

ÉTUDE MYCOLOGIQUE ET BIO-ÉCOLOGIQUE DE LA TRUFFE BLANCHE DU DESERT (*Tirmania nivea* Desf. Trappe 1971) DANS LA RÉGION DE OUED M'YA (OUARGLA, SAHARA ALGERIEN)

BRADAI L.¹, BISSATI S.¹, CHENCHOUNI H.²

1. Université Kasdi Merbah Ouargla' Laboratoire des Bio-ressources Sahariennes : Préservation et Valorisation, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, , Algérie.

2. Université de Tébessa, Département des Sciences de la Nature et de la Vie, Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie, , 12000 Tébessa, Algérie.

Résumé : Cette étude porte sur l'étude bio-écologique de *Tirmania nivea*, dans la région de Oued M'ya (Ouargla, Sahara septentrional algérien). La description mycologique de cette espèce a permis de déterminer que ce champignon hypogé est mycorrhizien avec des plantes hélianthèmes (*Helianthemum lippii*) appartenant à la famille des *Cistaceae*. La truffe blanche du désert colonise des terrains sableux, à pH faiblement alcalin et peu fertiles car ils sont dépourvus de matière organique. La pluviométrie est le facteur climatique qui permet l'accomplissement du cycle de développement de ce champignon. Elle doit être bien répartie, particulièrement aux mois d'octobre-décembre et/ou de janvier.

Mots clés : Truffe blanche, *Tirmania nivea*, étude mycologique, Oued M'ya, pluviométrie.

MYCOLOGICAL AND ECOLOGICAL STUDY OF THE WHITE DESERT TRUFFLE (*Tirmania nivea*, DESF. TRAPPE 1971) IN OUED M'YA REGION (OUARGLA, ALGERIAN SAHARA)

Abstract: This study focuses on the bio-ecological study of *Tirmania nivea* in the region of Oued M'ya (Northern Sahara, Algeria). Mycological description of the species has determined that the hypogeous fungus lives in mycorrhizal with *Helianthemum* plants (*Helianthemum lippii*) belonging to the family *Cistaceae*. The white desert truffle colonizes sandy soils that have slightly alkaline pH and low fertility because of the slight values of mineral and organic matter. The rainfall, which controls the development cycle of the fungus, should be well distributed over time, especially during the months of October–December and/or January.

Keywords: White truffle, *Tirmania nivea*, mycological study, Oued M'ya, rainfall.

Introduction

Les Terfez ou truffes du désert, sont des ascocarpes hypogés en forme de tubercule de certains mycorrhizes ascomycètes. Ils ont une distribution géographique spécifique qui se limite en particulier aux régions semi-arides et arides d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient ainsi qu'au Sud de l'Europe [1–5]. Ils vivent en association mycorrhizienne avec des Hélianthèmes, plantes de la famille des *Cistaceae* [6].

Bien que le grand désert du Sahara soit connu pour son aridité hostile, il renferme des ressources biologiques impressionnantes avec des formes d'adaptation extraordinaires. Dans ce vaste territoire se trouve le bassin d'Oued M'ya représenté par la région de Ouargla,

connue par sa situation géographique reliant le Nord et le Sud saharien. Située entre le Grand Erg Occidental et le Grand Erg Oriental, la zone d'Oued M'ya se caractérise par une biodiversité endémique et de larges parcours du dromadaire qui y vit en mode extensif. À ces particularités s'ajoute également une vocation truffière très célèbre qui se caractérise par une diversité abondante tant en espèces de truffes qu'en productivité.

Dans cette région aride, les truffes du désert, communément appelées "Terfez" ou "Terfesse", sont très recherchées et appréciées par les populations locales. Parmi les espèces de Terfez souvent récoltées, la truffe blanche du sable (*Tirmania nivea*) considérée comme la

véritable « truffe du désert » et la plus appréciée dans les pays arabes pour ses diverses vertus et ses caractéristiques gastronomiques singulières. L'espèce est disponible sur les marchés locaux de janvier à avril. En effet, durant cette période, les truffes poussent naturellement dans les déserts d'Afrique du Nord après la chute des pluies annonçant la fin de l'hiver et le début de la saison chaude [7–9].

Toutefois, dans la région d'Oued M'ya (Sahara Septentrional), l'espèce *Tirmania nivea* demeure une espèce mystérieuse. À cet effet, notre travail est consacré à la description des caractères mycologiques de *T. nivea*, en mettant en évidence également quelques paramètres bioécologiques relatifs à son développement dans cette région, notamment les facteurs édaphiques et climatiques. Par conséquent, une

caractérisation pédologique à travers quelques paramètres physico-chimiques du sol est jugée utile pour connaître les caractéristiques des sites où poussent ces champignons ascomycètes mycorhiziens.

1. Matériels et méthodes

1.1. Présentation de la région d'étude

Oued M'ya ou " *fleuve aux cent affluents*" est une rivière quaternaire, recouverte et cachée sous une épaisse couche sédimentaire. Sa vallée n'apparaît même plus, seuls se perçoivent une série de bassins fermés dont le chapelet n'a aucune liaison visible, avec ses 700 km de longueur, venait d'au-delà d'In Salah et coulait le long du plateau de Tademaït, au bas de Ohnet près de Djanet [10] (Fig. 1).

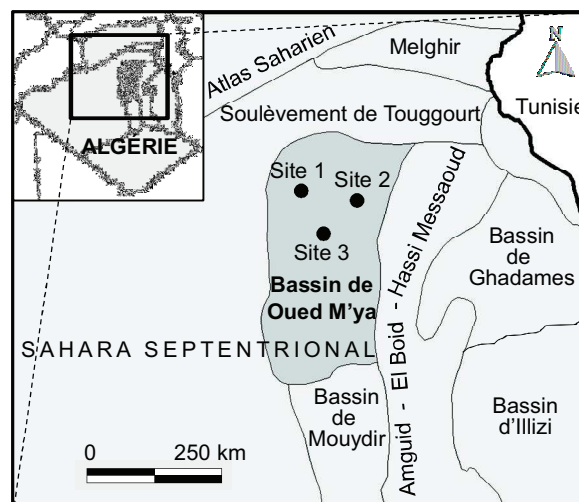


Figure 1 : Carte localisant la région de Oued M'ya et les sites d'échantillonnages (source ENAGEO).

Le climat est aride, chaud dont les températures moyennes annuelles sont élevées, avec des maxima absolus en juillet-août, pouvant dépasser 50°C, et des minima en janvier variant de 2 à 9°C [11]. La température du sol en surface peut dépasser 70°C. À cause de la faible nébulosité de l'atmosphère, la quantité de lumière solaire est relativement forte, ce qui a un effet desséchant par élévation de la température [12]. Les précipitations sont

caractérisées par leur faible importance où les pluies torrentielles sont très rares (Fig. 2). Elles sont liées aux perturbations météorologiques soudano-sahariennes ou sahariennes [13]. L'insuffisance de ces pluies est accompagnée d'une irrégularité interannuelle très marquée du régime pluviométrique qui est à l'origine de périodes de sécheresse plus ou moins longues [12].

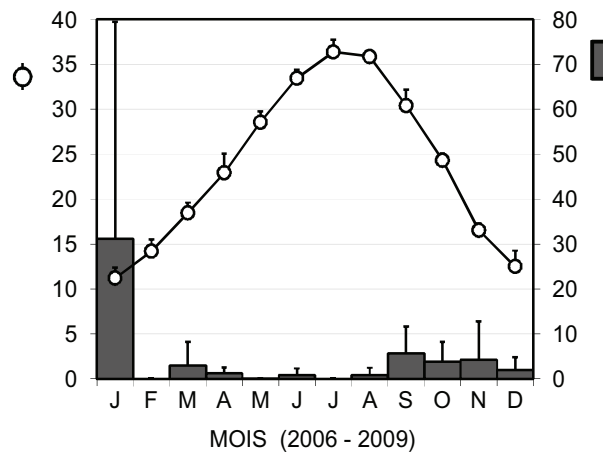


Figure 2 : Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls appliqué aux données météorologiques moyennes de la région d'Oued M'ya (Sahara Septentrional algérien) de la période 2006–2009. Les barres représentent l'écart type des données.

1.2. Choix des sites d'échantillonnage

Le choix des sites de collecte et de prélèvement des truffes est basé sur les orientations et les indications des autochtones du Sahara, les nomades et aussi les chercheurs de la truffe du désert. Ces stations sont connues comme étant des zones productrices habituelles de truffes.

Durant la période s'étendant entre 2006-2009 et au sein de chaque site d'échantillonnage, nous avons délimité une

parcelle d'une superficie d'un hectare (100 m × 100 m). Les stations ont été choisies de façon à répondre aux critères d'échantillonnage raisonné comme l'homogénéité et la représentativité [14].

Les truffes ont été détectées *in situ* par la méthode dite à la marque, en observant auprès des plantes hôtes du genre *Helianthemum*, les fissures et les surfaces gonflées et fendillées du sol, provoquées par les ascocarps des truffes (Fig.3).



Figure 3 : Sol à texture sableuse gonflé et fendillé par une truffe bordée par des pieds d'*Helianthemum* (les flèches représentent de jeunes plants d'*Helianthemum lipii*).

1.3. Etude mycologique

A l'aide d'une loupe binoculaire, la description morphologique des caractères macroscopiques, notamment la forme et la couleur, a été effectuée pour chaque partie de la truffe *Tirmania nivea*, à savoir l'ascocarpe, le Péridium et la Glèba.

La caractérisation de *T.nivea* est basée sur les clés disponibles [15]. Des échantillons frais de *T. nivea* sont coupés à la main à l'aide d'une lame tranchante puis placés dans une solution de KOH 5%, ensuite colorés avec le réactif de Melzer. Diverses caractéristiques telles que la forme, le nombre d'ascospores par asque, la couleur et l'orientation des ascospores ont été observées au grossissement $\times 1000$ sous microscope optique connecté à un micro-ordinateur. Les dimensions des asques et des ascospores ont été mesurées à l'aide du logiciel Bio microscopique Motic Image plus 2.0 [15, 16].

1.4. Prélèvements et analyses du sol

Les échantillons du sol sont prélevés au même point où sont récoltés des ascocarpes de *Tirmania nivea*. Au total, 15 échantillons de sol ont été prélevés, à une profondeur d'environ 10 à 25 cm de la surface. Ils ont été séchés à l'air libre au laboratoire à 25 °C, tamisés dans un tamis de 2 mm puis analysés afin de déterminer certaines caractéristiques physico-chimiques du sol. Des méthodes standards d'analyses pédologiques ont été employées : la granulométrie a été déterminée par la méthode internationale (la pipette de Robinson) ; la conductivité électrique a été mesurée par un conductimètre à 25°C avec un rapport terre/eau égale à 1/5 ; le pH à l'aide d'un pH-mètre à électrode en verre ; le calcaire total (CaCO_3) par le calcimètre de Bernard ; la matière organique par la méthode de Anne. Le dosage de HCO_3^- a été effectué par titrimétrie au H_2SO_4 et le dosage de SO_4^{2-} par la méthode

gravimétrique après précipitation sous forme de chlorure de baryum ainsi que le dosage du Phosphore, du Ca^{++} , du Mg^{++} et du K^+ [17].

2. Résultats et discussion

2.1. Caractérisation mycologique de *Tirmania nivea*

— Les **ascocarpes** de *Tirmania nivea* présentent souvent une forme subglobuleuse, ou piriforme, à pédicelle court de 4 à 12 cm de diamètre. Leur couleur est blanchâtre à crème, pouvant être lisse, ridée et craquelée (Fig. 4A).

— Le **péridium** constitue l'enveloppe externe. Son épaisseur est de 0,5 à 2 mm, de couleur pâle blanc-jaunâtre à marron claire (Fig. 4B).

— La chair (**Glèba**) est de couleur blanche, charnue, parcourue de petites veines (sillons), de couleur pâle jaunâtre blanche, solide, légèrement marbrée de quelques veines de largeur 1,8 à 4,9 mm. L'examen microscopique de la Glèba de *Tirmania nivea* montre qu'elle est formée par un nombre important de mycéliums contenant des ascospores (Fig. 4B).

— Les **asques** dont les dimensions varient de 56 à 73 μm de longueur et de 38 à 47 μm de largeur, ont une forme ellipsoïde à obovoïde et contiennent la plupart 8 spores. Leur paroi est mince et leur pédicelle est court (Fig. 4C).

— Les **spores** sont librement disposées à l'intérieur des asques, de forme ellipsoïdale avec un petit diamètre variant entre 11 et 13,5 μm et un grand diamètre compris entre 15 et 18 μm (Fig. 4C).

Les descripteurs morphologiques et anatomiques de *Tirmania nivea*, récoltée au Sahara algérien sont en parfaite concordance avec ceux rapportés par différents auteurs [1, 7, 15, 16, 18, 19, 20].

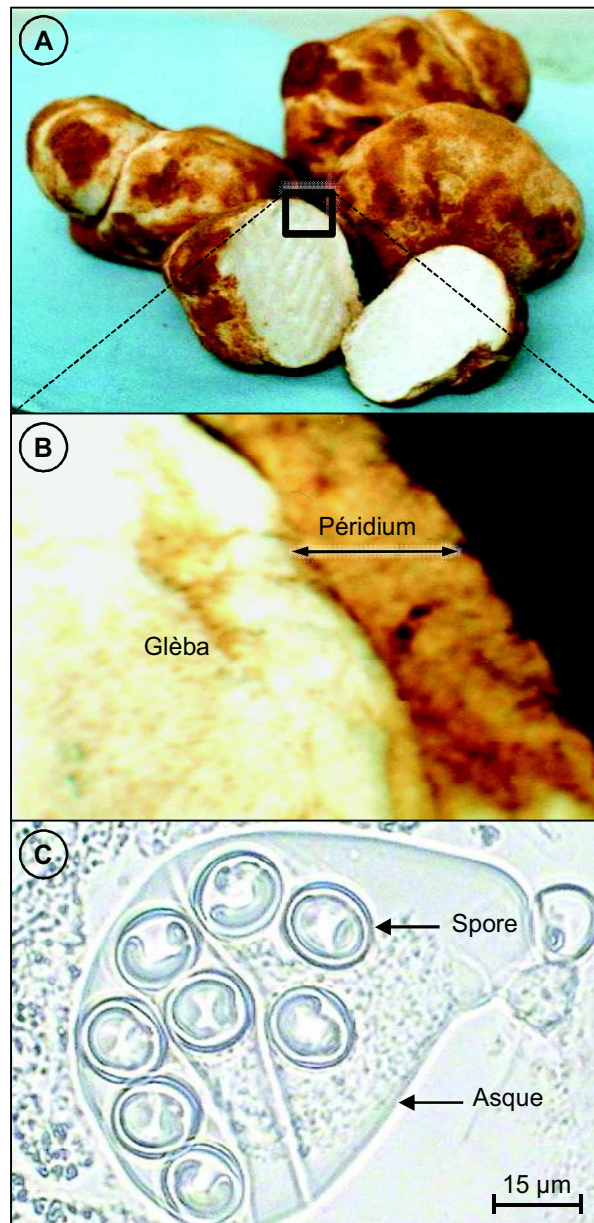


Figure4 : Caractérisation morpho-anatomique de *Tirmania nivea* collectée à Oued M'ya (Ouargla). (A) et (B) Coupe transversale dans l'ascocarpe (Gr×15), et (C) contenu d'un asque de *T. nivea* renfermant huit spores, observé au microscope photonique (Grx1000).

2.2. Plante symbiotique

Les Terfez sont des champignons ascomycètes vivant en association mycorhizienne avec certaines plantes de la famille des Cistacées et plus spécialement les Hélianthèmes du genre *Helianthemum*. L'espèce symbiotique varie selon le secteur biogéographique ; au Moyen-

Orient les truffes du désert sont souvent rencontrées associées avec les espèces *Helianthemum ledifolium* et *H.salicifolium* [28]. En revanche, elles sont rencontrées avec *Helianthemum lippii* (Fig. 5) en Afrique du Nord (Algérie et Maroc) [12, 28].



Figure 5 : L'hélianthème (*Helianthemum lipii*) symbiote de *Tirmania nivea* à Oued Mya (cliché : Bradai L., 2007).

2.3. Paramètres édaphiques des habitats des truffes

Les sols où se développe *Tirmania nivea* présentent une texture sableuse avec une structure particulière très meuble. Ceci offre un caractère poreux à ces sols et leur assure un excellent drainage mais une faible rétention hydrique. Chimiquement, la comparaison des valeurs moyennes du pH avec l'échelle standard d'alcalinité d'un extrait aqueux de 1/5 [22], révèle que les sols où poussent les Terfez présentent un pH moyennement alcalin, variant entre

8,10 et 8,57. Quant à la matière organique, la teneur varie entre 0,38 et 0,44%, et les sols des trois sites prospectés sont considérés comme étant pauvres en matière organique.

Sur le plan minéral, les éléments dosés (P, Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{-2}) montrent que les sols des truffes du désert sont pauvres en minéraux [17].

Les valeurs des analyses physico-chimiques du sol représentant le biotope des Terfez sont reportées dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Moyennes des résultats de certains paramètres physico-chimiques des sols prélevés au même point de récolte de la truffe blanche à Oued M'ya.

Paramètres édaphiques	Sites échantillonnés		
	Site 1	Site 2	Site 3
pH	8,10	8,10	8,57
Type de texture	Sablonneuse		
Matière organique (%)	0,38	0,44	0,42
Calcaire total (%)	7,19	4,81	4,35
Phosphore total (%)	0,11	0,09	0,08
Ca^{++} ($\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$)	0,48	0,32	0,40
Mg^{++} ($\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$)	0,01	0,08	0,02
K^+ ($\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$)	0,084	0,092	0,097
HCO_3^- ($\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$)	0,25	0,23	0,28
SO_4^{-2} ($\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$)	0,37	0,49	0,36

Le développement et la croissance des truffes du désert exigent la présence de certaines conditions écologiques particulières. Du point de vue édaphique, les truffes du genre *Terfezia* et *Tuber* nécessitent des sols bien structurés, aérés, permettant une bonne circulation des éléments minéraux [12]. Les biotopes des Terfez en Algérie sont caractérisés par des sols calcaires, sablonneux et pauvres en matière organique [23].

Il est important de noter que dans la région d'Oued M'ya, les zones à vocation truffière sont surtout des dépressions et des lits d'oueds. Ces formations géomorphologiques se caractérisent par leur capacité d'accumuler les eaux de pluies, ce qui favorise le développement des Terfez ainsi que des Hélianthèmes. D'après [21], les truffes du désert préfèrent les terrains plats sablonneux ou les dépressions où s'accumulent les eaux de pluies. En effet, les lits d'oueds sont parmi les habitats les plus favorables à l'installation de la végétation dans les régions sahariennes [12].

2.3. Paramètres climatiques des biotopes de la truffe

Durant l'année 2009, la moyenne de la pluviométrie a été de 70,60 mm [24], et le rendement en truffes dans les stations étudiées a été estimé à 4,3 kg par hectare, sachant que durant l'année 2007, aucune production n'a été obtenue car la pluviométrie n'a pas dépassé 46,4 mm [25]. Toutefois, la production des truffes peut être perturbée par des précipitations excessives ou mal réparties ou par des périodes de froid prolongées ou de fortes chaleurs ou même par des périodes de sécheresse prolongée [26].

D'après nos constatations, le développement ainsi que la répartition des truffes du désert dans le Sahara Septentrional algérien, sont particulièrement liés à l'existence de biotopes favorables du point de vue climatique, particulièrement la pluviométrie automnale et hivernale. En

effet, les Terfez se développent sous des climats chauds à condition qu'en automne et/ou en hiver des pluies tombent, suivies de périodes de sécheresse. Ces pluies, même de faible quantité, jouent plusieurs rôles, notamment dans le transport, la dispersion et la germination des spores des truffes, mais également la germination et la croissance des plantes symbiotes (hélianthèmes).

De façon générale, les régions où poussent les truffes du désert se caractérisent par une pluviométrie annuelle comprise entre 50 et 380 mm. Par ailleurs, un bon rendement en truffes dans les pays d'Afrique du Nord est obtenu lorsque la pluviométrie annuelle varie de 70 à 120 mm, alors que dans les pays d'Europe du Sud les bonnes productions en truffes coïncident avec des pluviométries variant entre 100 et 350 mm. En outre, la périodicité de ces précipitations est aussi importante que leur quantité, c'est-à-dire la pluie est nécessaire au plus tard au début décembre en Afrique du Nord et du Moyen-Orient et au plus tard début octobre dans les pays du sud de l'Europe [27].

Conclusion

À l'instar de cette étude, nous pouvons conclure que *Tirmania nivea* se développe dans les horizons superficiels, de 3 et 6 cm de profondeur, dans des sols sableux, caractérisés par un pH légèrement alcalin et pauvre en matière organique et minérale.

Sur le plan climatique, *T. nivea* se développe sous un climat chaud, avec des automnes à pluies orageuses et hivers pluvieux.

L'ascocarpe de la truffe est hypogé, de forme lobée ayant un diamètre de 3 à 8 cm et présentant un pied à sa base. L'aspect général est globuleux avec une apparence turbinée, et une surface lisse et glabre.

Puisque l'espèce vit en mode symbiotique, la biologie et le développement de *Tirmania nivea* ne sont pas liés seulement à la nature du sol et du climat, mais dépendent également de la

plante symbiotique *Helianthemum lippii*. Ce qui fait appel à des études complémentaires investiguant les relations biologiques entre les symbiotes, en focalisant sur les conditions écologiques.

Les truffes du désert du Sahara Septentrional algérien sont très appréciées

Références bibliographiques

- [1] **Alsheikh M., Trappe J.M.** 1983. Desert Truffles : The Genus *Tirmania*. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*; (81) : 83-90.
- [2] **Abd-Allah S.K., Al-Iissa A.H., Ewaz J.O., Al-Bader S.M.** 1989; Taxonomy of Edible Hypogeous Ascomycotina of Iraq. *Int. J. Mycol. Lichenol.* ; (4): 9-21.
- [3] **Diez J., Manjon J.L., Martin F.** 2002 ; Molecular phylogeny of the mycorrhizal desert truffles (*Terfezia* and *Tirmania*), host specificity and edaphic tolerance. *Mycologia*; (94) : 247-259.
- [4] **Mandeel Q.A., Al-Laith A.A.A.:** **Ethnomycological** 2007 ; Aspects of the desert truffle among native Bahraini and non-Bahraini peoples of the Kingdom of Bahrain. *J. Ethnopharm.* ; (110) : 118-129.
- [5] **Jamali S., Banihashemi Z.** 2010. Two New Species of Hypogeous Ascomycetes, *Tirmanianivea* and *Phaeangium lefebvrei* from Iran. *Proc. 19th Iran ; Plant Prot. Cong.* Tehran (Iran) 67.
- [6] **Fortas Z., Dib S.** ; 2005. Essai de mycorrhization d'une espèce de *Terfezia* d'Algérie avec le Pin d'Alep en conditions axéniques. Colloque Euro-Méditerranéen en biologie végétale et environnement. Université Badji Mokhtar – Annaba . 31.
- [7] **Malençon G.** 1973.: Champignons Hypogés du Nord de l'Afrique. *Ascomycetes. Persoonia* ; (7) : 261-288.
- [8] **Khabar L.** 2001.; Contribution à l'étude de la flore mycologique du Maroc les truffes marocaines (discomycètes). *Bull. Soc. Mycol. Fr.* ; 117 (3) : 213-229.
- [9] **Benchellah A.C., Bouziane H., Maka M., Ouames C.** 2000. *Fleurs du Sahara voyage : Ethnobotanique avec les Touaregs*

par les populations autochtones et constituent des revenus périodiques non négligeables aux ramasseurs saisonniers. Ainsi, les études pourraient permettre à l'avenir une tentative de création d'une trufficulture, à condition de maîtriser le processus biologique de mycorrhisation.

du Tassili. Ibis presse Atlantica(France).. 255 p.

[10] **Entreprise Nationale de Géophysique, (ENaGeo)** 2005.: *Rapport sur les Provinces pétrolières en Algérie* (Algérie). 43p.

[11] **Le Houerou H.N.** 1990 ; Définition et limites bioclimatiques du Sahara. *Sécheresse* ; (1) : 246-259.

[12] **Ozenda P.** 2004.: *Flore et végétation du Sahara*. 5^{ème} édition. Ed. C.N.R.S. (France). 622 p.

[13] **Dubief J.** : *Le climat du Sahara*. Alger : Institut des Recherches Sahariennes, Université d'Alger (Algérie). 270p.

[14] **Gounot M.** 1969.: *Méthode d'étude quantitative de la végétation*. 7^{ème} édition. Ed. Masson. Paris (France). 314 p.

[15] **Trappe J.M.** 1979. The orders, families, and genera of hypogeous Ascomycotina (truffles and their relatives). *Mycotaxon*; (9) : 297-340.

[16] **Ferdman Y., Aviram S., Roth-Bejerano N., Trappe J.M., Kagan-Zur V.** 2005. Phylogenetic Studies of *Terfeziapfeilii* and *Choiromyces echinulatus* (Pezizales) Support New Genera for Southern African Truffles : *Kalaharituber* and *Eremiomyces*. *Mycol. Res.* ; (109) : 237-245.

[17] **AFNOR** 1996. *Qualité des sols. Recueil de normes françaises*, AFNOR, Paris (France). 533p.

[18] **Bokhary H.A.** 1987. Desert truffle Al-Kamah of the Kingdom of Saudi Arabia. I. Occurrence, Identification and Distribution. *Arab Gulf. J. Sc. Res.* ; (B5) : 245-255.

[19] **El-Kholy H.:** **Genetical** 1989. *and Physiological Studies on Truffles*. PhD. Thesis, Fac. of Agric., Cairo University (Egypt). 46-82.

- [20] **Moreno G., Diez J., Manjon J.L.** 2002. *Phaeangium le febvrei* and *Tirmania nivea*, Two Rare Hypogenous Fungi from Spain. *Mycol. Res.* ; 104 (3) : 378-381.
- [21] **Awameh M.S., Alsheikh A.** 1979. Laboratory and Field Study of Four Kinds of Truffle (Kamah), *Terfezia* and *Tirmania* Species, for Cultivation. *Mush. Sci.*; 10 : 507-517.
- [22] **Morand D.T.** 2001. *Soil landscape of the Woodburn 1 : 100 000 Sheet Map and Report*. Department of land and water conservation, Sydney (Australia), 271-276.
- [23] **Fortas Z.** 1990. *Etude de trois espèces de Terfez : Caractères cultureux et cytologie du mycélium isolé et associé à l'Helianthemumguttatum*. Thèse Doctorat d'Etat. Université d'Oran. (Algérie). 166 p.
- [24] **Office National de la Météorologie.** 2010. *Rapport sur les données climatiques de Ouargla* (Algérie). 4 p.
- [25] **Office National de la Météorologie.** 2008. *Rapport sur les données climatiques de Ouargla* (Algérie).. 3 p.
- [26] **Chafi M.E.H., Fortas Z., Bensoltane A.** 2004. Bioclimatic survey of the Terfez zones of the South West of Algeria and an essay of the inoculation of *Pinushalepensis* Mill. With *Tirmania pinoyi*. *Egypt. J. Appl. Sc.*; 19 (3): 88-100.
- [27] **Morte A., Zamora M., Gutiérrez A., Honrubia M.** 2009. Desert Truffle Cultivation in Semiarid Mediterranean Areas. *Mycorrhizas - Functional Processes and Ecological Impact*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg; (6) : 221-231.
- [29] **Fortas Z., Chevalier G.** 1990. Effet de conditions de cultures sur la mycorhization d'*Helianthemumguttatum* par trois espèces des genres *Terfezia* et *Tirmania* (Truffes du désert) d'Algérie. *Can. J. Bot.* ; (70) : 2453-2460.