



المجلة الجزائرية للمناطق الجافة
Journal Algérien des Régions Arides (JARA)
Algerian Journal of Arid Regions

Research Paper

Activité antifongique de l'extrait méthanolique de R'tem (*Retama raetam*) sur la croissance mycélienne et la sporulation de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*, agent de Bayoud du Palmier dattier

Antifungal activity of methanolic extract of Retem (*Retama Retaem*) on mycelial growth and sporulation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*, agent of bayoud disease on date palm

I.E. BENZOHRA^{1*}, M. MEGATELI¹, H. BELAIDI², F. TOUMI-BENALI²

1. Station Expérimentale du Milieu Biophysique de la Saoura, Taghit, Béchar - Centre for Scientific and Technical Research for Arid Areas (CRSTRA), Campus universitaire BP 1682 RP, 07000 Biskra, Algérie.

2. Laboratoire Ecodéveloppement des Espaces, Département des Sciences de L'environnement, Université Djillali Liabès de Sidi Bel Abbès, Sidi bel Abbès, Algérie.

Received: 29 October 2019 ; Accepted: 21 November 2019, Published: December 2019

Abstract

This study has the objective to evaluate the antifungal activity of the methanolic extract of retem plant species (*Retama raetam* (Forssk.) Webb & Berthel.) originating from the arid and Saharan regions collected from the saoura region on May month of 2019's year. This activity was tested on mycelial growth and sporulation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*, the causal agent of Bayoud disease on date palm (*Phoenix dactylifera* L.), by the use of the well extract method with three different concentrations. The results revealed a significant ($P < 0.01$) on mycelial growth and also on sporulation compared to the control. The values of the inhibition rate vary between 22 and 62,6% on the mycelial growth, and between 17 and 70,6% on the sporulation. In comparison between these three concentrations of methanolic extract, the two concentrations 10^{-1} and 10^{-2} g / ml have important antifungal capacity than the third concentration 10^{-3} g / ml. These results are promising to practice in the field this plant to limit the damage caused by this fungus.

Key Words : *Retama raetam* L., Bayoud, *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*, date palm, *Phoenix dactylifera*, methanolic extract, inhibition.

Résumé

Ce travail a pour objectif l'évaluation de l'activité antifongique de l'extrait méthanolique de l'espèce R'tem (*Retama raetam* (Forssk.) Webb & Berthel.), originaire des régions arides et sahariennes collectée de la région de saoura durant le mois de Mai 2019. Cette activité a été testée sur la croissance mycélienne et la sporulation de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*, agent de Bayoud du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.), par l'utilisation de la méthode de l'extrait en puits avec trois concentrations différentes. Les résultats sont significatifs ($P < 0.01$) sur la croissance mycélienne ainsi que sur la sporulation par rapport au témoin. Les valeurs du taux d'inhibition varient entre 22 et 62,6% sur la croissance mycélienne, et entre 17 et 70,6% sur la sporulation. En comparaison entre les concentrations de l'extrait, les deux premières concentrations 10^{-1} et 10^{-2} g/ml ont la capacité antifongique la plus importante que celle de la concentration 10^{-3} g/ml. Ces résultats sont très prometteurs pour pratiquer sur terrain cet extrait sur les pieds du palmier malades afin de limiter les dégâts causés par ce champignon.

Mots Clés : *Retama raetam*, Bayoud, *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*, palmier dattier, *Phoenix dactylifera*, extrait méthanolique, inhibition.

* Corresponding author : **Ibrahim Elkhail BENZOHRA**

E-mail address: ibrahimelkhalil@live.fr



1. Introduction

Le Bayoud, flétrissement vasculaire provoqué par *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* (Foa), est considéré comme une infection fongique la plus destructive dans les palmeraies algériennes cultivées dans la région du sud ouest (Béchar, Timmimoun et Adrar), avec des variétés sensibles, à l'exemple Feggous, H'mira, Charka, Figuig et tinnaceur, cultivars très appréciés pour ses caractéristiques productives et organoleptiques (Djerbi, 2003). Ce risque a arrivé aux palmeraies de M'zab lorsque cette maladie a touché les palmeraies de l'ouest et du centre de Ghardaïa (Sedra, 2005a ; Benzohra *et al.*, 2017). Depuis sa première apparition, qui remonte à plus d'un siècle, dans les palmeraies marocaines où il a été enregistré la disparition de plus de 12 millions de palmiers (Djerbi, 2003).

Le Bayoud représente une menace sur non seulement le coté agro-économique sur les meilleures variétés commerciales de renommée mondiale, mais aussi il a contribué à accentuer le phénomène de désertification (Bouguedoura *et al.*, 2015).

Toute tentative de lutte chimique reste inefficace pour les palmeraies anciennes où leur enracinement plus profond avec son inconvénient pour l'environnement et la santé publique (nappes phréatiques, faune utiles), (Saaidi, 1990).

D'autre part, les mesures prophylactiques proposées incapables d'arrêter la progression du Bayoud, surtout que les données épidémiologiques sont à la faveur d'une dissémination progressive de cette maladie (Benzohra *et al.*, 2017). La lutte génétique par l'utilisation des variétés résistantes reste un moyen prometteur pour diminuer les dégâts causés par le Bayoud, mais malheureusement tous les cultivars résistants au Bayoud, ont des qualités alimentaires médiocres (Djerbi, 2003 ; Sedra, 2005a,b). La sélection de palmiers productifs, de bonne qualité dattière et résistants au Bayoud nécessite une méthodologie rigoureuse et un temps large pour sélectionner ces cultivars (Sedra, 1994; Sedra et Besri, 1994 ; Sedra, 2005a,b). Dans ce contexte, des méthodes alternatives de lutte contre les agents phytopathogènes doivent être étudiées comme des nouveaux composés dérivés de sources végétales comme moyen de lutte biologique peuvent être devenus efficaces (Garibaldi *et al.*, 1990 ; Alabouvette, 1999). En effet, les plantes médicinales et leurs extraits ont également été signalés comme agents antimicrobiens efficaces contre certains champignons de stockage des aliments et de céréales, contre les agents pathogènes foliaires, les pathogènes du sol et dans le contrôle de la fusariose vasculaire de plusieurs cultures (Bowers et Locke, 2000 ; Coulibaly *et al.*, 2010 ; Soro *et al.*, 2010 ; Hadian *et al.*, 2011 ; Doumbouya *et al.*, 2012).

La plante R'tem (*Retama raetam* (Forssk.) Webb & Berthel.), est une *fabacaea* du milieu aride, couvre toutes les régions steppiques et pré-sahariennes, joue un rôle primordial de point de vue écologique sur le maintien de l'équilibre de l'écosystème steppique du sud ouest et centre algérien, s'adapte au milieu extrême aride (salinité et sécheresse), (Mittler et Rizhsky, 2000 ; Mittler, 2002), et améliore les propriétés des sols (Mittler, 2002). Cette espèce est répertoriée comme une plante médicinale et agropastorale (Hamrouni, 2001 ; Mittler et Rizhsky, 2000).

A raison de ces propriétés de la plante R'tem, avec son existence au voisinage des palmeraies affectées par le Bayoud, ce travail consiste à étudier l'effet antifongique des extraits méthanoliques de *Retama raetam* sur la croissance mycélienne et la sporulation de trois souches de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*, originaires du sud-ouest algérien.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Matériel végétal

L'espèce de R'tem a été collectée à partir de leur habitat dans les zones de la commune de Taghit (95 km au sud-est de la wilaya de Béchar). Le matériel végétal utilisé correspond à la partie aérienne composée des rameaux et des feuilles de l'espèce *Retama raetam* (Figure 01).

2.2. Matériel fongique

Trois souches de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* (Foa), ont été utilisées dans cette étude d'origines différents fournies par la mycothèque de CRSTRA au niveau de station (Station Expérimentale de Saoura de Béchar du Centre de Recherche

Scientifique et Technique sur les Régions Arides, Biskra): Ces souches sont originaires des régions de Béchar, de Timmimoun et d'Adrar. La citation des isolats avec leur codification et origines, a été présentée dans le tableau 01.



Figure 01 : Plante de R'tem '*Retama raetam*' (région : Taghit, w. Béchar ; Cliché : Benzohra CRSTRA-03-2019).

Tableau 01: Isolats de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* (Foa) avec leur origine.

Souches de Foa	Provinces	Wilayas, Communes	Dates d'isolement
S01	Saoura	Béchar, Ouakda	Mars 2018
S02	Gourrara	Adrar, Timmimoun	Mars 2018
S03	Touat	Adrar, Telmine	Mars 2018

S: Souche; Foa : *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*

2.3. Purification et conservation des souches

Le milieu de culture PDA (Potato Dextrose Agar), est le milieu usuel de culture pour la plupart des champignons (Oei, 2005). Sa composition pour un litre est la suivante: 200 g de pomme de terre, 20 g de Glucose, 20 g de Agar Agar et pH= 5,0 à 5,7.

Stériliser toutes ces compositions à l'autoclave à 121 oC pendant 15mn à une pression de 1,2 bar, puis laisser refroidi jusqu'à 55 oC pour éviter la condensation de vapeur; Distribuer dans des boîtes de pétri stériles, de 9 cm de diamètre, à raison de 20 ml par boîte (Oei, 2005).

Les isolats sont conservé dans des boites de Pétri contenant le milieu de culture PDA (Potato Dextrose Agar) (Hibar et al., 2007). Ces isolats sont maintenus dans le milieu dans une étuve à une température de 20 ± 2 °C (Hibar et al., 2007).

2.4. Préparation de l'extrait brut

Nous avons choisi la préparation des extraits bruts méthanoliques pour l'évaluation de l'activité antifongique.

La méthode d'extraction que nous avons adoptée est l'extraction solide-liquide par soxhlet pendant 3 heures en utilisant 50g de matériel végétal dans 500mL de méthanol comme solvant d'extraction. L'extrait obtenu évaporer à sec par évaporateur rotatif.

2.5. Rendement des extraits bruts

Le rendement de l'extrait brut est défini comme étant le rapport entre la masse de l'extrait sec obtenu et la masse du

matériel végétal traité (Béné et al., 2016). Ce rendement est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Rdt (\%)} = (\text{P1} - \text{P2} / \text{P3}) \times 100$$

Où :

P1 : poids du ballon après évaporation ;

P2 : poids du ballon avant évaporation ;

P3 : poids de la matière végétale de départ.

Pour obtenir les trois concentrations des extraits 10-1, 10-2 et 10-3 (g/ml), on fait une dilution classique par l'ajout de l'eau distillée stérile pour ajuster la concentration (Favel et al., 1994) :

- ✓ Concentration1 :10% de solution mère et 90% de l'eau distillée stérile.
- ✓ Concentration2 :50% de solution C1 et 50% de l'eau distillée stérile.
- ✓ Concentration3 :50% de solution C2 et 50% de l'eau distillée stérile ; respectivement.

2.6. Test de l'extrait en puits

La méthode consiste à ensemencer l'inoculum de 1ml en surface du milieu de culture PDA gélose préalablement coulé dans des boîtes de Pétri. Après, des puits (05 à 06 puits par boîte) ont été découpés à l'aide de pipettes Pasteur (diamètre de 5 mm). On enlève les explants.

Les boîtes de Pétri du témoin restent sans puits. On remplit ces puits par l'extrait végétal (Figure 02), (Kutzner, 1981). Les cultures sont incubées à 37°C pendant 24 h, et les auréoles d'inhibition sont mesurées par un pied à coulisse ou bien une règle. Le diamètre du puits (5 mm) est inclus dans la lecture.

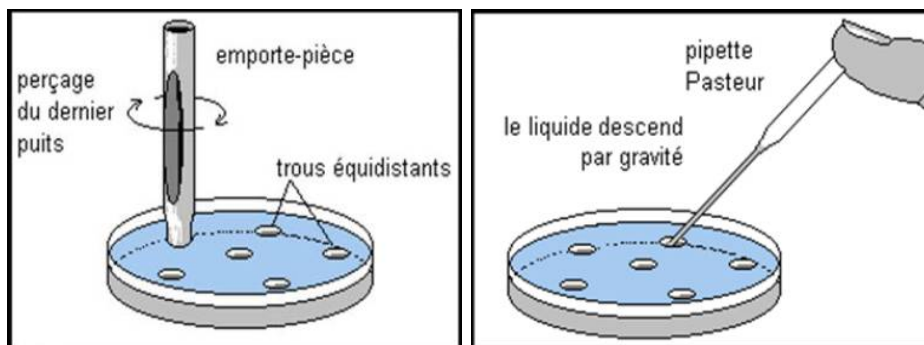


Figure 02 : Méthode d'obtention des puits sur le milieu de culture solide. (Source : Travaux pratiques en microbiologie, Univ. Lyon, URL : http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/biologie/ress/immuno/dif_imm.html).

2.7. Evaluation de la croissance mycélienne

Pour l'estimation de la croissance mycélienne, la technique utilisée est celle indiquée par Howell (2003). Cette méthode consiste à mesurer la croissance mycélienne linéaire journalière des colonies jusqu'au septième jour, selon la formule suivante:

$$L = (D - d) / 2$$

L : Croissance mycélienne (mm).

D : Diamètre de la colonie (mm).

d : Diamètre de l'explant (5mm).

Les moyennes de croissance mycélienne sont calculées par la formule suivante :

$$V(\text{mm/j}) = \sum (\text{Ln} - \text{Ln-1}) / n$$

V : Vitesse de croissance mycélienne (mm/j),

Ln , Ln-1 ... Croissances mycéliennes pendant le jour n.

Le taux d'inhibition (%), est calculé comme suit :

$$\text{TI} (\%) = (\text{Lt} - \text{L}) \times 100 / \text{Lt}$$

TI : Taux d' inhibition (%).

Lt : Croissance mycélienne journalière du témoin.

L : Croissance mycélienne journalière des isolats de *Foa* sous l'effet de l'extrait du végétal.

2.8. Analyse statistique

L'étude de la signification est effectuée avec le test de Kruskal-Wallis à 5% ($P < 0.05$) et à 1% ($P < 0.01$). L'analyse a été faite à l'aide du logiciel de stat appelé XLStat 2009.1.02, (AddinSoft, Etats-Unis). Le facteur étudié est l'inhibition antifongique, l'observation X_i est la croissance mycélienne et la sporulation représentée par des moyennes de croissance en mm/j et en conidies/ml respectivement, en présence ou en absence des extraits de la plante R'tem, et les variables sont les trois concentrations de l'extrait méthanolique de la plante.

3. Résultats

3.1. Rendement d'extrait

Les résultats obtenus pour les deux extraits de R'tem montrent que l'extrait méthanolique a un rendement de (32,5%) ; qui correspond à une masse de 20g.

3.2. Test de l'extrait en puits

L'effet des extraits méthanoliques de la plante R'tem (*Retama raetam* L.), dans le test d'extraits en puits, a un effet hautement significatif ($P < 0.01$), il y a une différence au niveau de la croissance mycélienne (Tableau 02 ; Figures 03, 04 et 05), ainsi que de la sporulation par rapport au témoin (Tableau 03).

Les valeurs du taux d'inhibition varient entre 22 et 62,6% sur la croissance mycélienne, et entre 17 et 70,6% sur la sporulation. Les extraits méthanoliques ont montré un taux d'inhibition important qui a atteint jusqu'à 62,6% sur la croissance mycélienne des colonies des souches de *Foa* (Figure 06) et a dépassé 70% sur la sporulation pour la concentration à 10-1 g/ml de l'extrait (Figure 07). L'extrait a révélé donc, une capacité d'inhibition de sporulation plus importante qu'un taux d'inhibition sur la croissance mycélienne (Figures 06 et 07).

Si on fait la comparaison entre les souches de *Foa*, on remarque une capacité antifongique très proche et similaire de ce l'extrait méthanolique a été observée sur la croissance mycélienne et la sporulation. Par contre, la comparaison dans l'aspect du taux d'inhibition, cet extrait a donné des valeurs d'inhibition plus importantes sur la croissance mycélienne que celle de la sporulation.

Tableau 02: Effet des extraits méthanoliques de la plante R'tem sur la croissance mycélienne de Foa.

Souches	F calculé	Témoin ($x \pm \delta$) mm/j	Par l'effet de l'Extrait ($x \pm \delta$) mm/j		
			10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
S1	10,19**	33,4 ^{bc}	12.5 ^{ab} ± 0.5	16.5 ^{abc} ± 0.5	26 ^{bc} ± 1
S2		34.3 ^{ab} ± 1.15	13 ^{ab} ± 1.5	15.5 ^b ± 1	24.5 ^a ± 0.5
S3		32,5 ^b ± 0.5	12.25 ^{ab} ± 0.5	14,5 ^{ab} ± 1	23.25 ^b ± 0.5

** : Effet hautement significatif ($P < 0.01$) ; x : Moyenne de croissance mycélienne en mm/j ; δ : Ecart-type; a, b, c : Groupes homogènes.

Tableau 03: Effet des extraits méthanoliques de la plante R'tem sur la sporulation de Foa.

Souches	F calculé	Témoin ($x \pm \delta$) $\times 10^4$ conidies/ml	Par l'effet de l'Extrait [$(x \pm \delta) \times 10^4$] conidies/ml		
			10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
S1	10,19**	3,4 ^b	1 ^b ± 0.15	2 ^{ab} ± 0.5	2.4 ^{ab} ± 0.3
S2		3,6 ^b ± 1	1,2 ^b ± 0.12	2 ^{ab} ± 1	2,2 ^{ab} ± 1
S3		3 ^b ± 1	1 ^b ± 0.25	2 ^b $\pm 0,5$	2,5 ^{ab} ± 0.5

** : Effet hautement significatif ($P < 0.01$) ; x : Moyenne de concentration en spores/ml ; δ : Ecart-type; a, b, c : Groupes homogènes.

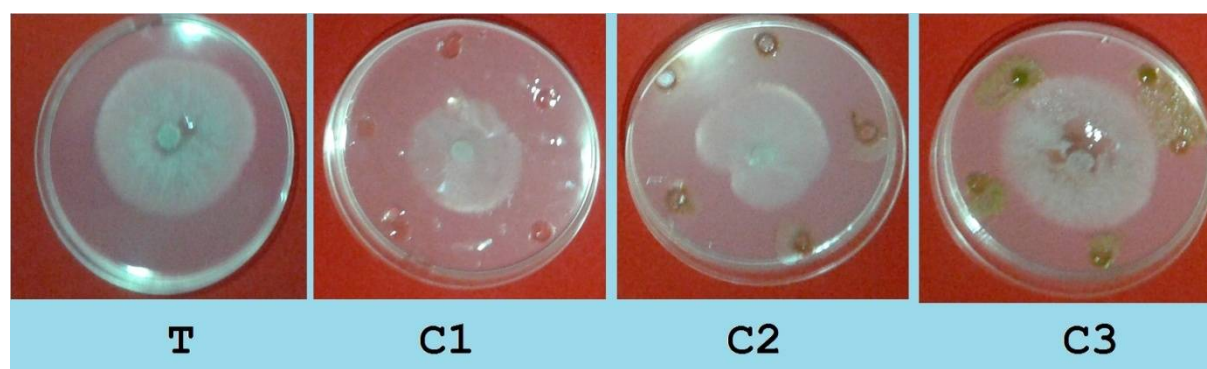


Figure 03: Colonies de la souche 1 de Foa sous l'effet des extraits méthanoliques par l'utilisation du test de l'extrait en puits. T : témoin ; C1, C2 et C3 : Concentrations de l'extrait méthanolique.

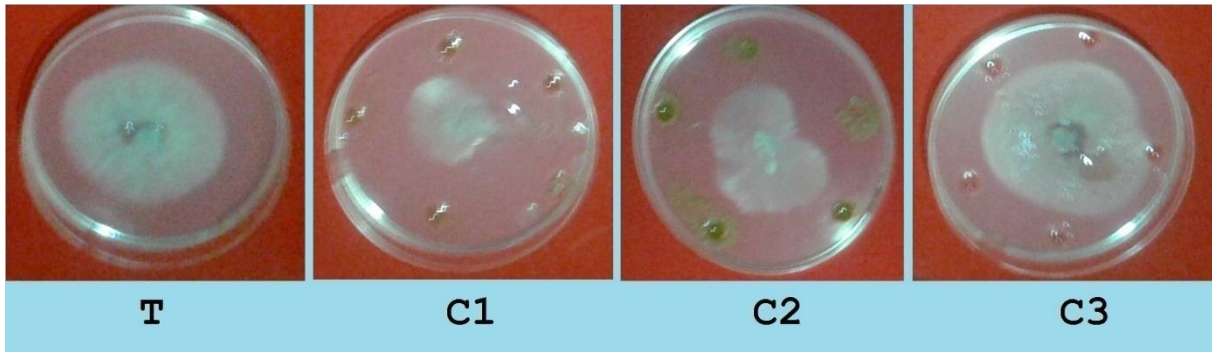


Figure 04: Colonies de la souche 2 de Foa sous l'effet des extraits méthanoliques par l'utilisation du test de l'extrait en puits. T : témoin ; C1, C2 et C3 : Concentrations de l'extrait méthanolique.

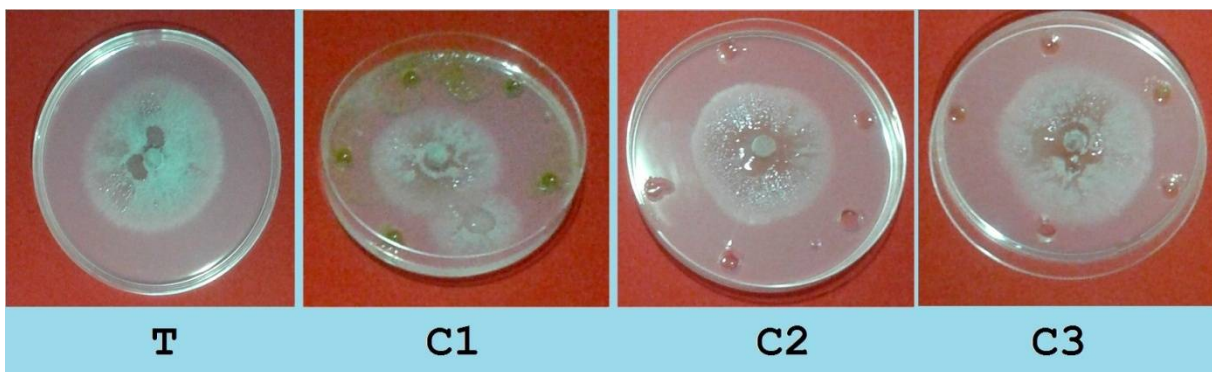


Figure 05: Colonies de la souche 3 de Foa sous l'effet des extraits méthanoliques par l'utilisation du test de l'extrait en puits. T : témoin ; C1, C2 et C3 : Concentrations de l'extrait méthanolique.

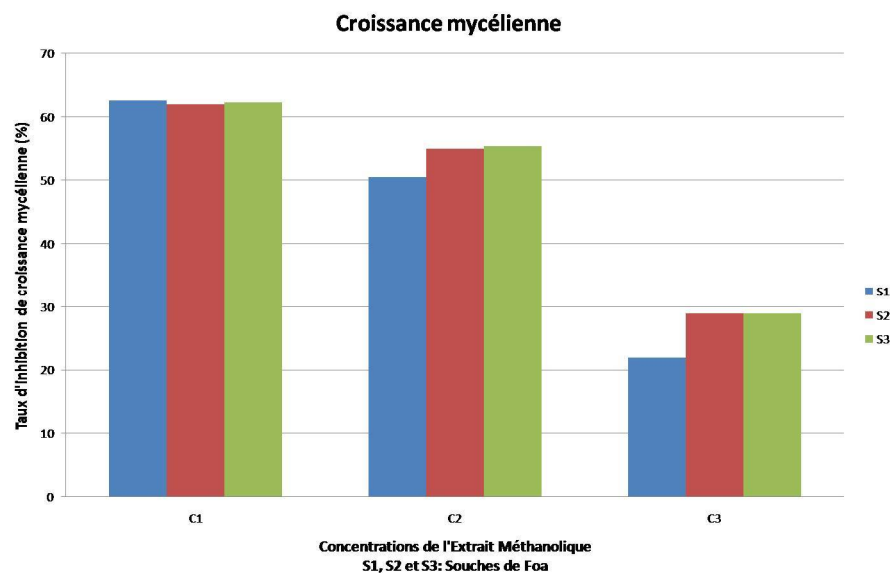


Figure 06: Taux d'inhibition de la croissance mycélienne des souches de Foa (S1, S2 et S3), sous l'effet des extraits méthanoliques par l'utilisation du test de l'extrait en puits. C1, C2 et C3 : Concentrations de l'extrait méthanolique.

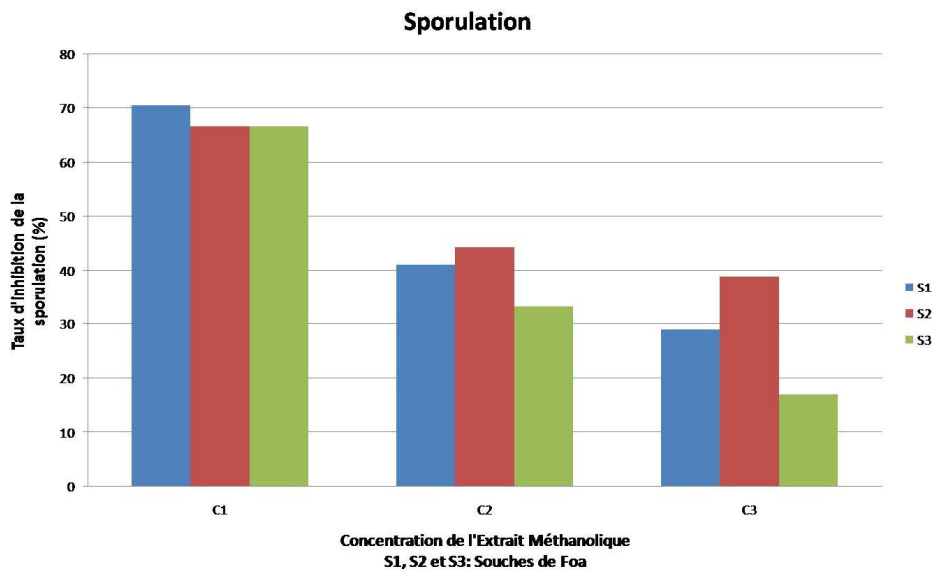


Figure 07: Taux d'inhibition de la sporulation des souches de Foa (S1, S2 et S3), sous l'effet des extraits méthanoliques par l'utilisation du test de l'extrait en puits. C1, C2 et C3 : Concentrations de l'extrait méthanolique.

4. Discussion

Ce travail a présenté la capacité antifongique de trois concentrations de l'extrait méthanolique de la plante de R'tem (*Retama raetam* (Forssk.) Webb & Berthel.), sur la croissance mycélienne et la sporulation de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albiedinis* (Foa), par l'utilisation du test d'extrait en puits. Les résultats ont révélé l'effet antifongique significatif des extraits par rapport au témoin. Cette signification a été traduite par les valeurs du taux d'inhibition de croissance mycélienne et de sporulation des souches de Foa (TI%). Les résultats obtenus ont montré un TI variant entre 22 et 62,6% sur la croissance mycélienne, et entre 17 et 70,6% sur la sporulation.

Plusieurs recherches rapportent des résultats similaires contre certains agents phytopathogènes par l'utilisation de l'extrait végétal méthanolique (Al-Rahmah et al., 2013 ; Béné et al., 2016).

Dans notre essai, les trois concentrations de l'extrait méthanolique de R'tem ont montré des valeurs du taux d'inhibition différentes. Les deux concentrations 10-1 et 10-2 g/ml ont montré des valeurs de TI importantes que celle de la troisième concentration 10-3 g/ml. Abushaala et al. (2017) ont montré que l'extrait du R'tem présente une importante capacité antifongique sur plusieurs espèces fongiques telluriques comme *Fusarium oxysporum*, *Fusarium sp.*, *F. solani*, *Aspergillus flavus*, *Alternaria alternata* ... etc.

Al-Rahmah et al. (2013) ont rapporté que le taux d'inhibition a arrivé jusqu'à 100% contre les agents de fonte de semis (*Pythium ultimum*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* ... etc.), par l'utilisation de l'extrait de la plante *Salvadora persica*.

L'importance des extraits de la plante *Retama raetam* contre les agents phytopathogènes a été rapportée par Edziri et al., (2010 ; 2012) contre les espèces fongiques de *Candida*, par Belabid et al. (2010) contre *Fusarium oxysporum* f. sp. *albiedinis*, agent de flétrissement vasculaire de la lentille.

5. Conclusion

Cette étude consistait à évaluer la capacité antifongique de l'extrait méthanolique de la plante R'tem (*Retama raetam*), collectée de la région de Taghit, w. Béchar, contre la croissance mycélienne et la sporulation de trois souches de *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* (Foa), agent de bayoud du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.), par l'utilisation du test d'extrait en puits. Un effet significatif a été observé de l'effet antifongique des concentrations de l'extrait méthanolique par rapport au témoin.

Les valeurs du taux d'inhibition varient entre 22 et 62,6% sur la croissance mycélienne, et entre 17 et 70,6% sur la sporulation. En comparaison, cet extrait a donné des valeurs d'inhibition plus importantes sur la croissance mycélienne que celle sur la sporulation.

En perspective, cette étude ouvre la porte pour intégrer ce type de lutte par l'utilisation des extraits des végétaux comme une nouvelle stratégie de lutte contre cette contrainte majeure du palmier dattier.

6. Remerciements

Ce travail fait partie du projet de recherche FNR (Fond National de Recherche) par CRSTRA. Ce projet est 'Bayoud-Caract -FNR-2015-19-Phoenix'.

7. Références bibliographiques

- Abushaala FA, Benramadan AR, Fahej MAS (2017) *In vitro* antifungal activity of some plant extract against seed-borne pathogens. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS) 10(04) : 49-57.
- Alabouvette C (1999) *Fusarium* wilt suppressive soils: an example of disease suppressive soils. *Australasian Plant Pathol.*, 28:47-64.
- Al-Rahmah AN, Mostafa AA, Abdel-Majeed A, Yakout SM, Hussein SA (2013) Fungicidal activities of certain methanolic plant extracts against tomato phytopathogenic fungi. *African Journal of Microbiology Research* 07(06) : 517-524.
- Belabid L, Simoussa L, Bayaa B (2010) Effect of some plant extracts on the population of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis*, the causal organism of lentil wilt. *Advances Environmental Biology* 04(1): 95-100.
- Béné K, Fofié NGBY, Gnahoué G, Camara D, Zirihi GN (2016) Etude botanique et activité antifongique *in vitro* sur *Trichophyton mentagrophytes de Bersama abyssinica* Fresen. (Melianthaceae).
- Benzohra IE, Megateli M, Elayachi BA, Zekraoui M, Djillali K, Bouafia A, Benouis S, Benaziza A, Rekis A (2017) Integrated management of Bayoud disease on date palm (*Phoenix dactylifera* L.) caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* in Algeria. *Journal Algérien des Régions Arides* 14: 93-100.
- Bougueddoura N, Bennaceur M, Babahani S, Benziouche SE (2015) Date palm status and perspective in Algeria. Chapter 4 in Book : J.M. Al-Khayri *et al.* (eds.), *Date Palm Genetic Resources and Utilization: Volume 1: Africa and the Americas*, DOI 10.1007/978-94-017-9694-1_4
- Bowers JH, Locke JC (2000) Effect of botanical extracts on the population density of *Fusarium oxysporum* in soil and control of *Fusarium* wilt in the greenhouse. *Plant Disease* 84:300-305.

- Coulibaly K, Zirihi GN, Amari ASG (2010) Evaluation de l'activité anticandidosique des extraits hydro- alcooliques d'écorces de huit espèces ligneuses commerciales, de la forêt de Mopri, Tiassalé (Côte d'Ivoire). *Ethnopharmacology* 46: 81-86.
- Djerbi M (2003) *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedini*. OEPP/EPPO Bulletin 33 : 245–247.
- Doumbouya M, Kouabenan A, Lepengue AN, Camara B, Kanko K, Aidara D, Kone D (2012) Activités comparées in vitro de deux fongicides de synthèse et de deux huiles essentielles, sur des champignons telluriques des cultures maraichères en Côte d'Ivoire. *J. Appl. Bioscience* 50 : 3520-3532.
- Edziri H, Mastouri M, Cheraif I, Aouni M (2010) Chemical composition and antibacterial, antifungal and antioxidant activities of the flower oil of *Retama raetam* (Forssk.) Webb from Tunisia. *Natural Products Research* 24: 789-96.
- Edziri H, Mastouri M, Mahjoub MA, Mighri Z, Mahjoub A, Verschaeve L (2012) Antibacterial, antifungal and cytotoxic activities of two flavonoids from *Retama raetam* flowers. *Molecules* 17: 7284-7293.
- Favel A, Steinmetz MD, Regli P (1994) *In vitro* antifungal activity of triterpenoid saponins. *Planta Med.* 60: 50-53.
- Garibaldi A, Guglielmo L, Gullino ML (1990) Rhizosphere competence of antagonistic *Fusaria* isolated from suppressive soils. *Symbiosis* 09:401–404.
- Haddouchi F, Zerhouni K, Sidi-Yekhelef A, Chaouche TM (2016) Evaluation de l'activité antimicrobienne de différents extraits d'*Helichrysum stoechas* subsp. *rupestre*. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de liège* 85 : 152-159.
- Hadian J, Mirjalili MH, Kanani MR, Salehnia A, Ganjipoor P (2011) Phytochemical and morphological characterization of *Satureja khuzistanica* Jamzad populations from Iran. *Chem. Biodivers.* 08 : 902–915.
- Hamrouni A (2001) *Conservation des zones humides littorales et des écosystèmes côtiers du Cap-bon*. Rapport de diagnostic des sites .partie relative à la flore et la végétation .République Tunisienne. Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire .agence de protection et d'aménagement du littoral. 38p.
- Hibar K, Daami-Remadi M, El Mahjoub M (2007) Effets de certains fongicides de synthèse et biologiques sur la croissance mycélienne et l'agressivité de *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Tropicicultura* 25 (3): 146-152.
- Howell CR (2003) Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. *Plant Disease* 87: 04-10.
- Kutzner HJ (1981) The family of streptomycetaceae. In : the prokaryotes. Starr MP, Stolp H, Struper HG, Balaws A, Schlegel HG (eds.). *A Handbook on Habitats, isolation and identification of Bacteria*. Vol. 02 Springer Verlag, Berlin : 2028-2090.
- Mittler R, Rizhsky L (2000) Transgene-induced lesion mimic. *Plant Molecular Biology* 44: 335–344. E Lam, H Fukuda, J. Greenberg (Eds.), *Programmed Cell Death in Higher Plants*. © 2000 *Kluwer Academic Publishers*. Printed in the Netherlands.
- Mittler R (2002) Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science* 07 (9) : 405-410.
- Oei P (2005) *La culture des champignons à petite échelle : pleurotes, shiitakes et auriculaires*. Wageningen, Pays-Bas : Fondation Agromisa, CTA.
- Rosato A, Vitali C, De Lanrentis N, Domenico A (2007) Antibacterial effect of some essential oils administered alone or in combination with Norfloxacin. *Phytomedicine* 14(11):727-732.

- Saaidi M (1990) Amélioration génétique du *palmier dattier*. Critères de sélection, techniques et résultats. In : Dollé V., Toutain G. Les systèmes agricoles *oasiens*. Montpellier (France) : CIHEAM-IAMM. p. 133-154. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens, n. 11). Les Systèmes Agricoles Oasiens, 1988/11/19-21, Tozeur (Tunisie).
- Sedra MyH (1994) Evaluation de la résistance à la maladie du Bayoud causé par *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* chez le palmier dattier: Recherche d'une méthode fiable d'inoculation expérimentale en pépinière et en plantation. *Agronomie* 14:445–452.
- Sedra MyH, Besri M (1994) Evaluation de la résistance au Bayoud du palmier dattier causé par *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*: Recherche d'une méthode de discrimination des vitroplants acclimatés en serre. *Agronomie* 14:467–472.
- Sedra MyH (2005a) La maladie du Bayoud du palmier dattier en Afrique du Nord : Diagnostic et caractérisation. Actes du Symposium International sur le Développement Durable des Systèmes Oasiens. Maroc. pp : 26-34.
- Sedra MyH (2005b) Caractérisation des clones sélectionnés du palmier dattier et prometteurs pour combattre la maladie du Bayoud. Actes du Symposium International sur le Développement Durable des Systèmes Oasiens. Maroc. pp : 72-79.
- Soro D, Koné MW, Kamanzi K (2010) Evaluation des activités antimicrobiennes et anti-radicaux libres de quelques taxons bioactifs de Côte d'Ivoire, 40: 307-317.