



المجلة الجزائرية للمناطق الجافة

## Journal Algérien des Régions Arides (JARA)

Algerian Journal of Arid Regions

## Research Paper

## Abondance et diversité de la mycoflore associée à *Hyoscyamus muticus* L. subsp. *falezlez* (Coss.) Maire; une plante médicinale de la région d'Adrar

Abundance and diversity of mycoflora associated with *Hyoscyamus muticus* L. subsp. *falezlez* (Coss.) Maire; a medicinal plant from Adrar region

S. AYARI-GUENTRI<sup>1,2\*</sup>, N. DJEMOUAI<sup>1,3,4</sup>, R. GACEB-TERRAK<sup>1</sup> et F. RAHMANIA<sup>1</sup>

1. Laboratoire de Recherche sur les Zones Arides (LRZA), Faculté des Sciences Biologiques, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (USTHB), BP32 El-Alia, 16111 Bab Ezzouar, Alger, Algérie.

2. Faculté des Sciences, Département des Sciences de la Nature et de la Vie, Université d'Alger 1 02. Didouche Mourad, Alger, Algérie.

3. Laboratoire de Biologie des Systèmes Microbiens (LBSM), Ecole Normale Supérieure de Kouba, B.P. 92, 16 050 Kouba, Alger, Algérie.

4. Département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre, Université de Ghardaïa, BP 455, Ghardaïa 47000, Algérie.

Received: 30 November 2019 ; Accepted: 28 January 2020, Published: 20 February 2020

## Abstract

*Hyoscyamus muticus* L. subsp. *falezlez* (Coss) Maire is an endemic Saharan plant of the Solanaceae family; it is a medicinal plant frequently used by the population of southern Algeria, particularly in Adrar. The objective of our work is to contribute to the knowledge of the subspecies *H. muticus* L. subsp. *falezlez* by studying the cultivable mycoflora associated with the rhizospheric and near rhizosphere soils. The method of isolation of the fungal flora associated with the rhizospheric and near-rhizosphere soils of the studied plant is the suspensions-dilutions and spreading on the surface of the appropriate culture medium. The results of the microbiological analysis revealed the presence of three fungal genera: *Aspergillus*, *Penicillium* and *Cladosporium*. In the rhizosphere and the soil near the rhizosphere, the genus *Aspergillus* was the most abundant, the genus *Penicillium* was less present and we note the absence of the genus *Cladosporium* in the rhizosphere. The presence of fungal strains in the rhizosphere and the soil close to the rhizosphere can be explained by their role in protecting the plant against pathogenic microorganisms and also in improving the growth of plants.

**Key Words:** *H. muticus* L. subsp. *falezlez* (Coss) Maire, filamentous fungi, Adrar.

## Résumé

*Hyoscyamus muticus* L. subsp. *falezlez* (Coss) Maire est une plante de la famille des Solanaceae endémique du Sahara; il s'agit d'une essence médicinale fréquemment utilisée par la population du Sud algérien, cas d'Adrar. L'objectif de notre travail est de contribuer à la connaissance de la sous-espèce *H. muticus* L. subsp. *falezlez* en étudiant la mycoflore cultivable associée aux sols rhizosphériques et proche de la rhizosphère. La méthode d'isolement de la flore fongique associée aux sols rhizosphériques et proche de la rhizosphère de la plante étudiée est celle des suspensions-dilutions et étalement en surface sur milieu culture approprié. Les résultats des analyses microbiologiques ont révélé la présence de trois genres fongiques: *Aspergillus*, *Penicillium* et *Cladosporium*. Dans la rhizosphère et le sol proche de la rhizosphère, le genre *Aspergillus* est le plus abondant, le genre *Penicillium* est moins présent et on note l'absence du genre *Cladosporium* dans la rhizosphère. La présence des souches fongiques dans la rhizosphère et le sol proche de la rhizosphère peut être expliquée par leurs rôles dans la protection de la plante contre les microorganismes pathogènes et aussi dans l'amélioration la croissance de la plante.

**Mots Clés:** *H. muticus* L. subsp. *falezlez* (Coss) Maire, champignons filamenteux, Adrar.

\* Corresponding author : Sofia AYARI-GUENTRI

E-mail address: sofiaquentri.o@gmail.com



## 1. Introduction

La situation biogéographique de l'Algérie entre la méditerranée et l'Afrique sub-saharienne explique sa diversité végétale. Les ressources végétales sont importantes pour le maintien de l'équilibre écologique et aussi pour l'économie; ces ressources sont réparties dans les côtes, les montagnes, les steppes et le Sahara, ce dernier est connu par sa diversité floristique qui renferme de nombreuses espèces qui contiennent des composés phénoliques de grand intérêt économique (Ozenda 1977).

Le genre *Hyoscyamus* fait partie de la famille des Solanaceae, il comporte environ 20 espèces (Feinbrun-Dothan 1978). En Algérie, ce genre est représenté par 3 espèces : *H. albus* L., *H. niger* L. et *H. muticus* L., et une sous espèce *H. muticus* L. subsp. *falezlez* (Coss.) Maire (Quezel et Santa 1963). Les espèces de ce genre sont très utilisées dans la médecine traditionnelle pour traiter les maux de tête, les douleurs articulaires, les dommages oculaires, les crampes musculaires, les blessures récentes, les maladies des reins, les hémorroïdes, les palpitations, l'anxiété, les mycoses et les pédiculoses (Hammiche et Maiza 2006 ; Hammiche et al. 2013 ; Ramdane et al. 2015).

Nous nous sommes intéressées à l'étude de la mycoflore rhizosphérique et proche de la rhizosphère d'*H. muticus* L. subsp. *falezlez* (Coss.) Maire vu son rôle important dans le maintien du système sol-plante et afin de comprendre le pouvoir de cette sous espèce de pousser et de proliférer dans des palmeraies dont le sol est infesté par un champignon tellurique *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*, agent causal de la fusariose vasculaire du palmier dattier (le bayoud).

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Présentation de la zone d'étude

La wilaya d'Adrar qui s'étend sur une superficie de 427 968 km<sup>2</sup> se situe à l'extrême Sud Ouest de l'Algérie, à 1 500 km d'Alger. Elle est limitée au Nord par la wilaya d'El Bayadh, au Nord-Ouest par la wilaya de Bécharr, à l'Ouest par la wilaya de Tindouf, au Sud-Ouest par la Mauritanie, au Sud par le Mali, au Sud-Est par la wilaya de Tamanrasset et à l'Est par la wilaya de Ghardaïa.

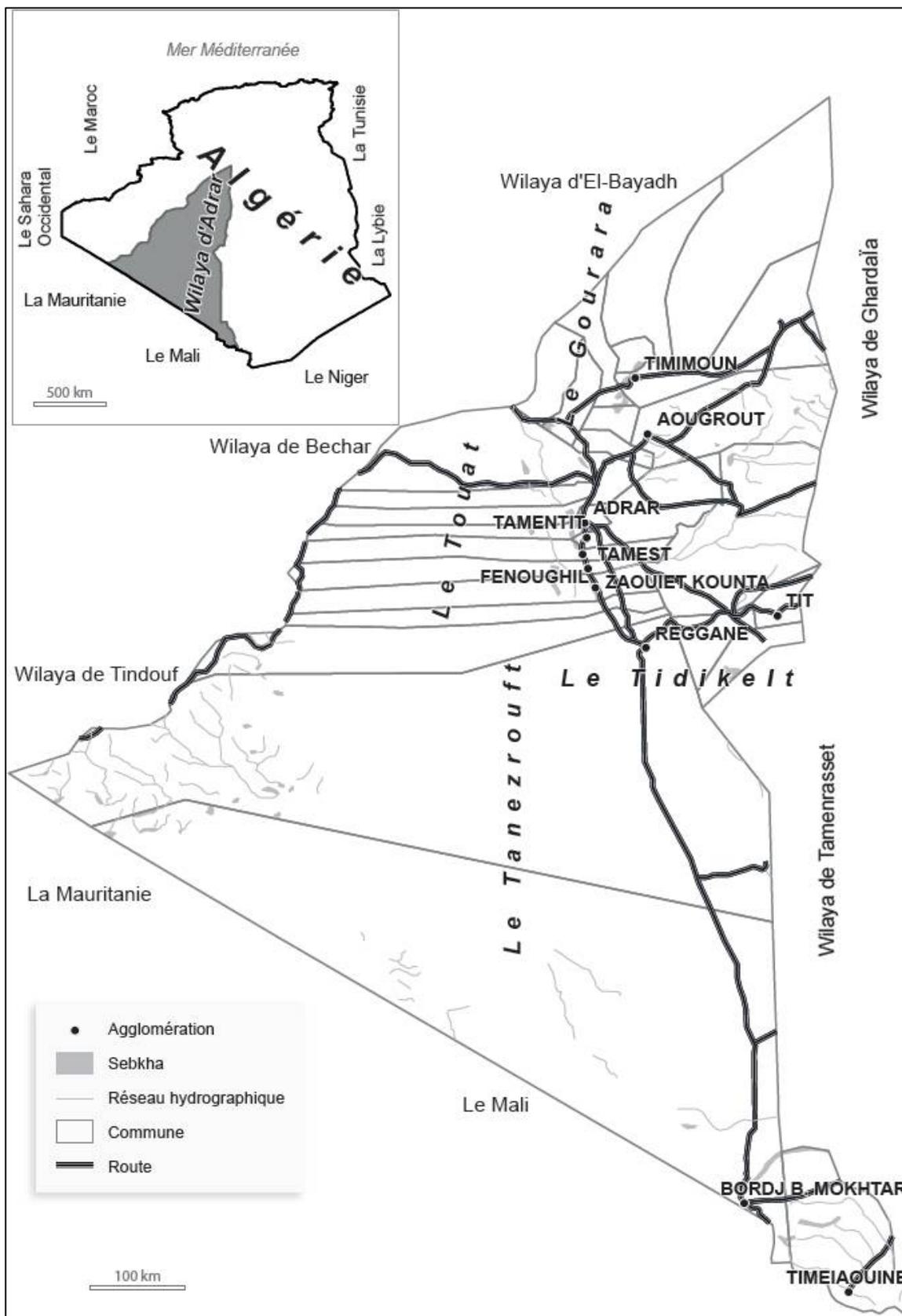
La wilaya d'Adrar est composée de quatre grandes régions: le Gourara (région de Timimoun), le Touat (région d'Adrar), le Tidikelt (région d'Aoulef) et le Tanezrouft (région de Bordj Badji Mokhtar) (Fig.1).

### 2.2. Matériel biologique

#### 2.2.1. Collecte du sol rhizosphérique et sol proche de la rhizosphère

Le sol rhizosphérique et le sol proche de la rhizosphère d'*Hyoscyamus muticus* L. subsp. *falezlez* ont été soigneusement prélevés dans la station expérimentale de l'Institut National De La Recherche Agronomique (INRA) d'Adrar et tout particulièrement au niveau des individus se trouvant à proximité de palmeraies bayoudées dont le sol est infesté de *Fusarium oxysporum* fsp. *albedinis*, agent causal de la fusariose vasculaire du palmier dattier.

Trois prélèvements ont été effectués aseptiquement, le sol et les racines avec leurs sols adhérent sont conservés dans des sachets de conditionnement stériles (L x l : 200 x 145 mm). Ces derniers sont placés dans une glacière puis directement acheminés vers le laboratoire ou ils sont conservés à une température de 4°C pour subir les différentes analyses ciblées (Barillot et al. 2012).



**Figure 1:** Situation géographique de la région d'étude (d-maps.com), partiellement modifiée.

### 2.3. Etude de la mycoflore associée à *Hyoscyamus muticus* L. subsp. *falezlez*

#### 2.3.1. Isolement et dénombrement des champignons filamenteux

La méthode d'isolement de la flore fongique associée aux sols rhizosphériques et proche de la rhizosphère d'*Hyoscyamus muticus* L. subsp. *falezlez* est celle des suspensions-dilutions (Rapilly 1968) et étalement en surface sur le milieu de culture approprié pour ces microorganismes. Pour chaque échantillon de sol (rhizosphérique ou proche de la rhizosphère), on prépare des suspensions mères en mélangeant 1 g de sol dans 9 mL d'eau distillée stérile, on effectue ensuite une bonne agitation à l'aide d'un vortex. A partir des suspensions mères préparées, on réalise différentes dilutions ( $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  et  $10^{-4}$ ).

Le dénombrement des champignons filamenteux dans les différents échantillons de sol se fait par étalement sur milieu de culture Potato-Dextrose-Agar (PDA) coulé en boîtes de Pétri. Dans chaque boîte, on dépose un volume de 0,1 mL d'une dilution et trois essais sont effectués pour chacune d'elles. Les boîtes sont incubées à  $28 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant 3 à 7 jours. Toutes les colonies obtenues sont repiquées plusieurs fois en mettant les disques des moisissures au centre de boîte de Pétri sur milieu PDA jusqu'à l'obtention des souches pures. Les souches pures sont conservées dans des tubes à essai contenant du milieu PDA incliné et conservées à  $4^\circ\text{C}$ . L'étude morphologique (caractères macroscopiques et microscopiques) des souches fongiques isolées a été réalisée sur le milieu Czapek-Yeast-Agar (CYA).

#### 2.3.2. Caractérisation morphologique des souches fongiques isolées

Les souches fongiques filamenteuses isolées à partir du sol rhizosphérique et du sol proche de la rhizosphère d'*H. muticus* L. subsp. *falezlez* puis purifiées ont été décrites morphologiquement en utilisant la clé de détermination des champignons de Barnett et Hunter (1973) afin de définir les genres auxquels elles appartiennent.

### 3. Résultats

#### 3.1. Mycoflore fongique

##### 3.1.1. Dénombrement des isolats fongiques

Les résultats mentionnés dans les tableaux 1 et 2, montrent que le nombre d'isolats fongiques est important et proche dans les deux sols analysés. Nous avons pu isoler et purifier 47 souches fongiques du sol rhizosphérique et 49 souches fongiques du sol proche de la rhizosphère. Ce résultat corrobore avec celui obtenu par El-Zayat et al. (2008) où ils ont montré que la rhizosphère d'*H. muticus* L. est colonisée par un nombre important d'espèces fongiques et de champignons endophytes.

La richesse en souches fongiques dans les deux sols peut être expliquée par le fait que le sol du Sahara est pauvre en éléments nutritifs (azote et carbone) ; la plante peut compenser ce déficit par la libération de métabolites secondaires dans la rhizosphère qui ont pour but d'attirer les microorganismes (dont les champignons) qui augmentent sa capacité à obtenir les sources d'azote et de carbone (Grayston et al. 1998).

##### 3.1.2. Identification morphologique

###### 3.1.2.1. Etude macroscopique

Les caractères macroscopiques des différentes souches fongiques types isolées ont été étudiés sur le milieu Czapek-Yeast-Agar (CYA), le plus utilisé à cet effet. L'aspect macroscopique des isolats fongiques purifiés prend en compte les caractéristiques du thalle (texture et couleur) et des spores (forme, taille et couleur), la couleur du revers de la colonie et la présence ou l'absence de pigments caractéristiques. Les caractéristiques phénotypiques des différentes souches fongiques purifiées sont récapitulées ci-après (Fig.2).

**Tableau 1:** Dénombrement de champignons filamenteux isolés de sol rhizosphérique et de sol proche de la rhizosphère d'*H. muticus* L. subsp. *falezlez* sur milieu PDA.

| Sol rhizosphérique                      |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|
| Le nombre de souches fongiques (UFC/mL) |        |        |        |
| Echantillons \ Dilutions                | 1      | 2      | 3      |
| 10 <sup>-2</sup>                        | 16 ± 1 | 15 ± 3 | 14 ± 3 |
| 10 <sup>-3</sup>                        | 4 ± 1  | 4 ± 1  | 3 ± 1  |
| 10 <sup>-4</sup>                        | 1 ± 1  | 1 ± 1  | 1 ± 1  |
| Sol proche de la rhizosphère            |        |        |        |
| Echantillons \ Dilutions                | 1      | 2      | 3      |
| 10 <sup>-2</sup>                        | 15 ± 3 | 13 ± 2 | 13 ± 3 |
| 10 <sup>-3</sup>                        | 3 ± 1  | 2 ± 1  | 2 ± 1  |
| 10 <sup>-4</sup>                        | 1 ± 1  | 1 ± 1  | 1 ± 1  |

**Tableau 2:** Totalité des souches fongiques isolées de la rhizosphère et du sol proche de la rhizosphère d'*H. muticus* L. subsp. *falezlez*.

| Souche représentative | Souches présentant les mêmes caractères morphologiques   |
|-----------------------|--|
| CR1                   | CR5, CR6, CR7, CR10, CR24, CR26, CR33, CR38, CS46, CS55, CS61, CS67, CS70, CS71, CS72, CS75, CS78, CS80, CS 84, CS91, CS92, CS95                     |
| CR17                  | CR20, CR44, CS54, CS59, CS 68, CS 74, CS81, CS94   |
| CR19                  | CR2, CR4, CR12, CR22, CR41, CS52, CS87   |
| CR25                  | CR3, CR11, CR16, CR21, CR23, CR27, CR30, CR32, CR35, CR37, CR39, CR42, CR45, CR47, CS50, CS58, CS62, CS64, CS69, CS73, CS76, CS77, CS82, CS90, CS93. |
| CS48                  | CR13, CR15, CR28, CS53, CS66, CS79   |
| CS60                  | CR8, CR14, CR29, CR36, CR40, CS65, CS88  |
| CS73                  | CR9, CR25, CS49, CS60, CS64  |
| CS83                  | CR34, CS48, CS56, CS57, CS63, CS83   |
| CS89                  | -  |
| CS96                  | CR18, CR31, CR34, CR43, CS66, CS85, CS89.  |

CR: Champignons de la rhizosphère et CS : champignons proche de la rhizosphère

### 3.1.2.2. Etude microscopique

L'étude microscopique est basée sur l'observation des structures caractéristiques, la nature du conidiophore et les cellules conidiogènes de chaque isolat fongique purifié avec et sans coloration au bleu coton au lactophenol. L'ensemble des résultats est mentionné dans Tableau 3 et Fig.3.

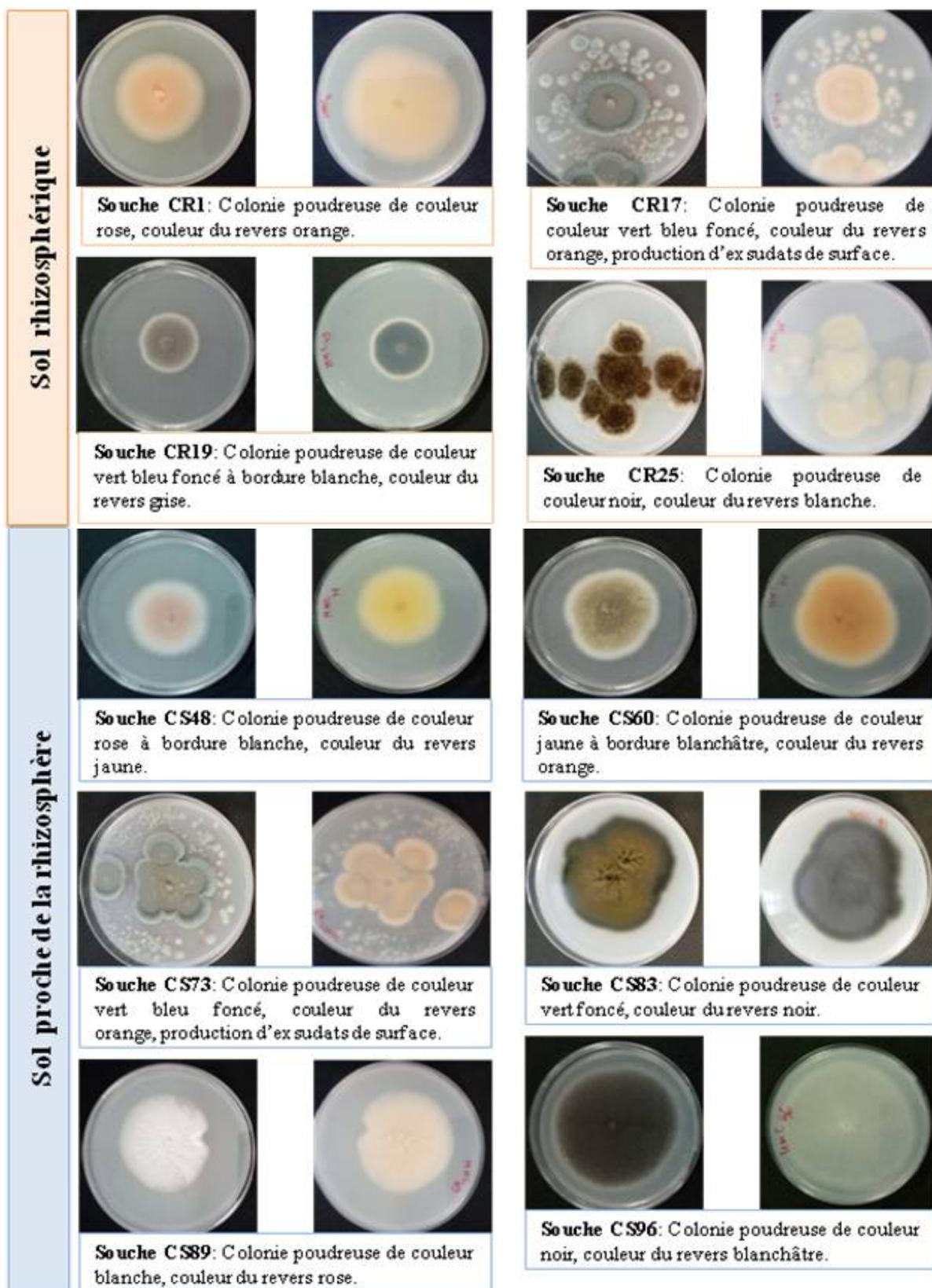
Ces résultats montrent que les souches fongiques isolées de la rhizosphère et du sol proche de la rhizosphère d'*H. muticus* L. subsp. *falezlez* appartiennent aux genres suivants : *Aspergillus*, *Penicillium* et *Cladosporium*. Dans ces trois genres fongiques, cinq espèces ont été identifiées : *Aspergillus* section *Terrei*, *Aspergillus* section *Nigri*, *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. et *Cladosporium* sp. Leur répartition selon le type de sol analysé est la suivante :

- Dans le sol rhizosphérique : 2 genres et 3 espèces, le genre *Aspergillus* avec les sections *Terrei* et *Nigri* et le genre *Penicillium*.
- Dans le sol proche de la rhizosphère : 3 genres et 5 espèces, le genre *Aspergillus* avec les sections *Terrei* et *Nigri* et les genres *Penicillium* sp. et *Cladosporium* sp.

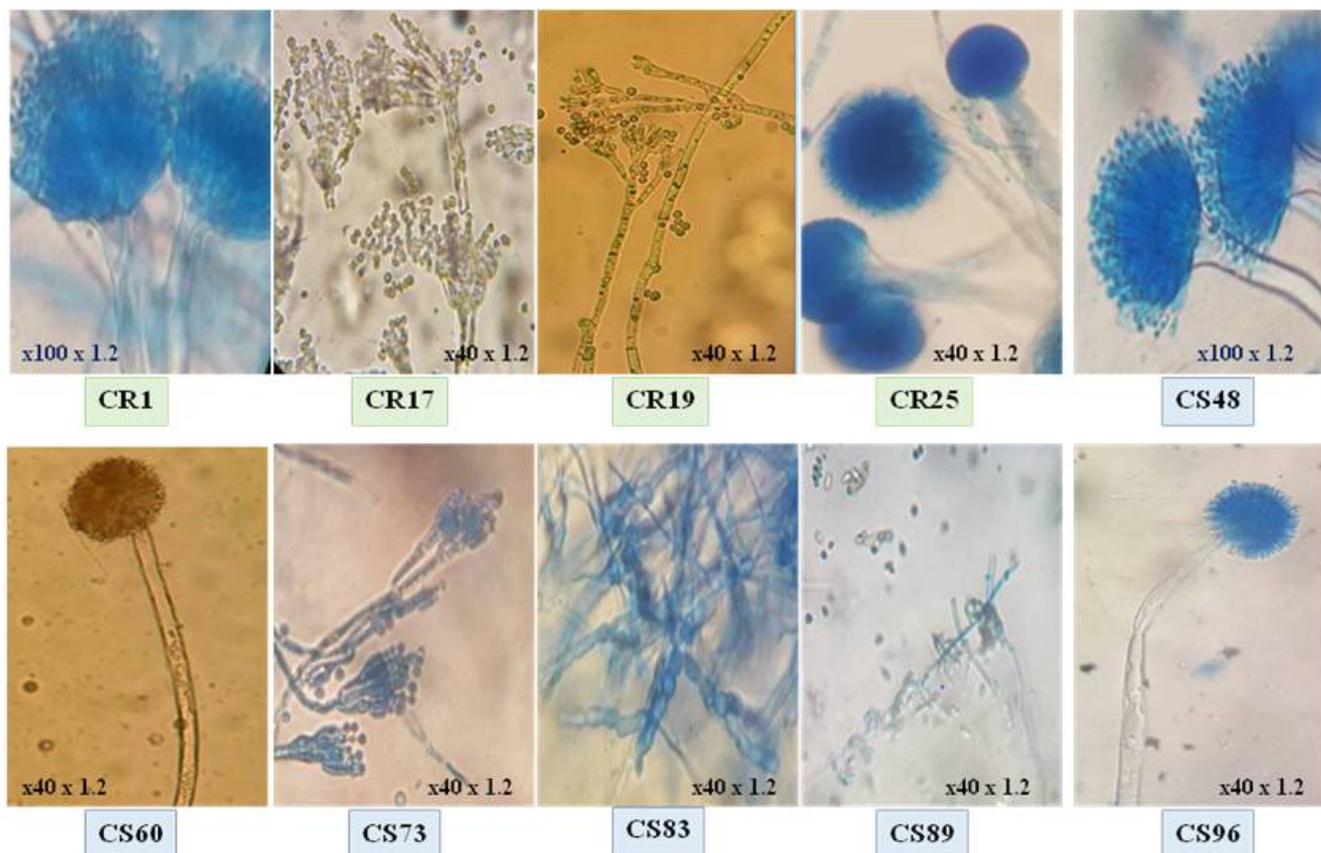
**Tableau 3:** Aspects microscopiques des souches fongiques isolées à partir du sol rhizosphérique et celui proche de la rhizosphère d'*H. muticus* L. subsp. *falezlez*.

| Sol                      | Souche | Caractères microscopiques et genre identifié   | Genre identifié                          |
|--------------------------|--------|--|--|
| Rhizosphérique           | CR1    | Conidiophore lisse, incolore et se termine par une vésicule dont la forme est massue, les phialides sont disposées sur la métule et leur implantation est limitée à la surface supérieure de la vésicule, les conidies sont globuleuses et de taille homogène, les cellules conidiogènes sont bisériées. | <i>Aspergillus</i> section <i>Terrei</i> |
|                          | CR17   | Conidiophore non cloisonné, lisse, de couleur verte et ramifié. Conidiophore en forme de pinceau bi-verticillé. Les conidiospores sont arrondies et de taille moyenne.   | <i>Penicillium</i> sp.                   |
|                          | CR19   | Conidiophore non cloisonné, lisse, de couleur verte et ramifié. Conidiophore en forme de pinceau tri-verticillé. Les conidiospores sont arrondies et de taille moyenne.  | <i>Penicillium</i> sp.                   |
|                          | CR25   | Conidiophore lisse, long, incolore et se termine par une vésicule dont la forme est arrondie, les phialides sont directement disposées sur la vésicule et leur implantation est tout au tour de cette vésicule, les conidies sont globuleuses, les cellules conidiogènes sont unisériées.                | <i>Aspergillus</i> section <i>Nigri</i>  |
| Proche de la rhizosphère | CS48   | Conidiophore lisse, incolore et se termine par une vésicule dont la forme est massue, les phialides sont disposées sur la métule et leur implantation est limitée à la surface supérieure de la vésicule, les conidies sont globuleuses et de taille homogène, les cellules conidiogènes sont bisériées. | <i>Aspergillus</i> section <i>Terrei</i> |
|                          | CS60   | Conidiophore lisse, long, incolore et se termine par une vésicule dont la forme est arrondie, les phialides sont directement disposées sur la vésicule et leur implantation est toute au tour de cette vésicule, les conidies sont globuleuses, les cellules conidiogènes sont unisériées.               | <i>Aspergillus</i> sp.                   |
|                          | CS73   | Conidiophore non cloisonné, lisse, de couleur verte et ramifié. Conidiophore en forme de pinceau bi-verticillé. Les conidiospores sont arrondies et de taille moyenne.   | <i>Penicillium</i> sp.                   |
|                          | CS83   | Mycélium cloisonné, conidies en forme globulaires.   | <i>Cladosporium</i> sp.                  |
|                          | CS89   | -  | Non identifié                            |
|                          | CS96   | Conidiophore lisse, long, incolore et se termine par une vésicule dont la forme est arrondie, les phialides sont directement disposées sur la vésicule et leur implantation est tout au tour de cette vésicule, les conidies sont globuleuses, les cellules conidiogènes sont unisériées.                | <i>Aspergillus</i> section <i>Nigri</i>  |

CR : champignons de la rhizosphère et CS : champignons proche de la rhizosphère



**Figure 2:** Aspects macroscopiques des souches fongiques isolées et purifiées à partir du sol rhizosphérique et celui proche de la rhizosphère d'*H. muticus* L. subsp. *falezlez* sur milieu CYA. CR : champignons de la rhizosphère et CS : champignons proche de la rhizosphère.



**Figure 3:** Aspects microscopiques des souches fongiques isolées à partir du sol rhizosphérique et celui proche de la rhizosphère d'*H. muticus* L. subsp. *falezlez*. CR : champignons de la rhizosphère et CS : champignons proche de la rhizosphère.

#### 4. Discussion

Dans les deux sols étudiés, les espèces *Aspergillus* section *Nigri* et *Aspergillus* section *Terrei* ont été isolées à haute fréquence, suivies par les genres *Penicillium* et *Cladosporium* qui sont en présence modérée. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par El-Zayat et al. (2008), leur étude sur la mycoflore associée à *H. muticus* L. montre une dominance du genre *Aspergillus* dans le sol rhizosphérique. L'abondance du genre *Aspergillus* dans la rhizosphère d'*H. muticus* L. subsp. *falezlez* est en rapport avec sa physiologie. La croissance de ce genre est liée à une large gamme de température optimale entre 25°C et 40°C et la température minimale de croissance est basse à environ 10°C par rapport aux autres champignons (Klich 2002). Ce genre fongique est adapté à l'environnement aride et aux conditions du désert pour lesquelles de grandes différences entre les températures minimales et maximales du sol sont généralement observées.

Dans la mycoflore du sol d'*H. muticus* L. des champignons pathogènes peuvent l'infecter et causer certaines maladies (Shukla et al. 1988), aussi des champignons non pathogènes sont trouvés dans le sol de la rhizosphère et dans le sol non rhizosphérique de cette espèce (El-Zayat et al. 2008).

Dans notre étude, nous avons recherché les deux types de champignons pathogènes et non pathogènes dans le sol rhizosphérique et celui proche de la rhizosphère d'*H. muticus* L. subsp. *falezlez*. Nos résultats montrent la présence des genres fongiques non pathogènes avec l'abondance du genre *Aspergillus*, les genres *Penicillium* et *Cladosporium* étant moins fréquents.

Les genres fongiques non pathogènes identifiés dans la rhizosphère d'*H. muticus* L. subsp. *falezlez* comme : *Aspergillus*

section *Nigri* et *Penicillium* sp. peuvent contribuer à la solubilisation du phosphate tricalcique et augmenter son absorption par la plante (Wahid et Mehana 2000). Selon Eparvier et al. (1991), les champignons filamenteux telluriques peuvent avoir un rôle dans le biocontrôle et protéger les plantes des microorganismes pathogènes.

## 5. Conclusion

Cette étude porte sur l'isolement et l'identification partielle des champignons qui nichent dans le sol rhizosphérique et celui proche de la rhizosphère d'*H. muticus* L. subsp. *falezlez* (Coss.) Maire. Même si cette sous espèce croit proche des zones infectées par *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*, nous n'avons pas pu isoler le genre *Fusarium* et particulièrement celui responsable de la fusariose vasculaire du palmier dattier. Cette non présence pourrait être attribuée aux propriétés médicinales de cette plante et à la spécificité de l'agent causal par rapport à son hôte.

## 6. Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier le défunt professeur Nasserine Sabaou pour sa générosité et son implication dans la réalisation de ce travail. Nous sommes également très reconnaissants à Mme Bouti Karima pour son aide dans l'identification des champignons filamenteux.

## 7. Références bibliographiques

- Barillot CDC, Sarde C-O, Bert V, Tarnaud E, Cochet N (2012) A standardized method for the sampling of rhizosphere and rhizoplan soil bacteria associated to a herbaceous root system. *Ann Microbiol* 63:471–476.
- Barnett H L, Hunter BB (1973) *Illustrated genera of imperfect fungi*. Fourth edition, Burgess publishing Co., Minneapolis, USA, 234p.
- d-maps.com
- El-Zayat SA, Nassar MSM, El-Hissy FT, Abdel-Motaal FF, Ito SI (2008) Mycoflora associated with *Hyoscyamus muticus* growing under an extremely arid desert environment (Aswanregion, Egypt). *J Basic Microbiol*, 48: 82–92.
- Eparvier A, Lemanceau P, Alabouvette C (1991) Population dynamics of non-pathogenic *Fusarium* and fluorescent *Pseudomonas* strains in rockwool, a substratum for soil less culture. *FEMS Microbiol Ecol*, 86: 177-184.
- Feinbrun-Dothan N (1978) *Flora palaestina*. Jerusalem academic press, 3: 162-163.
- Grayston S, Wang SQ, Campbell CD, Edwards AC (1998) Selective influence of plant species on microbial diversity in the rhizosphere. *Soil Biol Biochem*, 30: 369–78.
- Hammiche V, Maïza K (2006) Traditional medicine in central Sahara pharmacopoeia of Tassili N'ajjer. *J of ethnopharmacol*, 105: 358-367.
- Hammiche V, Merad R, Azzouz M (2013) *Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen*. Coll. Phyto. Théor. Springer. Paris, France, 255-258.
- Klich M (2002) Biogeography of *Aspergillus* species in soil and litter. *Mycologia* 94: 21-27.
- Ozenda P (1977) *Flore du Sahara*. Edition Centre national des recherches scientifique, Paris, 622p.
- Quezel P, Santa S (1963) *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Tome II, édition Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, France, 1170p.
- Ramdane F, Hadj Mahammed M, Didi-Ould Hadj M, Chanai A, Hammoudi R, Hillali N, Mesrouk H, Bouafia I, Bahaz C (2015) Ethnobotanical study of some medicinal plants from Hoggar, Algeria. *J Med Plants Res*, 9: 820-827.
- Rapilly F (1968) Les techniques de mycologie en pathologie végétale. *Ann Epiphytes*, 19 Hors série.
- Shukla RS, Kumar S, Singh KP, Husain A (1988) Seedling blight of *Hyoscyamus muticus* by *Pythium butleri* in India. *Cur Sci*, 5 : 1-40.
- Wahid OAA, Mehana TA (2000) Impact of phosphate-solubilizing fungi on the yield and phosphorus-uptake by wheat and fababean plants. *Microbiol Res*, 155: 221-227.