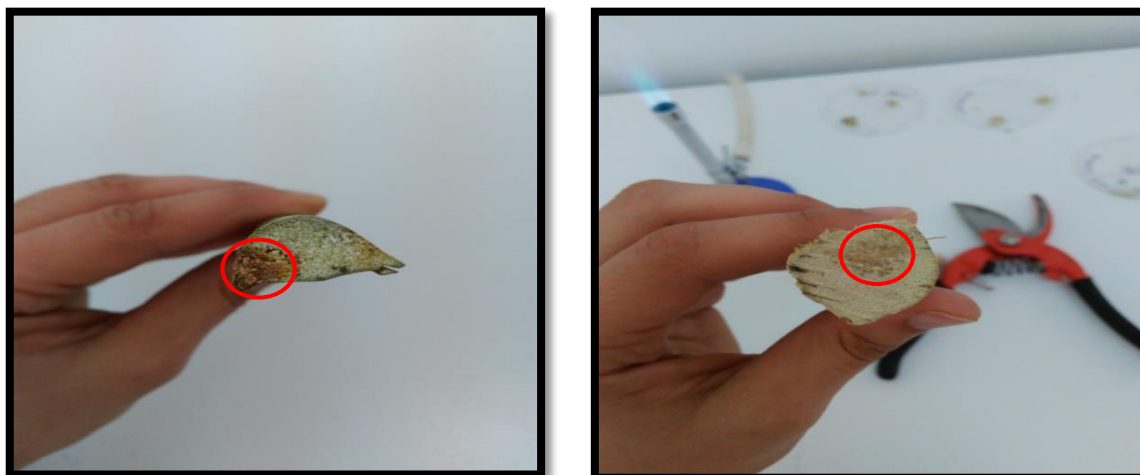


Photo N°03 : Symptômes internes de la fusariose vasculaire de palmier dattier : coupe transversale sur le rachis.

5. Caractéristiques morphologiques et culturelles

5.1. Les microconidies :

Hyalines, de formes et de dimensions variables, de 3 à 15 μm de long et de 3 à 5 μm de diamètre. Ces structures généralement unicellulaires, sont sphériques au début de leur formation et deviennent peu à peu allongées, elliptiques, droites ou légèrement courbées. Ces conidies se forment à l'extrémité des microphialides. (RAHMANIA, 2000)

5.2. Les macroconidies :

Peu nombreuses, leur base est pédiforme et leur extrémité est pointue et courte, elles sont en général tétracellulaires. Elles mesurent 20 à 35 μm de long et entre 3 à 5 μm de diamètre et elles prennent naissance à partir de macrophialides. (RAHMANIA, 2000)

5.3. Les chlamydospores :

Se forment, soit à partir d'articles mycéliens, soit à partir d'une cellule de macroconidies. Elles sont caractérisées par une paroi très épaisse et accumulent d'importantes réserves de nature lipidique, ces structures sont toujours arrondies, ayant de 6 à 20 μm de diamètre (RAHMANIA, 2000).

Ce sont des spores de résistance produites en grande quantité dans les cultures âgées ou en réponse à des conditions défavorables (température élevée, manque d'oxygène, milieu pauvre en substances nutritives).

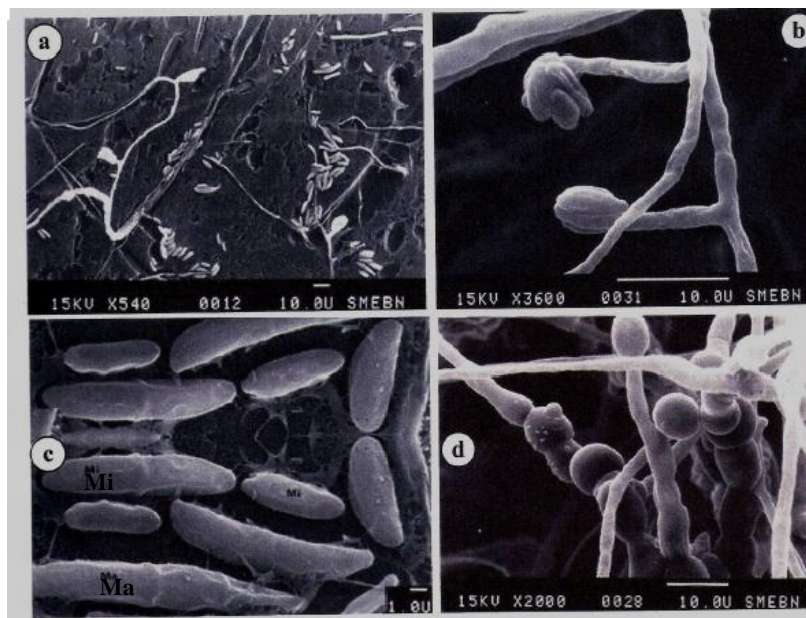


Figure N°05 : Organes de reproduction asexuée de *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* au MEB. (RAHMANIA, 2000)

- Mycélium et microconidies
- Microphialides
- Micro et macroconidies **Ma** : macroconidies, **Mi** : microconidies
- Chlamydospores formées à partir d'articles mycéliens



a) Azerza



B) Bent kbala

Photo N°04 : Caractéristiques microscopiques de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* isolé du cultivar *Azerza*, *Bent kbala* (G 10×40). Original 2017

6. Biologie et pathogénicité du F.o.a

Le cycle de vie (**Figure N°06**) *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* commence par une phase saprophyte suite à sa survie sous forme de chlamydospores dans le sol. La croissance saprophyte et l'activité varient en fonction des conditions environnementales et des conditions des sols. (**SENTHILKUMAR et al., 2011 in FESRAOUI, 2014**)

Ce champignon pénètre par les racines en cheminant la sève et envahissant le bourgeon terminal du palmier dattier provoquant son dessèchement puis son dépérissement rapide. Le F.o.a se caractérise par sa résistance à la sécheresse et par sa capacité de rester dangereux après plus de trente ans passés sous sol. Il est aussi très prolifique par le repiquage de rejets apparemment sains, par l'irrigation et les vents de sables transportant de minuscules éléments végétaux. (**EL HADRAMI et al., 1998**)

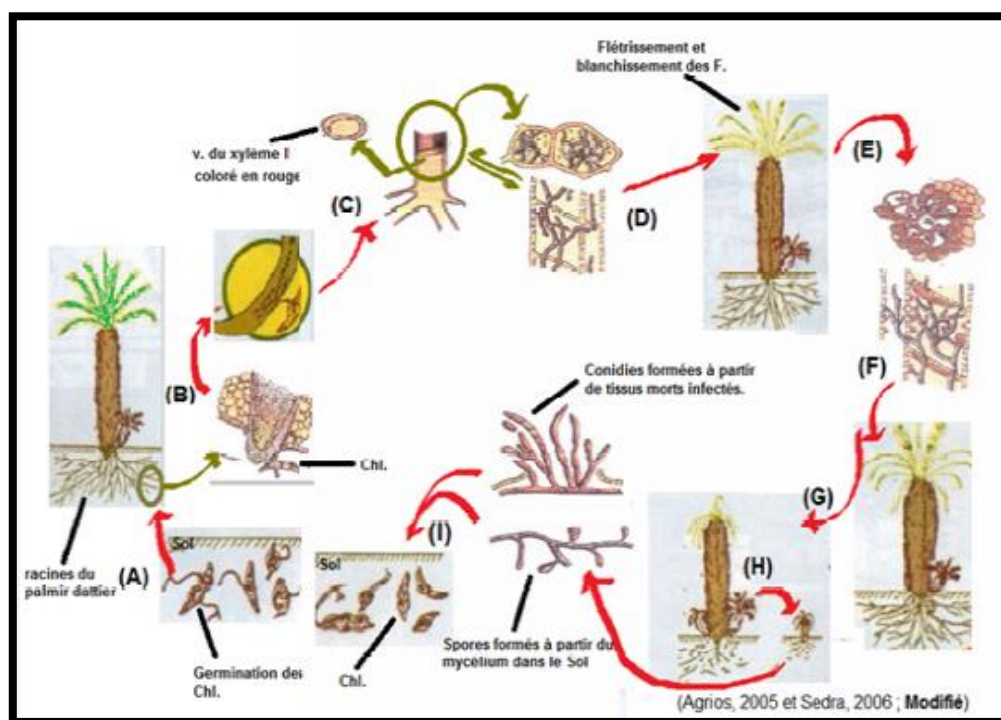


Figure N°06: Cycle infectieux de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*, (**AGRIOS, 2005 et SEDRA, 2006 ; Modifié in FESRAOUI, 2014**)

(Chl. : chlamydospore. V. : vaisseaux vasculaires. F. : feuilles ou fronde du dattier.

Xylème I. : Xylème primaire)

A : Infection des racines par le champignon.

B : Pénétration et envahissement du champignon des vaisseaux de racine.

C : Mycélium et conidies dans les vaisseaux du xylème.

D : Apparition des symptômes caractéristiques de la maladie.

E: Etat avancé de la maladie ou le champignon bouche les vaisseaux vasculaires de part sa propagation et la formation de gommages (thyllose).

F : Palmier dattier à un état avancé de l'infection.

G: Mort du palmier dattier.

H : Détérioration des parties infectées et dissémination du champignon, dans le sol.

I: Cycle saprophyte du champignon.

7. Lutte contre le Bayoud

La lutte contre le bayoud nécessite la mise en œuvre d'une stratégie, aussi bien préventive que curative, de contrôle du champignon et de protection des palmeraies.

7.1. Lutte prophylactique :

Les mesures prophylactiques restent une nécessité absolue pour préserver les palmeraies de l'Est Algérien et celles de Tunisie. (**BOUNAGA et DJERBI, 1990**)

Les moyens de lutte en cas d'un palmier est atteint passent par l'arrachage du palmier, l'incinération sur place et le nettoyage du site des débris végétaux.

Cependant après l'arrachage, la plupart des racines restent dans le sol, ce qui constitue une source de nouvelles contaminations. En plus, le *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* peut se conserver longtemps dans le sol ou dans les fragments de palmiers infectés sous forme de chlamydospores. Par conséquent le traitement chimique est recommandé pour éradiquer le F.o.a dans le sol et dans le reste des racines infectées (**DJERBI, 1990**).

7.2. Lutte génétique :

L'utilisation de variétés résistantes reste la seule méthode efficace pour lutter contre la fusariose vasculaire. (**PERREAU, 1957 in HAKKOU, 2012**). Les variétés importantes et de hautes valeurs marchandes, généralement plus privilégiées dans les plantations nouvelles, sont sensibles à cette fusariose. Les variétés dites secondaires et de moindre importance économique, généralement très rares à exister ou en voie d'extinction et dont le comportement vis-à-vis du *Bayoud* n'a pu être mis en évidence. (**RHOUMA, 1991**)

La lutte génétique se fait par la recherche de cultivars résistants provenant soit de prospections soit de croisements dirigés, soit de populations naturelles issues de graines : les « *Khalts* », testés dans des terrains infestés. Elle se poursuit au Maroc et en Algérie dans les stations de recherches agronomiques (Zagora, Errachidia - Adrar). Des cultivars d'autres pays

sont aussi introduits dans les essais. Cependant au Maroc, des palmiers que l'on croyait résistants se sont avérés sensibles 8 à 10 ans après leur plantation. (**BOUNAGA et DJERBI, 1990**)

7.3.Lutte biologique :

Durant le dernier siècle, une somme considérable de recherche a maintes fois démontré que plusieurs microorganismes de diverses origines phylogénétiques sont capables d'inhiber différents agents pathogènes. Les interactions plante-microorganismes sont complexes et celles menant au bio contrôle peuvent inclure l'antibiose, la compétition, l'induction des mécanismes de défense de la plante et la prédation. (**BENIZRI et al., 2001 in BANI, 2011**)

L'utilisation des microorganismes antagonistes contre les champignons parasites ayant un effet d'efficacité au laboratoire et sur terrain ont donné de bons résultats dans plusieurs cas de maladie. Cependant pour la maladie du *bayoud*, il est difficile de l'appliquer au niveau des palmeraies contaminées notamment pour protéger durablement l'ensemble des racines du palmier dattier. (**SEDRA, 2005**)

De nombreux agent de bio contrôle ont été identifiés dont des actinobactérie (**BADJI et al., 2005**), des bactéries (*Bacillus* spp ; *Pseudomonas*, *Serratia* spp), des champignons (*Penicillium* spp ; *Trichoderma* spp ; dont *Trichoderma harzianum* ; *Candida* ; *Ulocladium atrum* ; ...). (**EL-HASSNI et al., 2007**)

7.4.Lutte chimique :

L'objectif des techniques chimiques est surtout l'éradication des nouveaux foyers détectés dans les zones saines (**DJERBI, 1988**). Procédant à la fumigation et/ou la solarisation du sol contaminé après la délimitation du foyer avec une marge de sécurité suffisante. Cette activité nécessite d'abord l'arrachage et l'incinération des pieds atteints sur place. L'éradication chimique a été réussie au niveau de deux foyers algériens à El Menia et le M'Zab (**SEDRA, 2003**).

Chapitre III

PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

Chapitre III : Présentation de la région d'étude

1. Situation géographique de la wilaya de GHARDAIA

La wilaya se situe au centre de la partie Nord de Sahara, à environ 600 Km de la capitale Alger. Ses coordonnées géographiques sont : Altitude 480 m. - Latitude 32°30' Nord. - Longitude 3°45' Est (D.P.S.B, 2010) La wilaya couvre quelques 84660 km² et est limitée : (Figure N° 07)

- Au Nord par la Wilaya de Laghouat (200 Km) ;
- Au Nord Est par la Wilaya de Djelfa (300 Km) ;
- A l'Est par la Wilaya d'Ouargla (200 Km) ;
- Au Sud par la Wilaya de Tamanrasset (1.470 Km) ;
- Au Sud- Ouest par la Wilaya d'Adrar (400 Km) ;
- A l'Ouest par la Wilaya d'El-Bayadh (350 Km).

Constituée de 13 communes et 09 daïras.

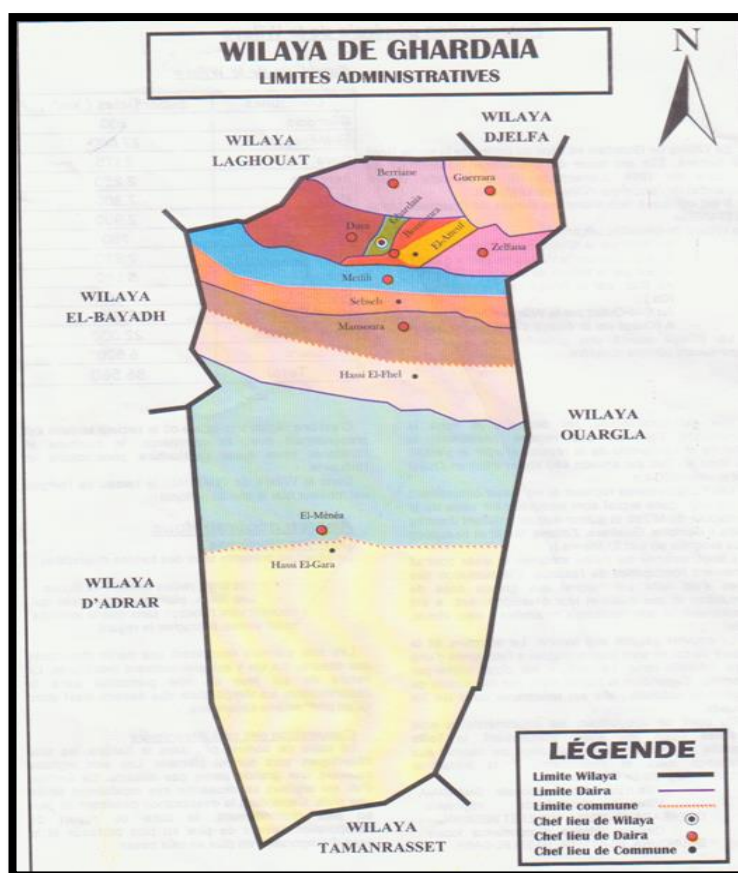


Figure N°07 : Localisation géographique de la Wilaya de Ghardaïa (D.P.S.B, 2010)

2. Caractéristique climatique

Tableau N°02 : Données climatique de la région de Ghardaïa (2007-2016)

(www.Tutiempo.net, consulté le janvier 2016)

	T min (C°)	T max (C°)	T moy (C°)	H%	P. (mm)	V.V. m/h
Janvier	6,80	17,73	11,96	48,62	9,04	11,23
Février	7,83	18,85	13,20	40,48	2,82	13,08
Mars	10,84	22,75	16,83	35,18	8,61	14,17
Avril	15,13	27,99	21,77	31,09	5,51	13,40
Mai	19,36	32,60	26,30	26,00	2,92	13,98
Juin	24,21	37,83	31,38	23,52	3,12	13,72
Juillet	28,26	41,49	35,22	20,35	1,42	10,86
Aout	27,78	40,56	34,17	23,74	2,74	10,54
Septembre	23,47	35,68	29,49	34,02	11,32	11,10
Octobre	17,94	29,41	23,55	40,59	10,99	10,74
Novembre	11,18	22,07	16,38	45,76	6,14	10,89
Décembre	7,30	17,57	11,11	51,42	4,72	10,97
Moyenne mensuelle	16,68	28,71	22,61	35,06	5,78	12,06
Cumul annuel	/	/	/	/	75,13	/

T : température **H** : humidité relative **P** : précipitation **V.V.** : vitesse de vent

2.1. Température

La température est considérée comme étant le facteur le plus important. Elle agit sur la répartition géographique des animaux et des plantes ainsi que sur la durée de leurs cycles biologiques. Elle conditionne de ce fait les différentes activités de la totalité des espèces et des communautés vivant dans la biosphère (CHEHMA, 2011).

2.2. Précipitation

Elles sont caractérisées par leur faible quantité et les pluies torrentielles sont rares (CHEHMA, 2011). Un maximum 11,32 mm au mois septembre et minimum en juillet avec 1,42 mm (Tableau N°02), la moyenne annuelle est de 5,78 mm.

2.3. Humidité relative

Pendant l'été, elle chute jusqu'à 20,35% au mois de juillet, alors qu'en hiver elle s'élève et atteint un maximum de 48,62% au mois de janvier. (Tableau N°02)

2.4. Vents

Le vent est le facteur principal de la topographie désertique. Il influe sur les moyennes de température et d'humidité, ainsi que la valeur d'évaporation. (D.P.S.B, 2010)

La vitesse de vents la plus élevée est enregistrée en Avril 14,17 m/s tandis que la plus faible est celle du mois d'Aout 10,54 m/s (Tableau N°02). La vitesse moyenne annuelle du vent est de 12,06 m/s.

3. Synthèse climatique

3.1. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN :

Le digramme Ombrothermique permet de mettre en évidence les caractéristique du climat, il est une représentation graphique où sont portés, en abscisse les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T), selon la formule $P = 2T$. La saison sèche s'étale entre les intersections des deux courbes P et T.

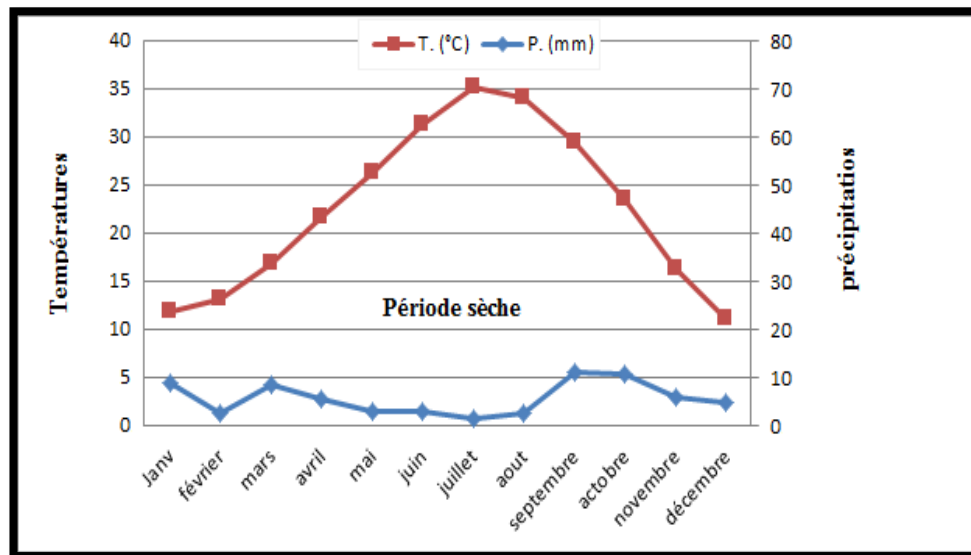


Figure N°08: Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de Ghardaïa. (2007-2016)

3.2. Climagramme d'Emberger :

Ce type de graphique permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. Il est présenté par la (Figure N° 09) Dont:

- En abscisses la moyenne des minimas du mois le plus froid.
- En ordonnées le quotient pluviométrique (Q_2) d'Emberger

On utilise la formule de STEWART adaptée pour l'Algérie, qui se présente comme suit :

$$Q_2 = \frac{3,43 \times P}{(M - m)}$$

Avec :

P : précipitations Cumul annuel. (75,13mm)

M: moyenne des maxima du mois le plus chaud. (41,49°C)

m: moyenne des minima du mois le plus froid. (6,80°C) (**Tableau N°02**)

Q₂: quotient thermique d'Emberger

Le quotient pluviométrique Q_2 de la région d'étude calculé à partir des données climatiques obtenues durant une période qui s'étalant sur les 10 ans (2007-2016) est égal à 7,42.

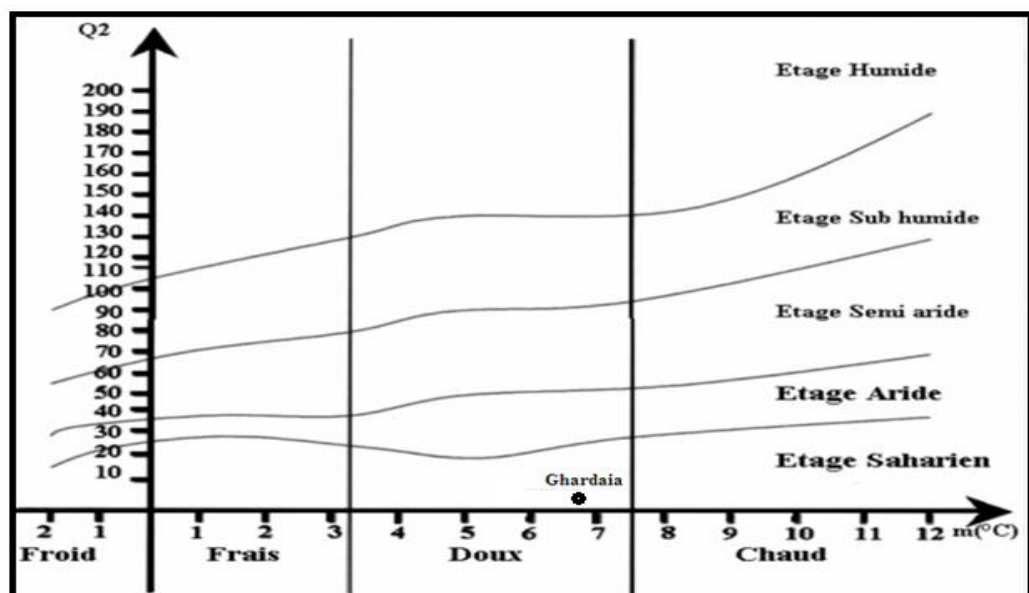


Figure N°09 : Localisation de la région de Ghardaïa dans le Climagramme d'Emberger.

4. Agriculture

La région du M'zab, qui englobe le territoire de la wilaya de Ghardaïa, l'une des régions phoénicoles de l'Algérie, s'étend sur 8 656 000 ha et dispose d'une superficie de 10632 hectares de plantation phoénicoles d'environ 1 225 000 palmiers dont près de 83% sont productifs soit 1014300 de palmiers produisant environ 500000 quintaux durant la campagne écoulée (2012) soit un rendement moyen de 49 Kg/palmier. (**KHENE et SENOUSI, 2013**)

Du point de vue phytosanitaire, la région de notre étude est déclarée atteinte par la maladie du bayoud. En effet, cette maladie a été signalée pour la première fois à Metlili (1950) en provenance de la région d'Adrar, puis s'est propagée vers Ghardaïa (1965), El Atteuf (1967), Bounoura (1970) et Daya Ben Dahoua (1980). (**DJERBI, 1988**) et **TIRICHINE (2009) in KHENE et al, 2015**)

La maladie du bayoud a fait l'objet de la promulgation, d'arrêtés réglementaires, délimitant les zones touchées et réglementant le mouvement des végétaux entre les zones atteintes et les zones indemnes: (**KHENE et al, 2015**)

- Arrêté ministériel n° 650 du 09/07/1969.
- Arrêtés du wali de Ghardaïa n° 142 du 22/04/1987 et n° 384 du 25/08/1991.

Chapitre IV

MATERIELS ET METHODE

Chapitre IV : Matériels et méthode

1. Diagnostic et prospection sur terrain

1.1. Localisation des palmeraies

Notre étude, a été réalisée dans quelques palmeraies de la vallée de Ghardaïa. Quatre palmeraies atteintes de la maladie du *bayoud* ont été déterminées dans quatre communes, en collaboration avec les services de la subdivision de l'agriculture de la Vallée et de la station régionale de la protection des végétaux. (**Figure N°10**)



Figure N°10 : Localisation des quatre palmeraies de prélèvements dans la région de Ghardaïa. (**Google Earth, 2017**)

Sur terrain les données de positionnement des sites de prélèvement ont été déterminées à l'aide du logiciel « *My location* » installé sur téléphone portable. (**Tableau N°03**)

Tableau N°03 : cordonné géographique des sites de prélèvements

Commune	Palmeraies	Exploitation	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Daïa Ben Dahoua	Est de Daïa	BOUCHEMAL	32° 54' 36''	3° 61' 74.24''	525
Bounoura	Zouil	KACHAR	32° 29' 26''	3°41'85.98''	498
Ghardaïa	Bayn jablin	HAOUACHE	32°50'72''	3° 62' 99.51''	524
El Atteuf	Aoulaoual	BOUHOUN	32°44'99''	3°74'72.35''	450

1.2. Prélèvement des échantillons

1.2.1 Matériel végétal

Dans le but d'obtenir des isolats de *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* (F.o.a) en vue de leur confrontation avec les microorganismes isolés des échantillons des sols des différentes exploitations (**Tableau N°04**), nous avons prélevé des échantillons à partir des fragments végétaux (rachis), mis en culture *in vitro*.

Tableau N°04 : Matériel végétal

Exploitations	Matériel végétal (rachis)
BOUCHEMAL	<i>Deglet nour, Azerza</i>
KACHAR	<i>Temdjouhart</i>
HAOUACHE	<i>Bent kbala</i>
BOUHOUN	<i>Ghars</i>



ATTOUT.F, 2017



ATTOUT.F, 2017

Photo N°05 : Fragment de rachis de palmier dattier présentant le symptôme du *bayoud* (*Bent kbala*, exploitation de HAOUACHE).

1.2.2. L'échantillon de sol

Au niveau de chaque exploitation (**Tableau N°05**), où le *bayoud* était signalé, on a effectué le prélèvement des échantillons des sols à l'aide d'une tarière (20 cm) dans la rhizosphère de pieds atteints et celle d'éventuels pieds indemnes, à des profondeurs différentes de prélèvement. Les échantillons prélevés sont emballés dans des sacs en plastiques étiquetés. (**Photo N°06**)

Tableau N°05 : Echantillons de sols prélevés selon les palmeraies et les exploitations.

Palmeraie	Exploitation	Sols aux pieds de cultivars sains	Sols aux pieds de cultivars contaminés	Prélèvement du sol	
				Date	Profondeurs (cm)
Daïa Ben Dahoua	BOUCHEMAL	<i>Deglet nour</i>	<i>Deglet nour</i>	30-10-2016	0 – 20 cm, 20 – 40 cm
		<i>Azerza</i>	<i>Azerza</i>		
Bounoura	KACHAR	<i>Azerza</i>	<i>Timdjouhert</i>	07-11-2016	
Ghardaïa	HAOUACHE	/	<i>Bent kbala</i>	15-02-2017	
El Atteuf	BOUHOUNE	/	<i>Ghars</i>		

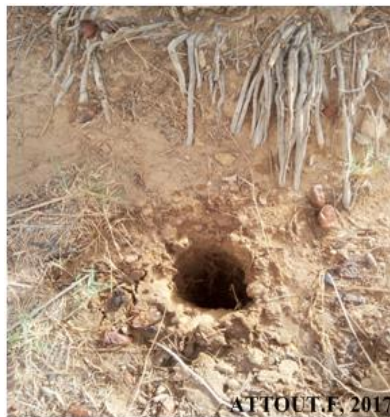


Photo N°06 : Prélèvement des échantillons du sol.

2. Diagnostic au laboratoire

2.1. Isolement des microorganismes du sol

Avant l’isolement, le sol prélevé est étalé pour un dessèchement à l’air libre pendant 72 heures. Après, le sol est tamisé à l’aide d’un tamis métallique inoxydable à mailles de 1,6 mm de diamètre (Photos N° 07, 08)



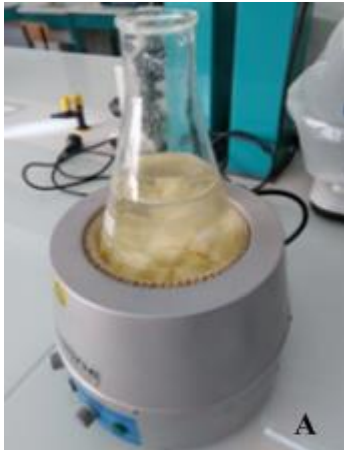
Photo N°07: Séchage des sols à l’air libre.

Photo N°08 : Tamisage du sol prélevé.

2.2. Milieu de culture

2.2.1. Préparation du milieu de culture P.D.A

Le milieu de culture PDA (*Potato dextrose agar*) est favorable pour la croissance des champignons ; les constituants et leurs quantités servant pour la préparation de ce milieu sont: 200g de pommes de terre, 20 g de Dextrose, 20 g d'Agar – agar, 1 litre d'eau distillée. **(Photos N°09)**



A : pomme de terre bouillie



B : Dextrose



C : d'Agar – agar

Photos N°09 : Constituants du milieu de culture PDA.

Préparation :

- Peser une quantité de 200g de pomme de terre bien découpée puis la mélanger avec 650 ml d'eau distillée, ensuite la bouillir pendant 20 minutes.
- Recueillir l'eau de la pomme de terre bouillie.
- Ajuster ensuite le volume du mélange au moyen de l'eau distillée jusqu'à 1000 ml
- Mettre dans l'agitateur et ajouter 20g de dextrose et 20g d'agar-agar.
- Auto-claver le mélange à la température de 120°C et 1 Bar de pression. **(EMANFO et al., 2013)**

Une fois le milieu PDA synthétisé, on prend une quantité de 39g de PDA mélangée à un litre d'eau distillée à un pH de 5,6 **(Photos N°10, 11)**.



Photo N°10 : PDA de synthèse



Photos N°11: milieu de culture de PDA.

Préparation du milieu de culture gélose nutritive :

Pour la culture des bactéries, on a utilisé le milieu de culture sous forme de gélose nutritive (glucose, peptones, agar-agar) ; 23g par litre d'eau distillée avec un pH de 6,8. (Photos N°12, 13).

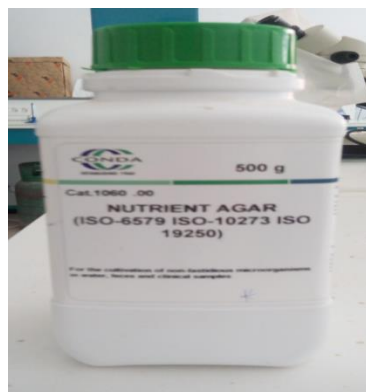


Photo N°12 : Gélose nutritive sous forme de poudre



Photos N°13 : Milieu de culture : gélose nutritive.

3. Technique de suspension dilutions

Cette technique comprend plusieurs étapes allant de la préparation des dilutions jusqu'à la purification. Une quantité de 1 g de sol préalablement séché et homogénéisé est mise en suspension dans 9 ml d'eau distillée stérile pour l'obtention de la dilution 10^{-1} . Ensuite une prise de 1 ml à partir de chaque suspension est additionnée successivement dans des tubes contenant 9 ml d'eau stérile, pour obtenir des dilutions allant de 10^{-2} à 10^{-6} (Photo N°14). Puis on prélève 0,1 ml à l'aide d'une micropipette pour l'incorporer dans une boîte de Pétri. (RAPILLY, 1968 in BANI 2011) Cette technique sert à évaluer le nombre de microorganismes qui se trouvent dans le sol des palmeraies étudiées.



Photo N°14 : Isolement des microorganismes des échantillons des sols par la technique de suspension-dilutions.

4. Purification

L'opération consiste à avoir une culture pure par repiquages successifs sur le milieu d'isolement (gélose) d'une colonie isolée.

5. Isolement du F.o.a de palmier dattier

L'isolement du F.o.a est réalisé à partir du rachis des palmes infectées présentant le symptôme du *bayoud* (**photo N°15**). Des morceaux de rachis sont défoliés, puis désinfectés avec un coton imbibé d'alcool (95°) et passés rapidement sous la flamme d'un bec bunsen, ils sont débarrassés des tissus externes ensuite découpés en petits fragments avec un sécateur stérile. Enfin ces fragments sont déposés dans des boites de Pétri contenant le milieu de culture PDA (**Photo N°16**).

Les cultures ainsi préparées sont incubées dans une étuve à 30°C pendant plus 5 jours.



Photo N°15 : Morceaux de rachis infectés.

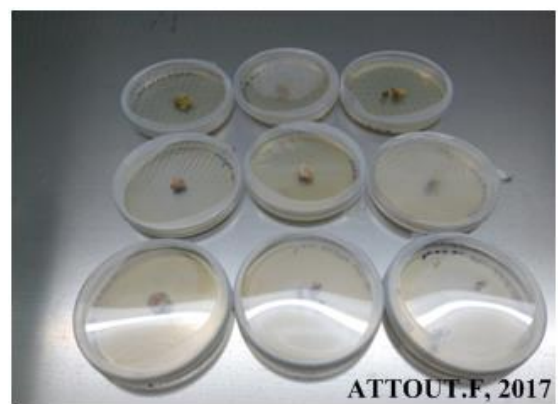


Photo N°16 : Boites de pétri contenant le PDA et des fragments de rachis.

À cause des contaminations externes survenues lors de la culture, nous n'avons pu faire l'isolement qu'à partir des rachis de deux cultivars (*Azzerza*, *Bent kbala*). (Photo N°17)

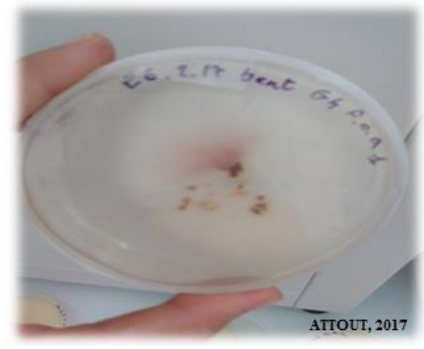
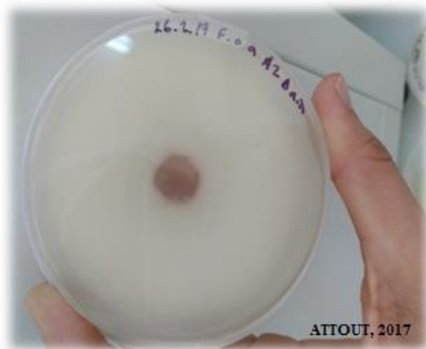


Photo N°17 : Isolement du F.o.a à partir de rachis infectés d'*Azzerza* et de *Bent kbala* sur milieu PDA.

6. Mesure de la croissance des colonies

Des rondelles du milieu de culture des colonies bactériennes et du F.o.a sont prélevées à l'aide de pipette Pasteur puis déposées chacune en cultures seules au centre des boîtes de Pétri dans le milieu PDA, et mises en incubation dans une étuve à 30°C. (Photos N°18, 19)

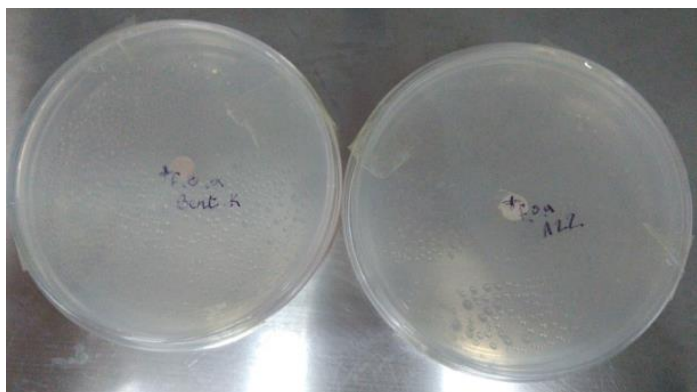


Photo N°18 : Des rondelles du milieu de culture des colonies F.o.a dans milieu de PDA

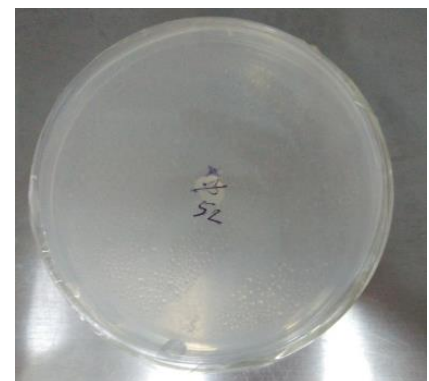


Photo N°19 : Rondelle du milieu de culture de colonie bactérienne B52 dans milieu de PDA

7. Test d'antagonisme entre le F.o.a et les microorganismes telluriques

Ce test consiste en la vérification des activités antagonistes *in vitro* des microorganismes vis-à-vis des isolats de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*. Cette technique consiste à placer, dans la même boîte de Pétri contenant le PDA appropriée, deux pastilles (l'une portant l'antagoniste et l'autre le pathogène) placées suivant un axe diamétral à 3 cm et à équidistance du centre de la boîte (Photo N°20). (BENHAMOU, CHET, 1996 in HIBAR *et al.*, 2005).

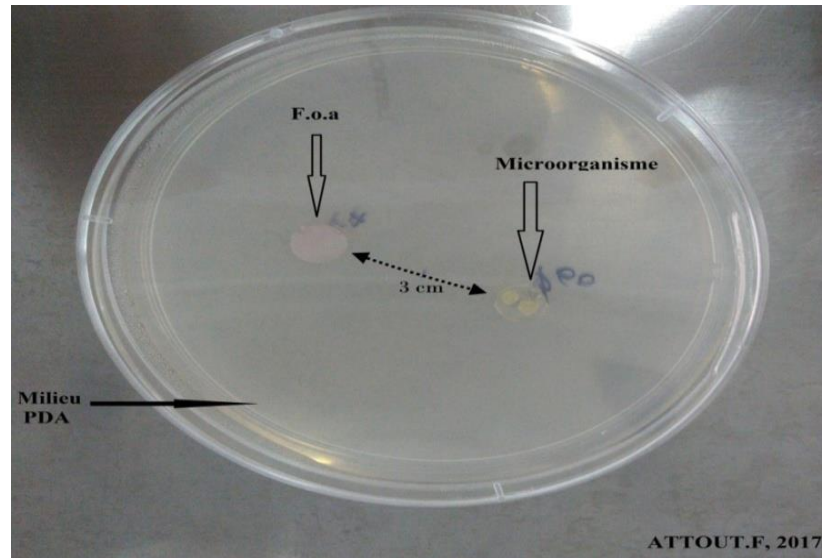


Photo N°20 : Confrontation du F.o.a avec un micro-organisme.

Les mesures du diamètre de chaque colonie ont été effectuées à l'aide d'une règle millimétrée sur une périodicité de vingt quatre heures jusqu'à la stabilisation du diamètre de la colonie indiquant ainsi l'arrêt de sa croissance.

Troisième partie



RESULTATS ET DISCUSSION



Résultats et discussion

Dans le présent travail, nous avons essayé *in vitro* test d'antagonisme contre *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* (F.o.a) par le biais des tests d'antagonisme avec des microorganismes telluriques isolés à partir des sols de quatre sites au niveau de la vallée de Ghardaïa, reconnue zone contaminée par la maladie du *bayoud* trachéomyose mortelle du palmier dattier.

D'après nos résultats, 111 isolats bactériens et 3 champignons n'ont pas eu d'effet inhibiteur sur la croissance du mycélium du F.o.a, manifesté par l'absence d'hyalo (zone claire séparant les deux colonies) dans le milieu de culture, illustré par l'exemple de la **Photo N°21**.

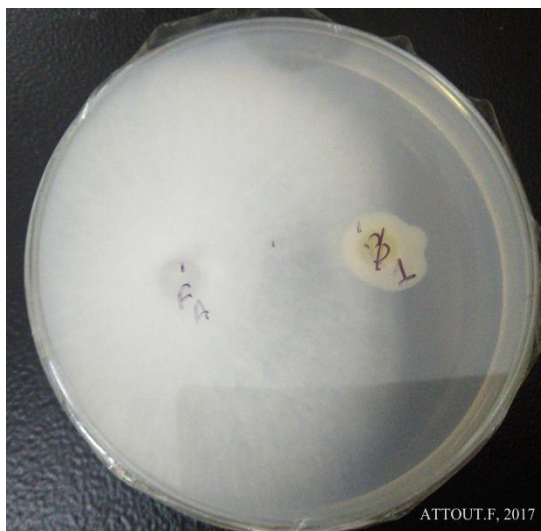


Photo N°21: Absence d'antagonisme, après 5 jours de culture, entre les colonies bactériennes B1 ; B44 et le F.o.a (absence d'hyalo entre les deux) (exploitation de BOUCHEMAL).

La confrontation avec les microorganismes non antagonistes ne modifie pas la vitesse de la croissance mycélienne du parasite de manière significative. (SEDRA et MASLOUHY, 1994). C'est ainsi que les colonies du parasite et des microorganismes non antagonistes entrent en contact au 5^{ème} jour pour les bactéries B1, B44 isolées à partir de sol de l'exploitation BOUCHEMAL.

1. L'origine des souches d'antagonistes

Sur un total de 120 microorganismes testés, 6 souches seulement se sont révélées capables d'inhiber plus ou moins importante sur la croissance du mycélium du F.o.a en culture *in vitro* (Tableau N° 06)

Tableau N° 06 : Origine des souches bactériennes antagonistes vis-à-vis F.o.a

Bactéries	Zone	Exploitation	Sol de la rhizosphère du cultivar	Etat du palmier	Profondeur du sol prélevé (cm)	Dilution
B0	El Atteuf	BOUHOUN	<i>Ghars</i>	contaminé	20-40	10 ⁻⁶
B21	Daïa Ben Dahoua	BOUCHEMAL	<i>Azerza</i>	contaminé	20-40	10 ⁻⁴
B42			<i>Deglet nour</i>	contaminé	0-20	10 ⁻³
B52			<i>Deglet nour</i>	sain	0-20	10 ⁻¹
B60			<i>Deglet nour</i>	sain	20-40	10 ⁻³
B55	Bounoura	KACHAR	<i>Timdjouhert</i>	contaminé	20-40	10 ⁻³

Lors de nos manipulations, nous avons trouvé des bactéries antagonistes dans des dilutions différentes allant de 10⁻¹ à 10⁻⁶ selon la bactérie considérée.

2. Identification des bactéries antagonistes isolées dans les sols des exploitations

L'étude macroscopique et microscopique a permis d'isoler 06 colonies distinctes par les caractéristiques regroupées dans les **Tableaux N°07, 08**

Tableau N° 07: Observations macroscopiques des colonies bactériennes

Bactéries	Diamètre	Forme	Couleur	Elévation	Contour	Opacité	Consistance
B60	2mm	Ondulée	Jaune	Sur élevée	Irrégulière	Opaque	Solide
B55	1mm, punctiforme	Ondulée	Blanche	Lisse (plate)	Irrégulière	Opaque	Crémeuse
B42	2mm	Lobée	Beige	Lisse (plate)	Irrégulière	Translucide	Crémeuse
B52	<2mm	Dentelée	Blanche	Lisse	Irrégulière	Opaque	Crémeuse
B21	>1mm, punctiforme	Ondulée	Beige	Lisse	Irrégulière	Opaque	Crémeuse
B0	1mm	Lobée	Beige	Lisse	Irrégulière	Opaque	Crémeuse

Tableau N° 08 : Observations microscopique des colonies bactériennes

Bactéries	Arrangements	Forme de cellules	Gram	Catalase	Identification présumptive (Genre)
B60	Isolées et amas	Cocci	+	+	<i>Micrococcus</i> sp ou <i>Staphylococcus</i> sp
B55	Isolées	Coccobacille, cocci	+	-	<i>Enterococcus</i> sp
B42	Isolées	Bacille	-	+	<i>Pseudomonas</i> sp
B52	Isolées, en chaînes et amas	Cocci, coccobacille	+	+	<i>Micrococcus</i> sp ou <i>Staphylococcus</i> sp

B21	Isolées et amas	Cocci, coccobacille	+	+	<i>Micrococcus</i> sp ou <i>Staphylococcus</i> sp
B0	Isolées et en amas	Cocci	-	+	<i>Acétobacter</i> sp

3. Evaluation du test d'antagonisme des souches vis-à-vis du F.o.a

Le tableau suivant indique les résultats des tests de l'activité antagoniste des six souches bactériennes contre les isolats de F.o.a, l'équation de la courbe de tendance et le taux de réduction de la vitesse de croissance du F.o.a *in vitro*.

Tableau N°09 : Mesures relatives à la cinétique des cultures *in vitro* ayant manifesté un effet d'inhibition vis-à-vis de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*

		R2	Equation de la courbe de tendance $y = ax+b$	Vitesse de croissance (a) (cm/24 heures)	Réduction de la Vitesse de croissance du F.o.a (%)
F.o.a Azerza en culture seul		0,965	0,675x - 0,57	0,675	/
F.o.a Bent kbala en culture seul		0,965	0,69x - 0,61	0,69	/
Confrontation bactéries / F.o.a					
B0	F.o.a Az	0,851	0,29x + 0,05	0,29	56,7
	F.o.a Be	0,765	0,22x + 0,08	0,22	68,1
B55	F.o.a Az	0,985	0,46x - 0,2	0,46	31,3
	F.o.a Be	0,882	0,36x - 0,1	0,36	47,8
B60	F.o.a Az	0,991	0,47x - 0,33	0,47	29,8
	F.o.a Be	0,980	0,47x - 0,45	0,47	31,9
B42	F.o.a Az	0,843	0,19x + 0,45	0,19	71,6
	F.o.a Be	0,853	0,23x + 0,01	0,23	66,7
B21	F.o.a Az	0,972	0,31x - 0,01	0,31	53,7
	F.o.a Be	0,892	-0,05x + 0,37	-0,05	107,2
B52	F.o.a Az	0,970	0,38x - 0,02	0,38	43,3
	F.o.a Be	0,944	0,27x - 0,07	0,27	60,9

Pour les souches ayant un effet antagoniste, le **tableau N°09** montre que la vitesse de la croissance du mycélium F.o.a est ralentie par la présence des antagonistes.

Après plus de 5 jours de culture, le rayon mycélien face aux antagonistes est inférieur à celui des colonies mycéliennes en culture seules.

Parmi les antagonistes, la plus forte action est obtenue par la bactérie B21 isolée de la palmeraie Daïa sur F.o.a *d'Azerza* qui a subi la plus forte réduction de sa vitesse de croissance

de l'ordre de **107,2 %**, suivie de B42 isolée de la palmeraie Daïa sur *F.o.a d'Azerza* sur *F.o.a* avec une chute de vitesse de ce dernier de **71,6%** par rapport aux cultures seules.

La bactérie B60 isolée du la palmeraie Daïa manifeste la plus faible inhibition et a engendré une réduction de vitesse de **29,8%** sur *F.o.a d'Azerza* contre **31,9%** sur *F.o.a* de *Bent kbala*.

Les résultats montrent aussi que l'intensité d'inhibition est variables selon l'isolat fongique (*F.o.a d'Azerza* et *Bent kbala*) démontrant l'existence d'une variabilité de comportement de ces isolats vis-à-vis de l'antagoniste auquel ils sont confronté. Cette observation est la même que celle faite dans des travaux similaires au sujet de la diversité phénotypique des isolats de *F.o.a* signalée par **BANI (2011)**.

Les figures de N°11 à N°23 représentent les courbes de croissance des colonies bactériennes et mycélienne en confrontation.

➤ Cinétique de développement du F.o.a d'Azerza , en culture seul et en présence des bactéries

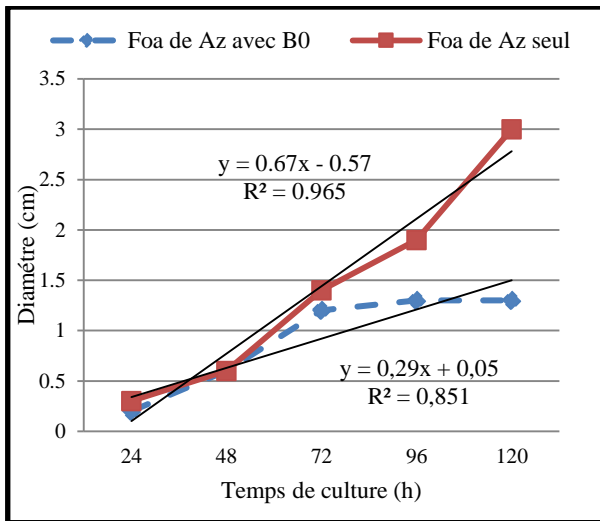


Figure N°11: Cinétique de développement du F.o.a d'Azerza , en culture seul et en présence de bactérie B0.

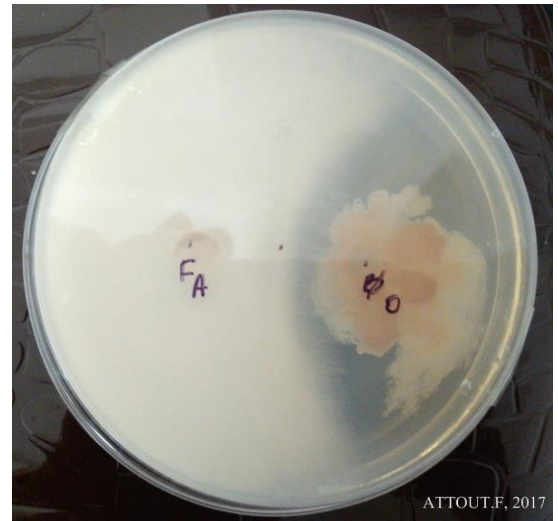


Photo N°23: Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B0 et le F.o.a d'Azerza (palmeraie de Daïa).

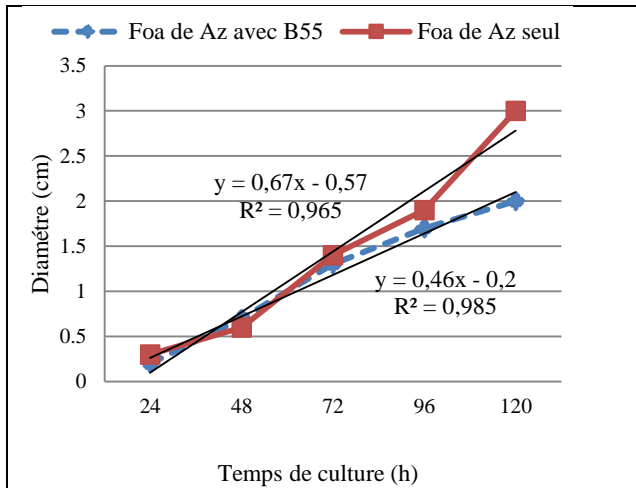


Figure N°12: Cinétique de développement du F.o.a d'Azerza , en culture seul et en présence de bactérie B 55.



Photo N°24 : Antagonisme, à 7 jours de culture, entre la bactérie B55 et le F.o.a d'Azerza (palmeraie de Bounoura).

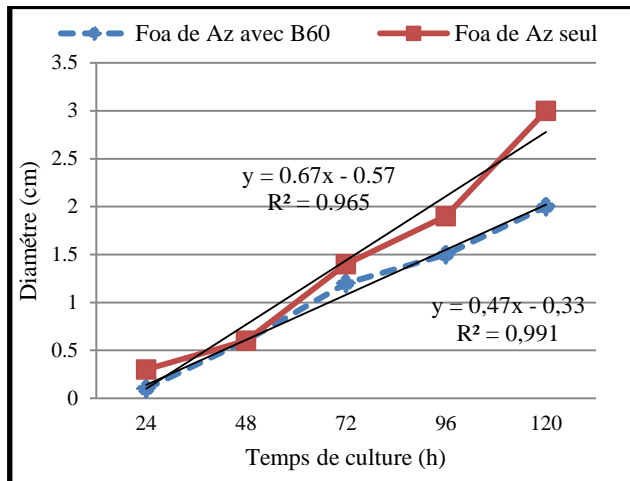


Figure N°13: Cinétique de développement du F.o.a d'Azerza, en culture seul et en présence de bactérie B 60.

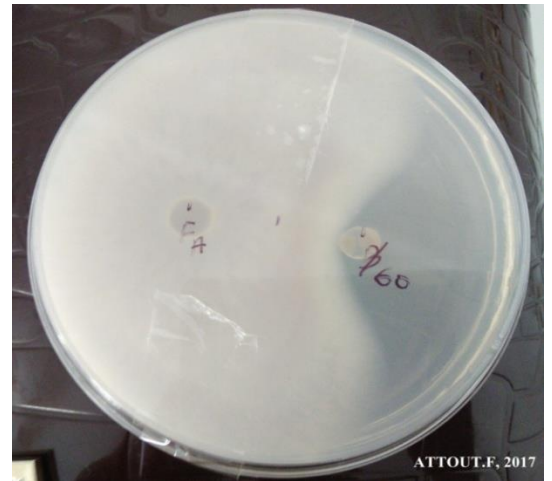


Photo N°25: Antagonisme, à 7 jours de culture, entre la bactérie B60 et le F.o.a d'Azerza (palmeraie de Daïa).

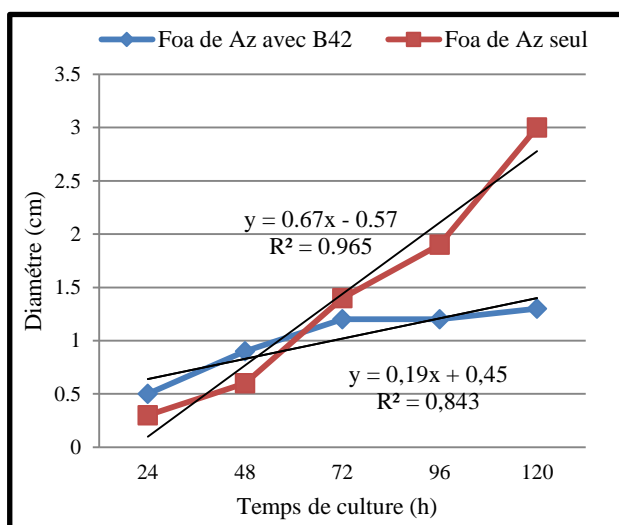


Figure N°14: Cinétique de développement du F.o.a d'Azerza, en culture seul et en présence de bactérie B 42.

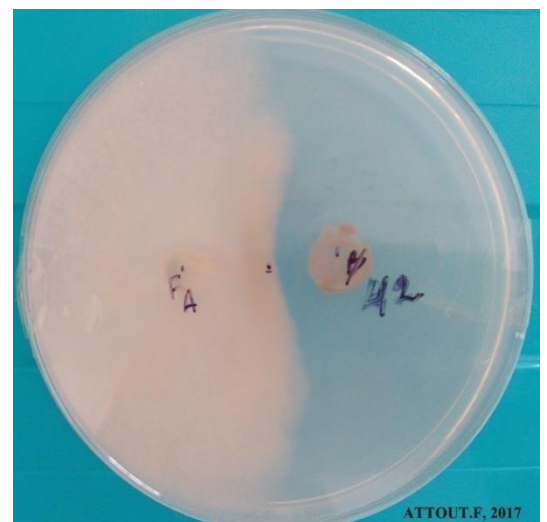


Photo N°26 : Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B42 et le F.o.a d'Azerza (palmeraie de Daïa).

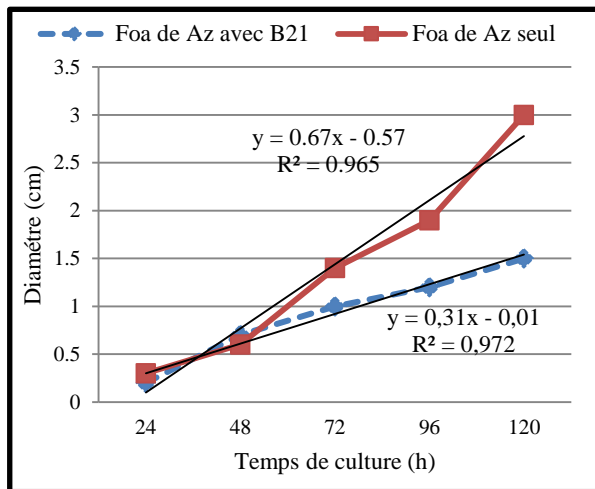


Figure N°15: Cinétique de développement du F.o.a d'Azerza , en culture seul et en présence de bactérie B 21.

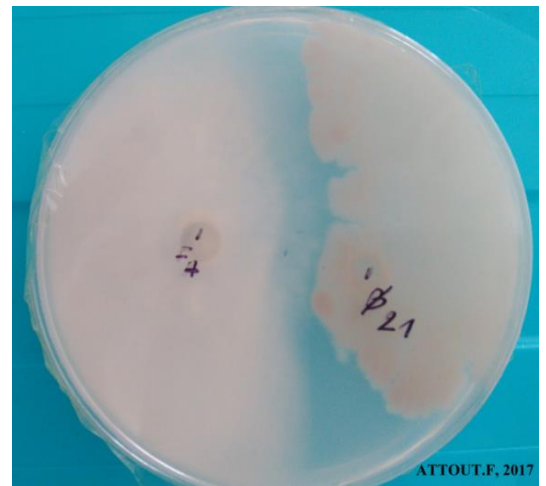


Photo N°27 : Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B21 et le F.o.a d'Azerza (palmeraie de Daïa).

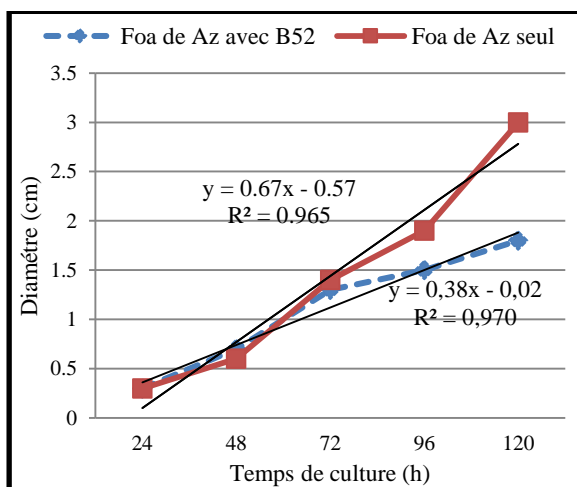


Figure N°16: Cinétique de développement du F.o.a d'Azerza , en culture seul et en présence de bactérie B 52.

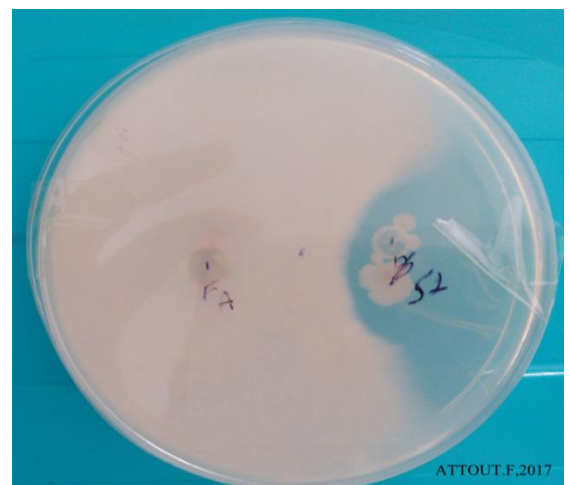


Photo N°28 : Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B52 et le F.o.a d'Azerza (palmeraie de Daïa).

➤ Cinétique de développement du F.o.a de *Bent kbala* , en culture seul et en présence des bactéries

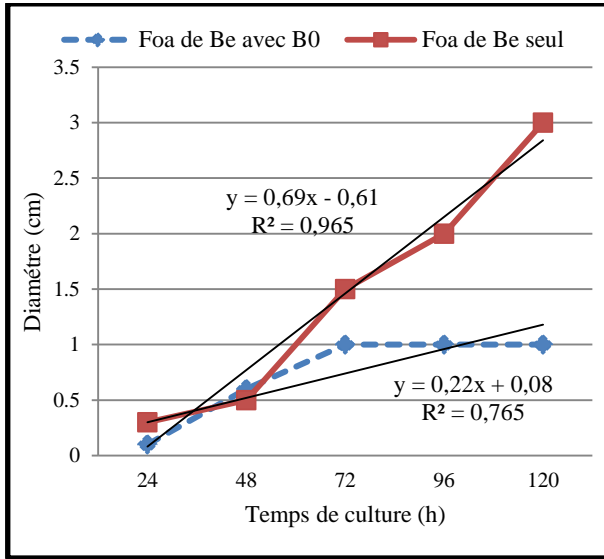


Figure N°17: Cinétique de développement du F.o.a de *Bent kbala* , en culture seul et en présence de bactérie B 0.

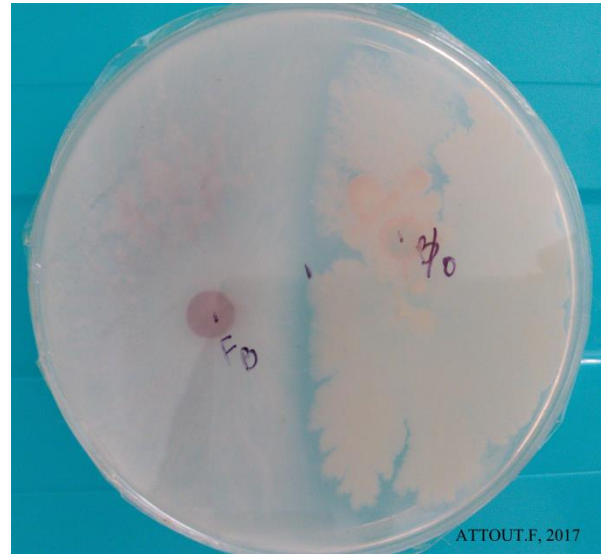


Photo N°29 : Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B0 et le F.o.a de *Bent kbala* (palmeraie de Daïa).

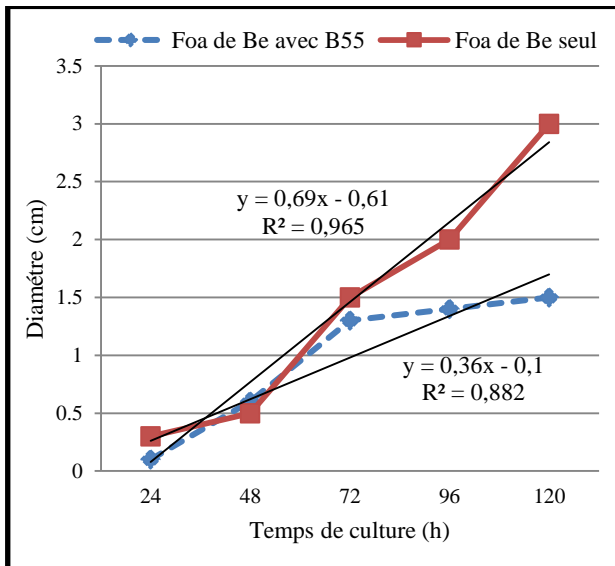


Figure N°18: Cinétique de développement du F.o.a de *Bent kbala* , en culture seul et en présence de bactérie B 55.

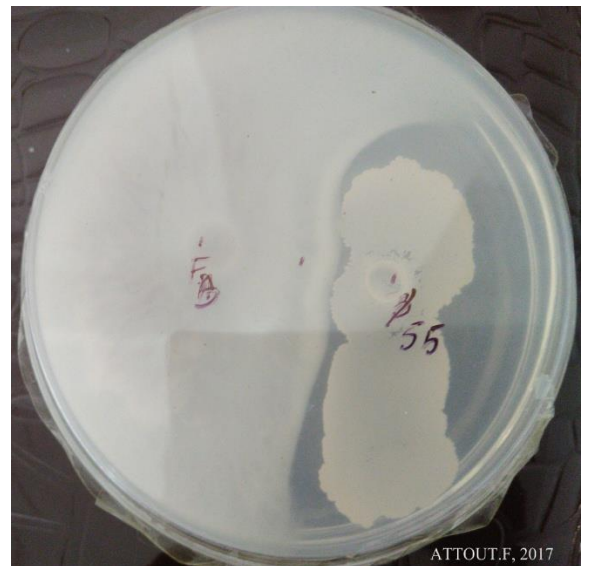


Photo N°30 : Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B55 et le F.o.a de *Bent kbala* (palmeraie de Bounoura).

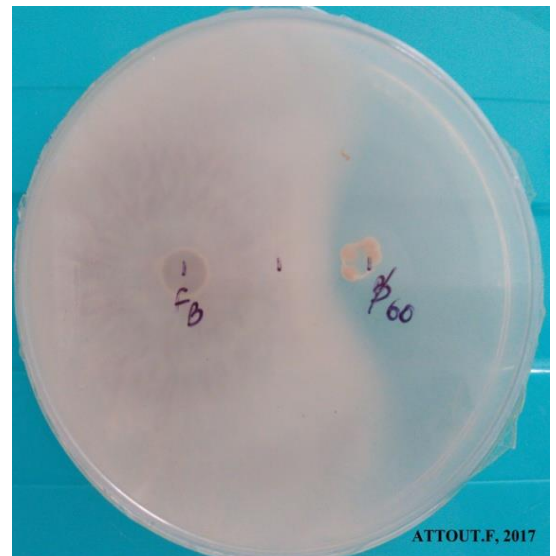
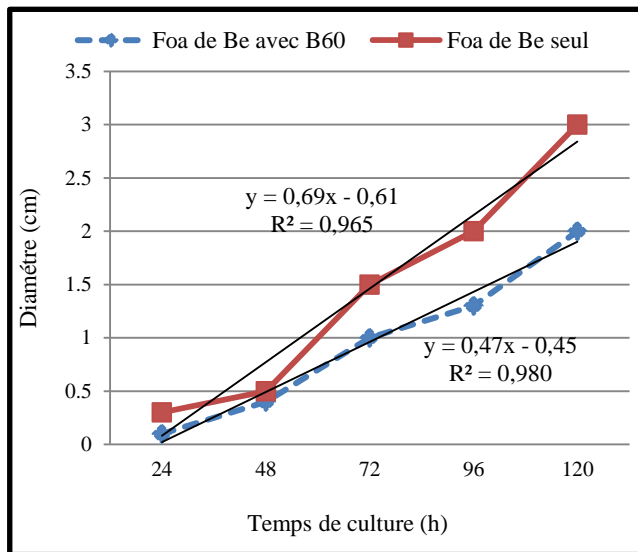


Figure N°19: Cinétique de développement du F.o.a de *Bent kbala*, en culture seul et en présence de bactérie B 60.

Photo N°31 : Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B60 et le F.o.a de *Bent kbala* (palmeraie de Daïa).

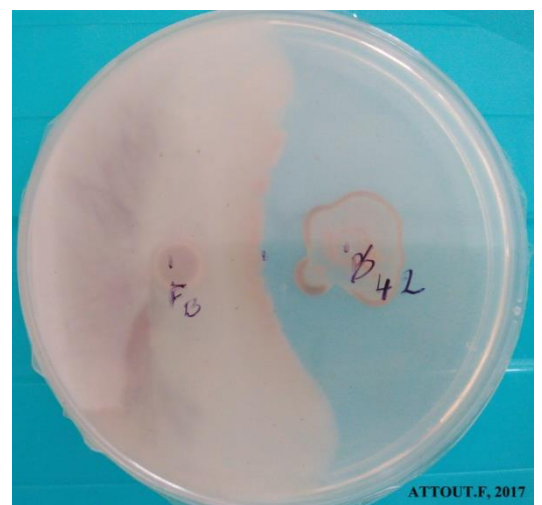
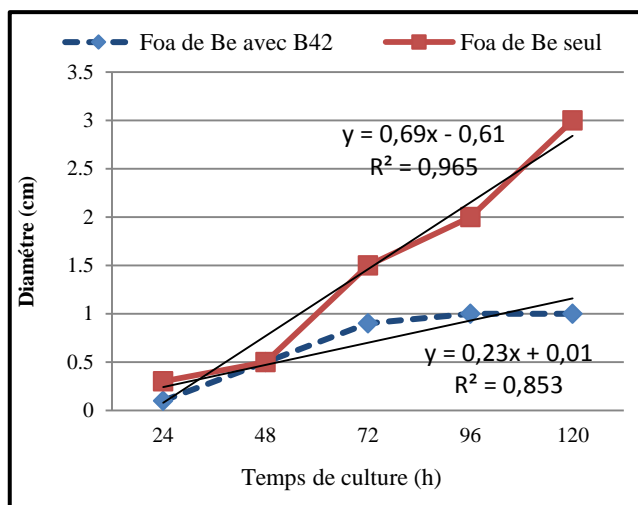


Figure N°20: Cinétique de développement du F.o.a de *Bent kbala*, en culture seul et en présence de bactérie B 42.

Photo N°32 : Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B42 et le F.o.a de *Bent kbala* (palmeraie de Daïa).

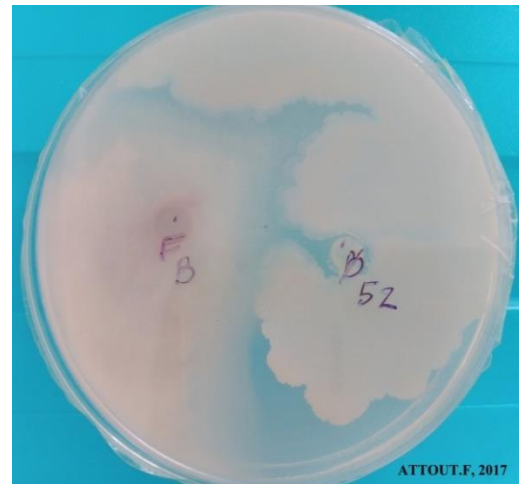
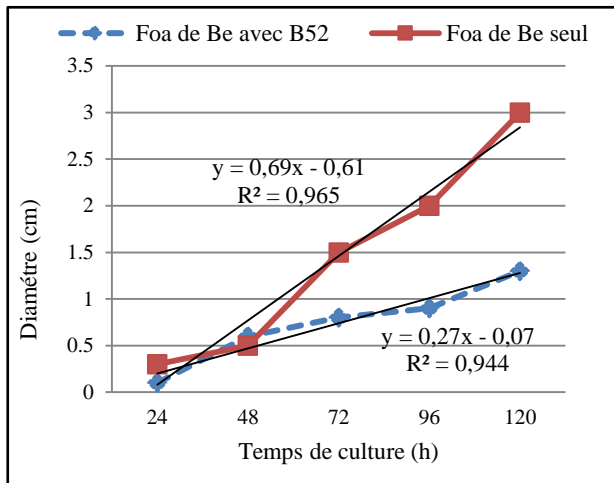


Figure N°21: Cinétique de développement du F.o.a de *Bent kbala*, en culture seul et en présence de bactérie B 52.

Photo N°33 : Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B52 et le F.o.a de *Bent kbala* (palmeraie de Daïa).

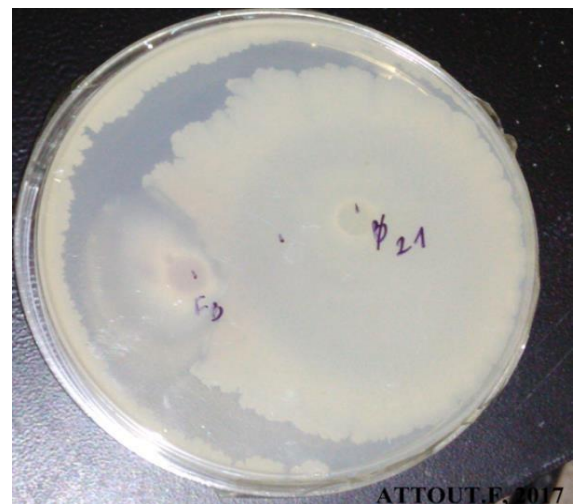
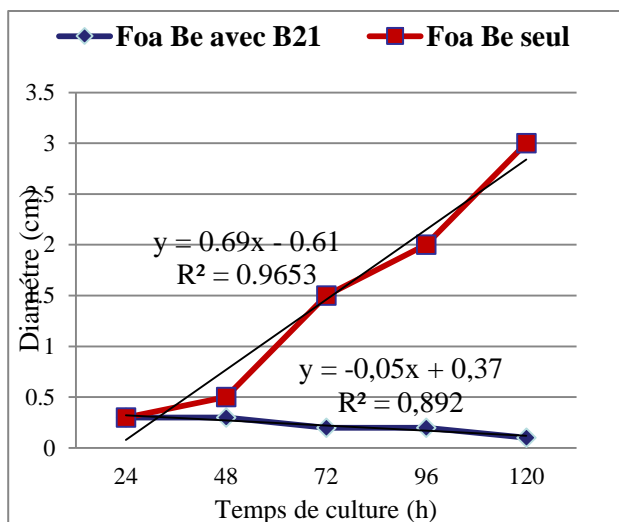


Figure N°22: Cinétique de développement du F.o.a *Bent kbala*, en culture seul et en présence de bactérie B 21.

Photo N°34 : Antagonisme, après 7 jours de culture, entre la bactérie B21 et le F.o.a *Bent kbala* (palmeraie de Daïa).

4. Comportement des souches bactériennes en présence des isolats du F.o.a

Les données relatives aux vitesses de croissance des colonies bactériennes en présence des isolats fongiques ont permis d'observer que les vitesses de croissance des bactéries testées B0, B55, B21 sont restées inchangées avec le F.o.a *Azerza*, alors qu'on enregistre une diminution pour B60 (28,6%) avec les deux F.o.a *Azerza* et *Bent kbala* et nous avons enregistré une

augmentation de la cinétique de croissance pour les bactéries B21, B42 avec F.o.a de *Bent kballa* respectivement de 260% et 125%.

Tableau N° 10 : Cinétique de croissance des colonies des bactéries en culture seule et en présence du F.o.a

Cultures	R ²	Equation de la courbe de tendance $y = ax+b$	Vitesse de croissance (a) (cm/24 heures)	Variation de la vitesse de croissance (%)
Bactérie B0 seule	0,797	0,13x - 0,05	0,13	
Bactérie B0 avec F.o.a Az	0,812	0,13x + 0,09	0,13	0,0
Bactérie B0 avec F.o.a Be	0,842	0,34x + 0,04	0,34	+161,5
Bactérie B55 seule	0,781	0,05x - 0,01	0,05	
Bactérie B55 avec F.o.a Az	0,781	0,05x - 0,01	0,05	0,0
Bactérie B55 avec F.o.a Be	0,643	0,11x + 0,15	0,11	+120
Bactérie B60 seule	0,942	0,07x - 0,07	0,07	
Bactérie B60 avec F.o.a Az	0,892	0,05x - 0,03	0,05	-28,6
Bactérie B42 seule	0,8	0,08x + 0,26	0,08	
Bactérie B42 avec F.o.a Az	0,892	0,05x + 0,17	0,05	-37,5
Bactérie B42 avec F.o.a Be	0,920	$y = 0,18x + 0,2$	0,18	+125
Bactérie B21 seule	0,925	$y = 0,1x + 0,32$	0,1	
Bactérie B21 avec F.o.a Az	0,781	$y = 0,1x + 0,48$	0,1	0,0
Bactérie B21 avec Foa Be	0,794	$y = 0,36x + 0,78$	0,36	+260
Bactérie B52 seule	0,942	$y = 0,21x + 0,49$	0,21	
Bactérie B52 avec F.o.a Az	0,916	$y = 0,11x - 0,09$	0,11	-47,6
Bactérie B52 avec F.o.a Be	0,848	$y = 0,31x + 0,13$	0,31	+47,6

Az: Azerza, **Be:** *Bent kballa*

Dans les travaux précédemment réalisés dans les palmeraies des régions d'Adrar et Metlili (**BENALI, 2015**) et Metlili (**MEHAYA, 2016**) :

- Région (Adrar, Metlili) : 2 microorganismes antagonistes (Ba3; *Micrococcus* sp et Bm1; *Bacillus* sp). Réduction de la vitesse de croissance du champignon Foa est maximale pour **Bm1 (63%)**.
- Région (Mettlili) : 4 souches antagonistes ont été isolées, (S0, S'1, G1 de genre *Micrococcus* sp; *Staphylococcus* sp et S'5, *Pseudomonas* sp), ont causé la réduction de la vitesse de croissance du F.o.a, maximale pour **S'1 (56,9%)**, et la plus faible par la bactérie **S'5 (27%)**.
- Dans notre travail réalisé dans la Vallée de Ghardaïa on a isolée 6 souches bactériennes antagonistes (B60, B52, B21 ; de genre *Micrococcus* sp ou *Staphylococcus* sp, B0

Acétobacter sp; B42 *Pseudomonas* sp; B55 *Enterococcus* sp). Avec des réductions de la vitesse de croissance maximale **B42 (71,6%)**, et l'inhibition la plus faible par la bactérie **B60 (29,8%)**.

Comparativement à celles obtenues dans les autres régions précédemment étudiées respectivement en 2015 et 2016, nous avons constaté que dans la région de la vallée de Ghardaïa, région de notre travail, on a enregistré :

- Une diversification de la gamme des souches antagonistes par l'apparition de deux nouveaux genres à savoir *Acétobacter* et *Enterococcus*
- des valeurs des taux de réduction de la vitesse de croissance du F.o.a les plus élevées que ce soit parmi les valeurs maximales ou les valeurs minimales



CONCLUSION



Conclusion

Le champignon *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* est un organisme de quarantaine A2 de l'OEPP (OEPP, 1982). Il représente de très graves risques d'ordre humain, social et économique à d'autres régions productrices de dattes (régions phoénicoles de l'Est de l'Algérie, Tunisie, et d'autres pays d'Afrique du Nord) et aussi au Proche-Orient, notamment à cause de son fort potentiel de dissémination. (OEPP, 1994)

Dans ce travail, une étude *in vitro* sur l'effet d'antagonisme des microorganismes telluriques vis-à-vis du *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* isolé à partir de deux cultivars (*Azerza*, *Bent kballa*) de la palmeraie de Daïa et Ghardaïa dans la vallée de Ghardaïa

Au total, on a isolé 120 microorganismes à partir des sols prélevés sur quatre exploitations dans la vallée de Ghardaïa, seulement six bactéries ont donné des effets d'inhibition à des taux variables sur la croissance du *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*.

Il s'agit de trois souches du genre *Micrococcus* ou *Staphylococcus*, et une souche pour chacun des trois genres *Acétobacter*, *Pseudomonas* et *Enterococcus*.

A l'issue du présent travail, il reste encore comme perspectives, la détermination des mécanismes d'inhibition du F.o.a. par ces six souches bactériennes et aussi l'application sur des sols plantés en palmiers en milieu contrôlé sous serre.

Aussi, dans le contexte de notre travail, une constatation intéressante a été faite, relative à la cinétique de croissance de certaines colonies bactériennes en présence du F.o.a où elles manifestent une vitesse de croissance plus élevée qu'en cultures seules (*Micrococcus* sp ou *Staphylococcus* sp, *Acétobacter* sp, *Pseudomonas* sp, *Enterococcus* sp).

Cette observation également faite lors des travaux de MEHAYA (2016) au sujet de certaines souches bactériennes issues des sols de palmeraies de la région de Metlili (*Micrococcus* sp; *Staphylococcus* sp et *Pseudomonas* sp).

Cette augmentation de vitesse de croissance dans les conditions de confrontation *in vitro*, doit à notre sens faire l'objet de la recherche de ou des mécanismes qui en sont à l'origine, ainsi que des essais doivent être menés dans le sol en culture en pots sous des conditions contrôlées (sous serre) pour confirmer une telle observation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- ABERLENC-BERTOSSI, 2010** : Biotechnologies du palmier dattier. Actes du 3e Séminaire du réseau AUF-BIOVEG, Montpellier (France) P16. 264p
- BENALI D., 2015** : Possibilité de lutte biologique contre *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* par l'utilisation d'antagonismes telluriques dans les région d'Adrar et Metlili.
- BANI M., 2011** : Prospection, isolement et caractérisation phénotypique d'isolats de *Fusarium oxysporum* *Schlechtendahl* f.sp. *albedinis* (Killian & Maire).Essais d'antagonisme bactérien. Ecole Doctorale : Biotechnologies Végétales. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie - El Harrach –Alger.
- BADJI B, RIBA A, MATHIEU F, LEBRIHI A, SABAOU N. (2005)** : Activité antifongique d'une souche d'Actinomadura d'origine Saharienne sur divers champignons pathogènes et toxigènes. Journal de Mycologie Médicale. 1-9p.
- BEZATO T., 2013** : Les palmiers dattiers « *Phoenix dactylifera* » à Toliara : étude de la filière, utilisation et diversité variétale. Mémoire de diplôme d'études approfondies (dea) en biodiversité et environnement, université de Toliara.
- BEN MOUSSA O., 2013** : L'effet de la conduite de l'irrigation sur la productivité du palmier dattier au niveau des palmerais d'Oued Righ (Touggourt). Université KASSDI-MERBAH OUARGLA.
- BOUNAGA, N. DJERBI, M. 1990** : Pathologies du palmier dattier. In: DOLLE V. et TOUTAIN G. (ed.). Les systèmes agricoles oasiens. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéennes ; n11 .p127-132.
- BOUGUEDOURA N., 1991**: Connaissance de la morphogenèse du palmier dattier (*Poenix dactylifera* L.). Etude in situ et in vitro du développement morphogénétique des appareils végétatif et reproducteur. Thèse de doctorat en sciences, U.T.H.B., Alger, 201 p.
- BOUSDIRA K., 2007**. Contribution à la connaissance de la biodiversité du palmier dattier pour une meilleure gestion et une valorisation de la biomasse : caractérisation morphologique

et biochimique des dattes de cultivars les plus connus de la région du Mزاب, classification et évaluation de la qualité. Technologie alimentaire. Université Boumerdès.

CHEHMA A., 2011 : Le Sahara en Algérie, situation et défis. 15- 21p.

DJERBI M., 1988 : Les maladies du palmier dattier Projet régional de lutte contre le bayoud. Rab 84/018, Alger, p130.

DJERBI M .,1990 : Méthodes de diagnostic du *bayoud* du palmier dattier Bulletin OEPP/EPPO 20, 607-613. Institut National de la Recherche Agronomique, BP 115, Hassen Badi, Belfort, El Harrach-Alger (Algérie).

DJERBI M, 2003: *Fusarium oxysporum* f.sp.*albedini*. OEPP Bulletin, 33 : 245–247p

D.P.S.B, 2010 : statistique de la wilaya de Ghardaïa. Direction de la programmation et du Suivi Budgétaires.

EMANFO A, SEKOU D et FANTODJI A., 2013 : Contamination fongique des fourrages consommés par les Aulacodes (*thryonomys swinderianus*) d'élevage en zone périurbaine d'Abidjan (côte d'ivoire) 54-55p.

El Hadrami I, BELLAJ M, IDRISSE A, J'AITI F, JAAFARI S, DAAYF F., 1998 : Biotechnologie végétales et amélioration du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.), pivot de l'agriculture oasienne marocaine. Cahiers Agriculture. 7 (6): 463-468.

EL-HASSNI, EL HADRAMI M, DAAYFB A, CHERIF F, AIT BARKAD M, EL HADRAM E, 2007 : Biological control of bayoud disease in date palm. Selection of microorganisms inhibiting the causal agent and inducing defense reactions 224-234p.

FERNANDEZ D. LOURD M. OUINTEN M. TANTAOUI A. GEIGE J., 1995 : le Bayou de palmier dattier une maladie qui menace la phoeniciculture Phytoma - La Défense des végétaux - N° 469. 36-39p.

FESRAOUI Z., 2014 : étude des activités enzymatiques chez *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* et évaluation de l'effet antifongique de quelques molécules chimiques. Mémoire de magistère. Université D'Oran ES-SENIA 102p.

GUIGNARD J et al, 2001. Botanique systématique moléculaire, 2ème édition, Paris, 122 p.

- HAKKOU, CHAKROUNE K, SOUNA F et BOUAKKA M., 2012** : La fusariose vasculaire du palmier dattier (*Bayoud*) : Méthodes de lutte. Laboratoire de Biochimie, Faculté des Sciences, Université Mohammed Premier, Oujda, Maroc.
- HIBAR K, M DAAMI-REMADI K, KHIAREDDINE H, EI MAHJOUB M., 2005** : Effet inhibiteur in vitro et in vivo du *Trichoderma harzianum* sur *Fusarium oxysporum* f. sp. *Radicis lycopersici* 163–171p.
- KHENE B. et SENOUSSE A., 2013** : Menaces sur la diversité génétique du palmier dattier dans la vallée du M'zab. Revue des BioRessources Vol 3 N 1 juin 2013. pp76-88. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- KHENE B., SENOUSSE A., NOUACER Y. et CHEHAM A.** - Analyse du dispositif de lutte contre la trachéomycose du palmier dattier causée par *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* dans la région de Ghardaïa (Algérie). Revue des BioRessources Vol 5 N° 1 Juin 2015. Université de Ouargla.pp1-9.
- KHELAFI, 2013** : palmier dattier et la maladie de bayoud, INRAA.
- MEHAYA H., 2016** : Possibilité de lutte biologique contre *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* par l'utilisation d'antagonismes telluriques dans la région de Metlili (Wilaya de Ghardaïa)
- MUNIER., 1973** : Le palmier dattier. Paris :Ed. Maison-neuve, 217p.
- MATALLAH M., 2004** : Contribution à l'étude de la conservation des dates variétés *Deglet Nour* : Isotherme d'adsorption et de désorption. Mémoire d'Ingénieur agronomies, INA. El-Harrach. 79 p.
- MAHDI N., 2011** : Essai de lutte biologique contre la fusariose vasculaire du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L). Mémoire de magister, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.
- OEPP., 1994** : Fiche informative sur les organismes de quarantaine. Organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes. Préparé par le CABI et l'OEPP pour l'UE sous Contrat 90/399003.
- OEPP, 1982** : Fiches informatives sur les organismes de quarantaine No. 70, *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*. OEPP/EPPO Bulletin **12** (1).
- PEYRON G., 2000** : Cultiver le plamier-dattier. Ed. Ciras, 110 p.

TOUTAIN G., 1965 : Note sur l'épidémiologie du Bayoud en Afrique du nord pp 37-45.

TOUTAIN, G et LOUVET, J., 1973 : Recherches sur les fusarioses. Nouvelles observations sur la fusariose du palmier dattier et précisions concernant la lutte. Annales de Phytopathologie 5, 35-52p.

RAHMANIA F.,2000 : Contribution à la connaissance des relation histo-cyto-physiologieque des relation entre palmier dattier (*phœnix dactylifera*) et *Fusarium oxysporum* f.sp.*albedinis* agent causal bayoud Thèse de doctorat d'état. U.S.T.H.B., Alger.

RHOUMA, A. 1991 : Stock génétique phoenicicole en Tunisie : Evaluation, problèmes liés à son évolution et sa conservation. PNUD/FAO/RAB/88/024.

SEDRA et MASLOUHY, 1994 : La fusariose vasculaire du palmier dattier (bayoud) II- Action inhibitrice des filtrats de culture de six microorganismes antagonistes isolés des sols de la palmeraie de Marrakech sur le développement in vitro de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*

SEDRA M, 2005 : La maladie du Bayoud du palmier dattier en Afrique du Nord : Diagnostic et caractérisation. Actes du Symposium International sur le Développement Durable des Systèmes Oasiens, Maroc - B. Boulanouar & C. Kradi (Eds.).

SEDRA M, 2006 : La maladie de Byoud sur le palmier dattier, apparition ; impact ; propagatio et condition ; méthodes de diagnostic et de lutte ; rechreche et perspectives. (en arabe) L'association arabe sur le développement agricole. AOAD.

SEDRA M., 2003 : Le Palmier Dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc Technique phoenicicoles et création d'oasis, 265p

Google earth, 2017

<http://www.totiempo.net>

Annexes 1 : Mesures de croissance du champignon (Foa) isolé du rachis des cultivars *Azerza* et *Bent kbala*

Temps de culture (h)	3 Avril	4 Avril	5 Avril	6 Avril	7 Avril
Foa d'azerza (cm)	0,3	0,6	1,4	1,9	3
Foa de Bent kbala (cm)	0,3	0,5	1,5	2	3

Annexes 2 : Mesures de croissance des colonies bactériennes en (cm)

Temps de culture (h)	3 Avril	4 Avril	5 Avril	6 Avril	7 Avril
Bactérie 0	0	0,2	0,5	0,5	0,5
Bactérie 55	0	0,1	0,2	0,2	0,2
Bactérie 60	0	0,1	0,1	0,2	0,2
Bactérie 42	0,3	0,4	0,6	0,6	0,6
Bactérie 21	0,4	0,5	0,7	0,7	0,8
Bactérie 52	0,6	1	1,2	1,3	1,5

Annexe 3: Test d'antagonisme entre la bactérie 0 vis-à-vis le Foa d'*Azerza*, Foa de *Bent kbala*.

Temps de culture (h)	3 Avril	4 Avril	5 Avril	6 Avril	7 Avril
Foa de Bent kbala avec B0	0,1	0,6	1	1	1
Foa d'Azerza avec B0	0,2	0,6	1,2	1,3	1,3

Annexe 4: Test d'antagonisme entre la bactérie 55 vis-à-vis le Foa d'*Azerza*, Foa de *Bent kbala*

Temps de culture (h)	3 Avril	4 Avril	5 Avril	6 Avril	7 Avril
Foa de Bent kbala avec B55	0,1	0,6	1,3	1,4	1,5
Foa d'Azerza avec B55	0,2	0,7	1,3	1,7	2

Annexe 5: Test d'antagonisme entre la bactérie 60 vis-à-vis le Foa d'*Azerza*, F.o.a de *Bent kbala*

Temps de culture (h)	3 Avril	4 Avril	5 Avril	6 Avril	7 Avril
Foa de Bent kbala avec B60	0,1	0,4	1	1,3	2
Foa d'Azerza avec B60	0,1	0,6	1,2	1,5	2

Annexe 6: Test d'antagonisme entre la bactérie 42 vis-à-vis le Foa d'*Azerza*, F.o.a de *Bent kbala*

Temps de culture (h)	3 Avril	4 Avril	5 Avril	6 Avril	7 Avril
Foa de Bent kbala avec B42	0,1	0,5	0,9	1	1
Foa d'Azerza avec B42	0,5	0,9	1,2	1,2	1,3

Annexe 7: Test d'antagonisme entre la bactérie 21 vis-à-vis le F.o.a d'*Azerza*,

Temps de culture (h)	3 Avril	4 Avril	5 Avril	6 Avril	7 Avril
Foa d' <i>Azerza</i> avec B21	0,2	0,7	1	1,2	1,5

Annexe 8: Test d'antagonisme entre la bactérie 52 vis-à-vis le Foa d'*Azerza*, F.o.a de *Bent kbala*

Temps de culture (h)	3 Avril	4 Avril	5 Avril	6 Avril	7 Avril
Foa de Bent kbala avec B52	0,1	0,6	0,8	0,9	1,3
Foa d' <i>Azerza</i> avec B52	0,3	0,7	1,3	1,5	1,8

Annexe 9 : Tableau des valeurs de pH des sols échantillonnés.

Zone	Nom de l'agriculteur	Cultivars	Etat	Profondeur (cm)	pH
Daïa	BOUCHEMAL	<i>Deglet nour</i>	Contaminé	0 - 20	8,5
				20 - 40	8,3
		<i>Azerza</i>	Sain	0 - 20	8,6
				20 - 40	8,5
			Contaminé	0 - 20	8,5
				20 - 40	8,3
Bounoura	KACHAR	<i>Timjouhart</i>	Contaminé	0 - 20	8,6
				20 - 40	8,5
		<i>Azerza</i>	Sain	0 - 20	8,6
				20 - 40	8,6
		<i>Deglet nour</i>	Contaminé	0 - 20	9
				20 - 40	8,7
El Atteuf	BOUHOUN	<i>Ghars</i>	Contaminé	0 - 20	8,3
				20 - 40	8,5
Ghardaia	HAWACH	<i>Bent kbala</i>	Contaminé	0 - 20	8,4
				20 - 40	8,7

Annexe 10 : Photos de palmier dattier *bayoudé* (stade final) dans la vallée de Ghardaïa



Annexe 11 : Prélèvement des rachis contaminé



Annexe 12 : Photos de matériels utilisés



Autoclave



Etuve



Hot

Annexe 13 : Nombre des microorganismes isolés

Palmeraie	Microorganisme
Daia Ben Dawha	50 Bactérie
Bounoura	42 Bactérie, 2 champignons
El Attufe	11 Bactérie
Ghardaia	14 Bactérie, un champignon
Total	120 microorganismes

Résumé

La fusariose vasculaire est parmi les maladies les plus graves du palmier dattier, causée *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* (F.o.a) un champignon tellurique. Cette étude consiste à rechercher dans les sols de palmeraies des microorganismes antagonistes au F.o.a isolé à partir de deux cultivars (*Azerza* et *Bent kbal*). Les tests d'antagonisme en milieu contrôlé ont révélé six souches bactériennes présentant des effets antagonistes : trois souches du Genre *Micrococcus* sp ou *Staphylococcus* sp, et une souche pour chacun des genres *Acétobacter*, *Pseudomonas* sp et *Enterococcus* sp.

Mots clé : *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*, palmier dattier, lutte biologique, antagonisme, Ghardaïa.

ملخص

الذبول الوعائي هو من بين الأمراض الأكثر خطورة لنخيل , يسببه فطر الفيزاريوم *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* (F.o.a), هذه الدراسة هدفها البحث في التربة بساتين النخيل عن الكائنات الحية الدقيقة العدائية للفزاريوم الذي تم عزله من صنفين من النخيل أرززة و بنت قبالا, كشفت الاختبارات العداء التي تمت داخل المختبر عن ستة أنواع من البكتيريا تتميز بخاصية التضاد : ثلاثة منها من نوع *Staphylococcus* sp, *Micrococcus* sp, نوع *Acétobacter* و الإثنتين الأخيرين من نوع *Pseudomonas* sp *Enterococcus* sp. الكلمات المفتاحية: *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*, النخيل, المكافحة البيولوجية, التضاد, غرداية.

Abstract

Fusarium wilt is one of the most serious diseases of the date palm. It is caused by the ascomycete fungus *Fusarium oxysporum* (F. *oxysporum*). The aim of this study is to examine palm grove soil for microorganisms antagonistic to *Fusarium oxysporum* that have been isolated from two samples of *Azerza* & *Bent Kbal*. Antagonistic tests in controlled medium revealed six bacterial strains with antagonistic effects: Three of the genus *Micrococcus* sp or *Staphylococcus* sp, and one strain for each of the genera *Acetobacter* sp, *Pseudomonas* sp and *Enterococcus* sp.

Keywords: *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*, date palm, biological control, antagonism, Ghardaïa.