

## CONTRIBUTION A LA RECHERCHE D'ANTAGONISTES MICROBIENS VIS-A-VIS DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* DANS LES SOLS DE QUELQUES PALMERAIES DU SUD ALGERIEN (REGION DE GHARDAÏA).

KHENE B.<sup>1,2</sup>, BELGHIT S.<sup>1</sup>, MEHAYA H.<sup>1</sup>, ATTOUT F.<sup>1</sup>

1- Université de Ghardaïa (Algérie)

2-Laboratoire des Bio ressources sahariennes. Préservation et valorisation. Université Kasdi Merbah –  
Ouargla,( Algérie)

**Résumé :** La fusariose du palmier dattier, causée par *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* (*F.o.a*), est l'un des fléaux le plus destructeur et le plus menaçant auxquels fait face la phoeniculture dans les palmeraies du sud ouest jusqu'au centre du Sahara algérien. Le but de la présente étude est la recherche d'antagonistes telluriques du *F.o.a*, l'une des voies de lutte explorées contre cet agent phytopathogène. Elle a été réalisée en prospectant dans la microflore tellurique de au niveau de 18 exploitations réparties à travers neuf palmeraies contaminées de la région de Ghardaïa. L'isolement des microorganismes des 60 échantillons de sols prélevés et les tests *in vitro* ont montré que sur 212 microorganismes isolés, 10 souches bactériennes appartenant à quatre genres ont manifesté des effets variables d'antagonisme vis-à-vis du *F.o.a* (six *Micrococcus* sp., deux *Pseudomonas* sp., une *Acetobacter* sp. et une *Enterococcus* sp.). La vitesse de croissance du mycélium *F.o.a* a été réduite de 27 à 71,6% en présence respectivement de *Pseudomonas* sp. Metlili sur *F.o.a Deglet nour* et *Pseudomonas* sp. Daïa sur *F.o.a Azerza*. Ce travail doit être approfondi pour déterminer le (s) mécanisme(s) d'inhibition exercé(s) sur le *F.o.a* et les conditions d'expression de ces effets en milieu naturel. Aussi l'exploration de tels phénomènes doit être étendue aux palmeraies de la région.

**Mots clés:** Palmier dattier, *Fusarium oxysporum*, antagonisme microbien, Ghardaïa, Algérie.

### CONTRIBUTION TO THE RESEARCH OF MICROBIAL ANTAGONISTS AGAINST *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* IN THE SOILS OF SOME PALM GROVES OF SOUTHERN ALGERIA (GHARDAÏA REGION).

**Abstract:** The tracheomycosis of date palm, caused by a soil microscopic fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* (*F.o.a*) is a serious threat on date palm crop in Algeria. The Research of terrestrial microorganisms, antagonists on *F.o.a* was realized across the soils of nine contaminated palm groves of Ghardaïa area in the Algerian Sahara. The isolation of the microorganisms from the 60 soil samples taken and the *in vitro* tests showed that out of 212 microorganisms isolated, ten bacterial strains belonging to four genera showed varying effects of antagonism towards *F.o.a* (six species of *Micrococcus*, two *Pseudomonas* sp., one *Acetobacter* sp., and one *Enterococcus* sp.). The growth rate of *F.o.a* mycelium was reduced respectively from 27 to 71.6% in the presence of *Pseudomonas* sp. (Mettili area) on *F.o.a Deglet nour* and *Pseudomonas* sp. (Daïa area) on *F.o.a Azerza*. This work must be completed to determine the mechanism (s) of inhibition exerted on the *F.o.a* and the conditions of expression of these effects in a natural environment. Also, the prospection of such phenomena should be extended to other palm groves' soils in the region.

**Key words:** Date palm, *Fusarium oxysporum*, microbial antagonism, Ghardaïa, Algeria.

### Introduction

Dans le Sahara algérien la culture du palmier dattier a connu, ces dernières années, un essor remarquable grâce à l'extension des superficies grâce à la mise en œuvre du plan national de développement agricole (PNDA) [1]. Néanmoins, l'une des menaces des plus sérieuses qui pèsent sur ce patrimoine est la maladie du *bayoud*, une trachéomycose mortelle causée par *Fusarium oxysporum*

f. sp. *albedinis* (*F.o.a*), un champignon tellurique contre lequel le traitement curatif chimique à grande échelle au niveau des palmeraies touchées demeure coûteux économiquement, risqué écologiquement et très peu efficace le germe pathogène qui peut coloniser le sol jusqu'à un mètre de profondeur [2] [3] et [4]. Les premiers signalements de cette fusariose ont été au Maroc dans la vallée du Draa vers 1870.

Elle a atteint les oasis algériennes frontalières de Béni Ounif (1898), Béchar et Béni Abbés (1908) [5]. Entre 1920 et 1950, la maladie a contaminé les palmeraies sud algériennes pour gagner entre 1960-1978 les palmeraies du Centre-Sud algérien et la région de Ghardaïa [6]. La maladie a atteint ensuite les palmeraies d'Adrar au Nord de la Mauritanie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** [2] [7]

Vivant en saprophyte dans le sol, le fusarium parasite le palmier par les racines, envahi les vaisseaux conducteurs provoquant leur obstruction et progresse au bourgeon terminal. Les palmes se dessèchent progressivement suivi par la mort plus ou moins rapide du pied atteint. Le fusarium résiste à la sécheresse et peut conserver sa potentiel infectieux plus de trente années dans le sous sol **El HADRAMI I., BELLAJ M., IDRISSE A., J'AITI F., JAAFARI S. et DAAYF F. :** Biotechnologie végétales et amélioration du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.), pivot de l'agriculture oasienne marocaine. *Cahiers Agriculture*. 1998 ; 7 (6): 463-468. [9]. Au sein de la microflore du sol, ce parasite est soumis à des interactions microbiennes déterminant de la sorte sa prolifération ou pas [9]. La prospection dans les sols des palmeraies de micro organismes ayant des effets antagonistes envers le *F.o.a* est une voie de plus en plus explorée. En effet, des travaux ont abouti à l'isolement de micro organismes impliqués dans les mécanismes de résistance des sols afin de les utiliser dans la lutte biologique contre des agents phytopathogènes [10].

La résistance des sols aux fusarioses vasculaires a été relevée dans plusieurs travaux ainsi que des effets antibiotiques

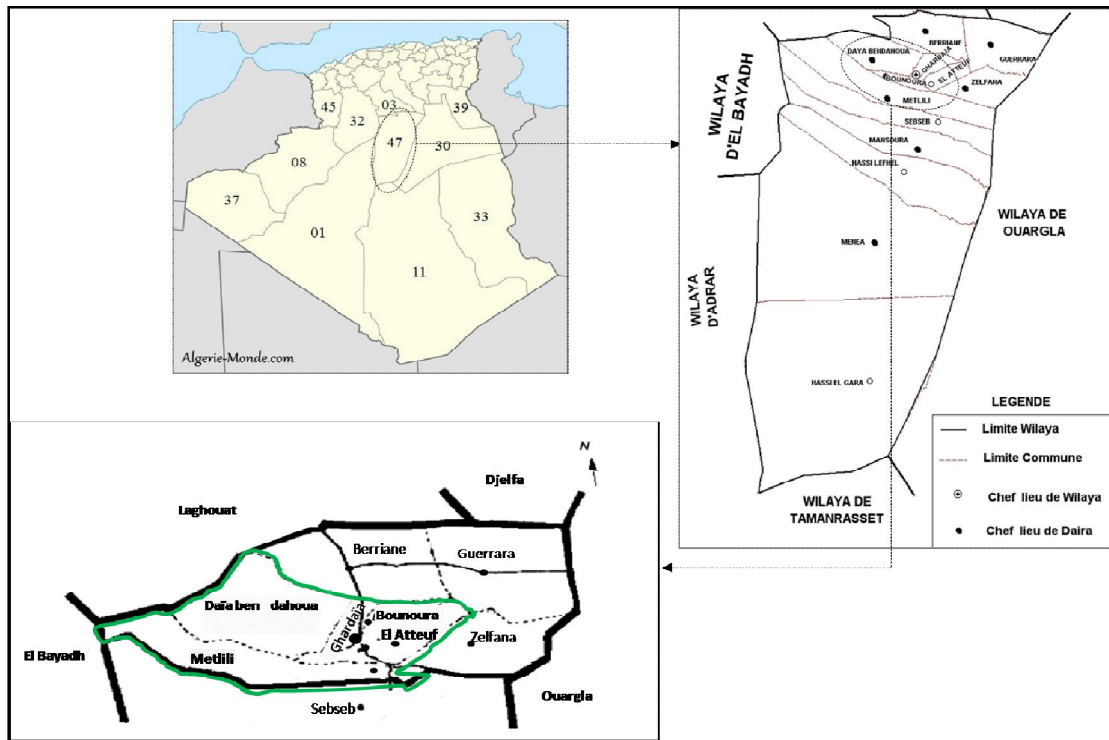
bactériens dans l'inhibition des maladies d'origine tellurique. Des micro organismes antagonistes de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* ont été isolés des sols résistants de palmeraies marocaines [11]. Des travaux in vitro menés par SABAOU et AMIR font état d'antagonistes du *F.o.a* notamment des rhizobactéries (*Pseudomonas fluorescens*) ayant des effets répressifs sur des espèces de *Fusarium* [12].

## 1- Matériels et méthode

### a. Matériel fongique

Le travail de prospection d'antagonistes microbiens du *F.o.a* a été réalisé au niveau des palmeraies contaminées par la fusariose à travers cinq communes de la région de Ghardaïa (

**Figure 1)** [6] [13]. Les dix huit exploitations concernées comportent des pieds malades présentant des symptômes à côté de pieds sains sans anomalies apparentes. Les rachis des palmes atteintes ont été prélevés au niveau des couronnes moyennes de palmiers productifs de divers cultivars et de même âge, présentant des symptômes d'attaque. Les rachis nettoyés à l'alcool éthylique (95%) et rincés à l'eau stérilisée, sont découpés en cubes de quelques mm et mis en cultures sur milieu PDA. Le développement du *F.o.a* confirmera alors l'attaque par la fusariose. Ces cultures sont conservées sur PDA à 4°C, pour servir de source du matériel fongique lors des tests de confrontation avec les microorganismes telluriques isolés des sols.



**Figure 1** : Localisation géographique de la région de Ghardaïa (région d'étude). [13]  
(Modifiée).

**b. Provenance des sols**

Après la confirmation *in vitro* de l'attaque du *F.o.a* sur les palmiers échantillonnés, des prélèvements de sols sont effectués à des profondeurs de 20 cm et 40 cm dans leurs rhizosphères. Des échantillons de sols

sont également prélevés dans les mêmes exploitations aux pieds ne présentant pas de symptômes d'attaques.(Tableau 1)

Le sol séché à l'air libre pendant 72 heures, est passé au tamis métallique à 1,6 mm de mailles.

**Tableau 1:** Sites de prélèvement des échantillons de sols.

Localité	Palmeraies / nombre d'exploitations	Nombre échantillons	Rhizosphère de pieds
Daïa ben dahoua	<i>Daïa Est /02</i>	08	<i>Deglet nour (s)et (c)</i>
			<i>Azerza (s) et(c)</i>
Bounoura	<i>Zouil /02</i>	08	<i>Azerza (s)</i> <i>Timdjouhert (c)</i>
Ghardaïa	<i>Beyn jebline /02</i>	08	<i>Bentkbala (c)</i>
El Atteuf	<i>Aoulaoual /02</i>	08	<i>Ghars (c)</i>
Metlili	<i>Essouani /02</i>	28	<i>Azerza (s) et (c)</i> <i>Ghars (s) et (c)</i> <i>Deglet nour (s) et (c)</i>
	<i>Essouareg/02</i>		
	<i>El Guemgouma/02</i>		
	<i>El Hadika /02</i>		
	<i>Metlili centre /02</i>		
	<b>09 palmeraies</b> <b>18 exploitations</b>	<b>60</b>	

(s) : palmier sain - (c) : palmier contaminé

**c. Isolement des microorganismes du sol**

L'isolement des microorganismes des échantillons des sols est réalisé par le biais des suspensions-dilutions sous une hotte microbiologique empêchant toute contamination externe. A partir de chaque suspension est prélevé 0.1 ml et incorporé dans une boîte de Pétri [14][13] **DPSB**, Annuaire statistique. Direction de la planification et de suivi du budget. Wilaya de Ghardaïa. (Algérie). 2016. 127 p

[14]. Les boîtes incubées à 27°C pendant 24 heures sont remises à la température ambiante sous une lumière fluorescente. L'observation des unités formant colonies (UFC) débute après 48 heures d'incubation. Une fois les UFC individualisées, s'ensuit alors à la purification qui consiste à avoir une culture pure grâce à des repiquages

successifs sur le milieu d'isolement (gélose) de chaque colonie isolée. Les cultures ainsi préparées sont incubées dans une étuve à 30°C pendant au moins 5 jours. Afin de procéder à la mesure de la croissance des colonies, des rondelles du milieu de chaque culture bactérienne et fongique (*F.o.a*) sont prélevées à l'aide de pipette Pasteur et déposées chacune sur milieu PDA au centre d'une boîte de Pétri puis mises en incubation à 30°C.

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

Le test permet la détection d'éventuelle activité antagoniste - *in vitro* - des microorganismes sur la croissance mycélienne des isolats de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. Il consiste à

placer, dans une boîte de Pétri contenant le PDA appropriée, deux pastilles, l'une portant l'antagoniste et l'autre le pathogène, placées suivant un axe diamétral à 3 cm et à équidistance du centre de la boîte [14]. Les mesures du diamètre de chaque colonie ont été effectuées sur une périodicité de vingt-quatre heures jusqu'à stabilisation du diamètre de la colonie.

## 2- Résultats et discussion

### e. Isolement et identification des microorganismes-cibles

Les germes cibles utilisés pour la mise en évidence de l'activité antifongique des souches telluriques sont isolés à partir des rachis des palmiers infectés. L'isolement révèle la présence des colonies duveteuses à cotonneuses de couleur rose saumon ou blanche. L'observation microscopique des isolats, révèle trois types de spores (microconidies, macroconidies et chlamydospores), ce qui confirme que les isolats appartiennent au genre *Fusarium*.

Les colonies sont caractérisées par les morphotypes duveteux ou cotonneux. Le morphotype cotonneux, présente un mycélium aérien très abondant, épais et dense avec une couleur blanche. Le morphotype duveteux, présente un mycélium aérien assez court et dense, portant de nombreuses microconidies, le plus souvent unicellulaires et parfois bicellulaires. Elles sont produites par des phialides courtes en forme de bouteille implantées perpendiculairement sur le mycélium. Les macroconidies, sont courtes, cloisonnées de 2 à 3 cloisons. Les chlamydospores sont produites en grand nombre à partir du mycélium ou des macroconidies dans les cultures âgées. Selon ces caractéristiques, six souches sauvages de *Fusarium oxysporum* ont été isolées des rachis des palmiers atteints.

### f. Isolement et identification des microorganismes du sol

La méthode d'isolement utilisée est celle des suspensions dilutions [15]. A partir de 60 échantillons de sols et en se basant sur des critères morphologiques, 212 isolats ont été sélectionnés parmi un grand nombre de colonies. Après un screening portant sur l'ensemble de ces isolats, 10 d'entre eux (soit 4,7%) seulement ont montré une inhibition variable sur la croissance *in vitro* du mycélium du *F.o.a.* Ce pourcentage est relativement proche de ceux rapportés par certains auteurs [7][8][12] qui ont fait ressortir 100 microorganismes telluriques (soit 6%) antagonistes du champignon parasite sur 1500 souches testées, et relativement faible par rapport à celui des travaux de [10] qui ont détecté 2 souches actives (soit 14,2%) sur 14 sélectionnées.

Nous avons suivi une identification préliminaire pour les dix isolats sélectionnés en réalisant quelques tests d'orientation à savoir: la coloration de Gram, le test de catalase, le test d'oxydase et le test d'aérobiose. Les résultats montrent que les isolats pourraient appartenir à divers genres à savoir: *Micrococcus* sp. (6), *Pseudomonas* sp. (2), *Acetobacter* sp. (1) et *Enterococcus* sp. (1) (Tableau 2). Selon [16] les microorganismes bactériens les plus connus dans le sol appartenant aux genres: *Bacillus*, *Proteus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas* et *Corynebacterium*. Les antagonistes principaux du *Fusarium* sont des bactéries, notamment des *Pseudomonas*. [17]

**Tableau 2:** Provenance des souches bactériennes antagonistes (*in vitro*) vis-à-vis de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*.

Localité	Micro organismes		Exploitation et Rhizosphère de cultivars	
	Isolés	Antagonistes		
Daïa Ben Dahoua	120	04	01 <i>Pseudomonas</i> sp.	Expl. <i>Bouchemal, Deglet nour (c)</i>
			03 <i>Micrococcus</i> sp.	Expl. <i>Bouchemal, Deglet nour (s)et (c)- Azerza (c)</i>
Bounoura		01	<i>Enterococcus</i> sp	Expl. <i>Kechar, Timdjouhert (c)</i>
El Atteuf		01	<i>Acétobacter</i> sp.	Expl. <i>Bouhoun, Ghars (c)</i>
Metlili	92	04	03 <i>Micrococcus</i> sp.	Expl. <i>Bentorkia (Souani), Deglet nour (c)</i> Expl. <i>Nouacer (Souareg), Deglet nour (c)</i> Expl. <i>Mehaya (Guemgouma), Deglet nour (s)</i>
			01 <i>Pseudomonas</i> sp.	Expl. <i>Nouacer (Souareg), Deglet nour (c)</i>
	<b>212</b>	<b>10</b>		

Expl. : exploitation

(s) cultivar sain

(c) cultivar contaminé

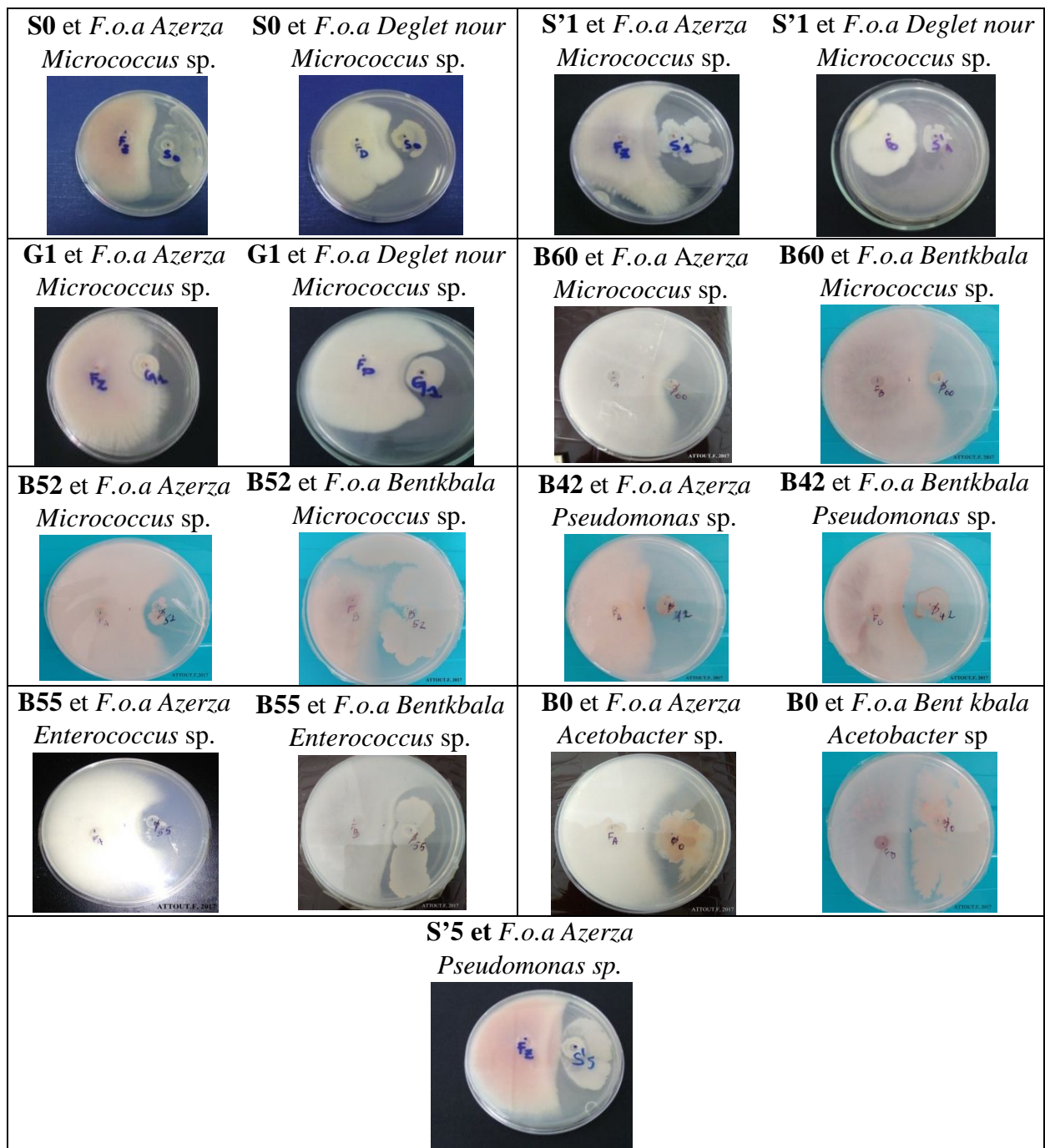
**g. Tests d'antagonisme vis-à-vis du F.o.a**

Le test *in vitro* de l'activité antagoniste contre *F.o.a* par contact direct sur milieu de culture (**Figure 2**) a révélé que 4 parmi les 10 souches actives ont eu une action significative (plus de 50% de réduction) sur la vitesse de croissance du *F.o.a*. Il s'agit des souches S'1, B0, B42 et B21.

Cependant, la plus forte action est obtenue par la bactérie B42 (*Pseudomonas* sp.) isolée de la palmeraie Daïa sur *F.o.a* d'*Azerza* qui a subi la plus forte réduction de sa vitesse de croissance de l'ordre de 71,6%, suivie de la bactérie B0 isolée de la palmeraie d'El Atteuf sur *F.o.a* de

*Bentkbala* avec une chute de vitesse de 68,1% qu'en culture seule. La bactérie S'5 a manifesté la plus faible inhibition et a engendré une réduction de vitesse de 27% sur *F.o.a* *Deglet nour* contre une réduction de 45,1% sur *F.o.a* *Azerza* (**Figure3**).

Une faible action est aussi remarquée avec la souche B60 qui a réduit respectivement de 29,8% et 31,9% la vitesse du *F.o.a* d'*Azerza* et *F.o.a* de *Bentkbala* (**Tableau 3**). Il est à noter que les bactérie B21 et B52 ont donné un effet inhibiteur sur *F.o.a* d'*Azerza* seulement et sans effet sur *F.o.a* de *Bentkbala* illustré par l'absence d'hyalo entre les colonies.



**Figure 2:** Illustrations de l'effet antagoniste (présence d'hyalo) des bactéries vis-à-vis des isolats du *F.o.a* des cultivars *Azerza*, *Deglet nour* et *Bentkbala*. (Originales)

Une étude [7] a révélé que les microorganismes microbiens antagonistes sécrètent des substances toxiques contre le champignon parasite provoque l'arrêt de la croissance du champignon en milieu de culture. Les résultats montrent aussi que l'intensité d'inhibition est variables selon

l'isolat fongique (*F.o.a* d'*Azerza*, *Deglet nour* et *Bentkbala*) démontrant l'existence d'une variabilité de comportement de ces isolats vis-à-vis de l'antagoniste auquel ils sont confrontés.

L'observation a été rapportée dans des travaux similaires [18] au sujet de la

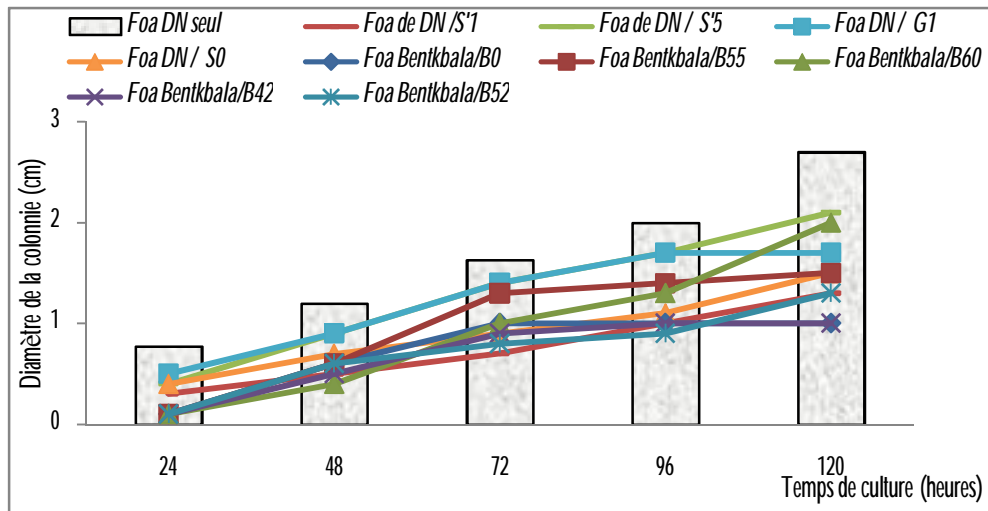
diversité phénotypique des isolats de *F.o.a.* Des études ont montré que certains germes telluriques sont capables de réduire jusqu'à 90% la croissance du champignon parasite sur milieu de culture ou dans le sol, et

aussi d'arrêter ou d'empêcher le développement de la fusariose sur les plantules de palmier dattier sous serres. [7], [8] et [12]

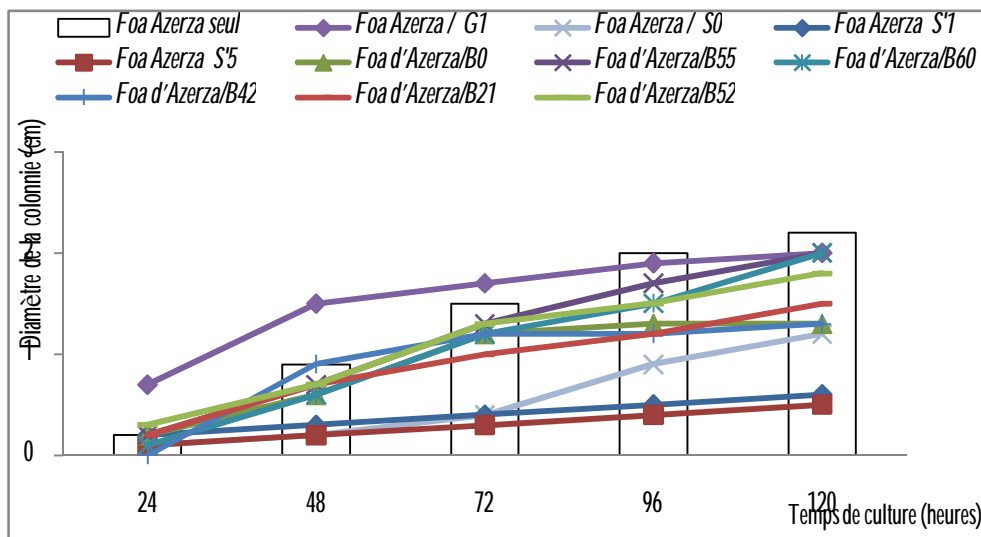
**Tableau 3 :** Résultats des tests de confrontation *in vitro* des antagonistes vis-à-vis de *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*.

Type de culture	Croissance du mycélium <i>F.o.a</i>	
	Vitesse (cm/24 heures)	Taux de réduction de la vitesse (%)
<b><i>F.o.a Deglet nour</i> en culture seule (Metlili)</b>	<b>0,466</b>	-
(S'1) <i>Micrococcus</i> sp. / <i>F.o.a Deglet nour</i>	0,21	54,9
(S'5) <i>Pseudomonas</i> sp. / <i>F.o.a Deglet nour</i>	0,34	27
(G1) <i>Micrococcus</i> sp. / <i>F.o.a Deglet nour</i>	0,32	31,3
(S0) <i>Micrococcus</i> sp. / <i>F.o.a Deglet nour</i>	0,26	44,2
<b><i>F.o.a Azerza</i> en culture seule (Metlili)</b>	<b>0,51</b>	-
(S'1) <i>Micrococcus</i> sp. / <i>F.o.a Azerza</i>	0,22	56,9
(S'5) <i>Pseudomonas</i> sp. / <i>F.o.a Azerza</i>	0,28	45,1
(G1) <i>Micrococcus</i> sp. / <i>F.o.a Azerza</i>	0,30	41,2
(S0) <i>Micrococcus</i> sp. / <i>F.o.a Azerza</i>	0,29	43,1
<b><i>F.o.a Azerza</i> en culture seul (Daïa)</b>	<b>0,67</b>	-
(B0) <i>Acetobacter</i> sp. / <i>F.o.a Azerza</i>	0,29	56,7
(B55) <i>Enterococcus</i> sp. / <i>F.o.a Azerza</i>	0,46	31,3
(B60) <i>Micrococcus</i> sp. / <i>F.o.a Azerza</i>	0,47	29,8
(B42) <i>Pseudomonas</i> sp. / <i>F.o.a Azerza</i>	0,19	71,6
(B21) <i>Micrococcus</i> sp. / <i>F.o.a Azerza</i>	0,31	53,7
(B52) <i>Micrococcus</i> sp. / <i>F.o.a Azerza</i>	0,38	43,3
<b><i>F.o.a Bentkbala</i> en culture seul (Ghardaïa)</b>	<b>0,69</b>	-
(B0) <i>Acetobacter</i> sp. / <i>F.o.a Bentkbala</i>	0,22	68,1
(B55) <i>Enterococcus</i> sp. / <i>F.o.a Bentkbala</i>	0,36	47,8
(B60) <i>Micrococcus</i> sp. / <i>F.o.a Bentkbala</i>	0,47	31,9
(B42) <i>Pseudomonas</i> sp. / <i>F.o.a Bentkbala</i>	0,23	66,7





**Figure 3 :** Croissance *in vitro* du *F.o.a Deglet nour* et de *Bentkbala* en culture seuls et en confrontation avec les souches de



**Figure 4:** Croissance *in vitro* du *F.o.a Azerza* en culture seul et en confrontation avec les souches de bactéries.

## Conclusion

Dans le présent travail, a été essayée la lutte biologique contre *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* (*F.o.a*) par le biais des tests d'antagonisme avec des microorganismes telluriques isolés à partir des sols de dix huit exploitations phœnicoles au niveau de la vallée de Ghardaïa et de Metlili reconnues des foyers de la fusariose du palmier dattier. Au total 212 microorganismes ont été isolés, dont dix souches bactériennes ont montré des effets inhibiteurs variables sur la croissance *in vitro* du *Fusarium*. Il s'agit de six souches du genre *Micrococcus* sp.,

deux souches du genre *Pseudomonas* sp., une souche *Acetobacter* sp. et une souche d'*Enterococcus* sp.

D'où vient la nécessité de l'application de ces tests sur des sols portant des plantules de palmiers dattiers en milieu contrôlé sous serre et d'y évaluer leur capacité inhibitrice, de la détermination de leurs mécanismes d'inhibition exercés sur le parasite *F.o.a*. La perspective réside également dans l'élargissement des tests d'antagonisme à une gamme plus large de microorganismes isolés à partir d'autres sols de palmeraies saines et contaminées par la fusariose du dattier.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] **KHENE B. :** *Dynamique des systèmes de production phœnicoles et promotion de la filière « dattes » : perspectives de développement - Cas de la région de Ghardaïa* – Thèse de doctorat. UKMO, Ouargla (Algérie). 2013. 243p.
- [2] **DJERBI M.:** *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*. Organisation européenne de la protection et Méditerranéenne des plantes (OEPP). Bulletin OEPP.2003. (33) : 245–247.
- [3] **BOUNAGA, N. DJERBI, M. :** Pathologies du palmier dattier. Les systèmes agricoles oasiens. *Options Méditerranéennes*: Série A. Séminaires Méditerranéennes. 1990 ; (11) : 127-132.
- [4] **HAKKOU A., CHAKROUNE K., SOUNA F. et BOUAKKA M. :** La fusariose vasculaire du palmier dattier (Bayoud) : Méthodes de lutte. Université Mohammed Premier. Oujda. (Maroc). 2012. p39.
- [5] **TOUTAIN G. et LOUVET, J. :** Recherches sur les fusarioses. Nouvelles observations sur la fusariose du palmier dattier et précisions concernant la lutte. *Ann phytopathol* 1973 ; (5) : 35-52p.
- [6] **Wilaya de Ghardaïa.** Arrêtés du wali n° 142 du 22/04/1987 et n° 384 du 25/08/1991.
- [7] **SEDRA M.H :** *La maladie du Bayoud du palmier dattier en Afrique du Nord : Diagnostic et caractérisation.* Actes du Symposium International sur le Développement Durable des Systèmes Oasiens. BOULANOUAR B.& KRADI C. (Eds.). Erfoud (Maroc). Mars 2006 ; 26-34
- [8] **EI HADRAMI I., BELLAJ M., IDRISSE A., J'AITI F., JAAFARI S. et DAAYF F. :** Biotechnologie végétales et amélioration du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.), pivot de l'agriculture oasienne marocaine. *Cahiers Agriculture.* 1998 ; 7 (6): 463-468.
- [9] **LAMARI L., BOURAS N., BOUDJELLA H., OULD EL HADJ-KHELIL A., OULD EL HADJ M. D. et SABAOU N. :** Influence de quelques souches bactériennes d'origine saharienne sur l'expression de la fusariose du lin et du palmier dattier. *Algerian Journal of Arid Environment.* 2014 ; 4 (2): 19-30.
- [10] **ROUXEL F., ALABOUVETTE, C., LOUVET, J. :** Recherches sur la résistance des sols aux maladies. Il -

Incidence de traitements thermiques sur la résistance microbiologique d'un sol à la Fusariose vasculaire du melon”, *Ann Phytopathol.* 1979 ; 183-192.

[11] **SEDRA et MASLOUHY** : La fusariose vasculaire du palmier dattier (bayoud) II- Action inhibitrice des filtrats de culture de six microorganismes antagonistes isolés des sols de la palmeraie de Marrakech sur le développement in vitro de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. *Al Awamia.* 1995. (90) :1-8.

[12] **BENCHABANE M., TOUA D., ABDELMOUMEN A. et FADIL D.** : Valorisation de souches de *Pseudomonas fluorescens* isolées de palmeraies dans la lutte microbiologique contre le Bayoud. *Revue des Régions Arides - Actes du séminaire international : Gestion des ressources et applications biotechnologiques en aridoculture et cultures oasiennes.* 2006 : 1177-1183.

[13] **DPSB**, Annuaire statistique. Direction de la planification et de suivi du budget. Wilaya de Ghardaïa. (Algérie). 2016. 127 p

[14] **RAPILLY F.** : Techniques de mycologie en pathologie végétale. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris. 1968. 324p.

[15] **BENHAMOU N., CHET I.**: Parasitism of *Sclerotium rolfsii* by *Trichoderma harzianum*: ultra structural and cytochemical aspects of the interaction. *Phytopathology.* 1996. (86) : 405–416.

[16] **MOUREAUX C.** : Cours de microbiologie du sol. Office de la recherche scientifique et technique outre-mer (ORSTOM). 1973. 56p

[17] **SCHER F. M., BAKER R.**: Mechanism of biological control in a *Fusarium* suppressive soil. *Phytopathology.* 1980 ; (70) : 412-417.

[18] **BANI M.** : *Prospection, isolement et caractérisation phénotypique d'isolats de Fusarium oxysporum* Schlechtendahl f.sp. *albedinis* (Killian & Maire) *essais d'antagonisme bactérien.* Thèse Magister. ENSA. Alger (Algérie). 2011. 90 pages.