

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
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

**Possibilité de lutte biologique par l'utilisation des
microorganismes telluriques contre *Fusarium oxysporum* f. sp.
albedinis dans la région de Metlili (Wilaya de Ghardaïa)**

Présenté par

MEHAYA Helima

Membres du jury

Grade

MELOUK Salima

MAA

Président

BOURAS Noureddine

MCA

Examineur

KHENE Bachir

MCB

Encadreur

BELGHIT Saïd

MAA

Co-encadreur

Mai 2016



Dédicaces

À Mes Très Chers Parents

Tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense amour que je VOUS porte, ni la profonde gratitude que je VOUS témoigne pour tous les efforts et les sacrifices que VOUS n'avez jamais cessé de consentir pour mon instruction et mon bien-être.

C'est à travers vos encouragements que j'ai atteint ce niveau de formation, et c'est à travers vos critiques que je me suis réalisée.

J'espère avoir répondu aux espoirs que VOUS avez fondé en moi.

Je VOUS rends hommage par ce modeste travail en guise de ma reconnaissance éternelle et de mon infini amour.

VOUS résumez si bien le mot parents. Que Dieu Tout Puissant VOUS garde et VOUS procure santé, bonheur et longue vie pour que VOUS demeuriez le flambeau illuminant notre chemin.

À mes frères Abdalhadî, Abdaljalîl, Anas et abdalmoumen.

À mes sœurs Zineb, Nacira et Djihad

À tous les membres de ma famille MEHAYA et MEZZI, petits et grands
Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.

À mes chères amies, Fatna, Wafa, Amina, Siham, Djemaa, Khadidja, Iman, Wahiba, Hadjer, Nadjat, Kaltoum, Hayat, Assia...

En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble.

À toute la promotion d'agronomie 2015/2016.

Et enfin À tous ceux qui aiment de près ou de loin l'oasis

Helima

Remerciements

Je remercie Dieu Tout Puissant pour la volonté, la santé et la Patience qu'Il m'a donné durant toutes ces années.

Le travail exposé dans ce mémoire a été réalisé au laboratoire de microbiologie au sein de l'université de Ghardaïa.

Au terme de ce travail, il m'est agréable d'exprimer ma reconnaissance et ma profonde gratitude à tous ceux qui m'ont aidé à accomplir ce travail.

Je tiens tout d'abord à remercier Chaleureusement mon encadreur : « Dr. KHENE Bachir » pour son aide et pour le temps qu'il a bien voulu me consacrer, et aussi pour ses conseils avisés et le suivi tout au long de ce travail.

J'exprime toute ma grande gratitude et considération à M. BELGHJET Saïd pour avoir accepté le co encadrement de mon mémoire.

Mes sincères remerciements s'adressent à tous les enseignants de département d'agronomie et de biologie, particulièrement MELOUK S., MOUFOK A., SAADINE S., ALIOUA Y., MEHANI M. et BOUMADDA A.

Je tiens également à adresser mes vifs et sincères remerciements au personnel du laboratoire de microbiologie, physiologie et géologie chacun par son nom (BENHAMMOUDA H., MOULAYOMAR A., MESSITFA N.).

J'adresse mes remerciements les plus respectueux à tous les membres du Jury qui ont accepté d'examiner et de juger ce travail.

Sans oublier de remercier tous les responsables de S.A.D. et les agriculteurs des Oasis de Metlili.

Enfin, je tiens à adresser ma reconnaissance à tous ceux qui m'ont aidé d'une manière ou d'une autre pour que je mène à bien ce travail.

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Principales exigences écologiques et culturelles du palmier dattier.	07
02	Données climatiques de la région de Ghardaïa (2006-2015).	21
03	Données GPS des sites de prélèvement.	27
04	Echantillons de sols prélevés selon les palmeraies et les exploitations.	28
05	Appellation des microorganismes telluriques isolés des différents sites.	33
06	Origine des bactéries antagonistes	34
07	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> (F.o.a)	35
08	Cinétique de croissance des colonies des bactéries en culture seule et avec Foa.	40
09	Photos de teste d'antagonisme des bactéries antagoniste	41
10	Identification des microorganismes antagoniste	42

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Morphologie d'un palmier dattier.	04
02	Morphologie d'une palme.	05
03	Morphologie et anatomie du fruit et de la graine de la datte.	07
04	Propagation de la culture du palmier dattier dans l'ancien continent.	08
05	Répartition géographique de la maladie du bayoud en Afrique du nord.	11
06	Caractéristiques microscopiques de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>albedinis</i> .	15
07	Localisation géographique de la Wilaya de Ghardaïa.	20
08	Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de Ghardaïa (2006 à 2015)	23
09	Localisation de la région de Ghardaïa dans le Climagramme d'Emberger.	24
10	Localisation des cinq palmeraies de prélèvements dans la région de Metlili.	27
11	Confrontation du F.o.a avec un micro-organisme par contact direct sur milieu P.D.A.	33
12	Cinétique de développement de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>albedinis</i> de cultivar Deglet nour cultivé seul et en présence de bactérie S'5.	36
13	Cinétique de développement de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>albedinis</i> de cultivar Deglet nour cultivé seul et en présence de bactérie S'1.	36
14	Cinétique de développement de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>albedinis</i> de cultivar Deglet nour cultivé seul et en présence de bactérie G1.	37
15	Cinétique de développement de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>albedinis</i> de cultivar Deglet nour cultivé seul et en présence de bactérie S0.	37
16	Cinétique de développement de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>albedinis</i> de cultivar Azerza cultivé seul et en présence de bactérie S'5.	37
17	Cinétique de développement de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>albedinis</i> de cultivar Azerza cultivé seul et en présence de bactérie S'1.	37
18	Cinétique de développement de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>albedinis</i> de cultivar Azerza cultivé seul et en présence de bactérie G1.	38
19	Cinétique de développement de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>albedinis</i> de cultivar Azerza cultivé seul et en présence de bactérie S0.	38

Liste des photos

N°	Titre	Page
01	Symptômes externes de la fusariose vasculaire du palmier dattier.	13
02	Symptômes internes de la fusariose vasculaire du palmier dattier, coupe transversale sur rachis.	14
03	Caractéristiques microscopiques de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>albedinis</i> isolé du cultivar Azerza.	15
04	Caractéristiques microscopiques de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>albedinis</i> isolé du cultivar Deglet Nour.	16
05	Culture de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>albedinis</i> isolé du cultivar Azerza	16
06	Culture de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>albedinis</i> isolé du cultivar Deglet nour	17
07	Rachis de palmier dattier présentant les symptômes du bayoud (Azerza, palmeraie de Zahwani)	28
08	Prélèvement des échantillons du sol.	29
09	Milieu de culture P.D.A.	30
10	Milieu de culture G.N.	30
11	Séchage des sols à l'air libre	30
12	Tamissage du sol.	30
13	Isolement des microorganismes par la technique de suspension-dilution.	31
14	Incubation des boîtes de culture dans l'étuve	31
15	Exemples illustrant l'absence d'hyalo entre le mycélium du <i>F.o.a</i> et des colonies bactériennes : G8 (site d'El Guemgouma) et H7 (site d'Alhadika)	35
16	Teste d'antagonisme entre le Foa d'Azerza et la bactérie S'1 (Après 5 jours)	38
17	Teste d'antagonisme entre le Foa d'Azerza et la bactérie S0 (Après 5 jours)	38
18	Teste d'antagonisme entre le Foa de Deglet nour et la bactérie S0 (Après 5 jours)	39
19	Teste d'antagonisme entre le Foa de Deglet nour et la bactérie G1 (Après 5 jours)	39
20	Teste d'antagonisme entre le Foa d'Azerza et la bactérie G1 (Après 5 jours)	39
21	Teste d'antagonisme entre le Foa d'Azerza et la bactérie S'5 (Après 5 jours)	39
22	Teste d'antagonisme entre le Foa de Deglet nour et la bactérie G1 (Après 5 jours)	39

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
%	Pourcentage
A.N.R.H.	Agence nationale des ressources hydriques
c°	Degré celsius
cm	Centimètre
D.P.S.B	Direction de la planification et de suivi du budget
DN	Deglet nour
DSA	Direction des services agricoles
<i>F.o.a.</i>	<i>Fusarium oxysporum f. sp.albedinis</i>
G.N.	Gélose nutritif
g/l	Gramme par litre
GPS	Géo-positionnement par Satellite / Global positioning system
h	Heure
I.N.P.V.	Institut national de la protection des végétaux
km	Kilomètre
m ³	mètre cube
ml	millilitre
mm	millimètre
mn	minute
Moy	moyenne
O.E.P.P.	Organisation européenne de la protection phytosanitaire.
P.	précipitation
P.D.A	Potato dextrose agar
pH	Potentiel d'hydrogène
Q2	Quotient thermique
T° max	Température maximale
T° min	Température minimale
V.V.	Vitesse de vent

Sommaire

Introduction	01
Premier partie : Synthèse bibliographique	
Chapitre I : Généralités sur le palmier dattier	
1. Systématique.....	03
2. Morphologie.....	03
2.1. Système racinaire.....	04
2.2. Appareil végétatif	04
2.2.1. Stipe	04
2.2.2. Feuille.....	05
2.2.3. Rejet et gourmand	05
2.3. Appareil de reproduction.....	06
2.3.1 Spathes et inflorescences.....	06
2.3.2 Fleurs.....	06
2.3.3. Régime.....	06
2.3.4. Fruits.....	06
2.3.5. Grains.....	06
3. Exigences édapho climatiques.....	07
4. Répartition géographique	08
3.1. Dans le monde	08
3.2. En Algérie	09
Chapitre II : Bayoud du palmier dattier (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>albedinis</i>)	
1. Historique et extension géographique.....	10
2. Agent causal et description	11
3. Position systématique	12
4. Symptômes de la fusariose.....	12
4.1. Symptômes externes.....	12
4.2. Symptômes internes.....	13
5. Caractéristiques morphologiques et culturales.....	14
5.1. Caractères microscopiques.....	14
5.1.1. Microconidies.....	14

5.1.2. Macroconidies.....	14
5.1.3. Chlamydozoospores.....	14
5.2. Caractères macroscopiques.....	16
6. Moyens de lutte.....	17
6.1. Lutte prophylactique.....	17
6.2. Lutte chimique.....	17
6.3. Lutte génétique.....	18
6.4. Lutte biologique.....	18

Chapitre III : Présentation de la région d'étude

1. Situation géographique de la wilaya de Ghardaïa.....	20
2. Situation géographique de la commune de Metlili.....	21
3. Caractéristiques climatiques.....	21
3.1. Températures.....	22
3.2. Précipitations.....	22
3.3. Humidité relative.....	22
3.4. Vents.....	22
4. Synthèses climatiques.....	23
4.1. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN.....	23
4.2. Climagramme d'EMBERGER.....	23
5. Pédologie.....	24
6. Hydrologie.....	25
7. Agriculture.....	25

Deuxième partie : Matériel et méthodes

1. Matériels.....	27
1.1. Matériel végétal.....	27
1.2. Sol.....	28
1.3. Milieu de culture.....	29
2. Méthodes.....	30
2.1. Prélèvement du sol.....	30
2.2. Isolement des microorganismes du sol.....	30
2.3. Purification.....	32
2.4. Isolement du Foa palmier dattier.....	32
2.5. Mesure de la croissance des colonies.....	32

2.6. Test d'antagonisme entre le Foa et les microorganismes telluriques.....	32
--	----

Troisième partie : Résultats et discussions

1. Microorganismes isolés et testés.....	34
2. Mise en évidence de l'activité antagoniste des souches isolées.....	34

Conclusion	43
-------------------------	----

Références bibliographiques	45
--	----

Annexes	48
----------------------	----

Introduction

Introduction

Le palmier dattier constitue l'élément fondamental de l'agro système oasien. Il joue un rôle primordial sur le plan écologique par la création d'un microclimat favorable à d'autres cultures en intercalaire (arbres fruitiers, légumes, céréales,...) et activités d'élevages, sur le plan socio-économique grâce à la production des dattes et des sous-produits (pâtes, farine, vinaigre, levure, alcool,...), base de l'alimentation humaine et animale dans les régions sahariennes et la stabilité des populations sahariennes (**KHENE, 2013 et MATALLAH, 2004**).

Parmi les maladies dues aux champignons du sol, les fusarioses vasculaires constituent l'une des catégories les plus importantes par leur fréquence que par leur gravité. En Afrique du nord, le problème le plus préoccupant est la fusariose vasculaire du palmier dattier. (**BESSEDIK et al., 2000**). Dénommée communément « bayoud », elle est causée par *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* (F.o.a). Plus de 13 millions de palmiers ont été détruits par cette maladie au Maroc et en Algérie (**PEREAU-LEROY, 1958 ; DJERBI, 1988**). Le bayoud fait partie des maladies d'origine tellurique contre lesquelles il est difficile de lutter. (**SEDRA, 1994**)

Problématique

De nombreux efforts ont été déployés pour lutter contre cette maladie, la lutte chimique pas efficace sauf en cas des nouveaux foyers dans une palmeraie saine, L'isolement des microorganismes telluriques naturels existant dans le sol peut diminuer le problème de bayoud par l'effet d'antagonisme *in vitro* et *in vivo*. Mais cette stratégie de lutte reste sans application sur le terrain.

Notre objectif à travers le présent travail est de trouver des nouvelles stratégies de lutte contre la fusariose vasculaire du palmier dattier, par des tests *in vitro* d'effet d'antagonisme envers le *F.o.a*, de micro-organismes isolés de la rhizosphère du palmier dattier dans les sols de la région de Metlili, contaminée par la maladie du bayoud depuis 1950.

Ce document comprend trois parties essentielles, la première partie est une synthèse bibliographique en relation avec le thème, la deuxième partie décrit les aspects expérimentaux (matériel et méthodes) et enfin une troisième partie dans laquelle sont exposés les résultats obtenus ainsi que les discussions y afférentes.

La partie bibliographique est divisée en trois chapitres:

- Le premier chapitre concerne des généralités sur le palmier dattier
- Le deuxième chapitre comprend le bayoud du palmier dattier (*Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*)
- Le troisième chapitre correspond à une présentation de la région d'étude.

**Première partie : Synthèse
bibliographique**

Chapitre I :
Généralités sur le palmier
dattier

Chapitre I: Généralités sur le palmier dattier

1. Systématique:

Le palmier dattier a été dénommé *Phoenix dactylifera* par Linné en 1734 (ZOUIOUECHE, 2012).

Du point de vue botanique, le palmier dattier est une angiosperme (DJERBI, 1992), monocotylédone arborescente, dioïque dont la tige monopodiale couverte des bases des feuilles mortes, porte le nom de stipe qui peut atteindre 30 à 40 mètres (BEN ABDELLAH, 1990).

D'après DJERBI (1992) et MUNIER (1973), le palmier dattier est classé dans:

- Règne : *Plantae*
- Embranchement : Phanérogames.
- Classe : Monocotylédones.
- Groupe : Spadiciflores
- Ordre : Palmales
- Famille : Palmacées
- Sous famille : Coryphoïdées
- Tribu : Phoenicées
- Genre : *Phoenix*
- Espèce : *Phoenix dactylifera* Linné, 1734.

2. Morphologie:

Le palmier dattier est constitué d'un appareil végétatif (système racinaire, stipe, feuilles) et un appareil reproducteur (inflorescences mâles ou femelles). (Figure N°01)

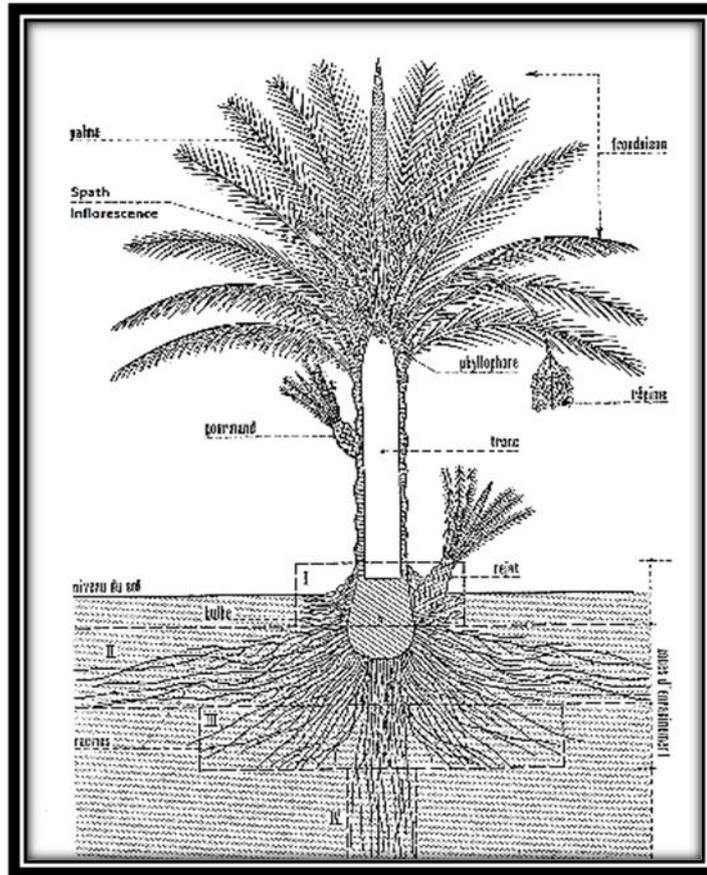


Figure N° 01: Morphologie d'un palmier dattier. (MUNIER, 1973).

2.1. Système racinaire

Le système racinaire est dense de type fasciculé, formé de plusieurs types de racines pouvant émerger au dessus du sol jusqu'à 50 cm de la base du stipe. (SEDRA, 2003). Elles sont nombreuses, capables d'aspirer des centaines de litres d'eau par jour. (SBIAI, 2011)

2.2. L'appareil végétatif

L'appareil végétatif est composé des parties décrites ci-dessous :

2.2.1. Stipe

Le tronc cylindrique appelé stipe, non ramifié, lignifié et de couleur marron brun. (SEDRA, 2003). Il est composé de fibres végétales des anciennes feuilles. Son diamètre peut varier légèrement selon les conditions climatiques. (SBIAI, 2011). Le stipe est recouvert régulièrement par des cicatrices des anciennes palmes (TOUTAIN, 1977)

2.2.2. Feuilles

Les feuilles appelées palmes, longues de 4 à 7 mètres, sont constituées d'un rachis le long duquel sont déposées de part et d'autre des folioles (SBIAI, 2011) (Figure N° 02).

Les feuilles sont composées pennées, disposées sur le tronc en hélice. Au niveau du segment inférieur, les folioles sont transformées en épines (SEDRA, 2003). Le dattier adulte peut produire de 20 à 30 palmes / an ; le nombre total peut atteindre 150 palmes par pied. (MUNIER, 1973)

Les feuilles jeunes de francs et âgés de moins de deux ans, présentent un pétiole et un limbe entier. Après, les feuilles adultes montrent un pétiole ou rachis bien développé, un limbe penné découpé en folioles et des épines solitaires et/ou groupées, différentes en taille, nombre et position. (SEDRA, 2003)

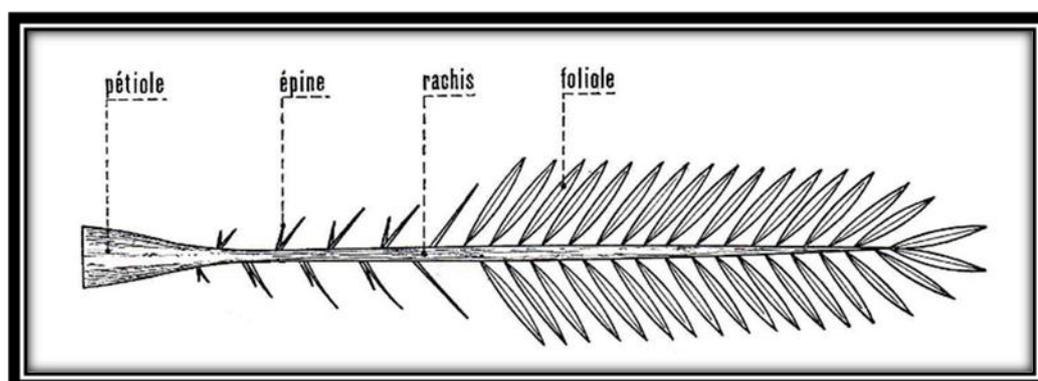


Figure N° 02: Morphologie d'une palme. (MUNIER, 1973).

2.2.3. Rejet et gourmand

Le rejet est une jeune pousse à la base du palmier-mère, qu'il est possible de planter pour obtenir un nouveau palmier. Celui-ci sera choisi par l'homme parmi une sélection des meilleurs palmiers. (SBIAI, 2011). Un gourmand est une pousse qui se développe sur le stipe qu'il faut supprimer car comme leur nom l'indique, ils sont gourmands et épuisent inutilement la plante. (SBIAI, 2011)

2.3. Appareil de reproduction

2.3.1. Spathes et inflorescences

Le palmier dattier est une plante dioïque. Les organes de reproduction sont composés d'inflorescences appelées spathes, mâles ou femelles, portées par des palmiers différents. Les spathes ont une forme de grappes d'épis protégés par une bractée ligneuse close et fusiforme. Elles sont vert-jaunâtres et sont formées à partir des bourgeons à l'aisselle des palmes. (SEDRA, 2003)

2.3.2. Fleurs

Les fleurs sont unisexuées à pédoncule très court. La fleur femelle est globulaire, d'un diamètre de 3 à 4 mm. La fleur mâle a une forme légèrement allongée. (SEDRA, 2003). Le nombre de fleurs est de 20 à 60 par épillet donnant après fécondation en fruits. (MUNIER, 1973).

2.3.3. Régimes

Les dattes sont groupées sur un régime, constitué par un axe principal qui se ramifie en pédicelles. Il est accroché au palmier par la hampe. Sur le même régime, la maturation des fruits est échelonnée. Le palmier émet 10 à 20 régimes, longs de 30 à 80 cm. (SBIAI, 2011)

2.3.4. Fruit

Le fruit est une baie contenant une graine appelée noyau. Cinq stades d'évolution du fruit sont connus et prennent des appellations locales différentes en fonction des pays et des régions (Loulou, Khelal, Bser, Martouba, Tmar). (SEDRA, 2003) (Figure N° 03).

2.3.5. Graine

Une seule, lisse ; sa consistance est dure et cornée ; relativement petite, sa couleur est d'un brun léger, fusiforme et pointu aux deux extrémités. Elle porte un sillon ventral peu profond et un embryon dorsal. (MATALLAH, 2004) (Figure N° 03).

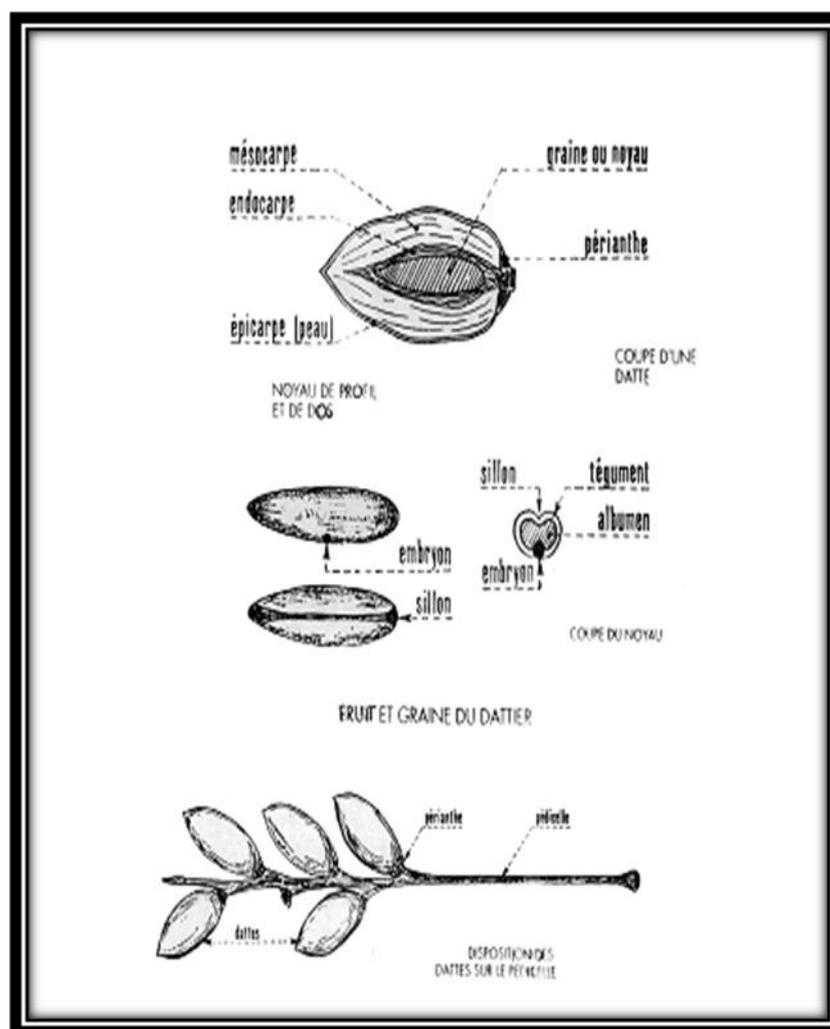


Figure N° 03: Morphologie et anatomie du fruit et de la graine de la datte. (MUNIER, 1973)

3. Exigences édapho-climatiques de palmier dattier:

Les principales exigences du palmier dattier sont résumées ci dessous (**Tableau N°01**).

Tableau N° 01: Principales exigences écologiques et culturelles du palmier dattier. (SEDRA, 2003)

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

Chapitre I: Généralités sur le palmier dattier

Besoins annuels en eau (moyenne)	15 000 à 20 000 m ³ /ha en fonction de la salinité et du type de sol et de la densité de plantation.
Pluies néfastes	Au moment de pollinisation et à la fin de la maturité des dattes
Tolérance aux sels de l'eau d'irrigation : - palmier adulte: - jeune palmier:	- 9 à 10 g/l mais chute de la qualité de production - 3 à 6 g/l
Adaptation pédologique	Tout type de sol, mais mieux en sol assez léger, profond, à pH neutre

4. Répartition de palmier dattier :

4.1. Dans le monde

La répartition selon les continents, montre que l'aire du dattier prédomine essentiellement de l'Asie à l'Afrique du nord. Les limites extrêmes de son développement se situent entre les latitudes Nord 10° et 39° et entre la Somalie à l'est et Elche en Espagne à l'ouest. Le milieu favorable pour sa culture est situé entre les latitudes Nord 24° et 34° (IDDER, 2005), dans les régions arides et semi-arides chaudes de l'hémisphère Nord. (MATALLAH, 2004) (Figure N° 04)

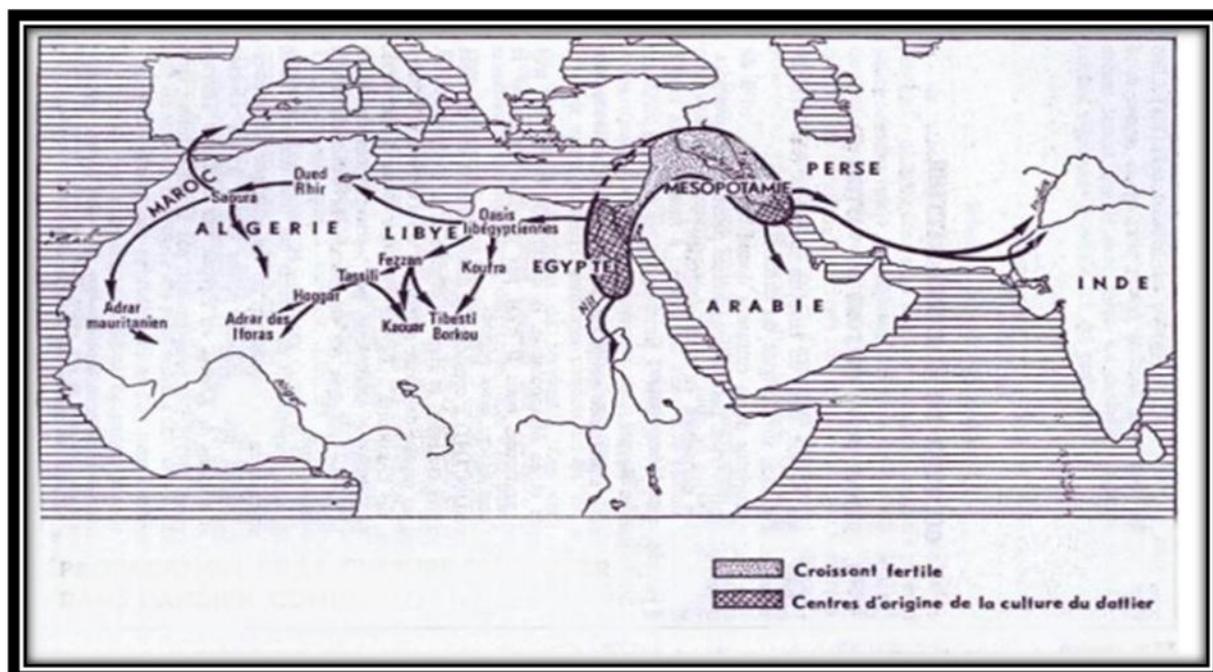


Figure N° 04: Propagation de la culture du palmier dattier dans l'ancien continent.
(MUNIER, 1973).

4.2. En Algérie

Le palmier dattier en Algérie est établi dans toutes les oasis réparties à travers le Sud du pays où le climat est chaud et sec (zone saharienne). L'Algérie est un pays phoénicien classé au sixième rang mondial et au premier rang dans le Maghreb pour ses grandes étendues sur plus de 165000 ha de plantation et sa production annuelle moyenne de dattes dépassant 7,89 tonnes. (KHENE, 2013)

**Chapitre II: Bayoud du
palmier dattier (*Fusarium
oxysporum* f. sp. *albedinis*)**

Chapitre II: Bayoud du palmier dattier

Chapitre II: Bayoud du palmier dattier (*Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*)

Le Bayoud est une maladie vasculaire causée par un champignon microscopique du sol (*Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*) qui se propage en tâche d'huile dans la palmeraie. (SEDRA, 2011). Le bayoud fait partie des maladies d'origine tellurique contre lesquelles il est difficile de lutter. (SEDRA, 1994)

1. Historique et extension géographique :

Le Bayoud sévit uniquement en Afrique du Nord, est originaire de la vallée du Draa, au Maroc, et fut observé pour la première fois vers 1870 (FERNANDEZ et al., 1995). En 1898, ce fléau atteint les palmeraies de Figuig et Béni Onif situées côte à côte des deux côtés de la frontière algéro-marocaine (PEREAU-LEROY, 1958). Entre 1920 et 1950, la maladie a contaminé les palmeraies du Sud algérien, puis durant la période 1960-1978, elle a gagné des palmeraies du centre de Sud algérien, la région de Mzab et El Goléa (Kada et DUBOST, 1975, DJERBI 1982). La maladie a été découverte aussi dans les palmeraies mauritaniennes à Adrar et à Tagant, respectivement en 1995 et 2002 (HAKKOU et al., 2012). Les chemins suivis par le Bayoud coïncident avec ceux des caravanes où l'homme a été le principal vecteur par les échanges de rejets ou de produits dérivés des palmes ou du stipe (le Bayoud n'étant pas transmis par les dattes) (FERNANDEZ et al., 1995). (Figure N°05)

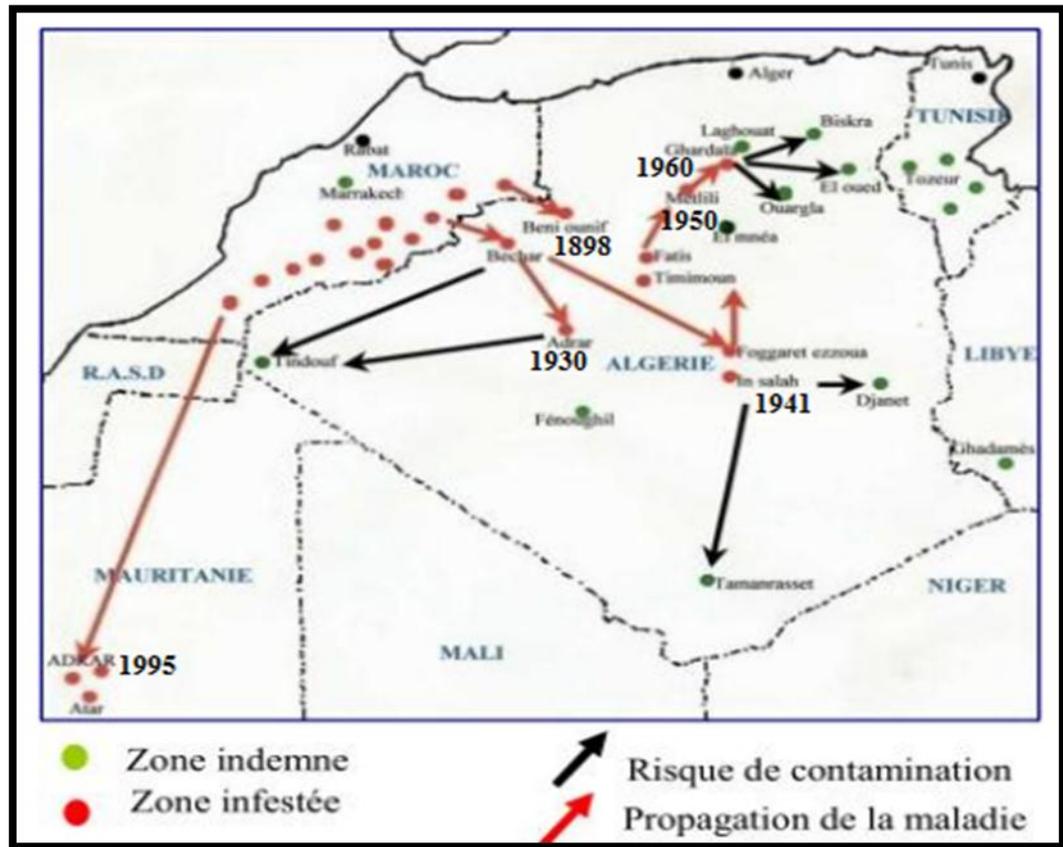


Figure N° 05: Répartition géographique de la maladie du bayoud en Afrique du nord (INPV, 2011 modifiée).

2. Agent causal (bayoud) :

La fusariose est une maladie causée par des champignons du genre *Fusarium* qui vivent dans le sol, et attaquent de nombreuses plantes (AMZELLOUG, 1999 in GHORRI, 2015). Le parasite responsable du Bayoud a été isolé pour la première fois en 1921, mais identifié seulement en 1934 par MALENÇON. Il s'agit de *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* (F.o.a) spécifique du dattier, forme spécialisée de l'espèce *F oxysporum* très commune dans les sols sous tous les climats. (FERNANDEZ et al., 1995).

Le F.o.a pénètre par les racines du palmier dattier, atteint les vaisseaux conducteurs de sèves et envahi le bourgeon terminal provoquant ainsi un dessèchement suivi d'un dépérissement rapide de la plante. Il se caractérise par sa résistance à la sécheresse et sa capacité de rester dangereux après plus de trente ans passés sous sol. Il est également très prolifique par le repiquage de rejets apparemment sains, l'irrigation, les vents de sables qui peuvent transporter de minuscules éléments végétaux (EL HADRAMI et al., 1998 in GHORRI, 2015).

3. Position systématique :

Selon OEPP (2003) et Champion, 1997 in MOKRANI et KICILI, 2014 :

Nom: *Fusarium oxysporum* Schlechtendahl f.sp. *albedinis* (Killian & Maire) W. L. Gordon

Synonymes: *Cylindrophora albedinis* Killian & Maire

Fusarium albedinis (Killian & Maire) Malençon, 1934.

Domaine: *Eukarya*

Règne: *Fungi*

Embranchement : *Ascomycota*

Classe : *Sordariomycota*

Sous classe: *Hypocreomycetidae*

Ordre : *Hypocreales*

Famille: *Nectriaceae*

Genre : *Fusarium*

Espèce : *Fusarium oxysporum*

Forme spéciale : *albedinis*

4. Symptômes de la fusariose :

4.1. Symptômes externes

Le premier symptôme externe de la maladie s'observe sur une palme de la couronne moyenne, qui prend un aspect plombé et se dessèche selon un processus très particulier. En effet, les folioles ou les épines situées d'un côté de cette palme se dessèchent progressivement du bas vers le sommet, et se replient vers le rachis. (HAKKOU et al., 2012). (Photo 01)

Alors, le flétrissement commence de l'autre côté et progresse de l'extrémité vers la base jusqu'à la mort de la feuille (OEPP, 2003).

Les mêmes symptômes apparaissent ensuite sur les palmes voisines et se généralise à l'ensemble du palmier entraînant sa mort au bout de 6 mois à 2 ans (HAKKOU et al., 2012). Par ailleurs, il est déjà arrivé de confondre une attaque de Bayoud avec un dessèchement dû à un stress hydrique. Il faut donc procéder à l'examen approfondi des plants malades pour localiser et identifier le parasite. (FERNANDEZ et al., 1995)

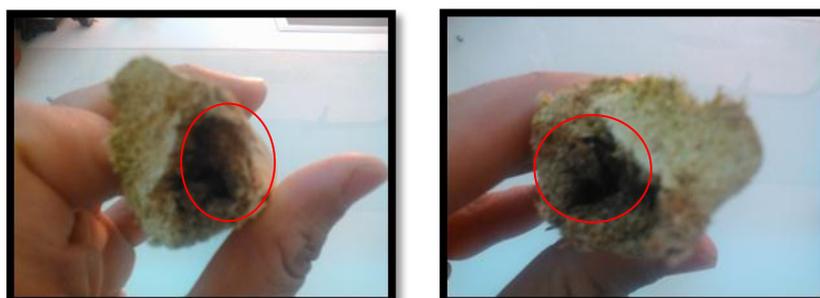


Photo N°01: Symptômes externes de la fusariose vasculaire du palmier dattier. (Originale, 2016)

4.2. Symptômes internes :

L'observation des symptômes internes du bayoud peut se faire sur des coupes transversales et longitudinales pratiquées dans les différentes parties de palmier plus au moins malades. Sur les coupes transversales de la base du stipe se forment des taches de quelques centimètres carrés au plus, et sur les coupes longitudinales des zones plus ou moins allongée (HAKKOU *et al.*, 2012).

Les palmes présentant les symptômes externes montrent en coupe une zone brun rougeâtre avec des faisceaux conducteurs fortement colorés (DJERBI, 1988). Les dattiers malades présentent relativement peu de racines atteintes. (OEPP, 2003). Ces racines alimentent plusieurs groupes de faisceaux vasculaires du stipe. Les frondes qui manifestent des symptômes externes ont une coloration brun rougeâtre avec des faisceaux vasculaires très colorés lorsqu'ils sont coupés. (HAKKOU *et al.*, 2012). (Photo 02)



Chapitre II: Bayoud du palmier dattier

Photo N°02: Symptômes internes de la fusariose vasculaire du palmier dattier : coupe transversale sur rachis. (**Originale, 2016**)

5. Caractéristiques morphologiques et culturales :

5.1. Caractères microscopiques:

Le *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* possède un mycélium hyalin et cloisonné. La multiplication asexuée se réalise par des microphialides et des macrophialides, qui produisent respectivement des microconidies et des macroconidies. (**HAKKOU et al ., 2012**). (**Figure N° 06**)

5.1.1. Microconidies:

Sont sphériques ou allongées, légèrement courbées, généralement unicellulaires, hyalines, de dimensions variables dans une même culture (3-15 x 3-5 µm). (**HAKKOU et al., 2012 et DJERBI, 1988**).

5.1.2. Macroconidies:

Fusoides à falciformes, pointues aux deux extrémités, ayant généralement 3 à 5 cloisons, mesurent 20 à 35 x 3 à 5 µm. (**HAKKOU et al., 2012**).

5.1.3. Chlamydospores :

Intercalaires ou terminales, sphériques, isolées ou en chaînes courtes regroupant 2 à 4 chlamydospores qui se forment soit sur le mycélium soit à partir des macroconidies. (**HAKKOU et al., 2012**). (**Figure N°06**)

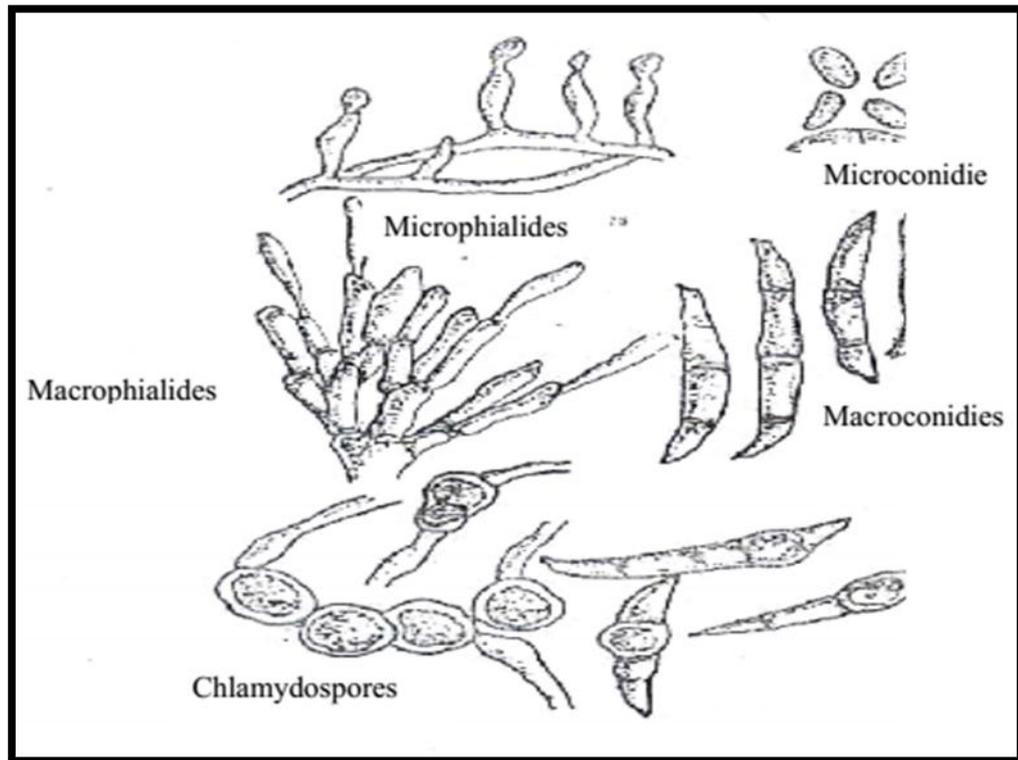


Figure N°06: Caractéristiques microscopiques de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* (DJERBI, 1988).

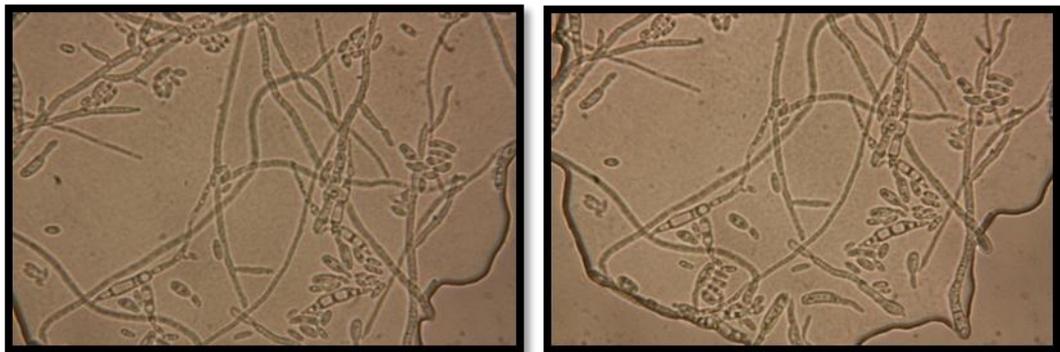


Photo N°03 : Caractéristiques microscopiques de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* isolé du cultivar Azerza (après 07 jours) (sur milieu P.D.A) (Grossissement 400 X) (Originale, 2016).

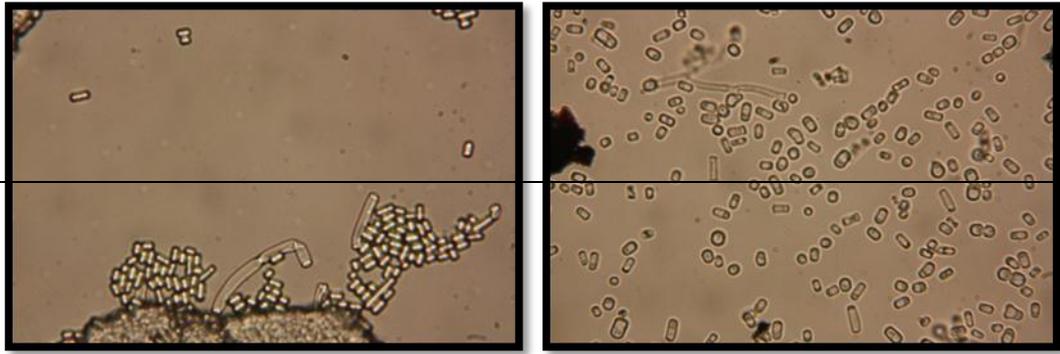


Photo N°04 : Caractéristiques microscopiques de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* isolé du cultivar Deglet Nour (après 07 jours) (sur milieu P.D.A) (Grossissement 400 X) (Originale, 2016).

5.2. Caractères macroscopiques :

La forme du *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* peut être observée sur le milieu PDA à partir d'un fragment de rachis de palme infectée. Son aspect macroscopique est caractérisé par un tapis mycélien fin frisé à croissance lente (6 à 8,5 cm de diamètre en 8 jours à 25°C) (Photo N°05-06). (HAKKOU et al., 2012 et DJERBI, 1988).

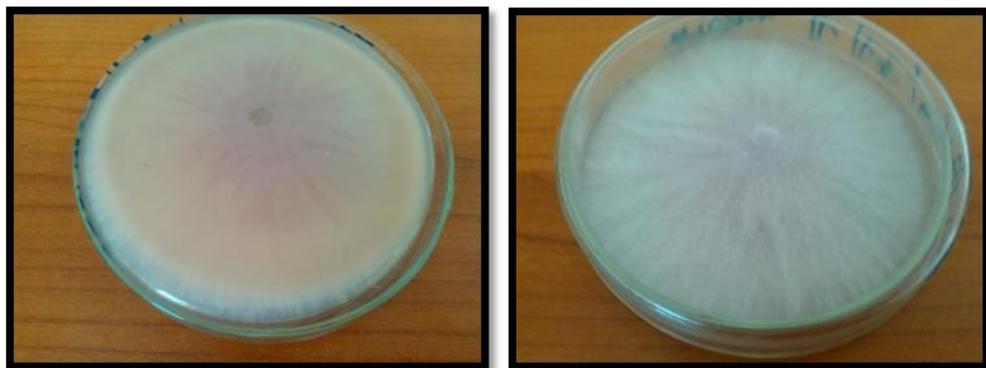


Photo N°05 : Culture de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* isolé du cultivar Azerza (après plus de 5 jours) (Originale, 2016).

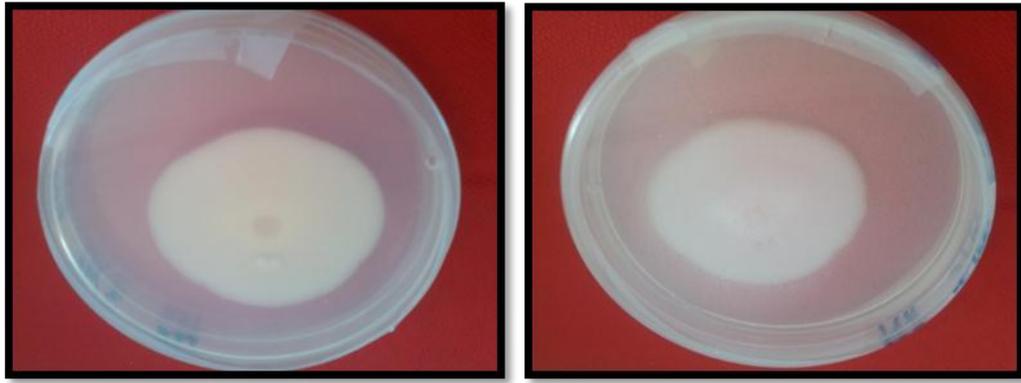


Photo N°06 : Culture de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* isolé du cultivar Deglet Nour (après plus de 5 jours) (**Originale, 2016**).

6. Moyens de lutte :

La maladie du bayoud est la plus redoutable dans les oasis, et nécessite une mobilisation et une coordination parfaite des recherches. Afin de limiter son développement, les mesures de lutte suivantes sont préconisées:

6.1. Lutte prophylactique :

Les mesures prophylactiques accompagnées d'opérations d'éradication ne feront que ralentir la maladie mais ne pourront jamais l'arrêter. Les déplacements fréquents des personnes étant impossibles à contrôler, il paraît invraisemblable de pouvoir suspendre les échanges entre les palmeraies. (**DJERBI, 1988**).

Eviter la plantation et la transplantation des palmiers et l'échange de tout matériel végétal (rejets, palmes...) susceptibles d'héberger le parasite et provenant de palmeraies contaminées.

Eviter les cultures reconnues porteurs sains (henné, luzerne) provenant de palmeraies contaminées. Ne pas utiliser du matériel et outillage ayant servi dans les vergers contaminés. En cas de nécessité, une désinfection à l'aide de l'alcool (éthanol) (90°) ou de l'eau de Javel est recommandée. Arracher les palmiers atteints, les incinérer sur place. (**SEDRA, 2003**)

6.2. Lutte chimique:

La lutte chimique s'avère pratiquement impossible en raison du coût élevé des traitements et des risques encourus. Le seul cas où elle peut être envisagée serait pour l'éradication d'un nouveau foyer dans une zone saine. Un essai a déjà été mené à El-Goléa, en 1978, avec succès puisque le Bayoud n'y a pas été rencontré jusqu'à ce jour. Des recherches menées à la station de l'INPV de Ghardaïa. L'utilisation du bromure de méthyle et de la chloropicrine semble donner de bons résultats. (**BOUNAGA et DJERBI, 1990**)

6.3. Lutte génétique :

Elle 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)

6.4. Lutte biologique :

Selon SEDRA (2006), la lutte biologique par l'utilisation des microorganismes antagonistes contre les champignons parasites ayant un effet d'efficacité au laboratoire et sur le terrain ont donné de bons résultats dans plusieurs cas de maladies. 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.

L'auteur fait état d'études traitant l'aspect de la résistance du sol en tant que phénomène naturel, il en ressort les constatations suivantes : (SEDRA, 2006)

- la vitesse de diffusion de la maladie du bayoud et son extension diffèrent selon les oasis ; ainsi son absence dans l'oasis de Marrakech est la résistance du sol contre les maladies vasculaires (SEDRA et ROUXEL, 1989).
- La comparaison des propriétés physico-chimique et microorganisme microbienne de 79 sols d'oasis différentes, montre que le bayoud est absente dans 94,5% des sols argileux et dans les sols riches en matière organique, bactéries et actinomycètes et peu des champignons. (SEDRA, 1993)
- L'étude d'antagonisme entre le F.o.a et plus de 1500 microorganismes isolés des sols résistants, a fait ressortir des effets antagonistes manifestés vis-à-vis du champignon parasite par 100 microorganismes microbiens divers : des bactéries (*Bacillus*, *Pseudomonas*,...), des champignons (*Fusarium*, *Stachybotrys*,...) et autres espèces d'Actinomycètes. (SEDRA, 1994, et 2003). Certain réduit de 90% la croissance du champignon sur milieu de culture ou à l'intérieure du sol, et même empêcher le développement de la maladie sur des plantules de palmier dattier sous serres. Ces antagonistes microbiens sécrètent des substances toxiques contre le champignon parasite provoquant l'arrêt de la croissance du champignon en milieu de culture. (SEDRA et MASLOUHY, 1995).

Chapitre II: Bayoud du palmier dattier

Certains sols (Ouarzazate et Marrakech au Maroc), empêchent l'établissement du champignon et/ou l'expression de sa pathogénicité, à cause d'une « résistance » d'origine biologique. Stérilisés à la chaleur, ces sols « résistants » deviennent réceptifs au bayoud. **(FERNANDEZ et al., 1995).**

- Des microorganismes microbiens antagonistes contre ce champignon ont été isolés et étudiés dans des sols algériens. **(SABAOU et al., 1980 ; Amir et Amir, 1988)**

L'aptitude à limiter la fusariose du palmier dattier par des souches bactériennes a été entreprise par **LAMARI L. et al. (2014)**, qui ont trouvé parmi les 14 souches bactériennes des sols de la rhizosphère et de jeunes racines jeunes ou des pneumatodes des cultivars résistant (Takerbucht) ou sensible (Aghamu sain ou malade), testées, seules celles de *Bacillus subtilis* n°11 et *Pseudomonas fluorescens* X7 présentent une forte activité. Cet effet est surtout lié à la capacité de colonisation des racines qu'à un phénomène d'antibiose.

Récemment, **BENALI (2015)** a dans un travail similaire procédé à l'isolement de douze microorganismes à partir de sols de palmeraies bayoudées dans les régions d'Adrar et de Metlili. Les résultats des tests d'antagonisme *in vitro* vis-à-vis du *F.o.a.* ont montré deux souches antagonistes *Bacillus* et *Micrococcus*.

Chapitre III:
Présentation de la région
d'étude

Chapitre III: Présentation de la région d'étude

1. Situation géographique de la wilaya de GHARDAIA

La Wilaya de Ghardaïa 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 (1.470Km) ;
- Au Sud- Ouest par la Wilaya d'Adrar (400 Km) ;
- A l'Ouest par la Wilaya d'El-Bayadh (350 Km).

La wilaya compte actuellement 13 communes regroupées en 9 daïras. (D.P.S.B., 2010).

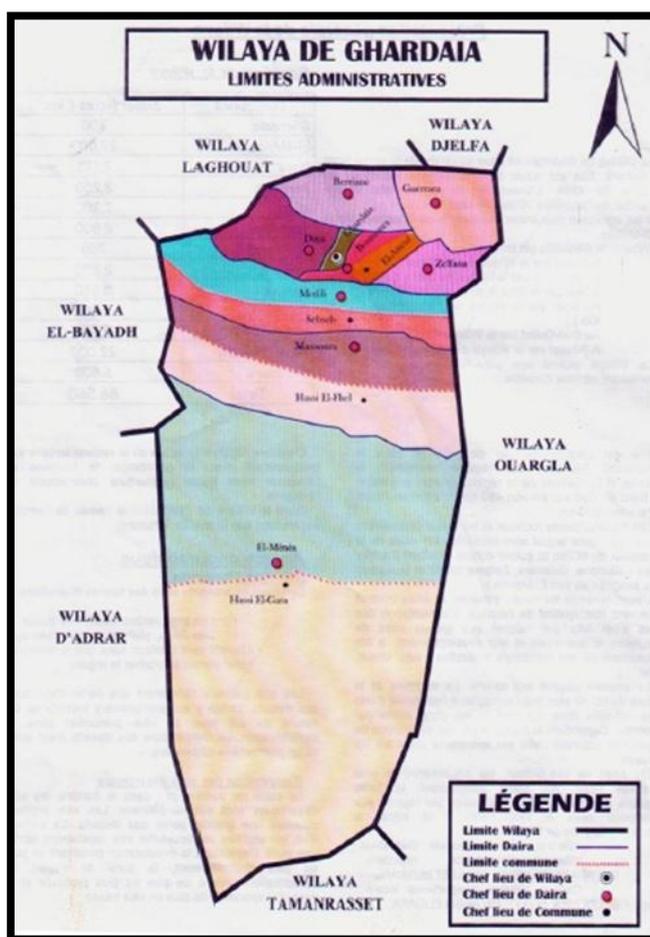


Figure N°07: Localisation géographique de la Wilaya de Ghardaïa (D.P.S.B., 2010)

Chapitre III: Présentation de la région d'étude

2. Situation géographique de la commune de METLILI

La commune de Metlili est l'une des treize communes de la wilaya de Ghardaïa, située à 40 km au sud du chef lieu. Ses coordonnées : Altitude 455m - Latitude : 32°16' Nord - Longitude 003° 38' Est.

Elle couvre 7300 km², et est limitée :

- Au Nord par la Wilaya d'El Bayadh et les communes de Daya, Bounoura, El Atteuf et Zelfana.

- Au Sud par la commune de Sebseb.

- A l'Est par la wilaya d'Ouargla

- A l'Ouest par la Wilaya d'El Bayadh **(D.P.S.B., 2010)**

La population de la commune est estimée à 43.030 habitants.

3. Caractéristiques climatique :

La région de Metlili est caractérisée par un climat saharien, avec des hivers froids et des étés chauds et secs. **(A.N.R.H., 2007)**.

Le caractère fondamental du climat Saharien est la sécheresse de l'air, mais l'existence des microclimats joue un rôle considérable dans les milieux désertiques. Le relief, la présence d'une végétation abondante peuvent modifier localement les conditions climatiques. **(D.P.S.B., 2011)**

Au sein de la palmeraie on peut relever un degré hygrométrique élevé, le degré hygrométrie modifie les effets de la température pour l'homme. **(D.P.S.B., 2011)**.

Le tableau N°02 regroupe les données climatiques moyennes pour la période de 10 années (2006 à 2015). Les données climatiques sont obtenues sur le site web : www.Tutiempo.net

Tableau N°02: Données climatiques de la région de Ghardaïa (2006-2015). (www.Tutiempo.net, consulté le 25/01/2016)

	T max (c°)	Tmin (c°)	Tmoy (c°)	P (mm)	H%	V.V. m/s
Janvier	40,9	4,4	11,44	12,42	51,08	11,04
Février	40,2	6,1	12,97	2,795	42,08	13,59
Mars	42,7	6,1	17,02	8,662	35,93	14,24
Avril	42,3	6,8	21,88	5,613	31,39	15,6
Mai	41,7	8,2	26,45	3,251	26,9	15,4
Juin	41,5	6,7	31,37	3,126	23,43	15,22
Juillet	41,3	4,4	35,23	2,843	20,61	12,01
Aout	41,1	6,5	34,27	3,76	24,81	11,33

Chapitre III: Présentation de la région d'étude

Septembre	42,2	7,4	29,24	14,867	34,55	11,17
Octobre	40,1	5,4	23,55	11,301	40,34	10,32
Novembre	41,4	6,2	16,45	6,04	46,69	10,79
Décembre	41,4	6,2	12,05	5,663	53,17	10,89

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

3.1. Température:

La température est le facteur le plus important. Elle agit sur la répartition géographique des êtres vivants animaux et végétaux ainsi que sur la durée de leurs cycles biologiques. (CHEHMA, 2011).

La température est marquée par une grande amplitude entre les températures de jours et celles de nuit, d'été et l'hiver. Le période chaude commence au mois de Mai et dure jusqu'au mois de Septembre. Le mois le plus chaude est le mois de juillet (**35,23c°**), et la période de froid commence à partir de Novembre jusqu'à Février et Mars, le mois le plus froid est Janvier (**11,44 c°**). (Tableau N°02).

3.2. Précipitations:

Les précipitations sont très faibles et irrégulières (D.P.S.B., 2011). Pour une moyenne de dix ans le mois pluvieux au Ghardaïa est Septembre avec **14,87 mm**. Le mois de faible pluviométrie est Février (**2,795 mm**). Avec une moyenne mensuelle de **6,69 mm**. (Tableau N°02).

3.3. Humidité relative:

L'humidité relative de l'air est très faible, elle est de l'ordre de **20,61%** en juillet, atteignant un maximum de **53.17%** en mois de janvier et une moyenne annuelle de **35.92 %** (Tableau N°02).

3.4. 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., 2011).

D'après le tableau N°02, on note que la vitesse moyenne annuelle du vent est de **12,63 m/s**. La plus forte vitesse de vents est enregistrée au mois d'Avril (**15,6 m/s**), tandis que la plus faible est celle du mois d'Octobre (**10,32 m/s**) (Tableau N°02).

4. Synthèses climatiques:

Pour caractériser le climat d'une région, il faut procéder à une synthèse des principaux facteurs climatiques (température et précipitation).

4.1. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN

Sur la base des moyennes mensuelles des précipitations et des températures sur une période de 10 ans (Tableau N°02), on peut déterminer la période sèche grâce au diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953), représentant en abscisses les mois de l'année et en ordonnées les précipitations (mm) et les températures moyennes (°C) avec une échelle de $P=2T$. L'aire comprise entre les deux courbes ($2T > P$) représente la période sèche.

Dans la région de Ghardaïa, elle s'étale sur toute l'année. (**Figure N°09**).

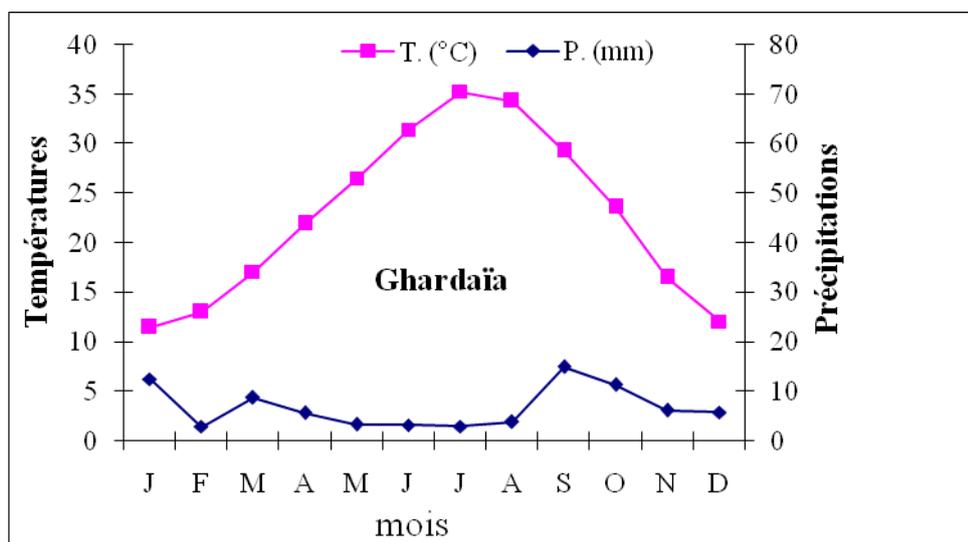


Figure N°08: Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de Ghardaïa (2006 à 2015).

4.2. Climagramme d'Emberger:

Il permet de connaître l'étage bioclimatique où est située la région. Il représente en :

- abscisses la moyenne des minima du mois le plus froid.
- ordonnées le quotient pluviothermique (Q_2) (EMBERGER, 1933 in LE HOUEROU, 1995).

Q_2 est calculé par la formule de STEWART adaptée pour l'Algérie comme suit :

$$Q_2 = 3,43 P / (M - m)$$

Chapitre III: Présentation de la région d'étude

Q_2 : quotient thermique d'EMBERGER

P : pluviométrie moyenne annuelle en mm

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C

m : moyenne des minima du mois le plus froid en °C

Pour la région de Ghardaïa : M=41,52 ; m=6,45 ; P=80,341 on a :

$$Q_2 = 3,43 (80,341)/(41,52 - 6,45) = 7,85$$

D'après la figure n°10, la région de Ghardaïa se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux et son quotient thermique (Q_2) est de **7,85**.

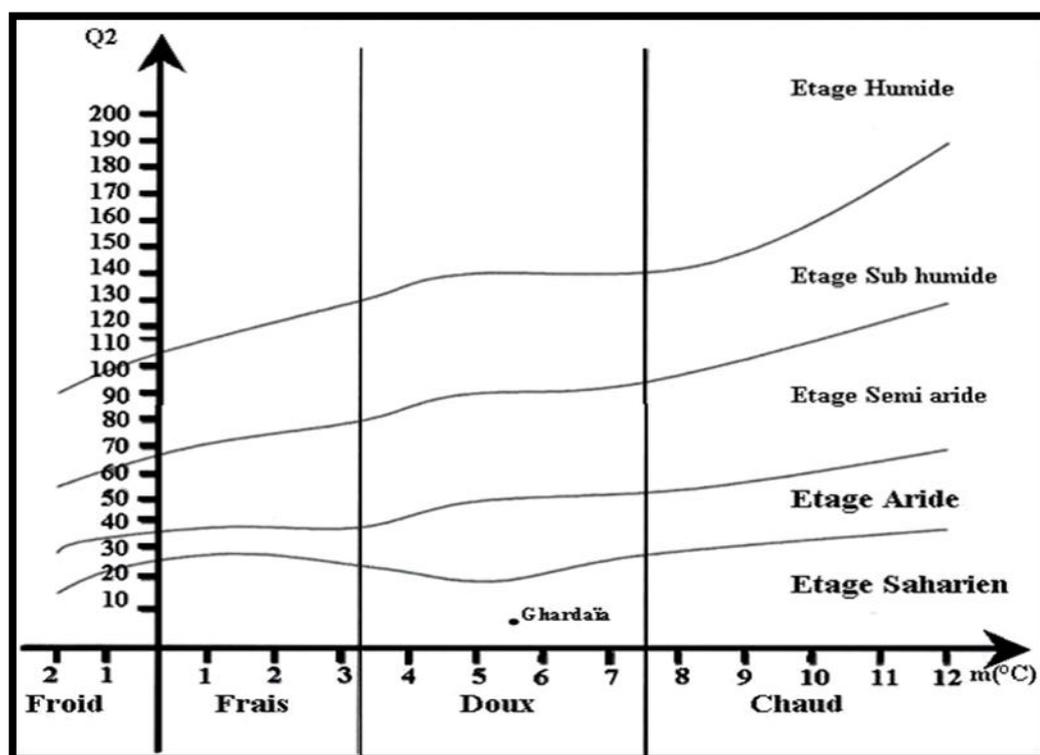


Figure N°09: Localisation de la région de Ghardaïa dans le Climagramme d'Emberger.

5. Pédologie:

Généralement les sols sahariens ont une texture sablo limoneuse avec une faible teneur en phosphore, azote et oligo-éléments. Les sols sont aussi caractérisés par un pH relativement élevé réduisant la disponibilité de certains oligo-éléments et un taux de calcaire total élevé ayant un effet négatif sur l'assimilation du phosphore, potassium et l'azote par la plante. On

Chapitre III: Présentation de la région d'étude

note aussi une faible teneur en matière organique d'où une faible capacité d'échange cationique. **(BELERAGUEB, 1996 in MIHOUB, 2009)**.

Selon **BELERAGUEB (1996) in MIHOUB (2009)** en dehors de la palmeraie, sur les plateaux, l'érosion éolienne a décapé les éléments fins, ne laissant en surface que les éléments grossiers (Reg). Au niveau de la plaine alluviale (palmeraie), les apports sont assez homogènes et caractérisés par une granulométrie assez grossière ; sable fins, sable fins légèrement limoneux.

6. Hydrologie:

Dans le désert non seulement les précipitations sont rares et irrégulières mais l'évaporation est considérable et plus importantes que le niveau de précipitations. **(D.P.S.B., 2011)**.

La région de Ghardaïa est jalonnée par un grand réseau d'oueds dont les principaux sont : Oued Sebseb, Oued Metlili, Oued M'Zab, Oued N'sa et Oued Zegrir, ils drainent en grande partie les eaux de la dorsale de l'Ouest vers l'Est, leurs écoulements sont sporadiques, se manifestant à la suite d'averses orageuses, avec des dommages parfois remarquables, notamment pour l'oued M'Zab et Metlili. **(A.N.R.H., 2007)**.

7. Agriculture :

Le couvert végétal est pauvre. La structure et la nature du sol ne sont pas favorables à l'existence d'une flore naturelle riche. La verdure est plutôt créée par l'homme. Cependant la région n'est pas dépourvue de végétation naturelle ; elle est rencontrée dans les lits d'oueds. **(ATLAS, 2004)**.

La phœniciculture compte parmi les principales activités agricoles dans la région à travers les anciennes oasis et les zones d'extension créées par le biais de la mise en valeur. Selon **DSA (2014)**, le nombre de palmier dattier total de la wilaya est de 1 047 140 avec une production de 540 000 qx et un rendement de 51,6 Kg/ pied.

Dans la région de Metlili, le patrimoine phœnicicole compte 176937 palmiers dont 175313 en rapport produisant 92 199 qx de dattes **(D.S.A, 2015)**.

La région de Metlili est déclarée contaminée par la fusariose mortelle du palmier dattier introduite depuis 1950 **(DJERBI, 1988)**.

Chapitre III: Présentation de la région d'étude

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

Deuxième partie : Matériel et méthodes

Matériels et méthodes

1 . Matériels :

1.1. Matériel végétal:

Pour procéder à l'isolement du matériel fongique *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* on a effectué des prélèvement aussi bien des palmes de pieds atteints que des sols de la rhizosphère dans quatre palmeraies contaminées et une autre saine (palmeraie d'El Guemgouma) dans la région de Metlili. (**Figure N°10**) (**Tableau N°03**)

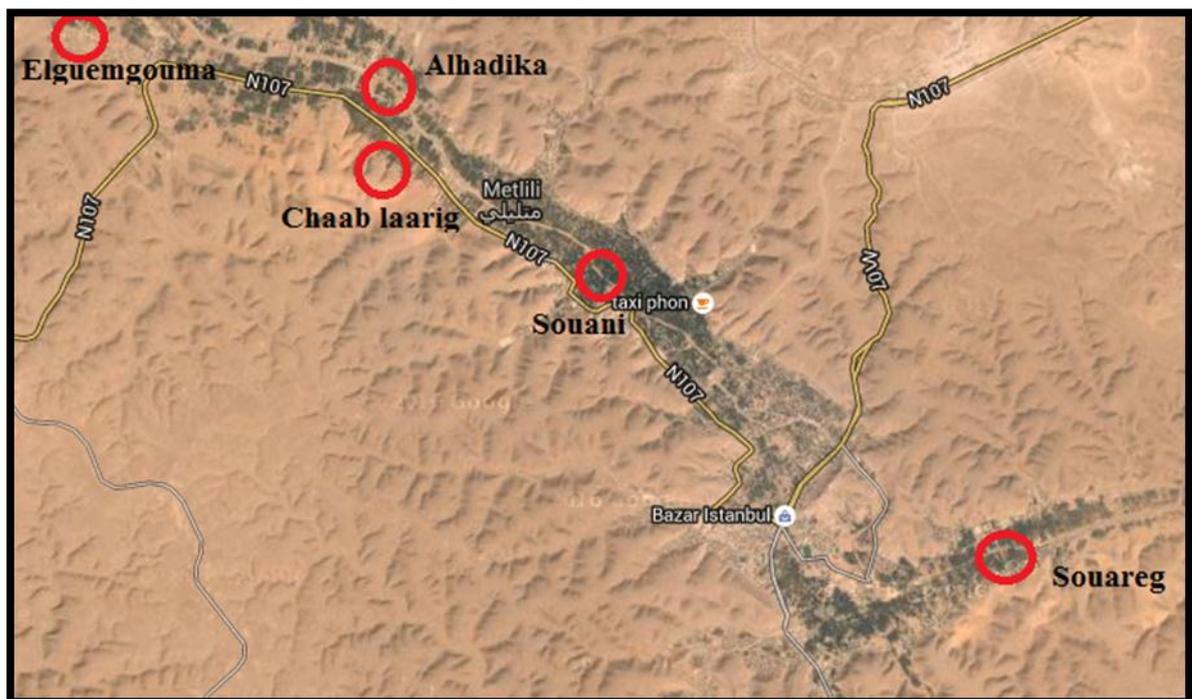


Figure N°10: Localisation des cinq palmeraies de prélèvements dans la région de Metlili.

(Google earth, 2016 modifiée)

Tableau N°03: Données GPS des sites de prélèvement. (Google earth, 2016)

Zones (palmeraies)	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Souareg	32° 15' 41''	3° 39' 3'	479
Souani	32° 16' 57''	3° 36' 21''	506
Al hadika	32° 17' 55''	3° 35' 24''	515
El Guemgouma	32° 18' 57''	3° 33' 9''	530
Chaab laarig	32° 17' 44''	3° 35' 15''	540

Dans chaque palmeraie, on a échantillonné des exploitations (sites) à partir desquelles on a prélevé le rachis des palmes de deux palmiers présentant les symptômes d'attaque de F.o.a, cultivars de Deglet nour et Azerza. (**Photo N°07**)

L'hypothèse de l'attaque devrait être confirmée par des tests de la mise en culture réalisés au laboratoire. Le but de cette étape étant l'isolement et l'obtention du matériel fongique (F.o.a).

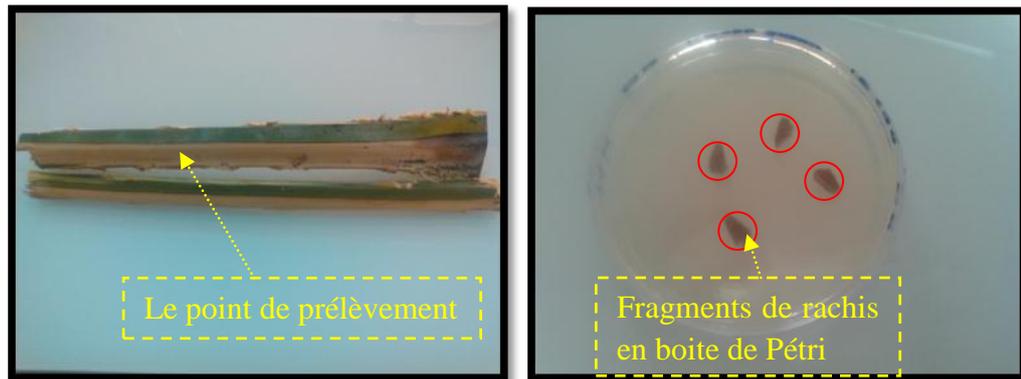


Photo N°07: Rachis de palmier dattier présentant les symptômes du bayoud (Azerza, palmeraie de Zahwani) (**Originale, 2016**)

1.2. Sol :

Après confirmation de l'attaque au F.o.a sur les pieds échantillonnés, s'ensuit alors le prélèvement des échantillons des sols de la rhizosphère des pieds confirmés atteints de bayoud à des profondeurs différentes: 0 à 20 cm et 20 à 40 cm (**Photo N°08**). Des échantillons de sols confirmés sains ont été prélevés dans les mêmes sites. (**Tableau N°04**)

Tableau N°04: Echantillons de sols prélevés selon les palmeraies et les exploitations.

Date de prélèvement	Palmeraie	Exploitation		Cultivars	Sol Sain	Sols contaminé	Profondeurs et nombre d'échantillons	Nombre total des échantillons
		N°	Noms					
15/11/2015	Souareg	1	ZAHWANI	Azerza	1	1	0 – 20 cm : 2 20 – 40 cm : 2	4
15/11/2015	Souareg	2	DIBE	Ghars	1	1	0 – 20 cm : 2 20 – 40 cm : 2	4
03/12/2015	Souareg	3	NOUACER	DN	0	1	0 – 20 cm : 1 20 – 40 cm : 1	2
03/12/2015	Souareg	4	EL FATMI	DN	0	1	0 – 20 cm : 1 20 – 40 cm : 1	2
25/02/2015	El Guemgouma	5	MEHAYA	DN	1	0	0 – 20 cm : 1 20 – 40 cm : 1	2
29/10/2015	Chaab laarig	6	MEZZI	Ghars	1	1	0 – 20 cm : 2 20 – 40 cm : 2	4

29/10/2015	Souani	7	BEN TORKIYA	DN	1	1	0 – 20 cm : 2 20 - 40 cm : 2	4
29/10/2015	Souani	8	DRAWI	Azerza	1	1	0 – 20 cm : 2 20 – 40 cm : 2	4
14/01/2016	Al hadika	9	DJAANI	DN	0	1	0 – 20 cm : 1 20 – 40 cm : 1	2
					6	8		28

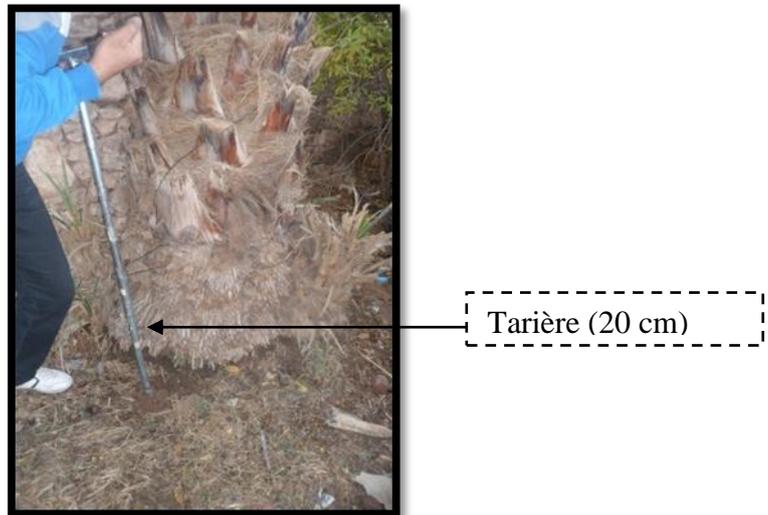


Photo N°08: Prélèvement des échantillons du sol (**Originale, 2016**)

1.3. Milieu de culture :

On a utilisé le milieu de culture P.D.A à raison de 39g par litre d'eau distillée avec un pH de 5,6 pour les champignons (**Photo N°09**) et la gélose nutritive à la dose de 23 g par litre d'eau distillée avec un pH de 6,8 pour les bactéries (**Photo N°10**).

Dextrose: 20 g.

Infusion from Potatoes: 4 g.

Bacteriological Agar: 15 g.

Potatoes Dextrose Agar

Gelatin Peptone: 5 g.

Beef Extract: 3g.

Bacteriological Agar: 15 g.

Gélose nutritive



Photo N°09: Milieu de culture P.D.A
(Originale, 2016)



Photo N°10: Milieu de culture G.N.
(Originale, 2016)

2. Méthodes :

2.1. Prélèvement du sol :

Les échantillons du sol sont prélevés dans les différentes palmeraies de l'étude à l'aide d'une tarière (20 cm), pour être emballés dans des sacs en plastiques étiquetés et acheminés le jour même au laboratoire de microbiologie. Le sol prélevé est alors étalé pour un dessèchement à l'air libre pendant 72 heures. Après quoi, le sol est tamisé à l'aide d'un tamis métallique inoxydable à mailles de 1,6 mm de diamètre. (Photos sols N°11 et 12)



Photo N°11: Séchage des sols à l'air libre
(Originale, 2016)



Photo N°12: Tamisage du sol
(Originale, 2016)

2.2. Isolement des microorganismes du sol:

L'isolement consiste à introduire stérilement un gramme de sol dans un tube contenant 9 ml d'eau distillée stérile, c'est la dilution 10^{-1} . Ensuite 1ml de la première dilution est prélevé et mis dans 9 ml, on obtient la dilution 10^{-2} . En prélevant toujours le même volume, on

prépare ainsi des dilutions successives jusqu'à 10^{-10} (**Photo N°13**). Puis on prélève 0.1 ml à l'aide d'une micropipette pour chaque dilution pour l'incorporer dans une boîte de Pétri (**RAPILLY, 1968**).



Photo N°13: Isolement des microorganismes par la technique de suspension-dilution
(**Originale, 2016**)

Cette méthode permet d'isoler les microorganismes présents au niveau des deux profondeurs de sol des palmeraies étudiées. La technique de suspension-dilution se fait sous une hotte ou à la proximité de bec bunsen pour empêcher toute contamination externe.

Après l'écoulement du milieu de culture dans les boîtes de Pétri, on procède à leur ensemencement en déposant dans chaque boîte 100 μ l de solution contenant les microorganismes du sol pour chacune des dilutions réalisées. Ces boîtes sont rangées dans une étuve pendant 24 heures à 32 °C (**Photo N°14**).

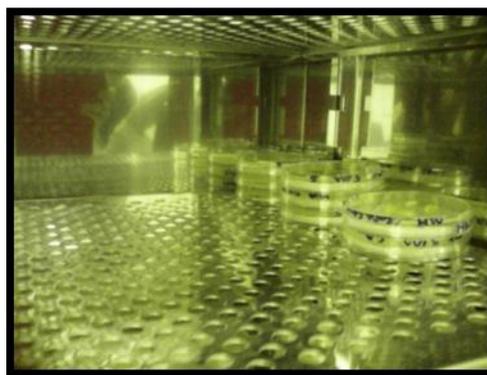


Photo N°14: Incubation des boîtes de culture dans l'étuve (**originale, 2016**)

Après, on procède à l'observation des colonies des bactéries et des champignons dans les boîtes selon les dilutions préparées.

2.3. Purification :

Le repiquage des souches est effectué pour obtenir des cultures pures (une seule souche de bactérie).

2.4. Isolement du Foa du palmier dattier :

Comme précédemment mentionné, la manipulation doit être réalisée autour d'une zone stérile pour éviter toute contamination extérieure. Après défoliation, le rachis prélevé est désinfecté à l'aide de l'alcool éthylique (95%). Ensuite on découpe le rachis en petits fragments de quelques millimètres de longueur à l'aide d'un sécateur stérile. Ces fragments sont disposés dans des boîtes de Pétrie déjà rempli par le milieu de culture de type P.D.A. (favorable pour le développement des champignons).

Ensuite les boîtes sont incubées dans une étuve à une température réglée à 32 °C, et les résultats apparaissent au bout de 5-6 jours. A l'aide de microscope photonique on procède à l'observation pour déterminer les caractéristiques microscopiques du mycélium.

2.5. Mesure de la croissance des bactéries:

A l'aide d'une pipette pasteur on prélève des rondelles du milieu de culture pour les disposer dans le centre d'une autre boîte de Pétrie pour bien croître. Les boîtes ainsiensemencées sont disposées dans l'étuve. La mesure du diamètre de chaque colonie est effectuée régulièrement deux fois par jours (08h 30 mn et 15h 30mn), jusqu'à stabilisation du diamètre de la colonie.

2.6. Test d'antagonisme entre le Foa et les microorganismes telluriques:

La dernière étape de ce travail est de faire le test d'antagonisme qui se fait par l'utilisation d'une pipette pasteur pour prélever des rondelles à partir des boîtes contenant les bactéries et celles contenant le champignon Foa.

Les deux pastilles sont placées suivant un axe diamétral à 3 cm et à équidistance du centre de la boîte (**Figure N°11**). (**BENHAMOU, CHET, 1996 in HIBAR et al., 2005**)

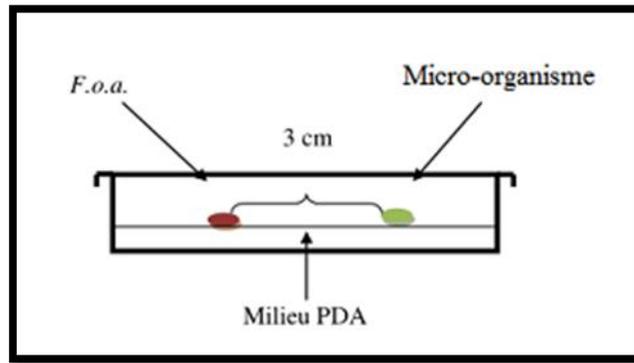


Figure N°11: Confrontation du F.o.a avec un micro-organisme par contact direct sur milieu P.D.A. (GHOMARI, 2009).

Tableau N°05: Appellations des microorganismes telluriques isolés des différents sites

Symbole	Bactérie	Zone de prélèvement (palmeraie)	Origine du sol / Exploitation
S0	<i>Micrococcus</i> sp. ; <i>Staphylococcus</i> sp.	Souani	Ben torkiya (Deglet nour contaminé)
S'1	<i>Micrococcus</i> sp. ; <i>Staphylococcus</i> sp.	Souareg	Nouacer (Deglet nour contaminé)
S'5	<i>Pseudomonas</i> sp.	Souareg	Nouacer (Deglet nour contaminé)
G1	<i>Micrococcus</i> sp. ; <i>Staphylococcus</i> sp.	El Guemgouma	Mehaya (Deglet nour sain)

Troisième partie :
Résultats et discussion

Résultats et discussion

Pour rappel, le présent travail porte sur l'isolement et l'identification des microorganismes dans la microflore du sol, en vue de détecter ceux possédant une activité antagoniste vis-à-vis d'un champignon phytopathogène *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*, agent causal de la trachéomyose mortelle du palmier dattier.

L'isolement de ce champignon est effectué à partir de rachis des palmes infectées, tandis que l'isolement des agents antagonistes (les microorganismes) est effectué à partir des sols sains et infectés dans des différentes zones de la région de Metlili.

1. Microorganismes isolés et testés :

L'isolement des microorganismes, réalisé selon la méthode de suspension- dilution, a aboutit à l'obtention de 92 isolats dont 91 sont des bactéries et un champignon, répartis comme suit:

- 8 isolats bactériens, à partir du sol de la zone d'Alhadika;
- 3 isolats bactériens, à partir du sol de la zone d'El Guemgouma;
- 13 isolats bactériens, à partir du sol de la zone de Chaab laarig;
- 44 isolats bactériens, est un champignon, à partir du sol agricole de la zone de Souani;
- 23 isolats bactériens, à partir du sol de la zone de Souareg.

2. Mise en évidence de l'activité antagoniste des souches isolées :

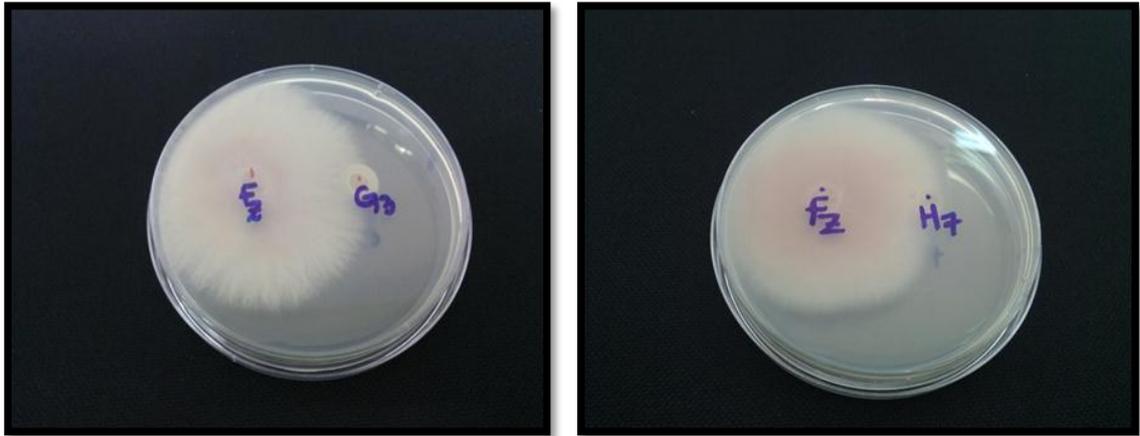
Après le prélèvement des agents antagonistes à partir de sol, ils ont été confrontés au *F.o.a*, pour détecter une éventuelle inhibition de sa croissance.

A cet égard, nos observations ont fait ressortir que 87 isolats bactériens et un champignon n'ont pas eu d'effet inhibiteur sur la croissance du mycélium du *F.o.a*, manifesté par l'absence d'hyalo (**Photos N°15**).

Cependant, des effets inhibiteurs de la croissance du *F.o.a* ont été observés lors des confrontations avec 4 isolats bactériens, dénommés par les sigles S0, S'1, S'5 et G1.

Tableau N°06: Origine des bactéries antagonistes

Bactéries	Origine de sol (zone)	Sol de la rhizosphère du cultivar	Etat	Dilution	Profondeur (cm)
S0	Souani	Deglet nour	Contaminé	10 ⁻²	0-20
S'1	Souareg		Contaminé	10 ⁻²	0-20
S'5	Souareg		Contaminé	10 ⁻²	20-40
G1	El Guemgouma		Sain	10 ⁻²	0-20



Photos N°15: Exemples illustrant l'absence d'hyalo entre le mycélium du *F.o.a* et des colonies bactériennes : G8 (site d'El Guemgouma) et H7 (site d'Alhadika)

Tableau N°07: Mesures relatives à la cinétique des cultures *in vitro* ayant manifesté un effet d'inhibition vis-à-vis de *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* (*F.o.a*)

	R2	Equation de la courbe de tendance	Vitesse de croissance (cm/24 heures)	Réduction de la vitesse de croissance du <i>F.o.a</i> (%)
a) <i>F.o.a</i> DN en culture seule	0,986	$y = 0,466x + 0,262$	0,466	-
i. <i>F.o.a</i> DN avec S'1	0,975	$y = 0,21x + 0,31$	0,21	54,9%
ii. <i>F.o.a</i> DN avec S'5	0,953	$y = 0,34x + 0,24$	0,34	27%
iii. <i>F.o.a</i> DN avec G1	0,920	$y = 0,32x + 0,28$	0,32	31,3%
iv. <i>F.o.a</i> DN avec S0	0,982	$y = 0,26x + 0,14$	0,26	44,2%
b) <i>F.o.a</i> Azerza en culture seule	0,966	$y = 0,51x - 0,17$	0,51	-
v. <i>F.o.a</i> Azerza avec G1	0,839	$y = 0,3x + 0,66$	0,30	41,2%
vi. <i>F.o.a</i> Azerza avec S0	0,942	$y = 0,29x - 0,31$	0,29	43,1%
vii. <i>F.o.a</i> Azerza avec S'1	0,945	$y = 0,22x + 0,38$	0,22	56,9%
viii. <i>F.o.a</i> Azerza avec S'5	0,98	$y = 0,28x + 0,16$	0,28	45,1%

Les données relatives au suivi de la cinétique des cultures récapitulées dans le **tableau N°07** et illustrées par les graphes de **figure N°12 à 19** et les **photos de 16 à 22**, montrent une différence de comportement des deux types de *F.o.a* (de Deglet nour et d'Azerza) lors de leur confrontation avec les souches bactériennes testées (S'1, S'5, G1, S0). En conséquence, on constate que la réduction de la vitesse de croissance des *F.o.a* est variable en présence de chacune des quatre souches bactériennes.

C'est ainsi qu'il ressort que la plus performante est la souche S'1, isolée du sol contaminé dans la palmeraie de Souareg. En effet, la réduction de la vitesse de croissance du

champignon parasite est maximale pour S'1 aussi bien sur F.o.a d'Azerza que celui isolé de Deglet noir, atteignant respectivement 56,9% et 54,9% par rapport aux cultivés aux deux F.o.a séparément.

Par contre, l'inhibition la plus faible a été celle induite par la bactérie S'5 isolée du sol de la palmeraie de Souareg ; soit 27% sur le F.o.a de la Deglet noir. La bactérie G1 isolée du sol de palmeraie d'El Guemgouma a induit quant à elle la plus faible inhibition sur F.o.a d'Azerza (41,2%).

Aussi, des valeurs intermédiaires des taux d'inhibition selon le type du F.o.a. ont été obtenues oscillant entre 31,3 % d'inhibition induite par la bactérie G1 et 44,2% par la bactérie S0 sur F.o.a de la Deglet noir d'une part. D'autre une inhibition de la croissance du F.o.a d'Azerza a été de 45,1% causée par S'5 et de 43,1% par S0.

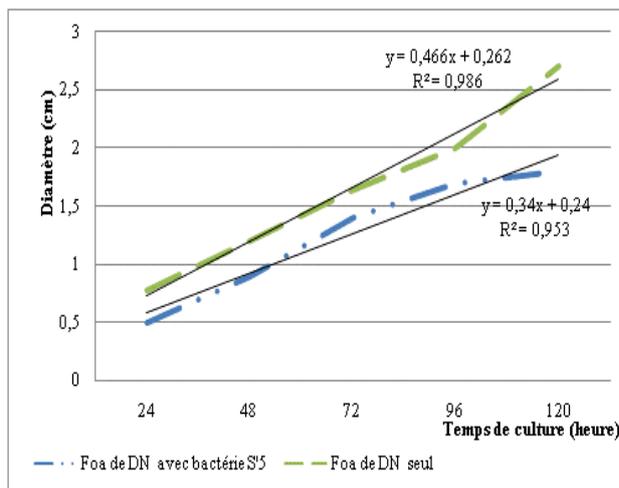


Figure N°12 : Cinétique de développement de *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* de cultivar Deglet noir cultivé seul et en présence de bactérie S'5.

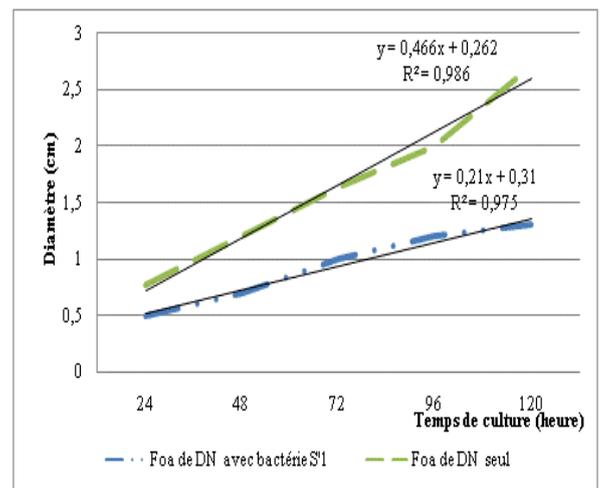


Figure N°13 : Cinétique de développement de *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* de cultivar Deglet noir cultivé seul et en présence de bactérie S'1.

Résultats et discussion

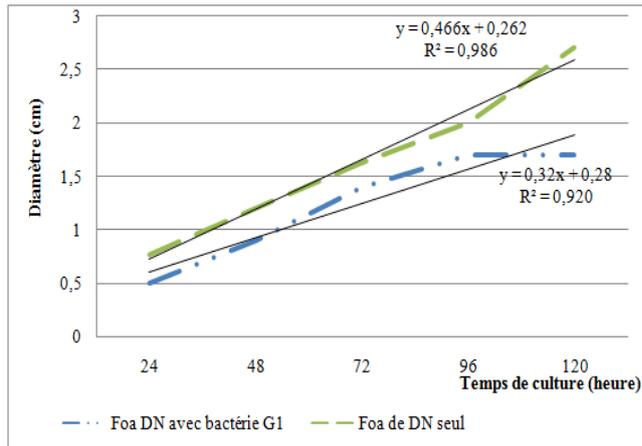


Figure N°14 : Cinétique de développement de *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* de cultivar Deglet nour cultivé seul et en présence de bactérie G1.

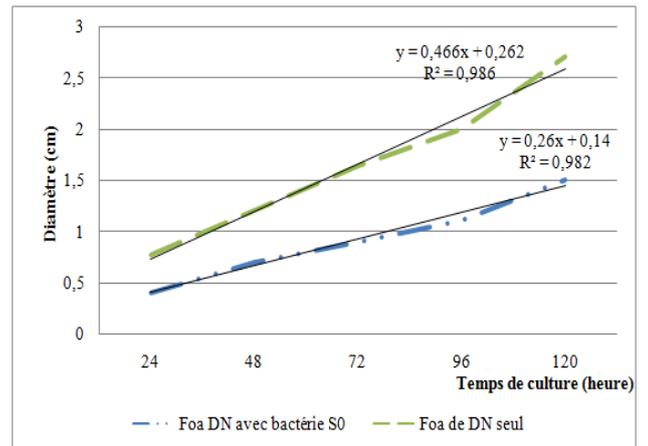


Figure N°15 : Cinétique de développement de *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* de cultivar Deglet nour cultivé seul et en présence de bactérie S0.

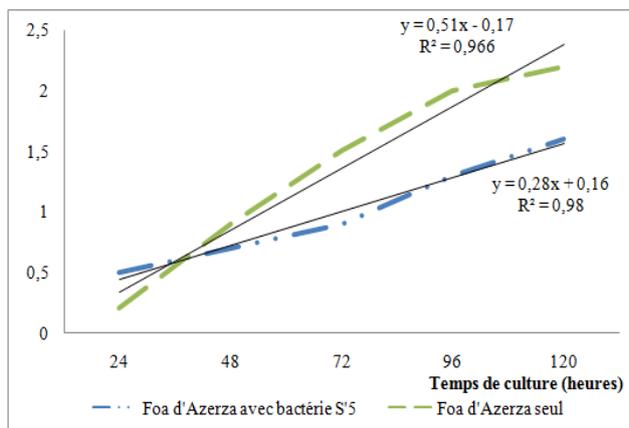


Figure N°16 : Cinétique de développement de *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* de cultivar Azerza cultivé seul et en présence de bactérie S'5.

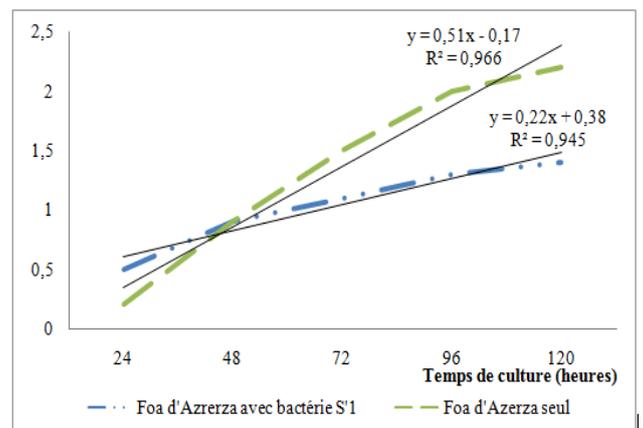


Figure N°17 : Cinétique de développement de *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* de cultivar Azerza cultivé seul et en présence de bactérie S'1.

Résultats et discussion

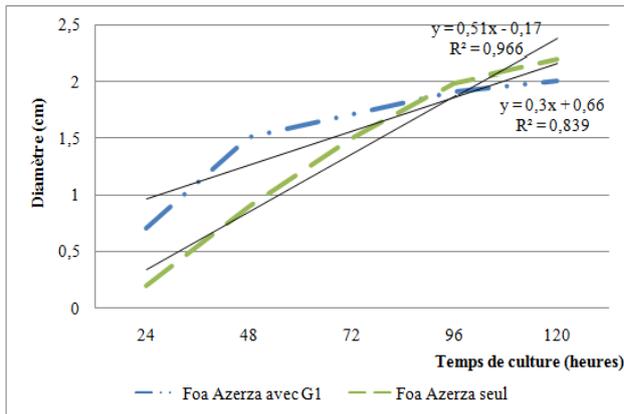


Figure N°18 : Cinétique de développement de *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* de cultivar Azerza cultivé seul et en présence de bactérie G1.

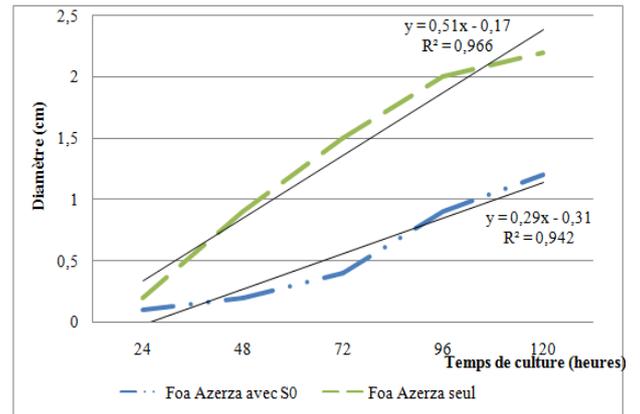


Figure N°19 : Cinétique de développement de *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* de cultivar Azerza cultivé seul et en présence de bactérie S0.

Photos de 16 à 21 : Illustrations des tests de confrontation entre les deux types de F.o.a et les 4 souches bactériennes testées. (présence d'hyalo)

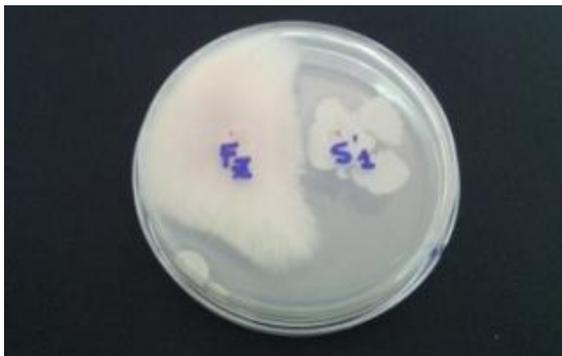


Photo N°16 : Test d'antagonisme entre le Foa d'Azerza et la bactérie S'1 (Après 5 jours) (Originale, 2016)



Photo N°17 : Test d'antagonisme entre le Foa d'Azerza et la bactérie S0 (Après 5 jours) (Originale, 2016)

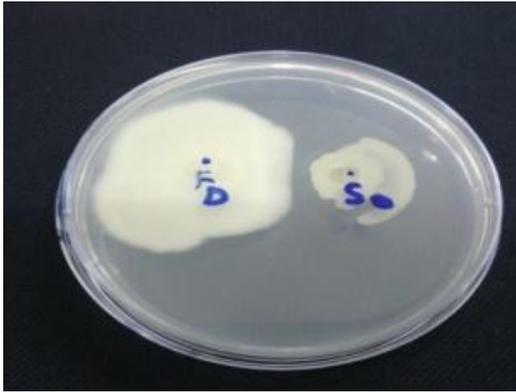


Photo N°18 : Test d'antagonisme entre le Foa de Deglet noure et la bactérie S0 (Après 5 jours) (**Originale, 2016**)



Photo N°19 : Test d'antagonisme entre le Foa de Deglet noure et la bactérie G1 (Après 5 jours) (**Originale, 2016**)



Photo N°20 : Test d'antagonisme entre le Foa d'Azerza et la bactérie G1 (Après 5 jours) (**Originale, 2016**)



Photo N°21 : Test d'antagonisme entre le Foa d'Azerza et la bactérie S'5 (Après 5 jours) (**Originale, 2016**)



Photo N°22 : Test d'antagonisme entre le Foa de Deglet noure et la bactérie G1 (Après 5 jours) (**Originale, 2016**)

La photo illustrant l'effet de S'5 du Foa de Deglet noure est détériorée

Tableau N°08 : Cinétique de croissance des colonies des bactéries en culture seule et avec Foa

Cultures	Vitesse de croissance (cm/24 heures)	Variation de la vitesse de croissance	Courbe de tendance	
			Equation (y= a.x+c)	Coef. de détermination R ²
Bactérie S'1 seule	0,03	-	0,03x + 0,47	0,75
Bactérie S'1 avec Foa DN	0,08	+ 166,7%	0,08x + 0,14	0,941
Bactérie S'1 avec Foa Azerza	0,09	+ 200%	0,09x + 0,17	0,880
Bactérie S'5 seule	0,03	-	0,03x + 0,37	0,75
Bactérie S'5 avec Foa DN	0,07	+ 133,3%	0,07x + 0,15	0,942
Bactérie S'5 avec Foa Azerza	0,02	-33,3%	0,02x + 0,32	0,50
Bactérie G1 seule	0,02	-	0,02x + 0,26	0,50
Bactérie G1 avec Foa DN	0,07	+ 250%	0,07x + 0,05	0,942
Bactérie G1 avec Foa Azerza	0,04	+ 100%	0,04x + 0,14	0,50
Bactérie S0 seule	0,05	-	0,05x - 0,03	0,892
Bactérie S0 avec Foa DN	0,05	0,0%	0,05x + 0,09	0,781
Bactérie S0 avec Foa Azerza	0,16	+ 220%	0,16x - 0,02	0,941

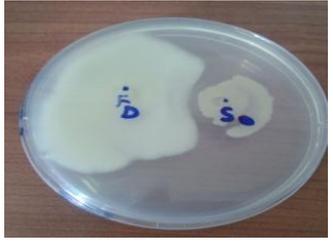
A la lecture du **tableau N°08**, on constate que la cinétique de croissance des colonies bactériennes testées enregistre également des différences selon les cas en cultures seules ou en cas de culture en présence de chacun des deux types de F.o.a.

A l'exception de la diminution de vitesse notée chez la colonie bactérienne S'5 confrontée à F.o.a d'Azerza, et celle de S0 restée inchangée, globalement, on constate que par rapport aux cultures seules, il ya une augmentation de vitesse de croissance des bactéries testées allant de 100 à 250% confrontée respectivement au F.o.a d'Azerza et de la Deglet nour.

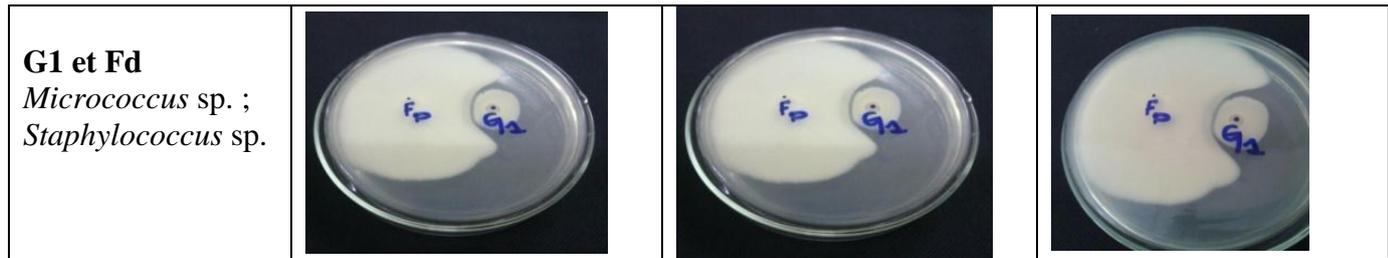
Ce phénomène, s'il arrive à être confirmé, fait certainement appel à divers mécanismes microbiologiques et moléculaires et qui à leur tour doivent être étudiés pour orienter d'éventuels travaux dans ce domaine. En effet, ce phénomène tels qu'il est constaté dans cette étude, revêt un intérêt important, du fait qu'il va dans le sens recherché à savoir favoriser tout ce qui améliore la croissance des bactéries testées comme étant des agents d'une éventuelle méthode de lutte tout en inhibant en même temps celle du champignon parasite à savoir *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*.

Résultats et discussion

Tableau N°09: Photos de test d'antagonisme des bactéries antagonistes et F.o.a

Bactéries/jours de culture	5 jours	7 jours	8 jours
S0 et Fz <i>Micrococcus sp.</i> ; <i>Staphylococcus sp.</i>			
S0 et Fd <i>Micrococcus sp.</i> ; <i>Staphylococcus sp.</i>			
S'1 et Fz <i>Micrococcus sp.</i> ; <i>Staphylococcus sp.</i>			
S'1 et Fd <i>Micrococcus sp.</i> ; <i>Staphylococcus sp.</i>			Pas de photo
S'5 et Fz <i>Pseudomonas sp.</i>			
G1 et Fz <i>Micrococcus sp.</i> ; <i>Staphylococcus sp.</i>			

Résultats et discussion



Fz : Foa de cultivar Azerza. Fd : Foa de cultivar Deglet nour.

Tableau N°10: Identification des microorganismes antagoniste

Bactéries	Morphologie		Coloration de Gram	Catalase / Oxydase	Genre
	macro morphologie (colonies)	micro Morphologie			
S0	petites colonies, lisses, blanches jaunâtres,	Coques regroupées en amas	Gram positif	Catalase +	<i>Micrococcus</i> sp. ; <i>Staphylococcus</i> sp.
S'1	petites colonies, blanches, lisses	Coques regroupées en amas	Gram positif	Catalase +	<i>Micrococcus</i> sp. ; <i>Staphylococcus</i> sp.
S'5	petites colonies, blanches transparentes	Bacilles	Gram négatif	Oxydase +	<i>Pseudomonas</i> sp.
G1	Grandes colonies, blanches, lisses	Coques regroupées en amas	Gram positif	Catalase +	<i>Micrococcus</i> sp. ; <i>Staphylococcus</i> sp.

Conclusion

Conclusion

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. (HAKKOU *et al.*, 2012)

La présence des microorganismes telluriques peut ralentir le taux d'attaque de bayoud par l'utilisation de méthode d'antagonisme.

Le présent travail été dans la conception de tester la lutte biologique contre le champignon phytopathogène *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis* isolé à partir de deux cultivars infectés (Azerza et Deglet noir) de la palmeraie de Souani dans la région de Metlili.

Parallèlement, 92 micro-organismes (un champignon et 91 bactéries) ont été isolés à partir des sols de cinq palmeraies. Seulement quatre bactéries ont montré, lors des tests d'antagonisme *in vitro*, des effets inhibiteurs sur la croissance du *Fusarium*. Il s'agit de trois souches du Genre *Micrococcus* sp, *Staphylococcus* sp. et la quatrième appartenant au *Pseudomonas* sp.

En conséquence, Il est serait intéressant de souligner les points suivants en guise de perspectives :

- Etendre les tests d'antagonisme à une gamme plus large de microorganismes isolés à partir des sols sains et contaminés.
- Déterminer le ou les mécanisme(s) par lesquels est opéré l'effet antagoniste.
- Etendre la prospection aux sols d'autres palmeraies de la région de Metlili et dans les autres régions contaminées de la wilaya, notamment dans celles qui présentent des palmiers à croissance normale au sein de foyers bayoudés.
- Entamer des essais sur des plants de palmiers en pots pour évaluer les effets inhibiteurs des microorganismes manifestant hors de *in vitro* des effets antagonistes vis-à-vis du F.o.a.

Enfin, il est signaler que s'agissant d'une maladie mortelle menaçant une bonne partie du patrimoine phoénicicole dont l'importance écologique et socio économique est indéniable, la lutte doit reposer sur une stratégie élaborée et mise en œuvre de concert, de l'échelle locale à l'échelle internationale, par divers intervenants (profession, appui technique, recherche, législation, contrôle et surveillance), permettant d'allier toutes les voies et moyens en matière

de prévention et de lutte pour contrecarrer les effets dévastateurs de cette fusariose .(KHENE, 2015)

Références

bibliographiques

Références bibliographique

- A.N.R.H., 2007 :** Inventaire et enquête sur le débit extrait de la wilaya de Ghardaïa E.d. A.N.R.H, 18p.
- ATLAS, 2004:** Agriculture de la wilaya de Ghardaïa. Ed. D.S.A., 22 p.
- ATLAS, 2012:** Annuaire statistique de la wilaya de Ghardaïa. D.P.A.T., 2012.
- BEN ABDELLAH A., 1990 :** La phœniciculture, Série A. Séminaires méditerranéens, n° 11, pages 105-120.
- BENALI D., 2015 :** Possibilité de lutte biologique contre *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* par l'utilisation d'antagonistes telluriques dans les régions d'Adrar et de Metlili, mémoire de Master, université de Ghardaïa, 63 p.
- BESSEDIK F., SAKA H., MOUSSAOUI B. et YAKHOUS., 2000:** Fusariose du palmier dattier: dénombrement et évaluation des microorganismes des sols de différentes palmeraies du Touat indemnes de bayoud. INRAA, CRP Mehdi Boualem, Laboratoire de Physiologie végétale, Bp 37 Baraki, 16210-Alger, pp 69-75.
- BOUGUEDOURA N., 1993:** Rapport de synthèse de l'atelier "Fusariose du Palmier dattier / Maladie de la feuille cassante". Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 28, pages 217-218.
- BOUNAAGA N. et DJERBI M., 1990 :** Pathologie du palmier dattier. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 11.p 127- 132.
- CHEHMA A., 2011 -** le Sahara en Algérie, situation et défis. Sémin. « L'effet du Changement Climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb ». 21-24 Novembre. Université KASDI MERBAH - Ouargla- Algérie, 8P.
- D.P.A.T., 2004:** Atlas de la wilaya de Ghardaïa. Ed. El-Alamia, p 142.
- D.P.S.B., 2010:** Annuaire statistique de la wilaya de Ghardaïa-2010. Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires. Ed 2011(volum2), 132 p.
- D.P.S.B., 2011:** Annuaire statistique de la wilaya de Ghardaïa. Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires. Ed 2011(volum1), 90 p.
- D.S.A., 2014:** Statistiques agricoles série A 2015. Direction des services agricoles. Ghardaïa.2015
- D.S.A., 2015:** Statistiques agricoles série A 2015. Direction des services agricoles. Ghardaïa.2015

Références bibliographique

- DJERBI M., 1988:** Les maladies du palmier dattier. Projet régional de lutte contre le Bayoud. FAO, (Rab/84/0/8), Alger. 127 p.
- DJERBI M., 1992 :** Précis de phœniciculture F.A.O. Rome, 191 p.
- FERNANDEZ D., LOURD M., OUINTEN M., TANTAOUI A. et GEIGE J.P., 1995 :** Le Bayoud du palmier dattier une maladie qui menace la phœniciculture. Phytoma - La Défense des végétaux – N°469. Pp36-39.
- GHOMARI F.N., 2009:** Moyens de luttés chimique et biologique contre *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis* agent causal du bayoud chez le palmier dattier *Phoenix dactylifera*. Mémo. de magister. Université d’Oran ES-SENIA.114p.
- GHORRI S., 2015 :** Isolement des microorganismes possédant une activité anti- *Fusarium*. Thèse de doctorat, Université frères Mentouri, p116.
- Google earth, 2016.**
- HAKKOU A., CHAKROUNE K., SOUNA F., BOUAKKA M., 2012 :** La fusariose vasculaire du palmier dattier (Bayoud) : Méthodes de lutte. Université Mohammed Premier, Oujda, Maroc. AP/301-34-2010 d’AECID. 39 p.
- HIBAR K., DAAMI-REMADI M., KHIAREDDINE H., EI MAHJOUB M., 2005:** Effet inhibiteur *in vitro* et *in vivo* du *Trichoderma harzianum* sur *Fusarium oxysporum f. sp. radicis-lycopersici*, *Base* [En ligne], volume 9 (2005), numéro 3, 163-171 URL : <http://popups.ulg.ac.be/1780-4507/index.php?id=1442>.
- I.N.P.V., 2011:** Bulletin d’informations phytosanitaires N° 23. ISSN 1112-2536. El Harrach, ALGER.p4.
- IDDER M.T., 2005 :** Contribution à l’étude des principaux facteurs de dégradation de l’oasis du Ksar d’Ouargla, Mémo. Ing. Etat. Agro. Univ. Ouargla.
- KHENE B., SENOUSSE A., NOUACER Y. et CHEHAM A., 2015 :** 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 Bio Ressources*. Vol 5 N° 1, pp1-9. Université KASDI Merbah, Ouargla.
- KHENE B., 2013 :** Dynamique des systèmes de production phœnicicoles et promotion de la filière « dattes » : perspectives de développement - Cas de la région de Ghardaïa – Thèse de doctorat. Université Kasdi Merbah.243p.
- LAMARI L., BOUDJELLA H., OULD ELHADJ M.D., BOURAS N., OULED ELHADJ K.A., SABAOU N., 2014.** Influence de quelques souches bactériennes d’origine saharienne sur l’expression de la fusariose du lin et du palmier dattier. *Algerian journal of arid*

Références bibliographique

environnement vol. 4, n° 2, Décembre 2014: pp 65-77. Université Kasdi Merbah, Ouargla. Algérie

MATALLAH M., 2004 : Contribution à l'étude de la conservation des dattes de la variété Deglet nour, Mém d'ingénieur INA Alger.

MIHOUB A., 2009: Effet de la fertilisation phosphatée sur la nutrition azotée et la productivité d'une culture de blé dur (*Triticum durum L. Var. Carioca*) (dans la région d'El-Goléa). Mém. Ingénieur d'état en sciences agronomiques. Univ. Kasdi Merbah Ouargla, p 85.

MOKRANI O. et KICILI S., 2014 : Recherche de bactéries à activité antifongique à partir du sol agricole et forestier de la région de Constantine, mémoire de Master, université Constantine 1, 45 p.

MUNIER P., 1973 : Le palmier dattier. EDG-P Maisonneuve et la rose. Paris. P 221.

OEPP, 2003: Diagnostic protocols for regulated pests. Protocoles de diagnostic pour les organismes réglementés. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 33, 1, rue Le Nôtre, 75016 Paris, France .pp245–247.

RAPILLY F., 1968: Techniques de mycologie en pathologie végétale. *Ann. Epiphy.*, 19, numéro hors-série. INRA. Paris.102p.

SBIAI A., 2011 : Matériaux composites a matrice époxyde chargée par des fibres de palmier dattier : effet de l'oxydation au tempo sur les fibres, thèse de doctorat, INSA de Lyon. 236p.

SEDRA M.H., 1994 : Évaluation de la résistance au bayoud (*Fusarium oxysporum f sp albedinis*) chez le palmier dattier. Comparaison de méthodes d'inoculation expérimentale en palmeraie et en pépinière ; INRA, centre régional du Haouz-Présahara, laboratoire de pathologie végétale-mycologie, BP 533, Marrakech, Maroc, 445-452 p.

SEDRA M.H., 2003 : Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc- Techniques phoénicoles et Création d'oasis, 265p.

SEDRA MH., 2011 : Stratégie de lutte contre le bayoud. « Dossier le bayoud». Revue Elwaha. RADD0, N°2, juillet 2011. Pp 4-5. France. (www.raddo.org).

TOUTAIN G., 1977 : éléments d'agronomie saharienne, de la recherche au développement, 276p.

Web : www. Tutiempo. net consulté le 25/01/2016.

ZOUIOUECHE F., 2012 : Comportement de la pyrale des dattes *Ectomyelois certoniae* Zeller, vis-à-vis de trois variétés de palmier dattier dans la région de Biskra, thèse, Alger. 91p.

Annexes

Annexe 1 : Mesures de croissance des colonies bactériennes

(Diamètres des colonies en cm)

Temps de culture (h)	24	48	72	96	120
Bactérie S'1	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
Bactérie S'5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
Bactérie G1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
Bactérie S0	0	0,1	0,1	0,2	0,2

S'1 : bactérie isolée de l'échantillon du sol de l'exploitation de Souareg.

S'5 : bactérie isolée de l'échantillon du sol de l'exploitation de Souareg.

S0 : bactérie isolée de l'échantillon du sol de l'exploitation de Souani.

G1 : bactérie isolée de l'échantillon du sol de l'exploitation d'El Guemgouma.

Annexe 2 : Mesures de croissance du champignon (F.o.a) isolé du rachis des cultivars

Deglet nour et Azerza

(Diamètres des cultures en cm)

Temps de culture (h)	24	48	72	96	120
Foa d'Azerza (cm)	0,2	0,9	1,5	2	2,2
Foa de DN (cm)	0,77	1,20	1,63	2,00	2,70

Annexe 3: Test d'antagonisme entre la bactérie S'1 vis-à-vis le F.o.a. de DN

(Diamètres des colonies en cm)

Temps de culture (h)	24	48	72	96	120
Foa de DN avec bactérie S'1	0,3	0,5	0,7	1	1,3
Bactérie S'1 avec Foa	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Foa de DN seul	0,77	1,2	1,63	2	2,7
Bactérie S'1 seule	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6

Annexe 4: Test d'antagonisme entre la bactérie S'5 vis-à-vis le F.o.a. de DN

(Diamètres des cultures en cm)

Temps de culture (h)	24	48	72	96	120
Foa de DN avec bactérie S'5	0,4	0,9	1,4	1,7	2,1
Bactérie S'5 avec Foa	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Foa de DN seul	0,77	1,2	1,63	2	2,7
Bactérie S'5 seule	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5

Annexe 5: Test d'antagonisme entre la bactérie G1 vis-à-vis le F.o.a. d'Azerza

(Diamètres des cultures en cm)

Temps de culture (h)	24	48	72	96	120
Foa Azerza avec bactérie G1	0,7	1,5	1,7	1,9	2
Bactérie G1 avec Foa	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3
Foa Azerza seul	0,2	0,9	1,5	2	2,2
Bactérie G1 seule	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4

Annexe 6: Test d'antagonisme entre la bactérie G1 vis-à-vis le Foa de DN

(Diamètres des cultures en cm)

Temps de culture (h)	24	48	72	96	120
Foa DN avec bactérie G1	0,5	0,9	1,4	1,7	1,7
Bactérie G1 avec Foa	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4
Foa de DN seul	0,77	1,2	1,63	2	2,7
Bactérie G1 seule	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4

Annexe 7: Test d'antagonisme entre la bactérie S0 vis-à-vis le F.o.a. de DN

(Diamètres des cultures mesurés en cm)

Temps de culture (h)	24	48	72	96	120
Foa DN avec bactérie S0	0,4	0,7	0,9	1,1	1,5
Bactérie S0 avec Foa	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3
Foa de DN seul	0,77	1,2	1,63	2	2,7
Bactérie S0 seule	0	0,1	0,1	0,2	0,2

Annexe 8: Test d'antagonisme entre la bactérie S0 vis-à-vis le F.o.a. d'Azerza

(Diamètres des cultures mesurés en cm)

Temps de culture (h)	24	48	72	96	120
Foa Azerza avec bactérie S0	0,1	0,2	0,4	0,9	1,2
Bactérie S0 avec Foa	0,1	0,3	0,5	0,7	0,7
Foa Azerza seul	0,2	0,9	1,5	2	2,2
Bactérie S0 seule	0	0,1	0,1	0,2	0,2

Annexe 9: Les superficies des communes de la wilaya de Ghardaïa (A.N.R.H., 2014).

Communes	Superficies (Km ²)
Ghardaïa	306,47
El-Ménéa	23 920,68
Daya	2 234,94
Berriane	2 609,80

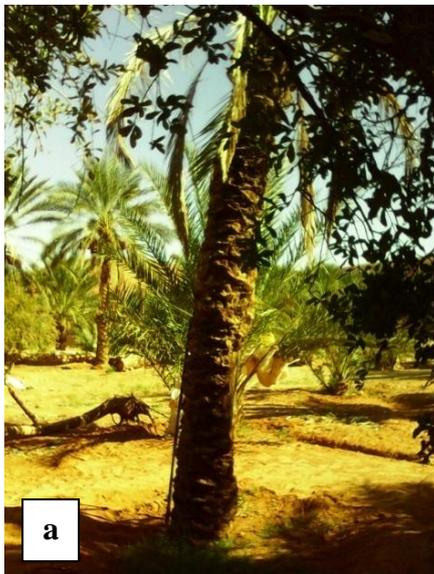
Metlili	5 010,12
Guerrara	3 382,27
El-Atteuf	717,01
Zelfana	1 946,23
Sebseb	4 366,82
Bounoura	778,92
Hassi-El-F'hel	6 875,39
Hassi-El-Gara	27 698,92
Mansoura	4 812,55
Total	84 660,12

Annexe 10 : Tableau des valeurs de pH des sols échantillonnés

Zone	Cultivars	Nom de l'agriculteur	Etat	Profondeur	pH
El Guemgouma	Deglet nour	Mehaya	Sain	0-20	8,5
				20-40	9,19
Souereg	Deglet nour	El Fatmi	Contaminé	0-20	8,93
				20-40	8,99
	Deglet nour	Nouacer	Contaminé	0-20	8,63
				20-40	8,87
	Azerza	Zahwani	Contaminé	0-20	9,3
				20-40	9,39
			Sain	0-20	8,9
				20-40	8,9
	Ghars	Dibe	Contaminé	0-20	9,59
				20-40	9,6
Sain			0-20	8,15	
			20-40	8,65	
Chaab laarig	Ghars	Contaminé	0-20	9,02	
			20-40	8,9	
		Sain	0-20	8,15	
			20-40	8,5	
Souani	Deglet nour	Contaminé	0-20	8,88	
			20-40	8,83	
		Sain	0-20	8,42	
			20-40	8,45	
	Azerza	Drawi	Contaminé	0-20	9,26
				20-40	9,37
			Sain	0-20	9,3

				20-40	9,4
Alhadika	Deglet nour	Djaani	Contaminé	0-20	8,46
				20-40	8,65

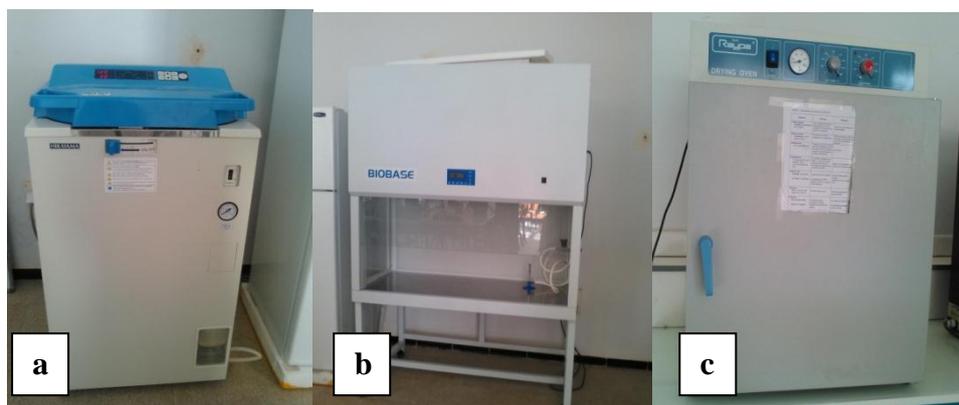
Annexe 11 : Photos de palmier dattier bayoudé dans la région de Metlili.



a) Photo : Cultivar Ghars (Exploitation de Mezzi/ Chaab laarig)

b) Photo : Cultivar Azerza (Exploitation de Zahwani/ Souareg)

Annexe 12: Photos de matériels utilisés



a) **Photo**: Autoclave

b) **Photo**: Hotte

c) **Photo**: Etuve

Annexe 13: Arrêté 26/03/1970 déclarant les zones contaminées par le bayoud en Algérie.

<p>MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA RÉFORME AGRAIRE</p>	<p>REPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE</p>
<p>ALGER , Le 26 Mars 1970</p>	
<p><u>ARRÊTE</u> N° 489/SM ETENDANT A L'ENSEMBLE DU TERRI- TOIRE DES DISPOSITIONS DE L'ARRÊTE PRÉFECTORAL (WILAYA DES OASIS) N° 650 DU 9 JUILLET 1969 CONCERNANT LA LUTTE CONTRE LE "BAYOUD".</p>	
<p>---o---</p>	
<p>Le Ministre de l'Agriculture et de la Réforme Agraire,</p>	
<p>- Vu la loi n° 62-157 du 31 Décembre 1962 tendant à la recondu- tion jusqu'à nouvel ordre de la législation en vigueur au 31 Décembre 1962, sauf dans ses dispositions contraires à la souveraineté nationale,</p>	
<p>- Vu l'arrêté du 9 Mai 1942 organisant la Protection des Végétaux en Algérie, complété et modifié par les arrêtés des 10 Juillet 1942 et 22 Novembre 1943, 1er Octobre 1946, 6 Décembre 1946, 5 Décembre 1955, 0 Janvier et 30 Janvier 1961.</p>	
<p>- Vu l'arrêté du 2 Mars 1949 complétant l'arrêté du 8 Novembre 1945 fixant la liste des parasites contre lesquels il y a lieu de préser- ver les cultures en Algérie.</p>	
<p>- Vu l'arrêté du 2 Mars 1949 déclarant certains territoires con- taminés par le "Bayoud" (<i>Fusarium oxysporum</i> var <i>albedinis</i>).</p>	
<p>- Vu l'arrêté préfectoral (Wilaya des Oasis) n° 650 du 9 Juillet 1969, déclarant certains territoires contaminés par le Bayoud, et pres- crivant les mesures à prendre.</p>	
<p>Sur proposition de Monsieur le Directeur de la Production Végétale.</p>	
<p>.... / ...</p>	

ARRÊTÉ :

TITRE I - Localisation des foyers.

ARTICLE 1 : L'arrêté sus-visé du 2 Mars 1949 est abrogé.

ARTICLE 2 : Sont déclarés contaminés par le Bayoud (Fusarium oxysporum f.s. albedinis) les territoires et palmeries suivants :

Wilaya de la Saoura : Le territoire de la Wilaya dans sa totalité.

Wilaya des Oasis :

Daïra de Touggourt : Moggar

El-Harihira (Ghamra), Chegget El F'tayet, Sidi Slimane,

Daïra de Ghardaïa : Béni Isguen, El Atteuf, Berriane, Metlili Seb Seb, Zelfana.

Daïra d'In Salah : Le territoire de la Daïra dans sa totalité.

TITRE II - DESINFECTION DE FOYERS -

ARTICLE 3 : Les Directeurs de l'Agriculture de ces Wilayats (service de la Protection des Végétaux) sont habilités à prendre immédiatement toutes mesures qu'ils jugeront nécessaires pour enrayer la progression du parasite, dans le cadre de l'arrêté du 9 Mai 1942 sus-visé et de la circulaire ministérielle (Ministère de l'Agriculture n° 1389 du 23 Mai 1969). Ils décideront notamment de l'opportunité de la désinfection des foyers.

ARTICLE 4 : La désinfection des foyers qui devra être entreprise par des équipes spécialisées agréées par le ministère de l'agriculture (sous-direction de la Protection des Végétaux), se fera après procès verbal de l'état des lieux, effectué en présence du Président de l'Assemblée Populaire Communale et des propriétaires.

ARTICLE 5 : Les procédés à mettre en oeuvre, dans toutes les zones à désinfecter, sont les suivants :

1°) - Détournement des séguias et Khandeks.

2°) - Pose de barbelés (barbelés accordéon ou rangées multiples) et panneaux portant interdiction absolue de pénétrer dans la parcelle traitée à toute personne autre que les équipes officielles de désinfection ; les barbelés devront être assez denses pour interdire la pénétration des humains et des animaux domestiques.

.../...

- 3°) - Arrachage des palmiers, du maximum de racines et de la végétation environnante. L'arrachage pourra se faire :
 - soit au treuil si celui-ci possède un cable assez long pour permettre au véhicule porteur de rester en dehors de la parcelle,
 - soit par déchaussement aussi complet que possible du palmier,
- 4°) - Incinération totale des palmiers, des racines enlevées et de la végétation.
- 5°) - Introduction dans le sol de fumigants, au pal injecteur ou par tout autre moyen approuvé par le Ministère de l'Agriculture (sous-direction de la protection des végétaux).

Les produits autorisés à cet usage sont notamment :

- le LINURON,
- la CHLOROPICRINE,
- le METHYL - ISOTHIOCYANATE,
- le FORMOL,

et tout autre produit dont l'utilisation aura reçu l'accord préalable du Ministère de l'Agriculture (Sous-Direction de la Protection des Végétaux).

ARTICLE 6. - En raison de la toxicité des produits employés, les membres des équipes officielles de désinfection devront obligatoirement :

- être habillés de vêtements qu'ils destineront spécialement à cet usage,
- être porteurs de masques, de gants et bottes,
- s'abstenir de fumer et manger pendant les traitements.

ARTICLE 7. - Après chaque opération, les outils et les chaussures devront être désinfectés au permanganate.

ARTICLE 8. - Dans les parcelles traitées, l'interdiction de pénétrer et de planter reste valable jusqu'à nouvel ordre.

.../...

TITRE III - VENTE ET CIRCULATION DES PRODUITS VEGETAUX

ARTICLE 9. - Le transport des rejets de palmiers, de bois de palmiers, de palmes, de toute partie de palmiers, hors des limites des palmeraies énoncées à l'article 2 est interdit.

ARTICLE 10. - Sont également provisoirement interdits, et ce jusqu'à plus ample information, le transport du henné, des arachides et de tous produits végétaux ayant subi un contact prolongé avec la terre (tubercules, bulbes, plantes racines).

ARTICLE 11. - La vente et le transport de djebbars (rejets de palmiers) dans les zones non contaminées sont autorisés sous réserve d'être accompagnés de certificats d'origine conformes au modèle ci-annexé, et délivrés par les Présidents d'assemblées populaires communales, leurs représentants ou toute personne nommée à cet effet.

TITRE IV. - INFRACTION ET SANCTIONS

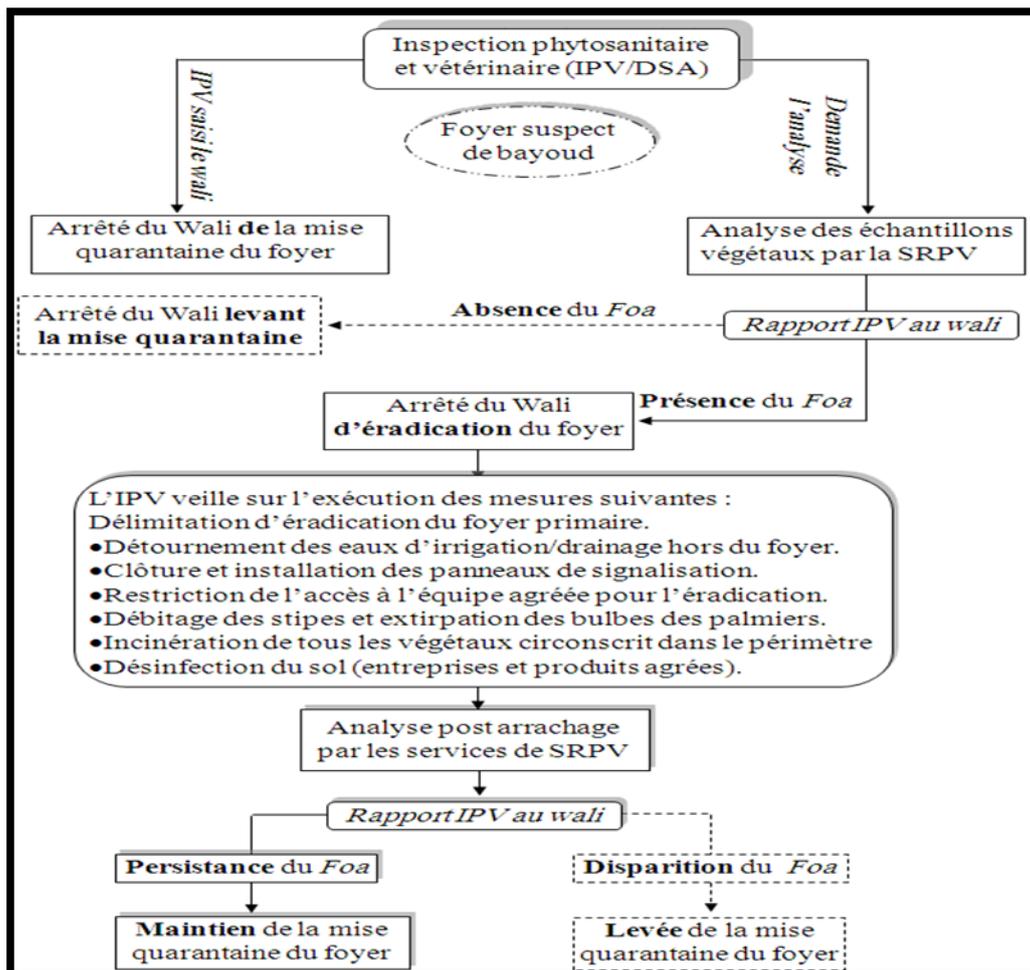
ARTICLE 12. - Toutes les autorités compétentes de ces Wilayate sont habilitées à constater les infractions au présent arrêté qui peuvent entraîner la saisie d'office des marchandises dans les conditions fixées par arrêté sus-visé du 9 Mai 1942.

ARTICLE 13. - Le Directeur de la Production Végétale, les Woulate des Wilayate des Oasis, de la Saoura, les Directeurs de l'Agriculture des Wilayate des Oasis et de la Saoura, sont chargés, chacun en ce qui le concerne de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au journal officiel de la République Algérienne Démocratique et populaire.

Le Ministre de l'Agriculture
et de la Réforme Agraire

Signé : TAYEBI Mohamed BeleHodj

Annexe 14: Procédure réglementaire de prise en charge d'un foyer de bayoud. (KHENE, 2015)



Annexe 15: Composition du milieu de culture

Dextrose: 20 g.
 Infusion from Potatoes: 4 g.
 Bacteriological Agar: 15 g.

Potatoes Dextrose Agar

Gelatin Peptone: 5 g.
 Beef Extract: 3g.
 Bacteriological Agar: 15 g.

Gélose nutritive

Possibilité de lutte biologique par l'utilisation des microorganismes telluriques contre *Fusarium oxysporum f.sp. albedinis* dans la région de Metlili (Wilaya de Ghardaïa)

Résumé : Le *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis* est un champignon d'origine tellurique, agent de la Trachéomyose mortelle du palmier dattier. L'étude a porté sur des tests d'effets antagonistes de microorganismes telluriques sur le F.o.a isolé à partir des rachis de deux cultivars (Deglet nour et Azerza). Au total 92 microorganismes ont été isolés des sols de neuf exploitations réparties sur cinq palmeraies dans la région de Metlili. Les tests ont révélé que quatre souches bactériennes ont eu un effet antagoniste vis-à-vis du *Fusarium*, trois appartenant aux genres *Micrococcus sp*; *Staphylococcus sp*, et la quatrième appartenant à *Pseudomonas sp*.

Mots clé: Fusariose, lutte biologique, palmier dattier, antagonisme, Metlili.

Biocontrol possibility by the use of terrestrial microorganisms against *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis* in the region of Metlili (Wilaya of Ghardaïa)

Abstract: *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis* a soil fungus agent of deadly tracheomycosis of date palm. This study focused on tests of antagonistic effects of terrestrial microorganisms on F.o.a isolated from palm infected rachis of two cultivars (Deglet Noor and Azerza). Altogether 92 microorganisms were isolated from soil of nine farms on five palms groves in the of Metlili, only four bacterial strains had an antagonistic effect against the *Fusarium*: three belonging to the genera *Micrococcus sp*; *Staphylococcus sp*, and the fourth belonging to *Pseudomonas sp*.

Keywords: *Fusarium* wilt, biological control, date palm, antagonism, Metlili.

المخلص

الفيزاريوم (*Fusarium oxysporum f. sp. albedinis*) هو فطر متواجد في التربة، عامل مسبب لمرض البيوض المميت الذي يصيب النخيل. الدراسة تقوم على اختبار خاصية التضاد بين الكائنات الحية المعزولة من التربة المتواجدة في منطقة متليلي مع هذا الفطر الضار الذي تم عزله من أوراق مصابة لصنفين من النخيل دقلة نور و ازرزة. في المجموع تم عزل 92 كائن مجهري من تسعة مستصلحات موزعة عبر خمسة واحات على مستوى منطقة متليلي، من خلال النتائج اتضح أن أربعة أنواع من البكتيريا تتوفر على خاصية تضاد ضد الفيزاريوم، ثلاثة منها تنتمي لجنس ميكروكوكيس *Micrococcus sp*، ستافيلوكوكيس *Staphylococcus sp* والرابعة من جنس بسودوموناس *Pseudomonas sp*.

كلمات المفتاحية: الفيزاريوم، مرض البيوض، المكافحة البيولوجية، النخيل، التضاد، متليلي.