



UNIVERSITE DE TLEMCCEN
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de
l'Univers

Département d'Ecologie et Environnement

Laboratoire d'écologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels

MEMOIRE

Présenté par

TFYECHE Toufik

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Ecologie

Thème :

**Contribution à l'étude de *Helianthemum guttatum* espèce
indicatrice de *Terfezia arenaria* dans la région de Ghardaïa**

Soutenu le 07 /10 / 2020, devant le jury composé de :

Président :	M. HASSANI Faïçal	MCA	Université de Tlemcen
Encadreur :	Mm. BARKA Fatiha	MCA	Université de Tlemcen
Examineur :	M. KECHAIRI Réda	MCA	Université de Tlemcen

Année Universitaire: 2019-2020

Dédicaces

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,

L'amour, le respect, la reconnaissance

Aussi, c'est tout simplement que

JE DÉDIE CE MÉMOIRE À MES CHERS PARENTS

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect,
mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que
vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tout l'appui et l'amour que
vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre
bénédictioin m'accompagne toujours.*

*Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos
vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices,
bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.*

TFYECHÉ Toufik



Remerciements

*Je remercie tout d'abord «Allah» de m'avoir donné le courage d'entamer
et de finir ce mémoire dans de bonnes conditions.*

*Je remercie vivement mon encadreur, Melle BARKA Fatiha, d'avoir
encadré ce travail avec beaucoup de compétences: Merci pour votre
indéfectible disponibilité, votre rigueur scientifique et la confiance
que vous m'avez accordée au cours de l'élaboration de ce mémoire;
merci pour l'acuité de vos critiques et pour vos conseils éclairés.*

*Je remercie également les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce
travail et tous les enseignants qui ont contribué à ma formation.*

*Nous voudrions témoigner de notre plus profond remerciement à tous nos
amis pour leurs présences, leur participation à ce travail.*

*Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à
mes côtés, et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études
supérieures, mes aimables amis, collègues d'étude, pour leurs
soutiens et leurs sympathies.*

*Afin de n'oublier personne, mes vifs remerciements s'adressent à tous ceux
qui m'ont aidée à la réalisation de ce modeste mémoire.*

TFYECHÉ Toufik

المساهمة في دراسة نبات الهليانثوم جيتاتوم نبتة مؤشر لخطر الكماة من نوع أغينغيا في منطقة غرداية

الملخص:

تتعلق هذه المساهمة بالدراسة البيئية لهذا النوع من الكماة ، وقد جعل الوصف الفطري أنه من الممكن تحديد أن هذه الفطريات هي فطريات تتعايش مع نباتات هيليانثوم تنتمي إلى عائلة السستاسي. الكماة الصحراوية في منطقة غرداية تفضل التربة الرملية ، مع درجة حموضة قلوية ضعيفة وليست شديدة الخصوبة لأنها خالية من المواد العضوية. المطر هو العامل المناخي الذي يسمح لهذه الفطريات بإكمال دورة التنمية الذي يجب توزيعه بشكل جيد، لا سيما في أكتوبر وديسمبر و / أو يناير . يتألف عملنا من دراسة أنواع مؤشرات نبات هيليانثوموم جوتاتوم بوجود الكماة الصحراوية في منطقة غرداية وجرى تحليل نباتات حاسي الفحل.

لهذا الغرض، اخترنا محطتين تمثيليتين لأخذ العينات في منطقة الدراسة وإجراء اختبار لزراعة فطر الترفاس على وسائط مختلفة ومراقبة التعايش بين هيليانثوموم والكماة، وأتاح الجرد الذي تم إجراؤه في جميع المحطتين إنشاء قائمة نباتية مقدمة من 42 نوعاً، موزعة على العائلات التي تهيمن عليها عائلة الاستراسي.

كشفت لنا الدراسة أيضاً من ناحية الإزهار عن وجود وفرة كبيرة من الأنواع من نوع السستاسي. وفقاً للأنواع البيولوجية، الأنواع الـ 42 التي تم جردها في جميع المحطات تشمل الأنواع المعمرة والسبوية التي تنتمي إلى العائلات العشر وموزعة على فئتين من أحاديات وثنائيات الفلقة مع اختلاف بسيط بين المحطة 10 و 14 من وجهة نظر التنوع البيولوجي.

لقد نجح عدد قليل من مزارع الفطريات الفطرية، لكن زراعة الكماة هي واحدة من القلائد التي نجحت وكشفت لنا نتائج تجارب التعايش الفطري بين نبتة الهيليانثوموم جيتاتوم وترفازية أغينغيا أن نمو النبات يتأثر بعاملين: التلقيح ووسط النمو . يتراوح معدل التعايش الفطري للنباتات من 01 إلى 01 ٪ في ظل ظروف خاضعة للرقابة ومن 88 إلى 42 ٪ في ظل الظروف الطبيعية.

الكلمات المفتاحية: غرداية، حاسي الفحل، الجرد، التعايش الفطري، الكماة، هيليانثوموم.

Contribution à l'étude de *Helianthemum guttatum* espèce indicatrice de *Terfezia arenaria* dans la région de Ghardaïa.

Résumé:

Les Terfez ou truffes du désert, sont des ascocarpes hypogés en forme de tubercule de certains mycorhizes ascomycètes. Appelées localement « El-Terfèss ou Al-Kamaa », sont des champignons sauvages, comestibles, saisonniers, nutritifs et d'une grande importance socio-economique. Elles sont très recherchées et appréciées par les populations locales dans la région aride de Ghardaïa.

Cette étude porte sur l'étude écologique de cette espèce, la description mycologique a permis de déterminer que ce champignon est mycorhizien avec des plantes hélianthèmes appartenant à la famille des Cistacées.

La truffe de cette région 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.

Notre travail consiste à l'étude de *Helianthemum guttatum* espèce indicatrice de *Terfezia arenaria* dans la région de Ghardaïa et à inventorier et analyser la végétation de Hassi el fhal. À cet effet nous avons choisi deux stations représentatives d'échantillonnage de la zone d'étude et faire un essai de la culture du mycélium de *Terfezia arenaria* sur différents milieux et d'observer le phénomène de la mycorhization par la symbiose entre l'hélianthème et la truffe.

L'inventaire effectué sur l'ensemble des deux stations a permis d'établir une liste floristique présentée par 24 espèces, distribuées à des familles dominées par les Astéracées. Le cortège floristique révèle aussi la présence une grande abondance des espèces de type Cistacées. Selon les types biologiques, les 24 espèces inventoriées sur l'ensemble des stations regroupent des espèces vivaces et annuelles appartenant les 10 familles et réparties sur deux classes des Monocots et eudicots avec une faible variation entre la station 01 et 02 du point de vue biodiversité.

Peu de cultures de champignons mycorhiziens ont fonctionné, mais la culture de la truffe est l'une des rares qui a réussi. Les résultats des essais de mycorhization entre *Helianthemum guttatum*, et *Terfezia arenaria* révèlent que le développement des plants est affecté par deux facteurs : L'inoculation et le substrat de culture. Le taux de mycorhization des plants varie de 60 à 70% dans les conditions contrôlées et de 88 à 94 % dans les conditions naturelles.

Mots clés: Ghardaïa, Hassi el fhal, inventaire, mycorhization, *Terfezia arenaria*, *Helianthemum guttatum*.

Contribution to the study of *Helianthemum guttatum* indicator species of *Terfezia arenaria* in the region of Ghardaïa

Summary:

Terfez or desert truffles, are tuber-shaped hypogaeal ascocarps of certain ascomycete mycorrhizae. Locally called "El-Terfèss or Al-Kamaa", are wild, edible, seasonal, nutritious mushrooms of great socio-economic importance. They are highly sought after and appreciated by local populations in the arid region of Ghardaïa.

This study relates to the ecological study of this species, the mycological description made it possible to determine that this fungus is mycorrhizal with helianthem plants belonging to the Cistaceae family. The truffles of this region colonize sandy soils, with a weakly alkaline pH and not very fertile because they are devoid of organic matter. Rainfall is the climatic factor that allows this fungus to complete the development cycle. It must be well distributed, particularly in October-December and / or January.

Our work consists of the study of *Helianthemum guttatum* indicator species of *Terfezia arenaria* in the region of Ghardaïa and of inventorying and analyzing the vegetation of Hassi el fhal. For this purpose we have chosen two representative sampling stations of the study area and make a test of the culture of the mycelium of *Terfezia arenaria* on different media and to observe the phenomenon of mycorrhization by the symbiosis between the helianthemum and truffle.

The inventory carried out on all of the two stations made it possible to establish a floristic list presented by 24 species, distributed to families dominated by Asteraceae. The floristic procession also reveals the presence of a great abundance of species of the Cistaceae type. According to the biological types, the 24 species inventoried on all the stations include perennial and annual species belonging to the 10 families and distributed over two classes of Monocots and eudicots with little variation between station 01 and 02 from a biodiversity point of view.

Few of the mycorrhizal fungi cultures have worked, but the truffle culture is one of the few that has succeeded. The results of mycorrhization trials between *Helianthemum guttatum*, and *Terfezia arenaria* reveal that plant development is affected by two factors: inoculation and growing medium.

The rate of mycorrhization of plants varies from 60 to 70% under controlled conditions and from 88 to 94% under natural conditions.

Keywords: Ghardaïa, Hassi el fhal, inventory, mycorrhization, *Terfezia arenaria*, *Helianthemum guttatum*.

SOMMAIRE

Table des matières

Table des matières	
Liste des tableaux	
liste des figures et liste des abreviation	
Introduction générale :	01
Chapitre I : ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE	
1. Connaissances sur les terfez.....	01
1.1. Historique des terfez	01
1.2. Noms vernaculaires des terfez dans différents pays	02
1.3. Répartition géographique des terfez dans le monde	03
1.3.1. Asie	03
1.3.2. Afrique.....	03
1.3.3. Europe	03
1.3.4. Amérique	04
1.3.5 .Algérie.....	04
1.4. Répartition géographique de <i>Terfezia arenaria</i>	04
2. Position taxonomies	05
3. Ecologie des truffes du désert	07
3.1. la nature du sol	07
3.2. Facteurs climatiques des truffes du désert.....	10
3.3. Plantes hôtes naturelles des terfez	11
3.4. Insectes, ennemis des truffes du désert	11
4. Cycle de vie des truffes et terfez	14
5. Récolte des truffe.....	16
5.1. Methode de récolte.....	17
5.2Période de récolte.....	18
5.3Méthodes de Conservation.....	18
6. Principaux usages et produits de la truffe.....	20
6.1. Intérêt gastronomiques des meilleures truffes.....	21
6.2. Composition du terfès.....	23
6.3. L'intérêt de la truffe du désert Algérienne	23
6.4. Aspect Miraculeux.....	23
Chapitre II : MILIEUPHYSIQUE	
1. Introduction.....	25
2. Situation géographique de la wilaya de Ghardaïa	25

3. Situation démographique.....	27
4. Géomorphologie	28
5. Géologie	29
6. Hydrographie	30
7. Pédologie.....	32
8.Étude des paramètres écologiques	32
8.1. Facteurs climatiques.....	32
8.2. Secteur de l'Agriculture.....	35
8.3. La flore et la faune.....	36
Chapitre III : ETUDE PHENOOGIQUE DES ESPÈCES	
1. La famille Cistacées	37
2. Description botanique de la famille Cistacées	38
3. Etude botanique du genre Helianthemum.....	40
3.1. Description botanique	40
3.2. <i>Helianthemum guttatum</i>	41
3.2.1. Caractères botaniques et Classification systématique	41
3.2.2. Aire géographique	42
3.2.3. Ecologie et propriétés	42
3.2.4. Caractéristiques climatiques et pédologique.....	44
4.Études chimiques et biologiques antérieures des Cistacées.....	45
5. <i>Terfezia arenaria</i>	46
5.1. Historique.....	46
5.2. Présentation de la truffe	47
5.3. Les Conditions d'implantation.....	49
5.4. Ecologie de la truffe.....	50
5.5. Démarche à suivre pour produire des truffes.....	50
5.5.1. Le choix du terrain.....	51
5.5.2. La préparation du terrain.....	52
5.5.3. Le choix du plant truffier.....	52
5.5.4. La plantation.....	52
5.5.5. L'entretien et la protection des plants truffiers.....	52
5.5.6. L'irrigation.....	53
5.5.7. Récolte.....	53
5.5.8. Les points négatifs.....	53

5.6. La culture in vitro.....	54
5.7 Répartition géographique.....	54
5.8. Classification taxonomique.....	55
5.9. Noms vernaculaires des truffes de désert des différents pays.....	56
5.10. Caractéristiques morphologiques et anatomiques.....	57
6. La symbiose mycorhizienne entre les deux espèces (la truffe et l'hélianthème).....	57
6.1. Mycorhizes.....	57
6.1.1. Ectomycorhizes.....	58
6.1.2. Endomycorhizes.....	61
6.1.2.1. Les endomycorhizes arbuscule.....	61
6.1.2.2. Les endomycorhizes à pelotons.....	63
6.1.2.3. Les endomycorhizes à pelotons d'Orchidacées.....	63
6.1.2.4. Les endomycorhizes à éricoïdes ERM.....	65
6.1.3. Les ectendomycorhizes.....	66
6.2. Les impacts sur la rhizosphère.....	67
Chapitre IV : MATÉRIEL ET MÉTHODES	
1. La phytodiversité de la commune de Hassi el fel.....	68
1.1L'objectif.....	69
1.2Méthodologie.....	69
1.3 Zonage écologique.....	69
1.4 Echantillonnage et choix des stations.....	70
1.4.1. Choix des stations.....	70
1.4.2 .Présentation de la zone d'étude.....	71
1.4.3. Echantillonnage de la zone d'étude.....	71
1.5. Matériel utilisé.....	73
1.6 .La diversité de la zone d'étude.....	74
1.7. Analyse de la diversité floristique.....	78
2. Le travail au laboratoire.....	82
2.1. Délimitation du site et la récolte de la truffe.....	82
2.2. Prospection et collecte des truffes.....	84
2.3. Étude plante symbiotique Terfez sur le terrain.....	86
2.4. Etude mycologique des Terfez au laboratoire.....	87
2.5. Identification du genre.....	89
2.6. Identification des espèces.....	89
2.7. La culture au laboratoire.....	89

2.7.1. Préparation du milieu de culture PDA (Potato dextrose agar).....	90
2.7.2. Production du blanc.....	90
2.7.3. Production des semences de champignon.....	90
2.7.4. Inoculation des substrats.....	91
2.7.5. Incubation.....	91
3. Résultats et Discussions.....	93
CONCLUSION GÉNÉRALE	
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
Résumé	

LISTE DES FIGURES :

Figure	Titre	Page
1	Répartition géographique de trois genres de terfez (<i>Terfezia</i> , <i>Tirmania</i> et <i>Picoa</i>) en Algérie	4
2	Arbre phylogénétique des Terfez	6
3	La position taxonomique des trois genres de terfez d'Algérie	7
4	Texture sablonneuse prédomine du sol de 20 espèces de truffes du désert	9
5	Les ennemies de la Truffe	13
6	Voies de développement et stades de fructification de la truffe	14
7	Cycle biologique de la truffe et de son hôte (In Delmas, 1983).	15
8	Schéma du cycle de la truffe au cours de l'année	16
9	Fissuration du sol indice de la présence de truffe	18
10	Conservation en alcool et dans congélation isoler	20
11	Différents produits à base de truffes	20
12	Les meilleures truffes Algériennes	22
13	Carte de situation de la wilaya de Ghardaïa (A.N.R.H., 2011)	26
14	Situation démographique	27
15	Répartition de la population occupée par secteur	28
16	Milieu physique de la wilaya de Ghardaïa (ATLAS, 2005)	29
17	La structure géologique de Ghardaïa (ATLAS, 2004)	30
18	Ressources en eau souterraines (A.N.R.H., 2011)	31
19	Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de la région de Ghardaïa (2006-2015).	33
20	Etage bioclimatique de la région de Ghardaïa selon le Climagramme de l'EMBERGER (O.N.M.Ghardaïa, 2015)	34
21	Les activités et produits agricoles	36
22	Distribution géographique des Cistacées dans le monde	37
23	Représentation schématique des différents organes de plantes Cistacées	40
24	Quelques genres de la famille des Cistacées	41
25	<i>Helianthemum guttatum</i> (espèce indicatrice de la truffe)	43
26	Les caractéristiques climatique et du sol de l'hélianthème	45
27	Trufficulture et propagation du mycélium dans le sol	49
28	Prolifération des pousses auxiliaires d' <i>Helianthemum</i>	54
29	La taxonomie des Terfez	56

30	Diversité de morphologie entre ectomycorhizes	60
31	Figure N°31: Schéma des morphologie les hyphes mycéliens d'après	61
32	Schéma représentant la structure de l'interface symbiotique	62
33	Les échanges de nutriments dans les racines	63
34	Mycorhizes d'orchidées en coupe et le fonctionnement d'une orchidée mixotrophe	65
35	La symbiose mycorhizienne	67
36	La méthode utilisée sur terrain pour la station (01 et 02)	73
37	Vue générale de la zone d'étude (Hassi el fhal)	74
38	Composition de la flore par famille de la station1	75
39	Composition de la flore par famille de la station2	77
40	Composition de la flore par famille de la zone d'étude	78
41	La récolte de la truffe dans les deux stations de Hassi el fhel	84
42	Sol à texture sableuse gonflé et fendillé par une truffe bordée par des pieds d'Helianthemum	85
43	Site de prélèvement pour la culture du mycélium (Hassi el fhal)	86
44	Caractéristiques morphologiques et anatomiques de <i>Terfezia arenaria</i>	87
45	Identification et caractéristiques morphologiques de l'hélianthème et la truffe du désert	89
46	Les différentes étapes de préparation du mycélium de <i>Terfezia</i> au laboratoire	92

LISTE DES ABREVIATION :

A.N.R.H : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

°C : Température.

CaCO₃ : carbonate de calcium.

Cu: Cuivre.

D.S.A: Direction des Services Agricoles

ECM : Ectomycorhizes

KOH: Potassium Hydroxide

MA : endomycorhizes arbuscule

O.N.M : Office National de la Météorologie

PCR : Polymerase Chain Reaction

PDA : Potato dextrose agar

pH: potentiel hydrogène.

S.A.U : superficie agricole utile

U.S.A : États-Unis d'Amérique.

Zn:zinc

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Titre	Page
1	Tableau N°1 : Noms vernaculaires communs des terfez dans les différents pays	2
2	Composition physico-chimique comparée des sols à terfez au Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie)	8
3	Plantes hôtes naturelles des terfez dans différent pays	12
4	Période de récolte des différentes variétés de truffes du désert	18
5	Superficie de la Wilaya	27
6	Les différentes composantes du territoire agricole	35
7	Distribution géographique des huit taxons des Cistacées dans le monde	38
8	Position de la famille dans les systèmes de classification évolutive	39
9	repartition geographiques des especes d'helianthemes	44
10	Éléments clés de l'analyse	51
11	Les différentes espèces inventoriées dans la Station 01	75
12	Les différentes espèces inventoriées dans la Station 02	76
13	Les différentes espèces inventoriées dans la zone	77
14	Quelques espèces représentatives de Hassi elfhal	80
15	Caractères de l'espèce Terfezia Arenaria	87

Liste des sites :

<https://agronomie.info/fr/cycle-biologique-truffes/>

<http://www.truffiere.org/conseil6.html>

<https://www.truffedebourgogne.fr/>

<https://www.truffefrance.com/PBCPPlayer.asp?ID=1224350>

https://www.espaceagro.com/fruits-legumes/truffes-algeriennes_i105004.html

<http://www.fft-truffes.fr/actus/recueildesarticlesdejuin>

Introduction générale :

Le Sahara est le plus grand des déserts couvrant près de huit millions de km², mais également le plus expressif et typique par son extrême aridité dans lequel les conditions désertiques atteignent leurs plus grandes âpretés.

En écologie, les écosystèmes sont souvent décrits par leurs communautés végétales, les conditions du milieu et les interactions entre ces deux composantes. Elles sont identifiées sous le terme d'associations végétales ou unités de végétations. La végétation des zones arides, en particulier celle de Hassi el fhal est très clairsemée à un aspect en général nu et désolé, les arbustes sont aussi rares que dispersés et les herbes n'y apparaissent que pendant une période très brève de l'année, quand les conditions deviennent favorables.

Le tapis végétal est discontinu et très irrégulier. Les plantes utilisent surtout les emplacements où le ravitaillement en eau se trouve un peu moins défavorable qu'ailleurs [129]. Certaines espèces possèdent des propriétés pharmacologiques qui leur confèrent un intérêt médical.

Aujourd'hui, les champignons ont attiré beaucoup d'attention comme étant comestibles et médicinales et source de développement dans de nombreux pays asiatiques, semblable à d'autres champignons, les truffes comprennent une nouvelle source thérapeutique. Elles sont très appréciées en raison de leur valeur nutritionnelle et leurs utilisations à des fins thérapeutiques.

Les truffes sont les fructifications de champignons hypogés mycorhiziens. Ces champignons ont une particularité : ils restent enterrés et la dissémination de leurs spores dépend des animaux qui les déterrent pour les manger. L'éventail des odeurs de ces champignons hypogés est ainsi très vaste afin d'attirer des groupes très divers d'animaux. Elles sont toutes intenses et certaines sont très agréables au goût des humains. Certains de ces champignons sont très appréciés en gastronomie à cause de cette combinaison.

La recherche s'oriente actuellement vers une meilleure connaissance de la physiologie des mycorhizes et des ascocarpes par des analyses à un niveau cellulaire

des processus impliqués dans la croissance et le fonctionnement de ces deux types de structures. Au cours des dernières années, une multitude de travaux ont clairement démontré l'intérêt scientifique et pratique des symbioses mycorhiziennes pour les espèces végétales, que ce soit dans les écosystèmes naturels ou ceux aménagés par l'homme.

En effet, outre la possibilité d'utilisation pratique de la mycorhization contrôlée pour la production de carpophores de champignons comestibles, les perspectives de son utilisation en sylviculture, en agriculture, en arboriculture et en horticulture sont prometteuses.

Les terfez sont des champignons hypogés comestibles appartenant aux ascomycètes le plus souvent connus sous le nom de truffe de désert. En arabe, ils sont appelés communément Kamé, Kholassiet Zoubaidi, en espagnol Turma, Criadilla de tierra ou Criadilla vaquera.

Ces champignons vivent en association mycorhizienne avec des Cistacées annuelles ou pérennes surtout du genre *Helianthemum*.

Ces champignons se développent principalement dans les zones semi-arides et arides du Proche et Moyen-Orient, et sur le pourtour du Bassin méditerranéen, en particulier au Maghreb (Algérie, Maroc, Lybie et la Tunisie).

En Algérie, ils sont abondant dans les régions steppiques et Nord Sahariennes et sont représentés par trois genres : *Terfezia*, *Tirmania* et *Picoa*.

Outre leur intérêt alimentaire (richesse en protéines, lipides, glucides, éléments minéraux et en vitamines), les terfez possèdent des propriétés antioxydantes, antimutagènes, anticarcinogènes et antibiotiques, en effet leur utilisation en biothérapie traditionnelle a été relatée depuis l'antiquité.

Pour cela, nous avons structuré notre travail comme suit :

- La première partie est consacrée à l'étude bibliographique sur la région d'étude de Ghardaïa.
- La deuxième partie est consacrée à la présentation de la démarche utilisée dans la réalisation de ce travail (Échantillonnage et méthodologie).

- La troisième partie consacrée à l'interprétation des résultats.
- Enfin une conclusion générale.

L'objectif principal de notre travail a été:

- De connaître la phytodiversité de la zone d'étude sur deux stations représentatives de la zone d'étude de Hassi el fhal basée sur les caractéristiques taxonomique, biologique et géographique en tenant compte du facteur écologique qui permettra de faire ressortir les groupements qui caractérisent ce type d'écosystème naturel qui est fortement dégradé dans la wilaya de Ghardaïa.

- L'étude de quelques caractéristiques écologiques de ce champignon dans les conditions naturelles: Paramètres pédo-climatiques et phytosociologiques, le type de mycorhize naturel formé et le taux d'infection mycorhizienne de la plante-hôte avec cette espèce de terfez.

- L'étude de quelques caractéristiques écologiques et principes de la plante-hôte de terfez et *Helianthemum guttatum* dans les deux stations étudiées.

- Et de réaliser des synthèses mycorhiziennes entre cette plante-hôte naturelle et le champignon dans des conditions contrôlées afin de comparer les résultats avec ceux obtenus dans les conditions naturelles (morphologie de la mycorhize, taux d'infection mycorhizienne).

1. Connaissances sur lesterfez:

1.1. Historique desterfez:

Lesterfez (outerfass) désigne sous le terme général de « truffes dessables » ou « truffes du désert », étaient récoltés et consommés depuis l'antiquité, à cette époque, ils étaient dénommés : « Kam'atu », mot ayant donné naissance à la dénomination courante « Kamah » ou « Kamé » par les populations arabes. Ils ont été souvent confondus avec les truffes [1]-[3].

Contrairement aux apparences, le mot arabe « terfez » et le mot français « truffe » ont une même origine. Ils viennent tous les deux de « tabarli », nom apparu aux alentours de -3500 ans dans le langage sumérien et qui signifiait « champignon souterrain » on trouve la première trace écrite attestant de leur existence en Mésopotamie, sur des tablettes en terre cuite vieilles de quatre mille ans [4].

Par suite de leur vie souterraine, les truffes n'ont pas été reconnues, par la majorité des populations anciennes, comme des champignons ; supposées tous se développer à la surface du sol. Les auteurs anciens, Pythagore, Théophraste, Nicandre, Dioscoride, Pline et Plutarque, furent intrigués par cette bizarrerie de la nature et les attribuaient respectivement à des produits des pluies d'orage, à du limon modifié par la chaleur du centre de la terre, à des racines, à des callosités de la terre, aux résultats de effets conjugués de l'eau, de la chaleur et de la foudre [5].

Les terfez étaient très appréciés par les pharaons de l'ancienne Egypte, il y a plus de 3000 ans avant Jésus-Christ, ils étaient servis sur la table du pharaon Kheops (2620 A.J) [6]. Ils faisaient l'objet d'un important commerce entre les africains, qui distinguaient lesterfez ou truffes d'Afrique des autres truffes par leur odeur, et les grecs et les romains [7].

1.2. Noms vernaculaires des terfez dans différents pays :

Le terme arabe classique des truffes du désert « Al-Kamah » signifie couvert ou caché, alors que le nom « Al-Faga'a » réfère au craquellement du sol, phénomène observé au-dessus du corps fructifère et qui est dû à son gonflement [8]. Ce sont les Arabes qui ont remarqué la liaison étroite entre les terfez et certaines plantes herbacées (Cistacées) [2]. Certains poètes arabes aussi avant l'islam ont évoqué les terfez et leur association avec les hélianthes.

Tableau N°1 : Noms vernaculaires communs des terfez dans les différents pays

Langue / pays	Noms	Références
Arabe Algérie	Terfess lahmar, terfess lakhel (<i>Terfezia</i>), Terfess labiyadh, Belhourech, Benhourache (<i>Tirmania</i>) Jaouber (<i>Picoa</i>)	[9]
Arabie Saoudite	Faga, Al-Faga'a, Al-Kamae, Kame, Kamma, Al-chamae, Kholassi; Ikhlassi; Al-Kame, Zubaydi, Zubaidi, Al-Kame-Al-Baidah	[10 ; 11 ; 12 ; 8]
Bahreïn	Al-Kamma, Al-fag'a	[13]
Egypte	Terfas	[14]
Iraq	Kamaa, Kima ou chima	[14]
Koweït	Ikhlassi (<i>Terfezia claveryi</i> et <i>Terfezia boudieri</i>), Zubaidi (<i>Tirmanianivea</i>) Faga altoyour, heberi, hober, Fagga	[13;14]
Maroc	Terfez, terfass, truffes des sables Terfass blanc de Tafilalet, Zubaidi (<i>Tirmania</i>) Terfass rose de Mamora (<i>Terfezia arenaria</i>) Terfass rouge de Tafilalet (<i>Terfezia claveryi</i>)	[14;15;16 ;13]
Oman	Faqah, Zubaydi	[14]
Syrie	Kamaa, Kamé, Bint al Ard (la fille de la terre) ou bint Al-Raad (la fille du tonnerre)	[14;17]

Tunisie	Terfess ahmar (<i>Terfezia</i>) Terfess abyadh (<i>Tirmania</i>), Zouber (<i>Picoa carthusiana</i> , Errai (<i>Picoa juniperi</i>)	[18]
Autres noms arabes	Nabat Al-Radh, Asqal, Bidat El-Ardh, Afateeh, Banat Ober'	[13]
Berbère	Tirfās	[19]
Anglais	Desert truffle, Boudier's truffle, kalahari truffle (<i>Terfezia</i>) Desert truffle, khulas (<i>Tirmania</i>)	[20]
Espagnol	Turma ou turmas	[21;20;22]
Français	Truffes du désert (en général)	[20]
Italien	Tartufo giallo (<i>Terfezia</i>) Tartufo delle sabbie (<i>Tirmania</i>)	[20]
Turque	Dūfila	[19]

1.3. Répartition géographique des terfez dans le monde:

Les terfez ou « truffes du désert » sont répartis dans plusieurs parties du monde, ils en existent en Asie, en Afrique, en Europe centrale et méridionale et en Amérique [23].

1.3.1. Asie:

Au Moyen-Orient, Les terfez sont répartis au Koweït, en Syrie, en Arabie-Saoudite, en Irak, en Turquie, en Iran et en Palestine, [23;24;25]. En Extrême-Orient, on les rencontre en Chine[26].

1.3.2. Afrique:

Ils sont abondants en Afrique du sud, en Namibie, au Botswana, à Madagascar, en Libye, en Tunisie, au Maroc et en Algérie, [27; 9;28;29;30;31;16;32;18;33].

1.3.3. Europe:

Les truffes du désert sont présentes en Espagne, en France, en Italie, en Angleterre, en Hongrie et en Grèce, [34;35;36;37].

1.3.4. Amérique:

Les terfez se développent aux U.S.A, et au Mexique, [23;38;2].

1.3.5. Algérie:

En Algérie, les terfez sont abondants principalement dans les régions steppiques et Nord Sahariennes [39]; ils sont représentés par trois genres: Terfezia, Tirmania et Picoa. Selon [32], la spécificité vis-à-vis de l'hôte et le pH du sol sont deux facteurs qui jouent un rôle clé dans la distribution et la différenciation des espèces de truffes du désert [40].

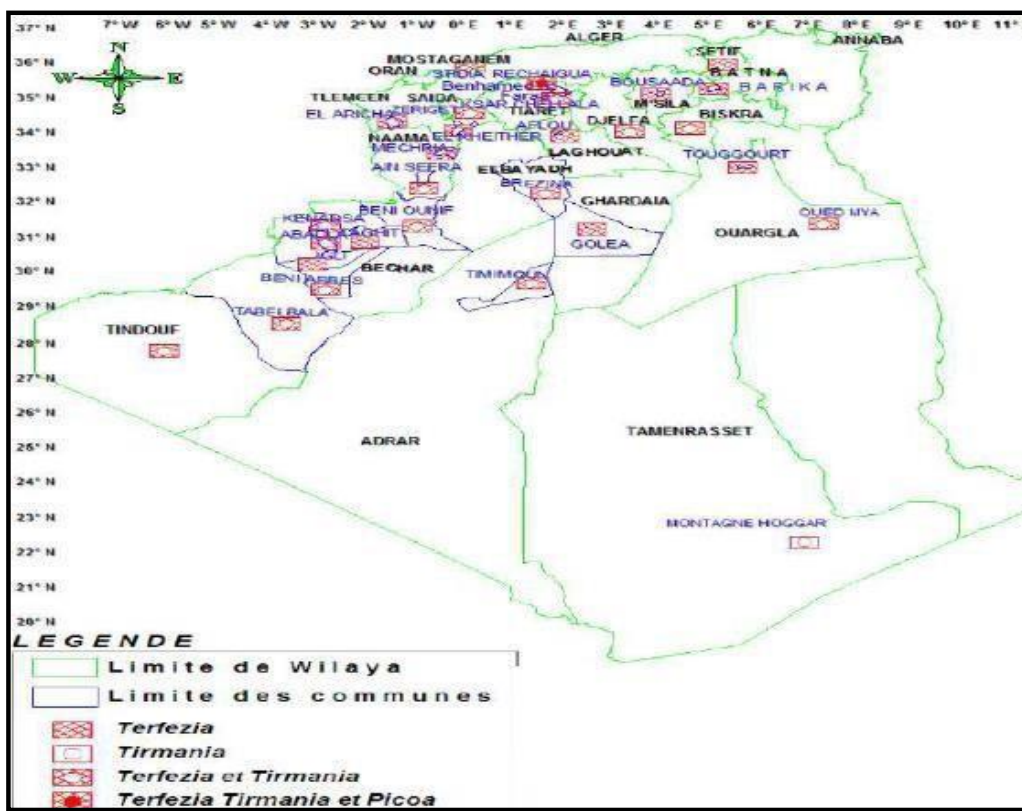


Figure N°1 : Répartition géographique de trois genres de Terfez (Terfezia, Tirmania et Picoa) en Algérie [48]

1.4. Répartition géographique de *Terfezia arenaria*:

On rencontre *Terfezia arenaria* en Espagne, en Italie (Sardaigne) et au Portugal [30], il est prédominant en Angleterre [24]. Roth- Bejerano N signale la présence de *Terfezia arenaria* en Palestine occupée, et il semble être la seule espèce connue en Chine, [2].

Elle se rencontre au Maroc et en Libye, [41;16] et se développe dans les zones semi-arides de l'Algérie telles que Saïda et Djelfa [2].

2. Position taxonomiques:

La classification des truffes est basée essentiellement sur les caractéristiques macros et micromorphologiques, biochimiques et sur les études ultra structurales (nombre de noyaux des ascospores matures ; morphologie des ascospores). Les terfez en générale sont représentés par six différents genres : *Terfezia*, *Tirmania*, *Picoa*, *Balsamia*, *Melanogaster* et *Delastria*, selon [23;42;2;16; 33].

Sur la base des caractéristiques morphologiques, le genre *Terfezia* appartient à la famille des Terfeziacées, [23;33]. Mais l'utilisation des techniques de biologie moléculaire (PCR-RAPD PCR-RFLP) et l'étude phylogénétique des terfez ont transféré plusieurs genres de la famille des Terfeziacées à celle des Pézizacées tels que les genres : *Terfezia*, [32], *Hydnobolites*, [43], *Pachyphloeus*, [44] et *Mattirolomyces* qui représente un nouveau genre contenant deux espèces *M. terfezoïdes* (*Terfezia terfezoïdes*) et *M. tiffanyae*, [38].

L'échelle représente la distance entre les isolats et les grandes lignes délimitent les groupes et indiquent la morphologie des espèces. Les crochets délimitent les genres ; les nombres indiqués dessus représentent le pourcentage de similitude. Les caractères majeurs du diagnostic morphologique sont indiqués, [32].

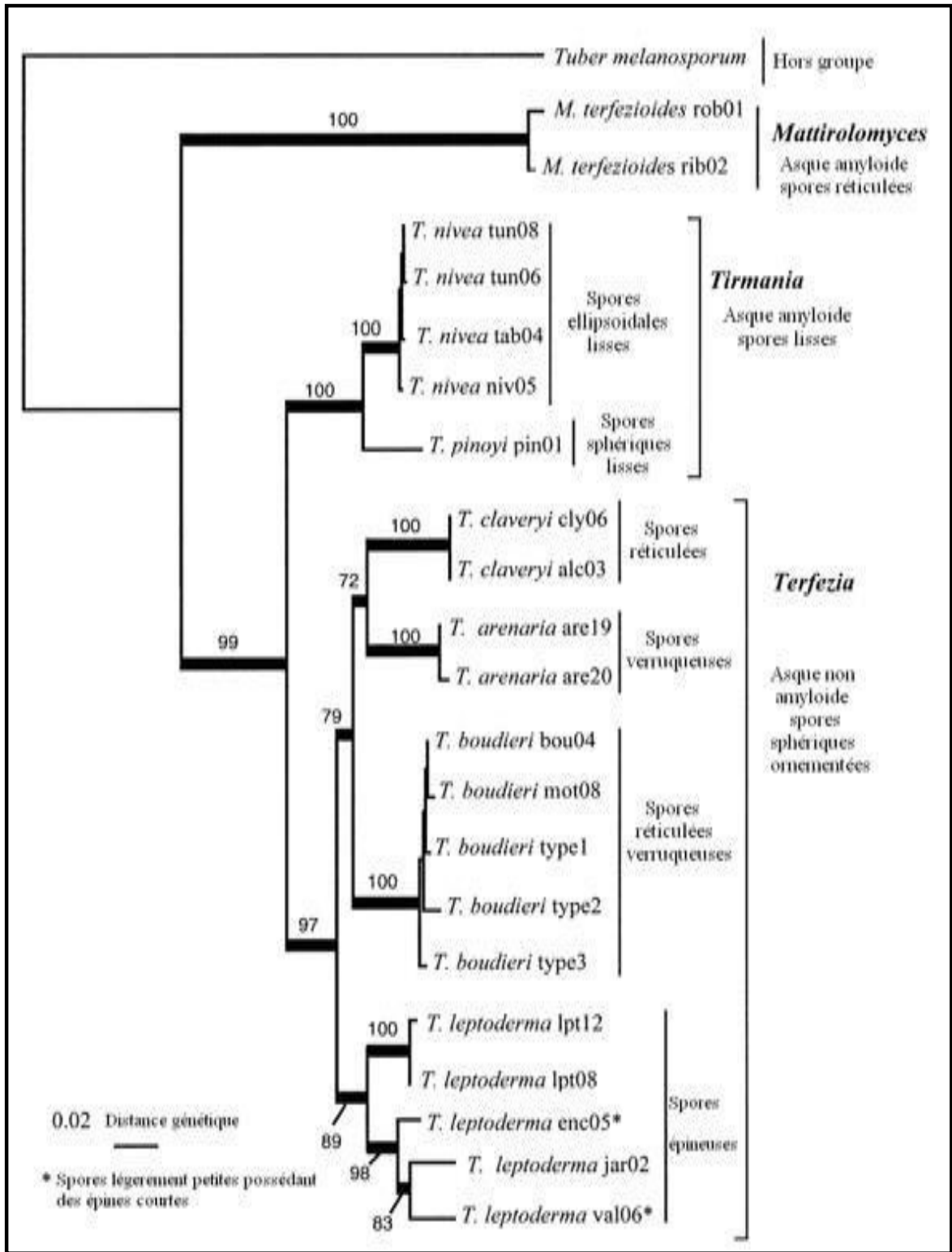


Figure N02 : Arbre phylogénétique des Terfez

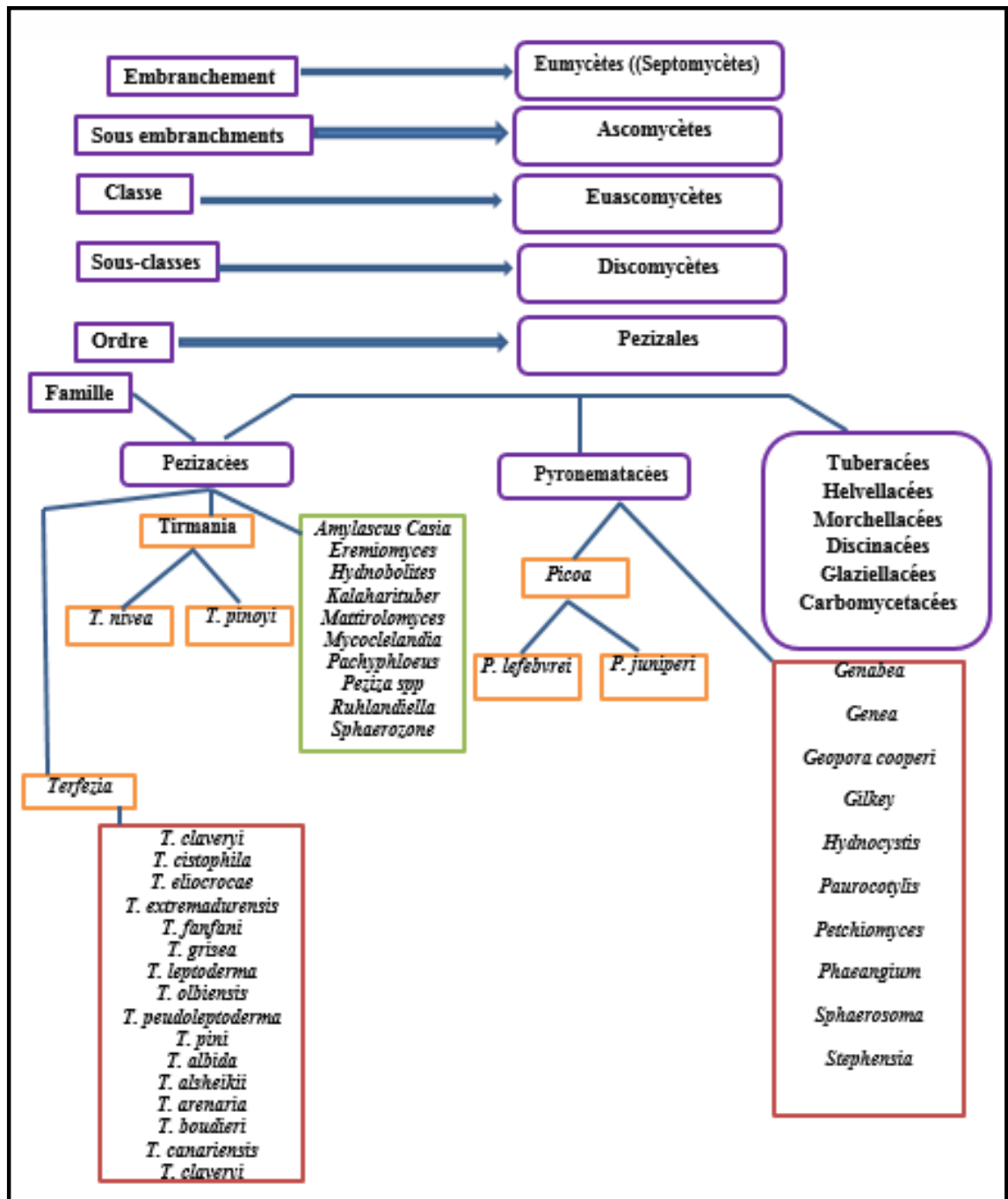


Figure N°3 : La position taxonomique des trois genres de terfez d'Algérie

3. Ecologie des truffes du désert:

3.1. La nature du sol:

Les caractéristiques physico-chimiques du sol exercent une action prépondérante sur la croissance de ces champignons.

Les truffes du désert semblent s'adapter à une large gamme de pH, de texture du sol et de conditions édaphiques. Elles manifestent des préférences vis-à-vis des sols sablonneux d'où leurs nom « truffes du sable » mais leur présence est aussi abondante dans les sols sablo-limoneux. Certaines espèces affectionnent des sols limoneux, argileux, sablo-argileux ou encore argileux-limoneux.

En Algérie, les terfez se développent sur un sol sablonneux, calcaire, pauvre en matière organique et en phosphore, bien pourvu en potassium et riche en magnésium [2].

Les terfez de la Tunisie méridionale préfèrent des sols sablonneux, faiblement limoneux, pauvres en sels et en matière organique avec un pH allant de 6.2 jusqu'à 7.25 au moment de leur fructification. Ils exigent des sols légèrement humides, bien aérés, avec de faibles teneurs moyennes en potassium et en phosphore total, très pauvres ou même dépourvus de phosphore assimilable [18].

Du point de vue fertilité, les sols à terfez sont le plus souvent pauvres en matière organique et en éléments minéraux. Dans la Province de Fars (Iran), le genre *Tirmania* est plus répandu dans les sols à forte teneur en CaCO_3 .

Tableau N°2 : Composition physico-chimique comparée des sols à terfez au Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie)

Caractéristiques physico- chimiques des sols	Algérie, [29]	Maroc, [16]	Tunisie, [45]
Argile (%)	13-83	52-143	52.5-140
Limons (%)	-	-	7.5-412.5
Limons fins (%)	15-184	32-36	-
Limons grossiers (%)	15-109	32-49	-
Sables fins (%)	351-625	391-477	315-867.5
Sables grossiers (%)	135-332	393-442	11.4-288.3

Carbone (%)	3.06-8.6	1.1-3.3	0.3-11.7
Azote total (%)	0.4-6	2.9-4.7	-
Matières organiques(‰)	2.45-21.5	1.9 -5.7	0.51-20.1
pH eau	7.16-8.2	5.4-6.0	6.2-7.25
pH KCl	-	4.1-5.4	-
Calcaire total (%)	150-189	-	70-275
Calcaire actif (%)	-	-	10-65
Calcium échangeable (%)	0.23-17.7	1.3-2.99	-
Magnésium échangeable(‰)	0.7-5.42	0.14-0.33	-
Phosphore assimilable (%)	0.2-0.3	5.75- 8.38	-
Phosphore total (%)	-	-	5.45-92.60

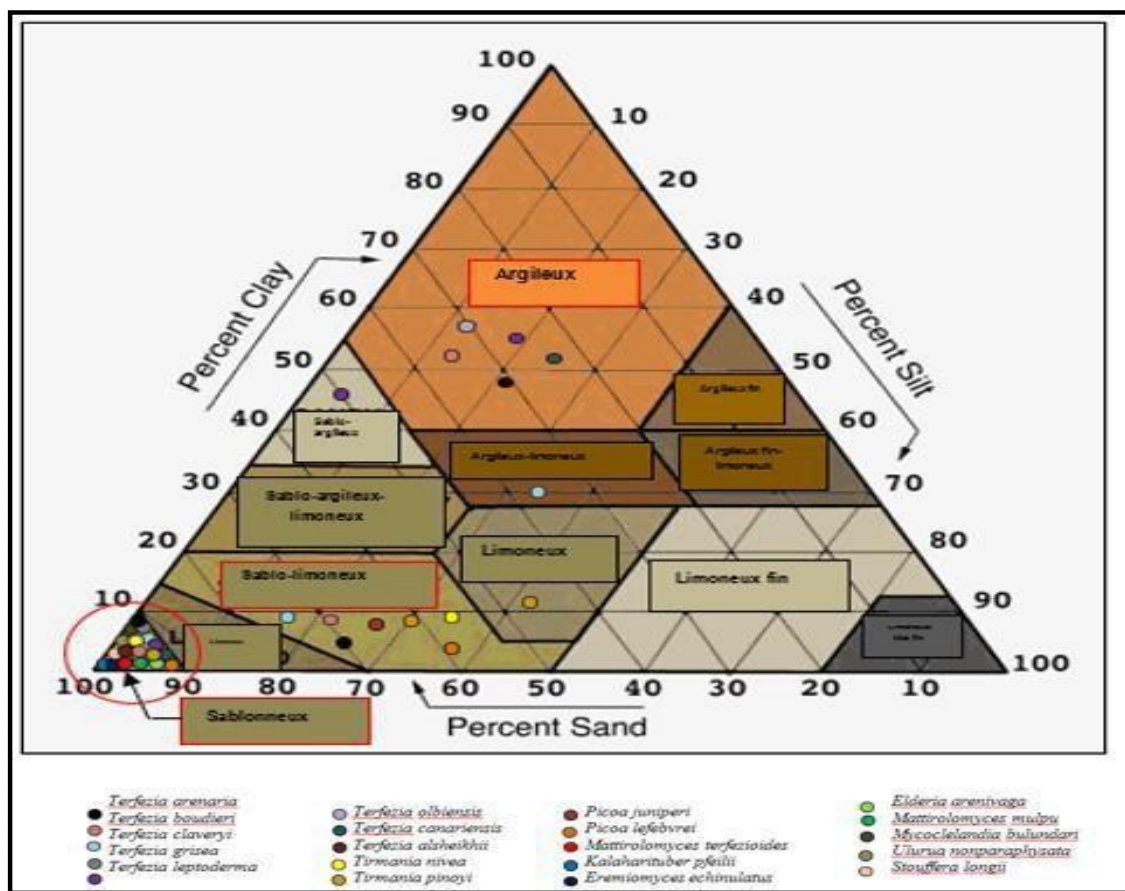


Figure N° 4: Texture sablonneuse prédomine du sol de 20 espèces de truffes du désert

3.2. Facteurs climatiques des truffes du désert:

Le climat est considéré comme un facteur primordial pour le développement des truffes du désert agissant non seulement sur la croissance et la fructification du champignon, mais aussi sur la distribution des plantes hôtes symbiotiques, [46].

Les terfez du littoral algérien se développent à des températures de 15 à 22,5°C et une pluviométrie de 26 à 117 mm en Mars et en Mai puis entre Septembre et Février, [47]. Ceux de la steppe centrale algérienne exigent une température de 11 à 19°C et une pluviométrie d'environ 340 mm bien distribuée de Septembre à Avril (40 à 75 mm en Septembre et surtout Octobre) elle diminue ensuite de Décembre à Février puis augmente de Mars à Mai (précipitations orageuses) pendant la période de maturation des ascocarpes, [48]. Quant aux terfez des régions sahariennes d'Algérie, ils exigent des températures de 15 à 20°C, des précipitations (≈ 80 à 160 mm) bien réparties au cours de l'année (surtout mi-Septembre, Octobre,) suivies par des périodes de sécheresse qui s'étalent du mois de Février à Mars jusqu'au mois d'Août, [49;50;51;52].

Ainsi, en Arabie Saoudite, [8] a constaté que des précipitations de 122 à 264 mm par an, sont adéquates pour une bonne récolte. Au Koweït, elles varient de 160 à 180 mm par an et sont bien distribuées d'octobre à mars [4;53].

À Bahreïn, elles ne dépassent pas les 200 mm, [54]. Au Qatar, les années bonnes à terfez, sont caractérisées par des pluies de l'ordre de 47 à 84 mm, bien réparties en Novembre-Décembre et février [55]. En Egypte, elles sont de 70 à 120 mm [56].

Au Maroc, les truffes nécessitent un maximum de précipitations (environ 240 mm) avant le mois de Mars [57]. Des précipitations excessives ou mal réparties peuvent pourrir les spores, et perturber le cycle biologique des terfez [58; 59].

3.3. Plantes hôtes naturelles des terfez:

Les terfez sont des champignons mycorhizogènes, vivant en symbiose avec des plantes annuelles ou pérennes de la famille des Cistacées, leurs plantes- hôtes sont le plus souvent les héliaanthèmes, mais elles peuvent aussi s'associer à *Artemisia herba alba* et *Plantago albicans* [27]. Les terfez croissent aussi sous des cistes et des pins.

Plusieurs cistes ont été signalés par [60] tels que *Cistus halimifolius*, *Cistus salicifolius*, *Cistus halimioides*, *Cistus ladaniferus*, *Cistus salvifolius*, *Cistus monspeliensis* et *Cistus albidus*. Les terfez ont été récoltés sous le *Pinus radiata* en Italie, sous *Pinus canariensis* aux îles Canaries et sous *Pinus pinaster* var. *atlantica* au Maroc [58]. *Robinia pseudoacacia* a été signalé par [36] comme plante-hôte de *Terfezia terfezoïdes* ainsi que quelques chênes[34].

Les terfez peuvent aussi s'associer avec *Fumana* [34], avec *Ribes rubrum* (plante-hôte de *Terfezia terfezoïdes* en Hongrie, *Quercus ilex* (plante-hôte de *Terfezia leptoderma* en France in [32], et *Kobresia bellardi* (plante-hôte de *Terfezia boudieri*, en Iran[25].

3.4. Insectes et ennemis des truffes du désert:

La faune des sols truffiers est un véritable mutualiste de la truffe, on y observe toutes sortes d'insectes (coléoptères, mouches truffigène) et des annélides, ver de terre qui est le « seigneur des anneaux » de la truffière. Tout ce petit monde participe à des degrés divers à l'aération du sol, à l'infiltration des eaux et au maintien d'une humidité minimale à la survie de la truffe en période de sécheresse[61].

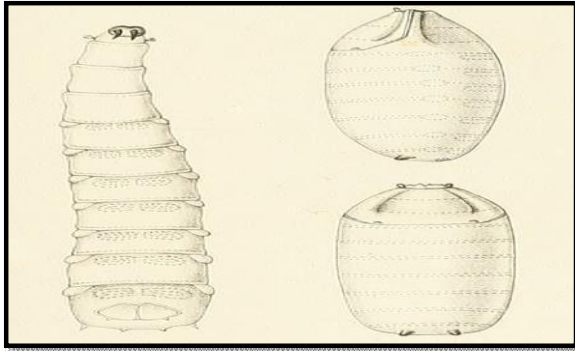
Le coléoptère de la truffe du genre *Tuber*, *Liodes cinnamomea* et la mouche de la truffe *Suillia gigantea* comptent aujourd'hui parmi les principaux problèmes de la trufficulture [62]. Ces insectes ont un sens olfactif très développé ; elles sont très fréquentes dans les sols truffiers soit au stade de larve ou au stade adulte. Une truffe de 50g peut être complètement consommée en une journée par un liodés.

Ce dernier a les mêmes effets sur les truffes du désert notamment *Picoa juniperi* [63]. D'autre part, leur alimentation entraîne une diminution du poids de la truffe (jusqu'à 40% du poids frais). La perte de qualité est inévitable, car une putréfaction rapide et une dégradation enzymatique se produisent dans l'ensemble de la gleba [62].

Tableau N° 3 : Plantes hôtes naturelles des terfez dans différents pays

Pays	Plantes hôtes	Mode végétatif de la plante hôte	Espèce de terfez associée	Auteurs
Arabie saoudite	<i>Helianthemum lippii</i>	vivace	<i>T. boudieri</i> , <i>T. pinoyi</i> , <i>T. nivea</i> , <i>Phaeangium lefebvrei</i>	[12-8 - 54-13 -
	<i>H. ledifolium</i>	annuelle	non spécifiée	25-52-64-4 -
Bahreïn	<i>H. lippii</i>	vivace	non spécifiée	53-32-24-2 -
	<i>H. kahircicum</i>	vivace	non spécifiée	65-61-66-32 -
Iran	<i>Kobressia bellardii</i>	vivace	<i>T. boudieri</i>	-67-58-57-18-33
Koweït	<i>H. ledifolium</i>	annuelle	<i>T. boudieri</i> , <i>T. claveryi</i> , <i>T. pinoyi</i> , <i>T. nivea</i>	68-28-69-70-71-
	<i>H. salicifolium</i>	annuelle	<i>T. nivea</i> , <i>T. boudieri</i>	
Palestine occupée	<i>H. lippii</i> var <i>sessiliflorum</i>	vivace	<i>T. leonis</i> (<i>T. arenaria</i>)	72-73-22-74-75-
	<i>H. kahircicum</i>	vivace	<i>Picoa lefebvrei</i>	-76-77-78-79]
Turquie	<i>H. salicifolium</i>	annuelle	<i>T. boudieri</i>	
Algérie	<i>H. lippii</i>	vivace	<i>T. boudieri</i> , <i>T. nivea</i> , <i>T. pinoyi</i>	
	<i>H. salicifolium</i>	annuelle	<i>T. boudieri</i>	
Maroc	<i>H. guttatum</i>	annuelle	<i>T. arenaria</i> , <i>T. boudieri</i> , <i>T. claveryi</i> , <i>T. pinoyi</i>	non spécifiée
	<i>H. eremophilum</i> (= <i>Helianthemum hirtum</i> ssp. <i>ruficomum</i>)	vivace	non spécifiée	
Maroc	<i>H. lippii</i>	vivace	<i>T. olbiensis</i>	
	<i>H. guttatum</i>	vivace		
Maroc	<i>H. apertum</i>	annuelle	<i>T. boudieri</i> , <i>T. claveryi</i> , <i>Picoa juniperi</i>	
	<i>H. hirtum</i>	annuelle	<i>T. boudieri</i> , <i>T. leptoderma</i> , <i>T. arenaria</i> , <i>T. pinoyi</i> , <i>Tuber asa</i>	
Tunisie	<i>H. macrosepalum</i> , <i>Pinus pinaster</i> var. <i>atlantica</i>	annuelle	<i>T. boudieri</i> , <i>T. claveryi</i> , <i>Picoa juniperi</i>	
		vivace	<i>T. pinoyi</i> , <i>T. nivea</i>	
Sud d'Afrique Désert du Kalahari	<i>H. hirtum</i>	annuelle	<i>T. arenaria</i>	
	<i>H. macrosepalum</i> , <i>Pinus pinaster</i> var. <i>atlantica</i>	vivace	<i>Delastria rosea</i> , <i>Tuber oligospermum</i>	
Sud d'Afrique Désert du Kalahari	<i>Stipagrostis</i> spp	vivace	<i>Terfezia</i> sp	
	<i>Acacia melifera</i> , <i>Acacia hebeclada</i>	vivace	<i>Kalaharituber pfeilii</i>	
Sud d'Afrique Désert du Kalahari	<i>Acacia</i> sp.	vivace	Truffes du désert du Kalahari	
	<i>Citrullus vulgaris</i>	annuelle	<i>Kalaharituber pfeilii</i>	
Espagne	<i>Acacia</i> sp.	vivace	<i>Kalaharituber pfeilii</i>	
	<i>Citrullus vulgaris</i>	annuelle		
Espagne	<i>H. guttatum</i>	annuelle	<i>T. arenaria</i> , <i>T. leptoderma</i>	
	<i>H. ledifolium</i>	annuelle	<i>T. claveryi</i> , <i>T. arenaria</i> , <i>T. boudieri</i>	
Espagne	<i>H. salicifolium</i>	annuelle	<i>T. boudieri</i>	
	<i>H. almeriense</i>	vivace	<i>T. claveryi</i> , <i>Picoa lefebvrei</i>	
Espagne	<i>H. canariense</i>	vivace	<i>T. claveryi</i>	
	<i>H. squamatum</i> , <i>Cistus</i>	vivace	<i>T. boudieri</i> , <i>Picoa lefebvrei</i>	
Espagne	<i>ladanifer</i> , <i>Pinus halepensis</i>	vivace	<i>T. leptoderma</i>	
	<i>Quercus ilex</i>	vivace	<i>T. leptoderma</i> , <i>Picoa juniperi</i>	
France	<i>H. nummularium</i> , <i>Quercus ilex</i>	vivace	<i>Picoa lefebvrei</i>	
		vivace	<i>T. leptoderma</i>	

Hongrie	<i>Robinia pseudoacacia</i> <i>Ribes rubrum</i>	vivace vivace	<i>T.terfezioides</i> <i>T.terfezioides</i>
Italie (Sardaigne)	<i>H. guttatum</i> , <i>Pinus radiata</i>	annuelle vivace	<i>T. leptoderma</i> <i>T. claveryi</i> , <i>T. olbiensis</i>
Portugal Serbie	<i>H. guttatum</i> <i>Robinia pseudoacacia</i>	annuelle vivace	<i>T. arenaria</i> <i>T. terfezioides</i>



Suillia gigantea, larve et pupa



Suillia gigantea, grande (9 à 14mm)



Leiodescinnamomea



Truffe touché par lamouche

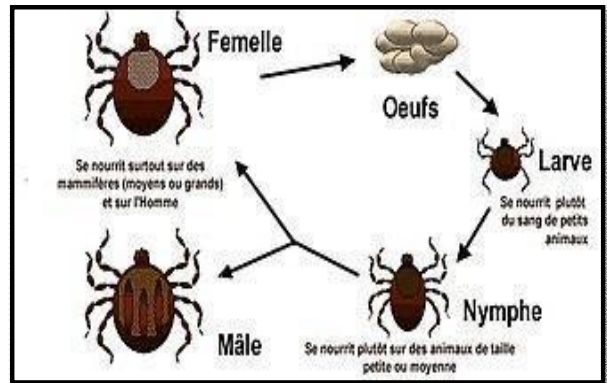


Figure N°5 : Les ennemis de la Truffe

4. Cycle de vie des truffes et terfez:

Le cycle débute par la dispersion des ascospores par des moyens physiques (vent, sable, pluie... etc.) sur de long parcours vers d'autres sites et ce qui favorise la levée de dormance des spores avant leur germination ([4;80;81]). Quelques insectes (liodés adultes) et animaux (chèvres, lièvres, chameaux... etc.) attirés par l'odeur dû à des composés sulfurés tel que le diméthyl-sulfure et des alcools tels que le 2-méthyl-1-propanol [82] intense des ascocarpes participent également à la dispersion des spores [2;79;83].

La germination de l'ascospore commence lorsque les conditions climatiques sont favorables (température et pluviométrie) en donnant naissance à un tube germinatif qui développe des filaments homocaryotiques. Le mycélium dérivant des tubes germinatifs de deux ascospores pourrait avoir deux destinées distinctes [72]. Il s'associe aux racines de l'arbre, crée un mycorhize permettant au champignon de se nourrir en sucre (hydrates de carbone) au début de Septembre. Les hyphes mycéliens divergent et se ramifient, l'ensemble évoluant globalement vers l'édification d'un organisme à front de croissance circulaire.

Avec le temps, l'initiation fructifère débute par la formation de petits pelotons (primordium) au début de l'hiver, dans l'enchevêtrement des filaments du mycélium secondaire, à proximité des racines. Chaque peloton évoluera en Terfès.

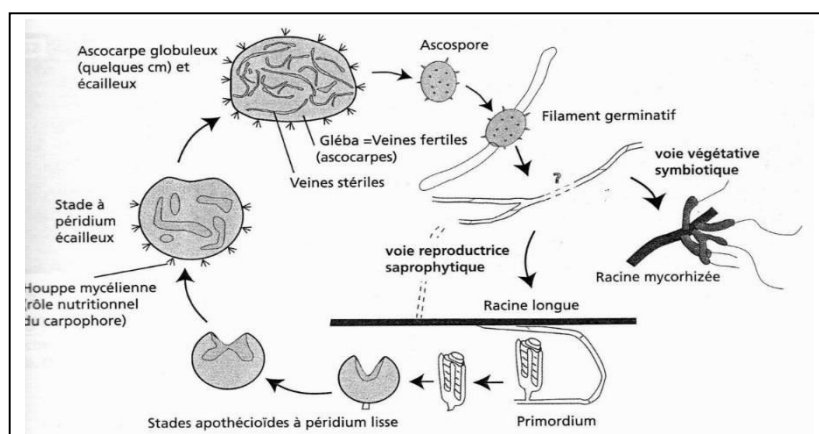


Figure N°6: Voies de développement et stades de fructification de la truffe [84]

Quand le Terfès n'est pas récolté à la fin du printemps, l'ascocarpe se décompose, les ascospores libèrent les spores, et le cycle recommence [67].

Deux voies distinctes : après la germination, les ascospores évoluent, soit au contact de racines courtes vers la formation de mycorhizes (voie végétative), soit au voisinage de certaines racines longues, vers la formation d'ascocarpes (voie reproductrice). L'origine des dicaryons conduisant à la formation des asques est inconnue.

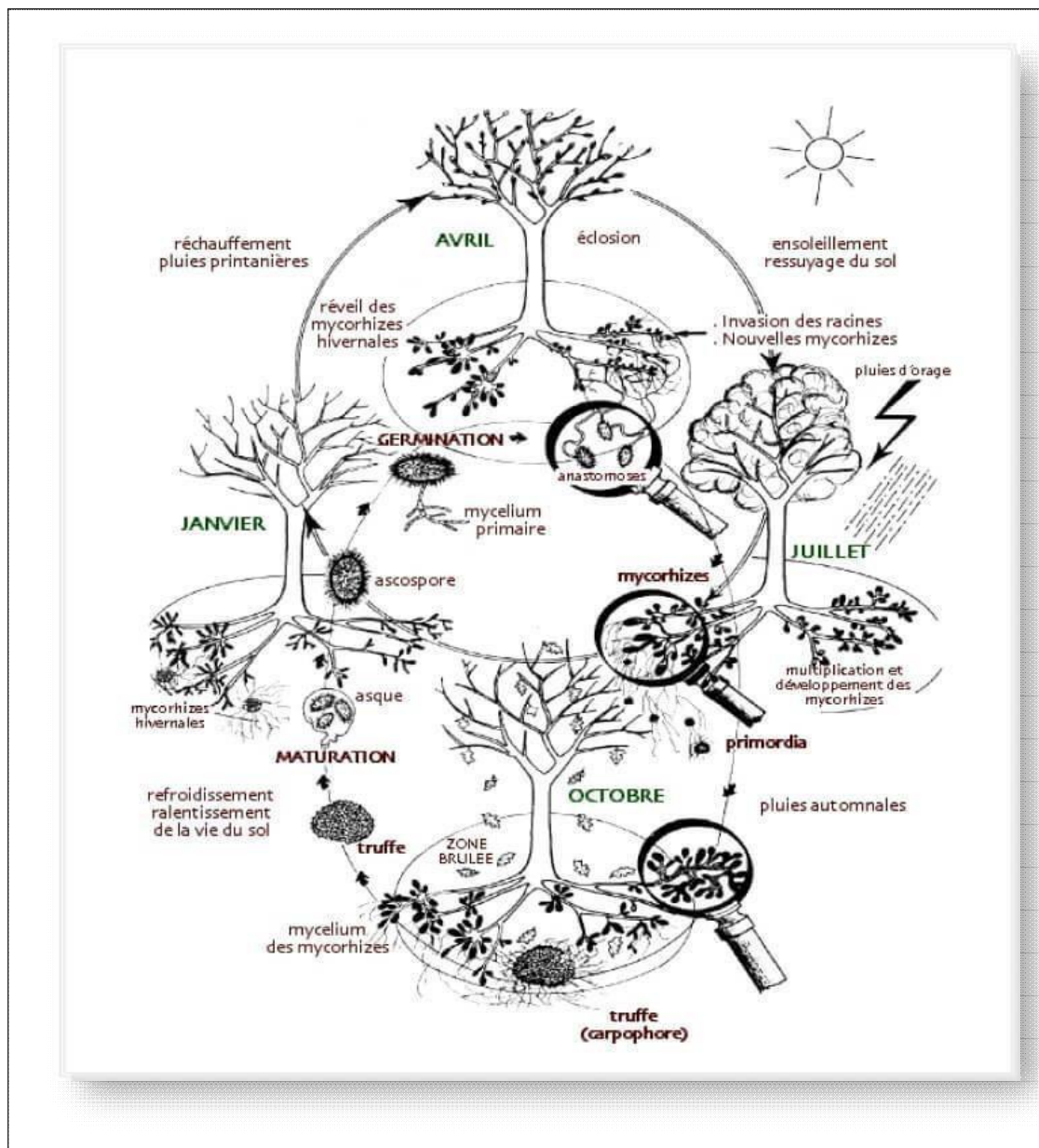


Figure N° 7: Cycle biologique de la truffe et de son hôte (In Delmas, 1983) <https://agronomie.info/fr/cycle-biologique-truffes/>

5. Récolte de la truffe:

Très tôt ces truffes coupent le cordon ombilical avec les mycorhizes et assurent une croissance autonome à partir des houpes mycéliennes présentes au sommet des écaïlles.

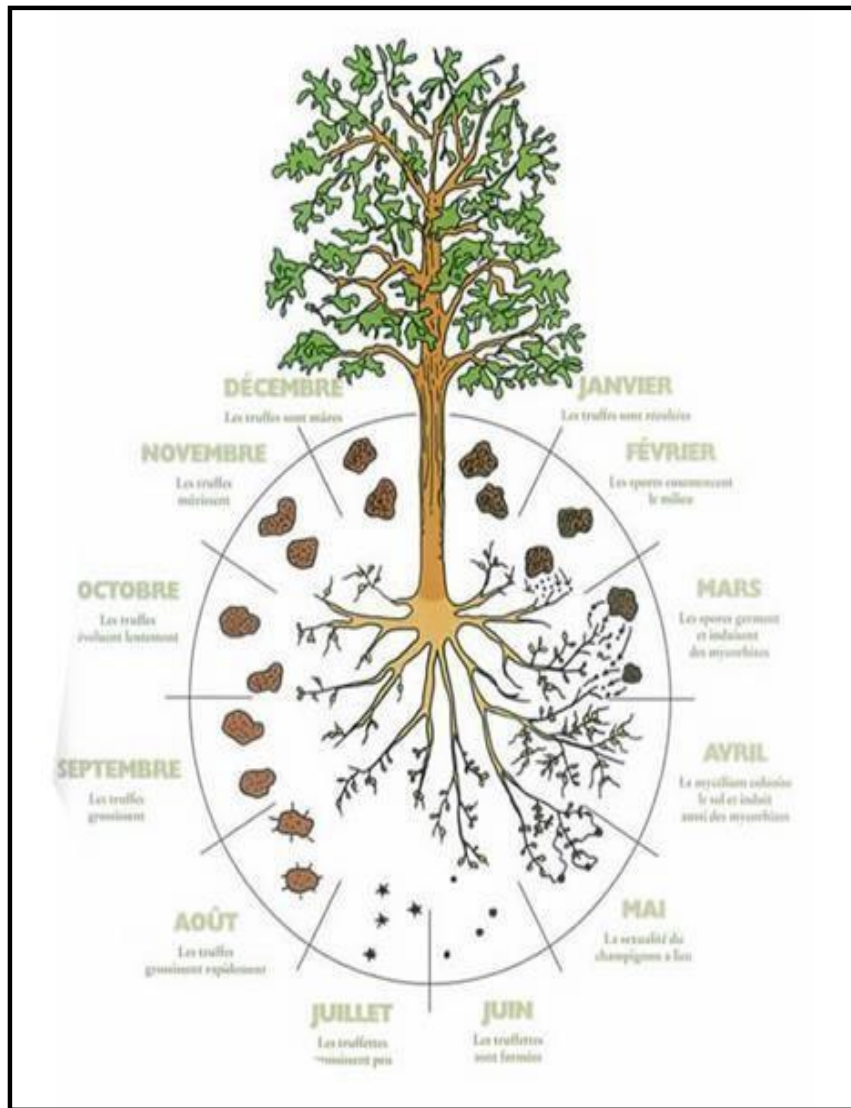


Figure N° 8: Schéma du cycle de la truffe au cours de l'année

<https://www.truffefrance.com/PBCPPlayer.asp?ID=1224350>

Ce cycle est relativement hypothétique. C'est au printemps que les fins filaments s'échappent des mycorhizes pour aller coloniser le sol. Parmi l'enchevêtrement des filaments se forment de petites truffes aux mois de mai, juin, juillet.

- **Février - Mars** : Les spores germent et induisent des mycorhizes.
- **Mars - Avril** : Le mycélium colonise le sol et induit aussi des mycorhizes.
- **Mai** : La sexualité du champignon a lieu.
- **Juin** : Les truffettes sont formées.
- **Juillet** : Les truffettes grossissent peu.
- **Aout - Septembre - Octobre** : les truffes noires grossissent et évoluent.
- **Novembre** : les truffes noires mûrissent.
- **Décembre** : les truffes sont mûres et les 1^{ères} récoltes commencent.
- **Janvier** : Les truffes sont à l'apogée.
- **Récolte** : En décembre, janvier, février et début mars.

5.1. Méthode de récolte:

La récolte de la truffe dans les pays européens en général ou truffes qui existent à 20 cm sous le sol nécessite un compagnon chien cochon animal aux dressés. Un chien peut sentir un truffe à plus de 40 mètres ou par observation la mouche *suilla gigantea* est de repérer les truffes avec indices de brûle si de cercle absence totale ou presque de végétation entoure d'arbres, si effet de truffe fabrique de substance phytotoxiques antibiotique efficace pour être herbicide biologique de plante mais pas tous il existent brûles en raison de problèmes techniques ou climatique.

On le respecte une bonne période de truffe si on généralement de décembre à octobre selon les régions et espèces comme *terfezia arenaria* la période idéale pour la récolte si Février à mai, doit être effectuée au bon moment pour éviter toute exposition à soleil ou l'humidité afin de préserver sa valeur.

En Algérie elle se limite à délimiter les régions et a observé les indicateurs symbiotiques des plantes /terfezia comme plante hôte *Helianthemum lippii* /terfezia *arenaria* avec présentation de fissuration du sol car les truffes grimpent sur le sol.



Figure N°9 : Fissuration du sol indice de la présence de truffe

5.2. Période de récolte:

La période de récolte des truffes ils diffèrent d’une espèce à l’autre et d’une année à l’autre selon le climat, les régions et même l’altitude nous prenons par exemple en Europe commencé de la fin de l’été au mi - printemps alors qu’en Algérie la période de récolte en général au milieu de l’hiver jusqu’à début printemps dans le cas où la pluviosité est pleuvait régulièrement entre automnes et hiver.

Tableau N°4 : Période de récolte des différentes variétés de truffes du désert

Nov	Dec	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct
			<i>Terfezia boudieri</i>								
			<i>Terfezia claveryi</i>								
			<i>Terfezia leptoderma</i>								
		<i>Picoa lefebvrei</i>									
			<i>Terfezia arenaria</i>								
								<i>Mattiolomyces terfeziodes</i>			
					<i>Kalaharituber pfeilii</i>						
			<i>Tirmania pinoyi</i>								
			<i>Tirmania nivea</i>								
			<i>Picoa juniperi</i>								
	<i>Delastia rosea</i>										

5.3. Méthodes de Conservation:

La conservation est généralement définie comme une méthode utilisée pour préserver un état existant ou pour empêcher une altération susceptible d’être provoquée par des facteurs chimiques (oxydation), physiques (température,

lumière) et biologique (microorganismes). La vitesse d'altération dépend des caractéristiques « intrinsèques » liées à l'aliment et aux conditions « extrinsèques » qui sont liées à l'environnement [12].

À l'état frais, les truffes sont à leur meilleur, mais leur récolte ne s'étend que sur quelques semaines et leurs effluves s'estompent en quelques jours. À court terme, préserver dans un pot avec du riz, elles communiqueront leur arôme au riz, mais elles perdront environ 5% de leur poids quotidiennement.

Dans une certaine mesure, on peut en prolonger la vie utile. La surgélation permet de les garder jusqu'à un an. Le produit doit alors être consommé aussitôt après la décongélation. On peut aussi les conserver entières en pot dans un peu d'eau légèrement salée. Les arômes se dissipent cependant moins de deux heures après l'ouverture du bocal.

- La congélation la truffe dans une boîte ou un bocal avec peu de riz pour l'absorption d'humidité, pourra conserver pendant 6 à 8 mois maximum.
- Conservation les truffes dans l'huile vous pouvez faire 10g à 15g un peu sel conserver quelques semaines.
- Les truffes bien nettoyées peuvent se conserver plusieurs mois dans l'alcool mais perd leur goût.
- Stérilisation au naturel : On peut les cuire une ou deux minutes dans un peu de liquide au choix « 5cl de vin blanc, 5cl d'eau très légèrement salée » puis fermez le bocal et pasteuriser dans de l'eau pendant 2h30min cette conserve se garde 2 à 3 ans.

L'étude de l'effet des processus industriels sur les caractéristiques biochimiques de deux espèces de truffes (*Terfezia clavaryi* et *Picoa juniperi*) a montré que le traitement industriel génère une petite perte de la teneur en protéines, en lipides et en cendres, de plus, les échantillons de truffes conservés en boîtes perdent certaines activités antioxydantes des lipides, ces dernières restent par

contre stables dans les échantillons congelés [85; 86; 87].



Figure N°10 : Conservation en alcool et dans congélation isoler

Source : <http://www.truffiere.org/conseil6.html>

6. Principaux usages et produits de la truffe:

Les truffes sont commercialisées de multiples façons : fraîches, congelées, déshydratées, lyophilisées et stérilisées (en conserve). Elles sont également utilisées comme ingrédient pour la fabrication d'autres produits (dits truffés). Sur le marché, sont vendus de l'huile, des fromages, du miel, du sel, des sauces et d'autres aliments à la truffe. La meilleure façon d'apprécier la truffe est cependant de la consommer fraîche, les autres usages permettant de maximiser son utilisation, parfois au détriment de son arôme et de sa saveur.



Figure N°11 : Différents produits à base de truffes

6.1. Intérêt gastronomiques des meilleures truffes:

Le terfès est considéré comme une délicieuse nourriture notamment dans les pays du golfe. Son goût ressemble à la viande avec une surface lisse et une couleur variable blanche, marron clair, rouge et noire. Ce champignon du désert se déguste comme un légume, au même titre que les navets ou les carottes.

Les terfès sont à leur meilleur quand ils sont frais. Il ne faut pas trop les cuire et leurs saveurs s'épanouissent dans les corps gras: huile, beurre ou crème. De nombreux plats, des plus simples au plus élaborés, servent à mettre en valeur la truffe dans la cuisine: terfès en chausson, pâtes fraîches aux terfès, millefeuille, agneau aux terfès, omelette.

Le terfès est riche en protéines, acides aminés, fibres, acides gras, minéraux et carbohydrates. Ses vertus médicinales sont nombreuses. On recommande par exemple le terfès pour les rhumatismes [5]. La technologie de la conserve, aussi appelée « Appertisation » du nom de son inventeur Nicolas Appert.

L'appertisation des terfès consiste à les placer dans un conditionnement totalement étanche et stérile à toute contamination extérieure. Le conditionnement étanche est généralement fait avant la stérilisation. Cela contribue à minimiser les risques de contamination après la stérilisation. Les bocaux de verre et les boîtes en fer blanc sont les contenants les plus utilisés.

Le terfès appertisé peut se conserver jusqu'à 3 ans, cela permet la disponibilité de ce produit sur les marchés nationaux durant toutes les saisons. Blanches, noires, estivales, hivernales, ces épithètes ne disent pas la valeur d'une truffe. Jadis, les connaisseurs parvenaient à reconnaître les espèces à l'œil et au nez. La diversité qu'on voit sur les marchés et la maîtrise moderne de la synthèse des arômes ont rendu l'identification moins sûre.

Au sommet, on retrouve deux espèces phares : la truffe blanche et la truffe noire qu'on reconnaît parfois comme la meilleure des deux. La noire est facilement

trois fois moins chère que la truffe blanche.

✚ Lesnoires

- *Tuber mélanosporum* (Truffe noire du Périgord) au parfum enivrant, puissant et complexe.
- *Tuber brumale* moins aromatique que *melanosporum* mais pas dénuée d'intérêt. *Tuber uncinatum* (truffe de bourgogne)
- *Tuber indicum* (truffe de chine) arômes discrets de sous-bois (aspect visuel très proche de *tuber mélanosporum* mais sans commune mesure sur un plan aromatique).

✚ Lesblanches

- *Tuber magnatum* (truffe d'Italie) aux arômes nuancés d'ail.
- *Tuber aestivum* aux arômes de champignon et de noix.



Figure N°12 : Les meilleures truffes Algériennes

6.2. Composition du terfès:

Les diverses études ont prouvé que les caractéristiques alimentaires des ascocarpes de terfès changent d'une espèce à une autre selon l'âge, la région, le type du sol et les facteurs climatiques.

Aussi, les ascocarpes ont montré que le terfès contient 16% de protéines, 28% de glucides (glucose, fructose, mannitol, inositol et tréhalose), 4% de fibres et 2% de matières grasses du poids sec total. Ils contiennent aussi des acides aminés et des minéraux tels que le phosphore, le sodium, le calcium, le fer, le soufre et le potassium.

6.3. L'intérêt de la truffe du désert Algérienne:

Les truffes du désert de l'Algérie ont été employées pour des buts médicaux pendant des siècles, les utilisations médicales traditionnelles des truffes de désert ont incité la recherche scientifique moderne dans leurs propriétés bioactives. La truffe aurait des bienfaits cutanés :

- Riche en antioxydant, il aurait des effets anti-âge.
- Elle a un effet antirides et antitache (bloque l'action de la mélanine).
- Elle est aussi conseillée pour ses vertus aux personnes souffrant d'anémie et d'affaiblissement général.
- Elle est recommandée pour les rhumatismes.
- De même, elle est un traitement du trachome car elle limite la formation des lymphocytes dans la conjonctive.
- Son jus est un remède pour les maux de yeux dont il améliore la vision.

6.4. Aspect Miraculeux:

Le Prophète Mohammed (Paix et Salut sur Lui) a dit : {La kam'a (un des noms de la truffe blanche) est une sorte de manne (nourriture miraculeuse envoyée aux enfants d'Israël dans le désert, en ce sens que cela vient sans être cultivé) et son suc est un remède pour les yeux} rapporté par (Al-Bokhari et Muslim). Le Prophète (PSL), a affirmé que l'eau du terfès est un remède pour certaines

maladies des yeux et ceux à une époque où les facilités scientifiques permettant une telle confirmation, faisaient défaut. En présentant ses résultats sur le traitement de trachome (maladie infectieuse de l'œil due à la chlamydia trachomatis) ; a obtenu des résultats positifs (une goutte dans l'œil, trois fois par jour pendant un mois).

1. Introduction:

Le Sahara est un milieu désertique très rude et très contraignant à la survie des êtres vivants. Cela est essentiellement lié aux pluviométries très faibles et très irrégulières accentuée par des températures très élevées et des vents continuels. Néanmoins, il existe toujours des zones géomorphologiques qui offrent des conditions plus ou moins favorables à l'existence d'une flore spontanée caractéristique de l'écosystème saharien [39].

Il se présente comme une zone de transition entre les steppes méditerranéennes nord africaines et le Sahara central. Il est caractérisé par des conditions édapho- climatiques très contraignantes à la survie spontanée des êtres vivants, néanmoins, cet écosystème reste un milieu vivant pourvu d'un couvert végétal particulièrement adapté aux conditions désertiques qui constitue les différents parcours, le dromadaire se base pour son alimentation, essentiellement sur le broutage de ces plantes annuelles de type therophytes dépendant directement de la pluviométrie et de plantes vivaces [151].

2. Situation géographique de la wilaya de Ghardaïa:

La Wilaya de Ghardaïa, l'une des plus importantes Wilaya du sud de l'Algérie est assise sur une superficie de 86.560 km². Situé dans la partie septentrionale et centrale du Sahara (région programme Sud/Est) entre 4° et 7° de longitude Est et 35° et 36° de latitude Nord, le territoire de la Wilaya de Ghardaïa s'inscrit exclusivement dans l'espace saharien (dorsale du M'Zab, Hamada, Grand Erg Occidental, ... etc) [151]. Elle est limitée:

- Au Nord par les Wilayas de Laghouat et de Djelfa (200km);
- A l'Est par la Wilaya d'Ouargla (200 km);
- Au Sud par la wilaya de Tamanrasset (1 ,470km);
- A l'Ouest par la wilaya d'El Bayadh et d'Adrar (350 km);
- Au Nord Est par la Wilaya de Djelfa (300km);
- Au Sud-ouest par la Wilaya d'Adrar (400km);
- À l'Ouest par la Wilaya d'El-Bayad

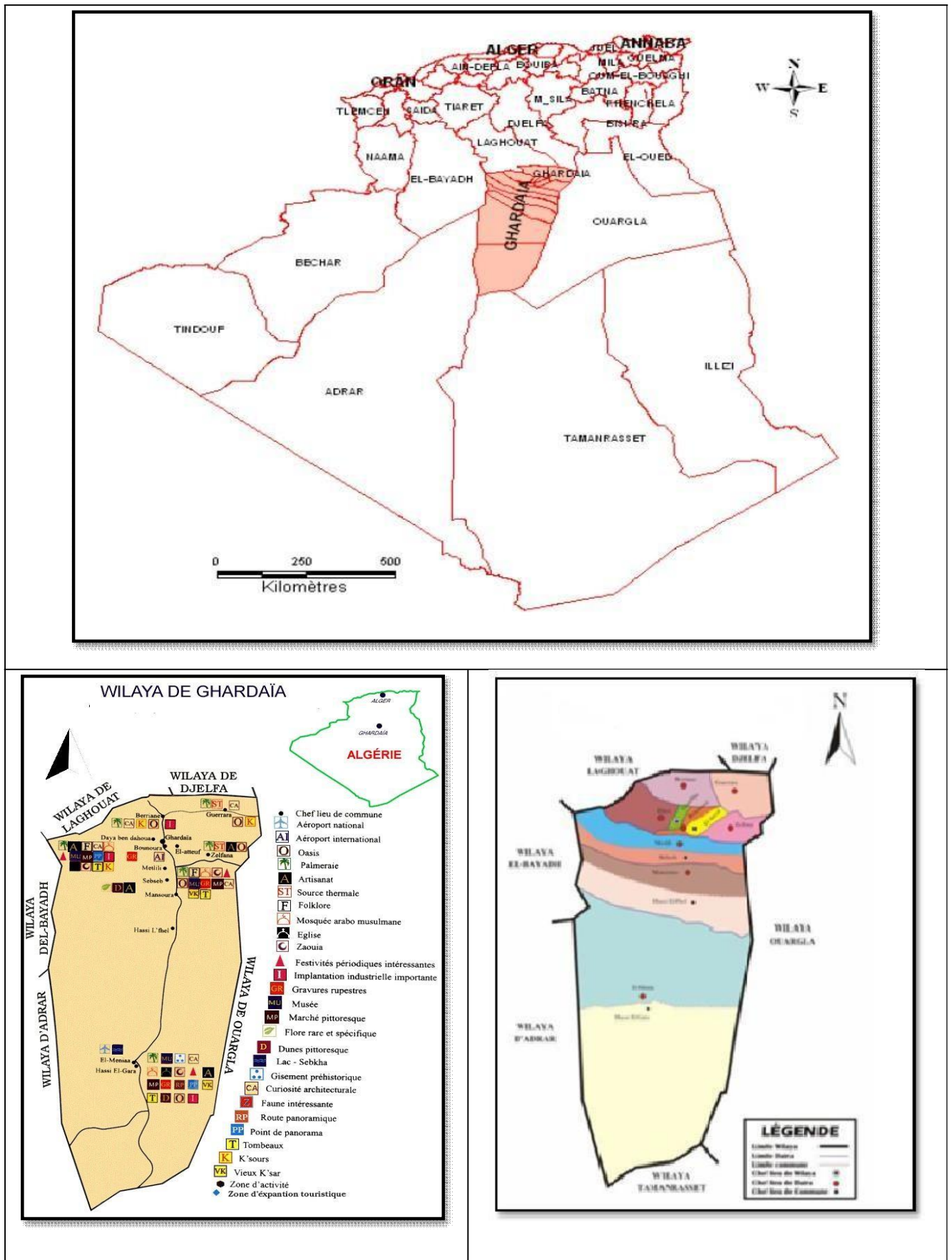


Figure N°13 : Carte de situation de la wilaya de Ghardaïa (A.N.R.H., 2011)

Tableau N° 5: Superficie de la Wilaya

Communes	Superficies (km ²)
Ghardaïa	300
El-Ménéa	27.000
Daya	2.175
Berriane	2.250
Metlili	7.300
Guerrara	2.900
El-Atteuf	750
Zelfana	2.220
Sebseb	5.640
Bounoura	810
Hassi-El-F'hel	6.715
Hassi-El-Gara	22.000
Mansoura	6.500
Total	86.560

Source :(DSA, 2010)

3. Situation démographique

La population totale de la wilaya est estimée à 363 598 habitants, soit une densité de 4.3 habitants par Km² [152]. Elle ayant un âge inférieur à 15ans représentant 34% du total de la population, constitué dans les années à venir une importante ressource humaine.

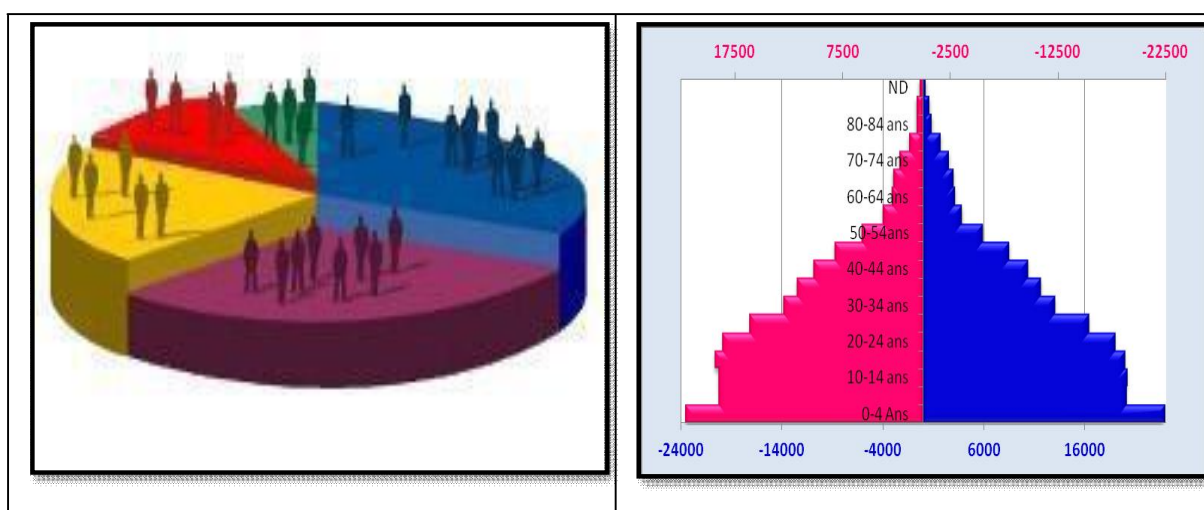


Figure N°14 : Situation démographique

Source : Office National des Statistiques



Figure N°15 : Répartition de la population occupée par secteur

Source : Office National des Statistiques

4. Géomorphologie:

Dans la région de Ghardaïa, on peut distinguer trois types de formations géomorphologiques [153] qui sont :

- La région des Ergs située à l'Est de la région de Ghardaïa, et de substratum géologique pliocène, cette région est caractérisée par l'abondance des Regs qui sont des sols solides et caillouteux. Cette région est occupée par les communes de Zelfana, Bounoura et El Ateuf[154].

- La région des daïas occupe une petite partie de la région de Ghardaïa, présente dans la commune de Guerrara. Elle s'étend du Sud de l'Atlas saharien d'une part et jusqu'au méridien de Laghouat d'autre part[154].

- La Chabka du M'Zab occupe une superficie d'environ 8000 km², représentant 21% de la région du M'Zab[154].

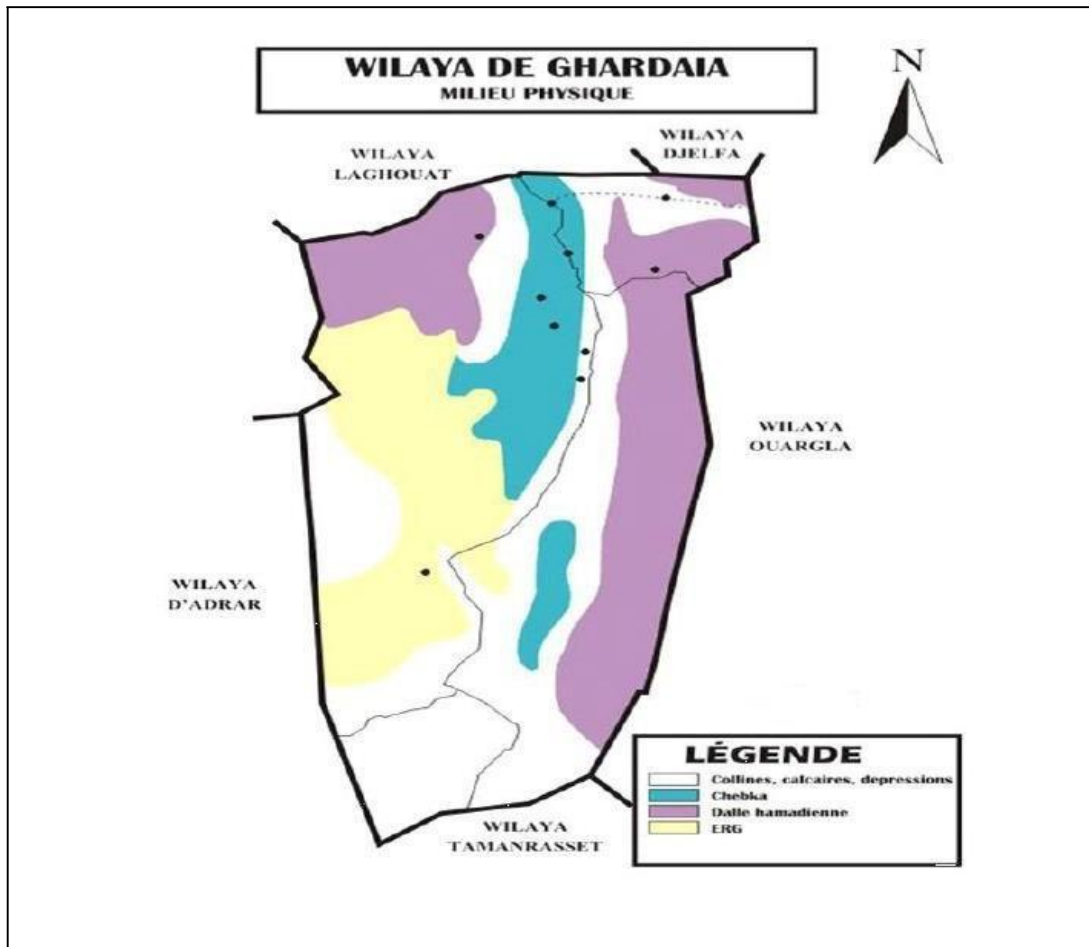


Figure N°16 : Milieu physique de la wilaya de Ghardaïa (ATLAS, 2005)

5. Géologie:

Du point de vue géologique, la wilaya de Ghardaïa est située aux bordures occidentales du bassin sédimentaire secondaire du Sahara, sur un grand plateau sub-horizontale de massifs calcaires d'âge Turonien appelé couramment c'est la dorsale du M'Zab.

L'épaisseur des massifs calcaires recoupés par les sondages est de l'ordre de 110 mètres. Sous les calcaires Turoniens on recoupe une couche imperméable de 220 mètres formée d'argile verte et de marne riche en gypse et en anhydrite ; elle est attribuée au Cénomaniens.

L'étage de l'Albien est représenté par une masse importante de sables fins à grés et d'argiles vertes. Elle abrite des ressources hydrauliques considérables, l'épaisseur est de l'ordre de 300 mètres.

Les alluvions quaternaires formées de sables, galets et argiles tapissent le fond des vallées des oueds de la dorsale, d'une épaisseur de 20 à 35 mètres. Ces alluvions abritent des nappes superficielles d'infero-flux (nappes phréatiques) [155].

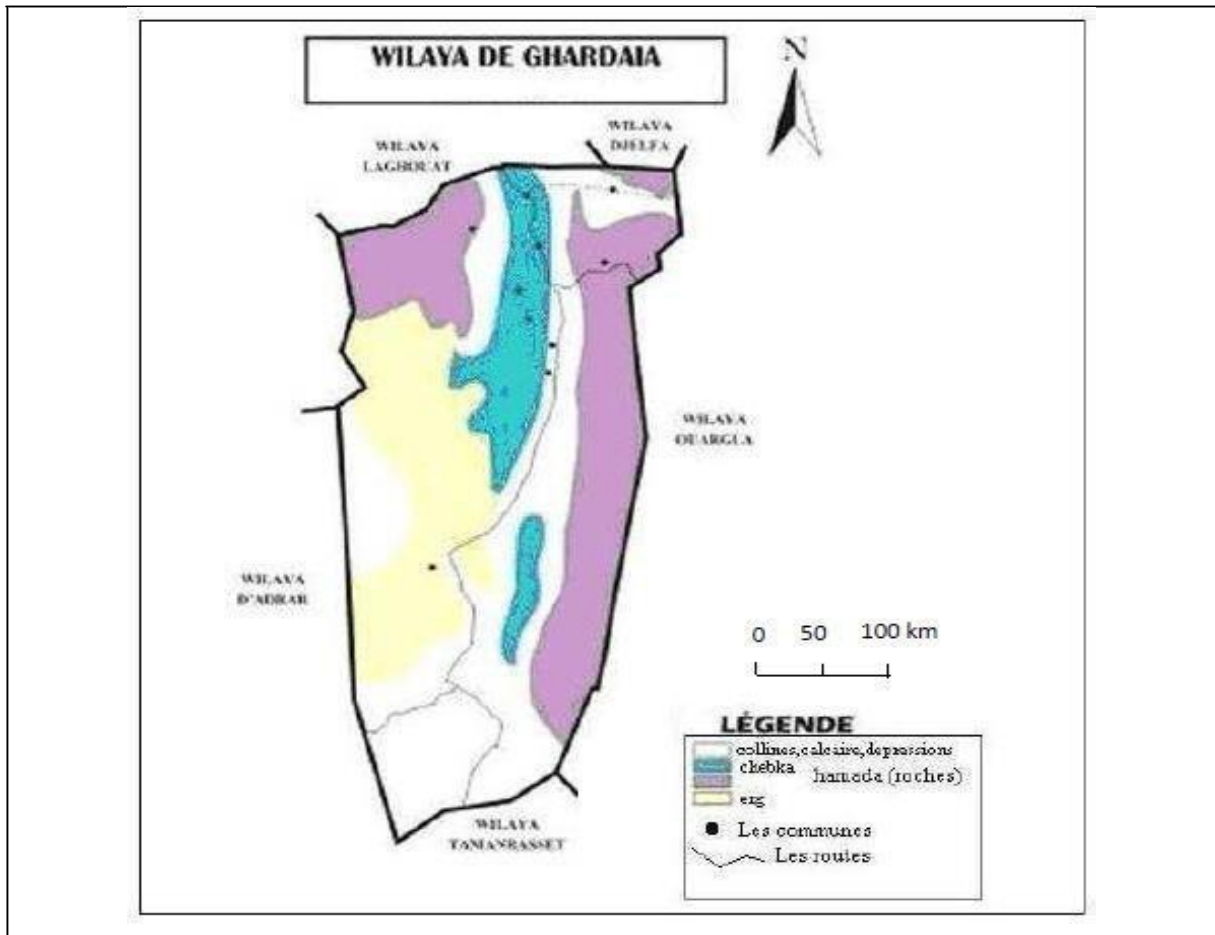


Figure N° 17: La structure géologique de Ghardaïa (ATLAS, 2004)

6. Hydrographie:

La région de Ghardaïa est jalonnée par un grand réseau d'oueds dont les principaux sont : Oued Sebseb, Oued Metlili, Oued M'Zab, Oued N'sa et Oued Zegrir.

Les forages vont chercher l'eau à de grandes profondeurs. On parle d'une fabuleuse réserve de 800.000 m³ située en dessous du grand Erg oriental mais quelque soient les estimations, il n'y a pas certitude : Ces réserves ne sont pas réalimentées et donc limitées dans le temps [156].

- Disponibilités hydrauliques : 2.178L/S.
- Nombre de réservoirs et de châteaux d'eau : 84 avec une capacité de 91 915m³.
- 43 digues de retenues avec une capacité de : 258.000m³.
- Nombre de forage exploités : 286 pour un débit total de 612.197m³/j.
- Longueur du réseau alimentations en eau potable (AEP) : 794 886km.
- Longueur du réseau assainissement : 699.591km.
- L'origine des ressources hydriques de la Wilaya est essentiellement souterraine. Les eaux sont captées au moyen de Forages et puits.
- Les capacités hydriques annuellement mobilisées s'élèvent à 307 hm³ et sont affectées aux différents pôles d'utilisation.
- La part affectée à l'industrie est de 4 % hm³ /an, alors que 54 % hm³ / an sont pour l'agriculture.

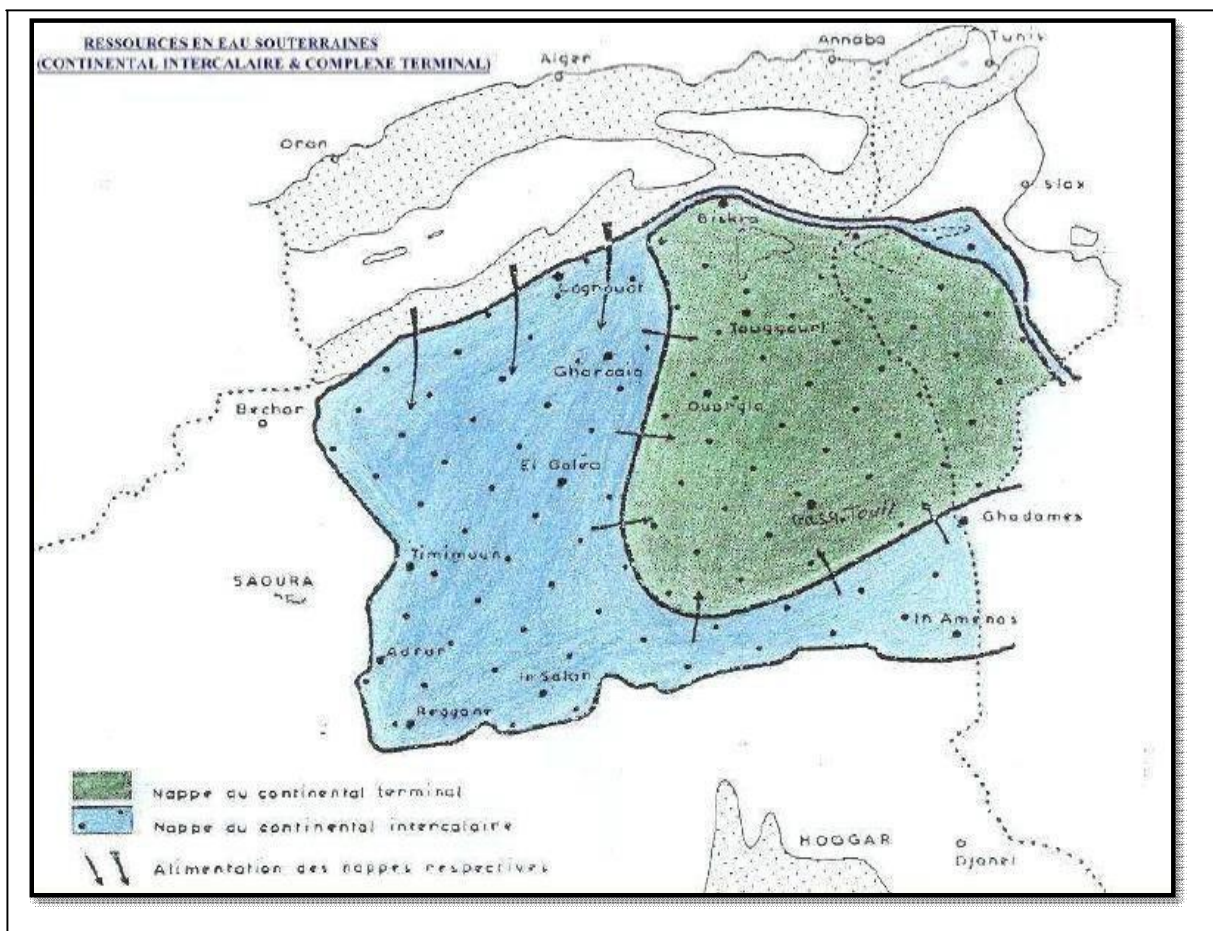


Figure N°18 : Ressources en eau souterraines (A.N.R.H., 2011)

7. Pédologie:

Les ressources du sols et sous-sol existantes sur le territoire de la Wilaya sont caractérisées par un nombre important de gisements et substances utiles (dolomie, calcaire, argile, sable, pierre) [155].

La vallée de l'Oasis est un lit alluvionnaire composé de terrains argileux très fertiles, plus profondément des couches de grée albien au niveau des eaux artésiennes. Les terrains de la partie de l'Est de la cote de la falaise « Taghit » et « Ouajda » sont formes d'argile. Le plateau est formé par des couches de calcaire et pierre solides [155].

8. Étude des paramètres écologiques:

8.1 Facteurs climatiques:

Le climat représente un des facteurs les plus importants dans la distribution géographique de la végétation saharienne. Les climats sahariens sont caractérisés notamment par, la faiblesse des précipitations, une luminosité intense, une forte évaporation et de grands écarts de température.

Le caractère fondamental du climat Saharien est la sécheresse de l'air mais les micros - climats jouent un rôle considérable au désert. Le relief, la présence d'une végétation abondante peuvent modifier localement les conditions climatiques. Au sein d'une palmeraie on peut relever un degré hygrométrique élevé, le degré hygrométrie modifie les effets de la température pour l'homme. Les éléments qui viennent modifier considérablement les effets de la température par les êtres humains et sur la végétation :

- L'Humidité
- Le Rayonnement
- La composition des sols

L'influence du climat sur le développement des terfez est capitale; la production des ascocarpes est liée à l'intensité et à la distribution saisonnière des précipitations [158]. Pour caractériser le climat d'une région, il faut procéder à une synthèse des principaux facteurs climatiques (température et précipitation).

Trois paramètres climatiques importants ont été étudiés par plusieurs chercheurs: (La pluviométrie, la température et les orages).

Des relevés mensuels ont été faites de 2009 jusqu'à 2019, des températures moyennes, des précipitations ainsi que des orages ont été exploités pour servir de base à l'étude écologique des terfez.

Des courbes ombrothermiques ont été tracées afin de déterminer l'influence des facteurs climatiques sur la production des terfez au cours des quelques années. Ces courbes sont tracées à la manière de Bagnouls et Gausson. Sur ces diagrammes le temps (en mois) est porté en abscisse, les valeurs des températures et des précipitations sont portées sur les axes des ordonnées (droit et gauche), avec une échelle des précipitations qui correspond au double de celle des températures ($P = 2T$). Les périodes de sécheresse sont mises en évidence par l'interaction de la surface de croisement entre la courbe des précipitations (P) et la courbe thermique (T).

L'aire comprise entre les deux courbes représente la période sèche. Dans la région de Ghardaïa nous remarquons que cette période s'étale sur toute l'année.

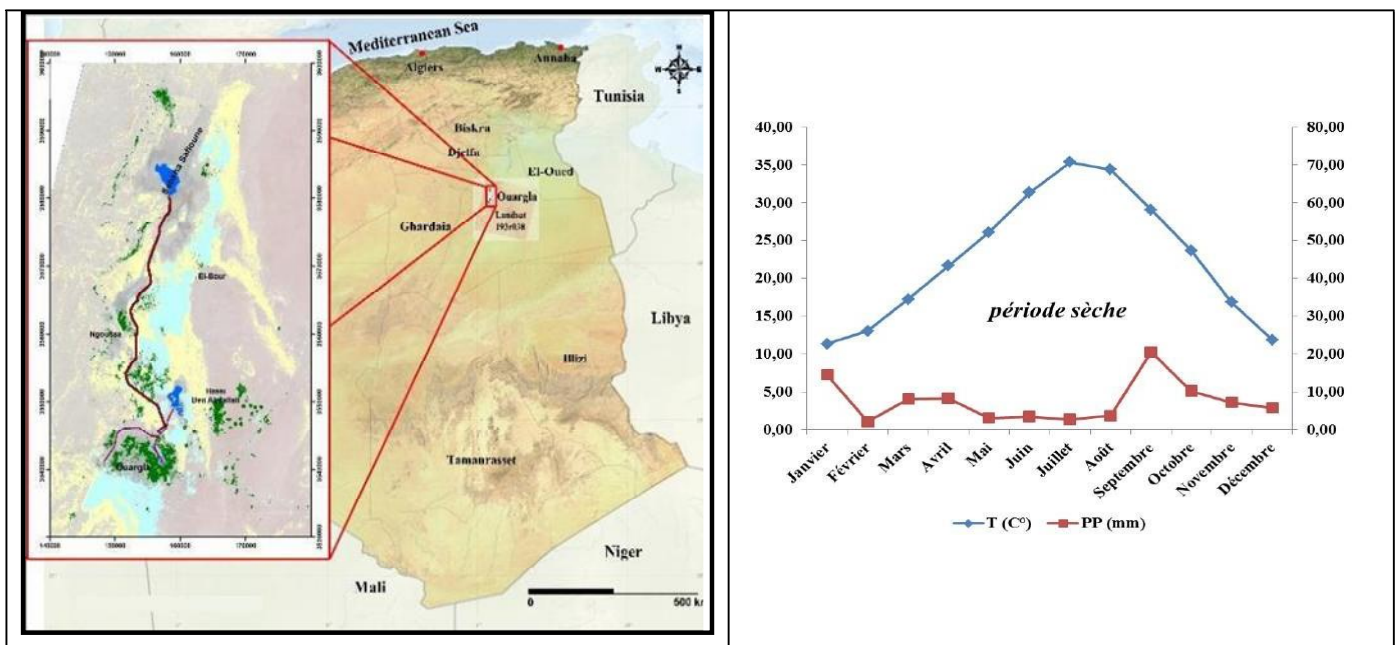


Figure N°19 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de la région de Ghardaïa (2006-2015).

Ghardaïa se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux et son quotient thermique(Q2) est de 5,9.

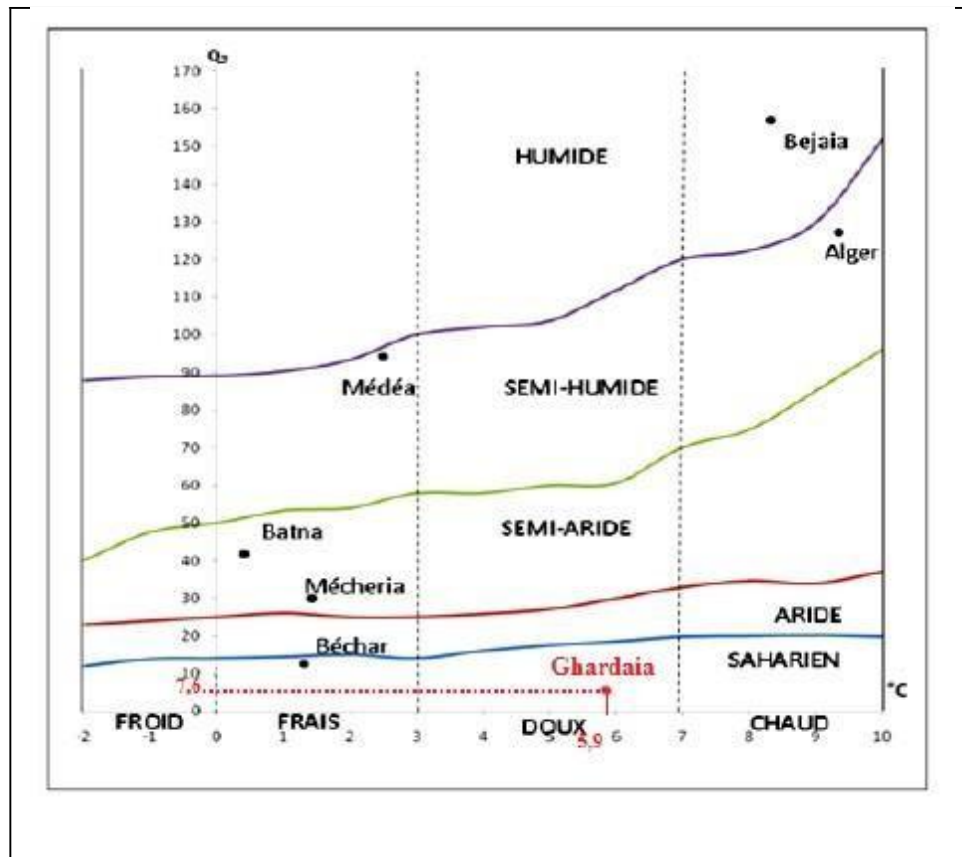


Figure 20 : Etage bioclimatique de la région de Ghardaïa selon le Climagramme de l'EMBERGER (O.N.M.Ghardaïa, 2015)

Au plan biogéographique, la zone de Hassi el Fhal appartient au secteur du Sahara. Ceci justifie sa position dans l'étage bioclimatique Saharien, caractérisé par un climat continental désertique. Ce climat est caractérisé par de grandes chaleurs (températures très élevées), de précipitations très réduites et une sécheresse remarquable de l'ambiance climatique et de l'environnement général. Les températures moyennes annuelles sont élevées, avec des maxima absolus pouvant atteindre et dépasser 50 °C, et des minima de janvier variant de 2 à 9 °C. Une grande amplitude entre les températures de jour et de nuit, d'été et d'hiver. Les valeurs des études qui ont été faites à part avant d'ici quelques années montrent que la température moyenne annuelle est de 18,85 °C avec une moyenne maximale de 29,78 °C durant la période estivale (Aout) tandis que la température minimale atteint la valeur de 7,94 °C pour la période hivernale (Janvier).

Les précipitations ont pratiquement toujours lieu sous forme de pluies. Ces dernières sont caractérisées par leur faible importance quantitative et les pluies torrentielles sont rares. Le cumul moyen annuel des précipitations est de 116,8mm, donc la quantité est très faible et irrégulière, elle varie entre 8,04mm en juillet et 13,32 mm en septembre.

Évaporation est très intense, surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chauds. Les vents dominants d'été sont forts et chauds tandis que ceux de l'hiver sont froids et humides. Les vents de sable sont fréquents dans la zone surtout en période printanière d'avril à juin.

D'après le climagramme d'EMBERGER, la zone d'étude se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux et son quotient thermique (Q2) est de 7,6 et la température minimale est de l'ordre de 5,9°C.

8.2 Secteur de l'Agriculture:

L'activité agro-pastorale reste, dans la wilaya de Ghardaïa l'un des secteurs, avec le tourisme, les plus sûrs en tant que catalyseur du développement durable et de la compétitivité des territoires. En effet, certaines expériences menées jusque là (phoenicicultures, cultures maraîchères arboricultures, petits élevages) ont donné des résultats encourageants et augurent de belles perspectives pour le développement de la wilaya.

Tableau N°6 : Les différentes composantes du territoire agricole

Sup. Totale de la wilaya	S.A.U	Pacages et parcours	Terres improductives Des exploitations	Forêts et Alfa	Terres improductives
8.656.000,00	30.200,00	1.340.539,00	172,00	-	7.095.101,00

(Unité : ha)

Avec 30.200,02 ha, la superficie agricole utile ne représente que 0,35% de la superficie totale de la wilaya et 2,2 % de la superficie agricole totale.



Figure N°21 : Les activités et produits agricoles

8.3 La flore et la faune :

Apparaissent comme très pauvres en comparaison avec le vaste territoire du Sahara qui favorise l'endémisme (espèce animale ou végétale).

Certaines plantes ont une large aire de répartition, d'autres sont limitées à quelques kilomètres carrés ou sont bien individualisées à un genre ou une espèce.

Trois familles principales, sont mieux représentées surtout dans la lisière nord du Sahara septentrional à savoir : Graminées, Composés et Légumineuses, cependant une attention faite aux Chénopodiacées, Crucifères et Zygophyllacées [129].

1. La famille Cistacées:

Les plantes de la famille des Cistacées s'adaptent bien à la sécheresse estivale [111]. Ensemble avec les Lamiacées et les Fabacées. Elles sont des constituants majeurs et typiques des fourrés sclérophylles qui couvrent de vastes zones dans la péninsule ibérique et dans d'autres pays méditerranéens. Cette famille caractérise souvent la végétation qui se développe après perturbation (généralement par le feu) de forêts sclérophylles sempervirentes [112].

Elles constituent une petite famille de plantes eudicots halophiles, largement représentée dans les zones arbustives Méditerranéennes. Leur nom provient de celui des Cistes donnés à ces plantes par Joseph Pitton de Tournefort du mot grec : « kisthos » signifiant capsule.

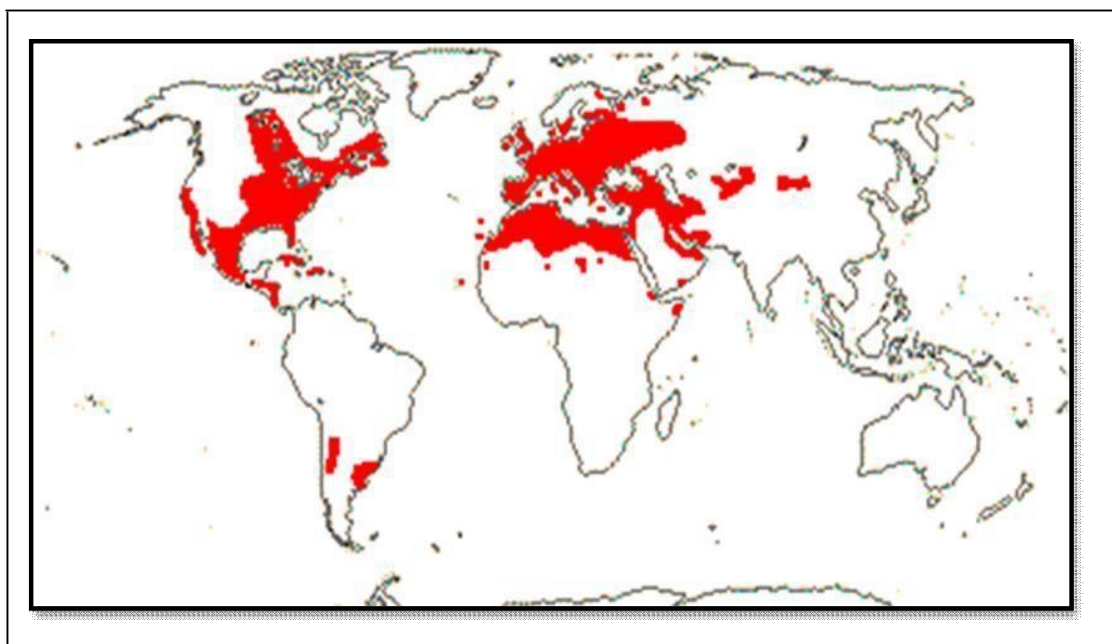


Figure N° 22: Distribution géographique des Cistacées dans le monde [159].

C'est une famille qui comprend environ 170 à 200 espèces regroupées en 8 genres (Cistus, Crocanthemum, Fumana, Halimium, Helianthemum, Hudsonia, Lechea et Tuberaria) dont deux principaux, Helianthemum notre espèce étudiée et Cistus. La plupart des membres de cette famille sont très parfumés et ont une odeur douce faisant de cette flore un élément bien

appréciable en industrie des parfums et dans les usages ornementaux. En outre, ces espèces peuvent s'adapter facilement aux incendies, qui détruisent de vastes zones forestières, à cause de la résistance de leurs graines ce qui leur permet d'y repeupler rapidement dans la saison suivante.

**Tableau N°7 : Distribution géographique des huit
taxons des Cistacées dans le monde**

Taxon	Nombre d'espèces	Localisation	Références
<i>Helianthemum</i>	~ 110	Europe centrale et méridionale, Russie, Asie centrale, Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Tunisie, Lybie,... etc.), Amérique	[113], [114],[115], [116]
<i>Cistus</i>	~ 21	Régions méditerranéennes, Afrique du Nord.	[113], [117],[118],[119]
<i>Crocanthemum</i>	~ 20	Côtes atlantiques d'Amérique (Californie et Mexique).	[113], [120]
<i>Lechea</i>	~ 17	Amérique du Nord	[113], [120]
<i>Tuberaria</i> [= <i>Xolantha</i>]	~ 12	Régions méditerranéennes occidentales et méridionales du Nord	[113],[121], [122],[123]
<i>Fumana</i>	~ 9	Europe méridionale, régions méditerranéennes	[116], [124],[125]
<i>Halimium</i>	~ 8	Europe méridionale, Afrique du Nord, Région méditerranéenne occidentale.	[113], [126], [127]
<i>Hudsonia</i>	~ 2	Amérique du Nord.	[113], [120], [128]

2. Description botanique de la famille Cistacées:

Les Cistacées est une famille de plantes plutôt connue pour ses beaux arbustes, recouverts par un tas de fleurs. Les espèces de cette famille sont arbustives ou herbacées, pérennes ou annuelles, poilues ou velues, avec un réceptacle en forme de cône surbaissé, portant de bas en haut périlanthe,

l'androcée et le gynécée. Elles portent des feuilles souvent opposées, entières, ou ordinairement stipulées ; des fleurs axillaires ou terminales, solitaires, en épis ou arrangées en cymes (inflorescence simple partant du même point) racémiformes ou paniculiformes.

Leur calice (enveloppe extérieure de la fleur) est à trois ou cinq divisions très profondes, leur corolle (enveloppe intérieure de la fleur) est à cinq pétales libres très caduques et très délicates, étalées en rose et sessiles, également contournées, mais généralement en sens inverse du calice. Les fleurs sont généralement hermaphrodites, bisexuées. Les étamines sont nombreuses libres et hypogynes. L'ovaire est supère glanduleux, rarement uniloculaire, il est composé de trois (chez *Helianthemum*), cinq (*Cistus*) ou 10 carpelles soudés.

Chaque loge renferme deux ou plusieurs ovules orthotropes ; le style est simple à stigmate globuleux ou ramifié. Le fruit est une capsule globuleuse coriace ou ligneuse enveloppée dans un calice persistant offrant une, trois, cinq à douze loges et s'ouvrant en trois comme chez les hélianthèmes, cinq ou dix valves. Il renferme de nombreuses graines munies d'un albumen poudreux ou cartilagineux, et d'un embryon courbé ou circiné, avec des cotylédons étroits. Leur nombre est de 500 à 1000 graines par capsule.

Tableau N° 8: Position de la famille dans les systèmes de classification évolutive

	Takhtajan (1987)	Cronquist (1988)	Dahlgren (1989)	Thorne (1992)	Takhtajan (1997)
Classe	Magnoliopsida	Magnoliopsida (Dicotylédones)	Magnoliopsida		Magnoliopsida
Sous-Classe	Dilleniidae	Dilleniidae	Magnoliidae	Dicotyledoneae (Annonidae)	Dilleniidae
Super-Ordre	Malvanae		Malvanae	Violanae	Malvanae
Ordre	Bixales	Violales	Malvales	Violales	Cistales
Sous-Ordre				Cistineae	
Famille	Cistaceae				

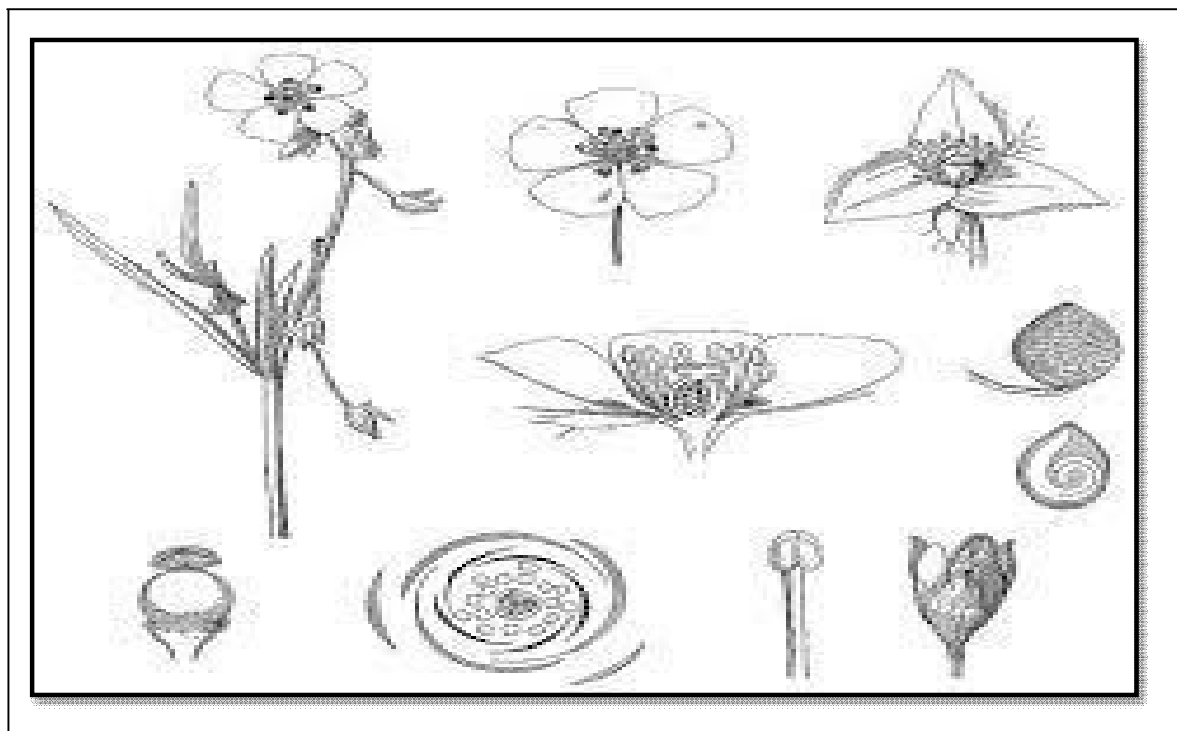


Figure N°23 : Représentation schématique des différents organes de plantes Cistacées[159].

Certaines espèces sont des partenaires symbiotiques avec des espèces de truffes (Terfez, Tuber) tandis que d'autres constituent des plantes pionnières importantes dans les endroits perturbés pour la stabilisation des sols.

3. Etude botanique du genre *Helianthemum*:

3.1 Description botanique:

Les hélianthèmes, comme toute la famille des Cistacées, sont des plantes de souche méditerranéenne et ce genre, encore assez bien représenté dans le Sahara septentrional, fait presque défaut dans le Sahara méridional et occidental ou il n'est représenté que par *Helianthemum lippi* et *Helianthemum guttatum*[129].

Les Hélianthèmes sont des arbustes souvent très petits, à feuilles opposées ou rarement alternes à fleurs jaunes ou jaunâtres (dans les espèces sahariennes) portant 5 sépales dont deux plus petits, 5 pétales qui tombent très

vite après la floraison, de nombreuses étamines, un ovaire formé de 3 carpelles soudés et coiffé d'un style unique coudé.

La détermination, toujours difficile, repose en grande partie sur les caractères des sépales et notamment sur leurs dimensions ; par convention, celles-ci sont toujours données pour les sépales au stade fructifère, car ils s'accroissent après la floraison en persistant autour de la capsule [116].



Figure N° 24: Quelques genres de la famille des Cistacées[160].

Selon [130], les espèces d'hélianthemés vivaces sont appelées aussi « Ergiga », «Fegga », «Serd », «Zefzel» et les espèces annuelles «Qecis el terfas », « Oum el terfas». Environ 40 espèces sont présentes en Algérie.

3.2 *Helianthemumguttatum*:

Connu sous le nom commun d'El gassas et terfes (ou el gassis et terfes).

3.2.1 Caractères botaniques et Classification systématique:

Petit arbuste plus ou moins rameux, s'élevant jusqu'à 2 pieds ou parfois à peine haut de quelques pouces, couvert sur toutes ses parties herbacées d'une pubescence cotonneuse ou soyeuse plus ou moins abondante. Racine très longue, rameuse, ligneuse. Rameaux dressés ou ascendants ou diffus, paniculés ou subdichotomes ordinairement flexueux.

Feuilles elliptiques ou elliptiques oblongues ou oblongues ou oblongues-lancéolées ou lancéolées-linéaires ou lancéolées-oblongues ou linéaires pointues ou arrondies au sommet.

Fleurs de grandeur très variable. Sépales glabres, rougeâtres et fortement velus en dessous. Pétales obovales-oblongs, jaunâtre, finement striées, ordinairement plus courts que le calice. Capsule ellipsoïde, pubescente ou glabre. Graines petites un peu anguleuses, ovoïdes atténuées au sommet d'un brun roux [131]. Elle a été positionnée selon cette hiérarchie systématique suivante:

- **Embranchement** : Spermaphytes
- **Sous – embranchement** : Angiospèrmes
- **Classe** : Eudicots
- **Sous-classe** : Rosidées
- **Ordre** : Malvales
- **Famille** : Cistacées
- **Genre** : *Helianthemum*
- **Espèce** : *Helianthemum guttatum*

3.2.2 Aire géographique:

En Algérie, cette plante est commune dans tout le Sahara ; généralement sous la variété *sessiliflorum*, la variété *intricatum* est plus rare (Sud-Oranais). Elle fait partie de la végétation désertique de Djelfa, Ghardaïa, Hoggar, Naama, Ouargla [132; 133; 134; 135 ;136].

3.2.3 Ecologie et propriétés:

Helianthemum guttatum est une plante des sols sablonneux [137]; c'est une espèce saxicole, tolérante au gypse (gypso-saxicole). Elle est présente au Sahara un peu partout : Dans les Hamada et les rocailles calcaires, sur les dunes vives et les ergs et en haut montagnes sahariennes. C'est une importante plante de pâturage qui contribue à 19 % au régime alimentaire des bétails [138].



Figure N°25 : *Helianthemum guttatum* (espèce indicatrice de la truffe)

Pour se protéger du bétail pendant la période de croissance, cette plante accumule les hydrates de carbone totaux disponibles, dans tous ses organes ; les sucres solubles dans les organes reproductifs et les protéines brutes dans la partie aérienne.

Durant la saison sèche, elle se protège en augmentant les teneurs en protéines brutes et en azote soluble dans les organes végétatifs [137]. Kimbrough a signalé aussi que cette plante séchée et triturée, sert pour se laver la tête, elle possède la même propriété que celle de l'Althea.

Tableau N°9 : Répartition géographiques des espèces d'hélianthèmes

Espèces	Localisation	Références
<i>Helianthemum guttatum</i>	Régions semi-arides d'Algérie, Sahel oranais ; la Grande et petite Kabylie	[130] , [139], [140], [141]
<i>H. squamatum</i>	Tell constantinois, Oran	[130]
<i>H. hirtum</i>	Steppes pierreuses des Hauts plateaux et du Sahara (Naama, El Bayadh...etc.)	
<i>H. aegyptiacum, H. racemosum</i>	Tell algérien	
<i>H. salicifolium</i>	Secteurs algérois, oranais et du Sahara septentrional (Biskra)	
<i>H. lippii</i>	Sahara septentrional et central	
<i>H. kahiricum</i>	Sahara septentrional rocailleux désertiques)	
<i>H. pilosum, H. organifolium</i>	Sahel d'Oran	
<i>H. sanguineum</i>	Tell constantinois, Atlas tellien algérois, Sahel Oranais]241, 130]
<i>H. polyanthum</i>	Atlas tellien algérois et oranais	
<i>H. viscarium</i>	Terrains arides du littoral	
<i>H. cinereum</i>	Grande Kabylie, Sahel, Hauts-Plateaux, et l'Atlas saharien oranais, Hauts-Plateaux algérois	
<i>H. ledifolium</i>	Clairières des forêts, champs incultes, pâturages (Mostaganem, Oran...)	[143,144, 145]
<i>H. apertum</i>	Atlas saharien oranais (sud de Tlemcen, Naama...) Hauts-Plateaux algérois	[130, 146, 147]
<i>H. virgatum</i>	Secteur oranais	[130, 241, 146]
<i>H. ellipticum</i>	Sahara septentrional et central	[130, 148]
<i>H. pomeridianum</i>	Sahel d'Oran	[141, 130]
<i>H. helianthemoides</i>	Petite Kabylie, Atlas tellien oranais, Hauts Plateaux algérois	[130, 141, 149, 150]

3.2.4 Caractéristiques climatiques et pédologique

Les principaux facteurs qui influent d'une manière significative sur la flore de la région de Ghardaïa sont le climat saharien et le faible taux de pluviométrie répartie irrégulièrement dans l'année, de l'ordre de 91,81 mm/an.

La flore Saharienne est considérée comme pauvre si l'on compare le petit nombre d'espèces qui habitent ce désert à l'énormité de la surface qu'il couvre [157].

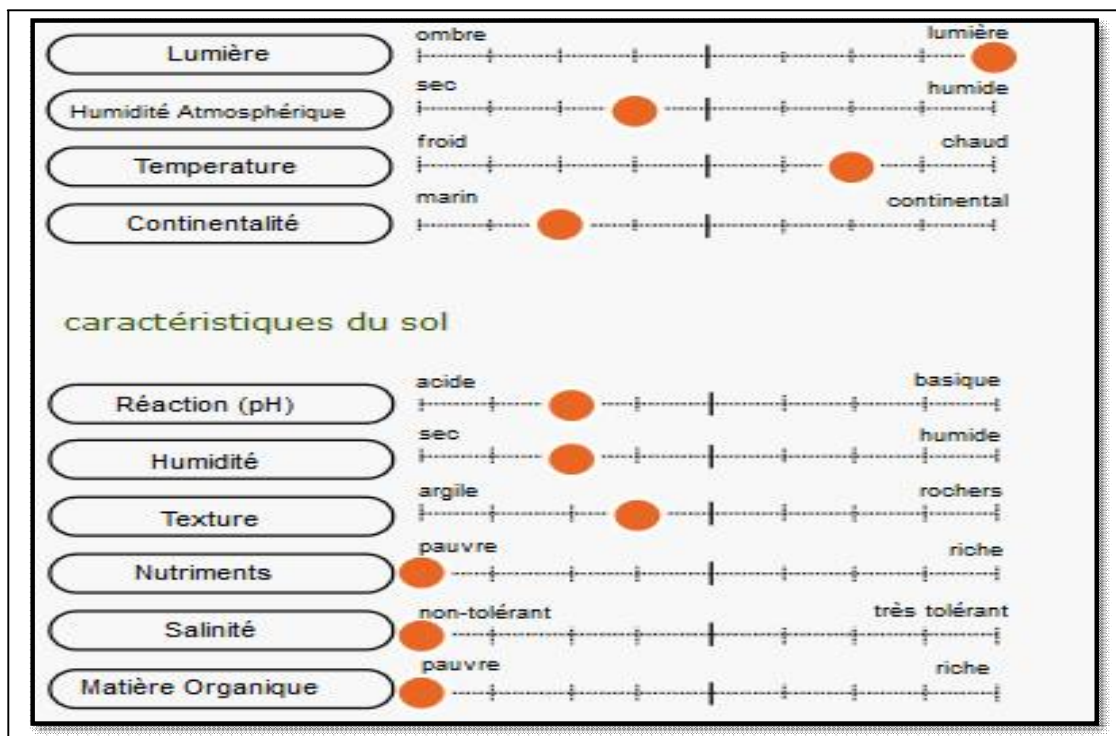


Figure N° 26: Les caractéristiques climatique et du sol de l'hélianthème

4. Études chimiques et biologiques antérieures des Cistacées:

La recherche bibliographique exhaustive réalisée sur les espèces de la famille Cistacées, montre qu'elles ont fait l'objet de nombreuses investigations phytochimiques. Celles-ci ont permis d'isoler et identifier un grand nombre de métabolites secondaires. Les substances dominantes sont les terpènes et phénols, plus précisément les dérivés diterpéniques.

Néanmoins, seulement deux genres (*Cistus* et *Halimium*) sont les biens exploités sur le plan phytochimique. D'autre part, les dérivés de flavonol et des ellagitannins ont été retrouvés antérieurement dans quelques genres de la famille des Cistacées tels que : *Cistus* et *Tuberaria*.

Les Cistacées possèdent des activités biologiques intéressantes, entre autres, l'activité antioxydante, antimicrobienne, antiproliférative, antivirale,

anti-inflammatoire, antinociceptive, ainsi que des propriétés vasodilatatrices et inhibitrice du transport du calcium dans les muscles squelettiques.

5. *Terfezia arenaria*:

La truffe est un genre de champignons vénéré depuis des millénaires. On en dénombre aujourd'hui des centaines d'espèces, généralement odorantes et, pour quelques-unes, aux parfums très agréables qui n'échappaient pas aux Anciens. Au début de notre ère, comme les gens de son époque, l'auteur grec Plutarque croyait que les éclairs, en frappant le sol, les faisaient apparaître. Mais s'agissait-il vraiment de la truffe telle que nous l'entendons maintenant?

Certains mycologues mettent de côté les critères génétiques propres au genre *Tuber*, et appellent «truffes» au sens large les espèces dont les spores sont à l'intérieur et ne sont pas exposées sur une surface externe comme des lamelles ou des pores. Ces champignons se seraient graduellement adaptés à un environnement hostile en refermant leur chapeau : la dispersion de leurs spores nécessite l'ingestion par des animaux.

C'est un champignon hypogé (il se développe à l'intérieur du sol). Le champignon est lié aux racines de l'arbre truffier (symbiose). En mai- juin, le mycélium s'enroule sur lui-même, c'est la naissance de la truffette. Les arbres et arbustes associés doivent être adaptés et avoir un système racinaire conquérant avec un pivot pour chercher l'alimentation hydrique et un chevelu racinaire dans les premières couches de sol pour le développement des mycorhizes.

5.1 Historique:

La truffe est connue depuis quelques millénaires, certains auteurs font remonter jusqu'à la civilisation mésopotamienne ou à l'Égypte du pharaon Chéops, soit plus de 3 500 à 2 500 ans avant Jésus-Christ.

D'autres recherches ont confirmé leur existence aussi par les archives archéologiques de la région mésopotamienne qui atteste leur appellation sous le

nom « Al Kam'atu » suite à l'écriture cunéiforme sur les tablettes d'argile datant de quatre mille ans.[16]

Cependant, la civilisation islamique témoigne l'utilisation des truffes où notre prophète Mohammed avait dit que la truffe est une « manne » qu'Allah l'a envoyé au peuple israélien et que son jus était un remède oculaire, puis il souligne le rôle thérapeutique de la truffe dans son Hadit- Ennabaoui cité précédemment.

5.2 Présentation de la truffe:

La truffe est un champignon souterrain ou plus exactement, la fructification d'un champignon ascomycète. Comme tout champignon, la truffe n'a pas de fonction chlorophyllienne, elle ne peut donc pas synthétiser par elle-même des substances organiques et utiliser l'énergie solaire. Elle s'associe alors à un arbre qui lui fournit les sucres et les substances organiques qui lui sont nécessaires en échange d'éléments minéraux faisant défaut à son hôte. Ces échanges réciproques sont caractéristiques d'une symbiose.

La truffe est un champignon souterrain ou plus exactement, la fructification d'un champignon ascomycète. Comme tout champignon, la truffe n'a pas de fonction chlorophyllienne, elle ne peut donc pas synthétiser par elle-même des substances organiques et utiliser l'énergie solaire. Elle s'associe alors à un arbre qui lui fournit les sucres et les substances organiques qui lui sont nécessaires en échange d'éléments minéraux faisant défaut à son hôte. Ces échanges réciproques sont caractéristiques d'une symbiose.

L'appareil végétatif du champignon, le mycélium, lui permet d'explorer le sol à la recherche d'un support nourricier et pénètre dans les couches superficielles des racines provoquant une modification de leur structure. La rencontre des radicelles de l'arbre hôte et du mycélium donne naissance à un organe indispensable aux échanges : Le mycorhize. Elles permettent la conservation du mycélium pendant la période hivernale, le développement et la

propagation du mycélium dès le printemps et les échanges alimentaires entre le champignon et l'arbre. Une truffière correspond donc à un peuplement forestier (type verger) dans lequel on peut trouver des truffes, fructification souterraine du mycélium mycorhizien. Les facteurs contrôlant cette fructification ne sont pas encore bien connus. Les travaux nécessaires pour la plantation sont:

- La préparation du terrain doit éviter au maximum les bouleversements des horizons du sol et sous-sol tout en améliorant la structure.
- Le gyrobroyage et éventuellement un travail en profondeur par sous-solage ou rippage.
- Le labour, et autres préparations légères (disques, herse).
- Mettre en place à l'automne ou au printemps les plants mycorhizés.
- Effectuer une protection du plant par tuteurage et paillage au pied.
- Il est conseillé d'arroser les jeunes plants régulièrement pendant 2 ou 3 ans pour éviter le dessèchement du chevelu racinaire (risque de disparition de la mycorhization).
- La densité se situe de 150 à 350 arbres / ha en fonction de l'espèce plantée et la nature du sol.
- Après déboisement, deux ou trois années de culture de céréales atténuent les risques de propagation des champignons concurrents.

La présence de mycélium truffier est souvent révélée par l'absence de végétation dans un rayon correspondant approximativement à la zone d'exploitation racinaire de la plante-hôte : C'est le brûlé ou brûlis. Son intensité est variable selon les espèces de truffe. Seules quelques espèces végétales particulièrement bien adaptées aux conditions de sécheresse sont capables de se développer sur cette surface brûlis.



Figure N°27 : Trufficulture et propagation du mycélium dans le sol
<http://www.fft-truffes.fr/actus/recueildesarticlesdejuin>

5.3 Les Conditions d'implantation:

- La texture du sol doit être équilibrée et sa structure grumeleuse.
- Si la roche mère est bien fissurée, 15 cm de sol peuvent suffire.
- Le pH doit être voisin de 8 et le taux de calcaire supérieur à 1%.
- Le sol doit être très organique, « il peut se travailler à la main ».

Le diagnostic préalable à l'implantation d'une truffière doit aborder différents volets, notamment l'historique de la parcelle : friche, ancienne vigne, prairie, terre nue, ainsi que la détermination de plusieurs caractéristiques :

- ✓ Caractéristiques physiques superficielles, pierrosité et changement de couleur du sol, compacité;
- ✓ Caractéristiques physiques du sous-sol, qualités drainantes;
- ✓ Caractéristiques physico-chimiques.

5.4 Ecologie de la truffe:

Les truffes sont les fructifications de champignons qui vivent en symbiose ectomycorhiziennes avec certaines espèces végétales, principalement ligneuses. Ces champignons se trouvent en association avec une multitude d'espèces, comme par exemple les cèdres, peupliers, sapins, citronniers et les helianthmes dans la sahra de l'Algérie.

5.5 Démarche à suivre pour produire des truffes:

La préparation du terrain dépendra, en partie, de son utilisation antérieure et de l'état dans lequel il se trouve. Il est important de préparer le sol en profondeur au moyen d'une sous-soleuse afin de rompre la possible semelle de labour et de favoriser le drainage et l'aération. Il faut ensuite faire une préparation superficielle avec des herbes ou des cultivateurs, pour niveler et affiner le terrain.

La production de la truffe dépend de trois grands paramètres : le sol, le climat et l'arbre hôte. Ces paramètres diffèrent d'une espèce à une autre.

- **Les sols** adaptés à la production de la truffe sont des sols calcaires et riches en calcium dont le pH est compris entre 7,5 et 8,5. Ils sont de faible épaisseur (entre 30 et 40 cm), bien aérés et riches en matière organique. La texture doit être équilibrée en argile, limon et sable et granuleuse. Il doit donc être constitué de roches compactes, perméables et légèrement fissurées.

L'idée répandue que la truffe nécessite un terrain pauvre est fautive et est basée sur le fait qu'une truffière ne produit qu'après une longue période d'attente. Les terrains, lui étant généralement consacrés, étaient des parcelles peu utilisées et difficiles d'accès. Cependant, la production de la truffe peut être tout à fait satisfaisante sur un terrain riche. Leur pH est généralement compris entre 7 et 8.

- **Le climat** : Les truffières prospèrent préférentiellement sous des climats doux et humides, mais supportent aussi des climats variés chauds et secs.

En effet, bien que protégée du froid à 10/20cm de profondeur, la truffe supporte difficilement des températures inférieures à 5°C pendant plusieurs jours.

Ce problème de gel est nettement moins important pour quelques variétés de truffe vu sa période de récolte. Deux facteurs clés conditionnent la croissance et le maintien des truffes :

- Une pluviométrie relativement importante et bien répartie pendant les mois d'été, puisque la productivité de la truffière est en générale corrélée positivement à la quantité d'eau reçue pendant l'été.

- Une insolation modérée, ni excessive, ni prolongée.

- **L'arbre hôte** : La plante hôte sera choisie en fonction de la zone et du terrain. Seuls des espèces d'arbres à ectomycorhize peuvent s'associer avec la truffe. Les arbres hôtes sont nombreux. On retrouve principalement le chêne, mais aussi le châtaignier, le charme, le noisetier et certains résineux. Pour notre cas c'est l'hélianthème qui fait partie de la famille des Cistacées.

La réussite des plantations truffières ne peut être favorisée qu'en respectant un certain nombre de précautions quant à la mise en place et au suivi des plants truffiers. Sachant que le caractère aléatoire des conditions du milieu doit être pris en compte.

5.5.1 Le choix du terrain:

Vu l'investissement nécessaire, le terrain doit être choisi judicieusement, l'analyse des différentes caractéristiques du terrain est déterminante pour juger de son aptitude à héberger des truffes. La nature de l'antécédent cultural est aussi un élément important à prendre en compte.

Tableau N° 10: Éléments clés de l'analyse

Teneur en calcaire	Au moins quelques %
pH	Légèrement basique (> 7)
Teneur en matière organique	Peut-être élevée : jusqu'à 20 %, voire plus
Rapport C/N	Peut être élevé : jusqu'à 20 %, voire plus
Teneur en argile	Peut-être élevée : jusqu'à 60 %, voire plus
Antécédent cultural	céréales, prairies, vergers...etc
Exposition	Nord, Nord-Est ou Est, Sud...etc
Profondeur du sol	Au moins 10 cm

5.5.2 La préparation duterrain:

Le travail de préparation varie selon le profil cultural du terrain choisi et selon la nature du sol :

- ✓ En sol superficiel, il est préférable d'effectuer un griffage au cultivateur plutôt qu'un labour,
 - ✓ Sur les anciennes cultures, un émiettage du sol peut être prévu, si nécessaire,
 - ✓ Sur les prés et pâturages, le sol sera décompacté par sous-solage et labour et suppression de la couverture herbacée (labour, passage de disques, decultivateur).

5.5.3 Le choix du planttruffier:

Plusieurs essences d'arbres et arbustes sont susceptibles d'être mycorhizés par lestruffes. Il faut cependant prendre en compte les conditions pédo-climatiques locales et choisir ces arbres ou arbustes hôtes en respectant la végétation naturelle bien sûr.

5.5.4 Laplantation:

La plantation sera effectuée à des densités comprises entre 600 et 1000 plants / hectare, avec 4 m minimum entre les lignes (ceci permet le passage d'engins légers entre les rangées). Les trous de plantation (déterminés par un piquetage du terrain) de 20 x 20 x 20 cm environ permettront de favoriser l'aération du sol.

La plantation sera effectuée de préférence en février ou mars, mais surtout après les périodes de grand gel.

5.5.5 L'entretien et la protection des plants truffiers:

La difficulté du métier de trufficulteur est de conduire en harmonie cette production, à la fois faire pousser un arbre et un champignon dans un sol adapté. Ce qui est important : une truffière entretenue est plus susceptible de produire qu'une truffière délaissée. Pour obtenir de meilleurs résultats, il est préférable de protéger les plants truffiers par des gaines plastiques ou grillagées ainsi que la

plantation elle-même par une clôture. Lorsqu'on plante une truffière, il est primordial de se rapprocher des truffières naturelles (garder le milieu ouvert, entretenir voire enrichir en matière organique ou en calcaire).

5.5.6 L'irrigation:

L'arrosage est un facteur fondamental du succès de la production de truffes. Au cours des premières années de la plantation il est judicieux d'utiliser une irrigation de support, surtout si l'été s'annonce sec, pour s'assurer d'un bon enracinement de la plante. Durant la phase productive, les arrosages seront effectués du début du printemps jusqu'à l'automne, toutes les trois semaines lorsque la présence d'un déficit le rend nécessaire. La quantité d'eau à fournir dépendra des caractéristiques de la plantation et de la météorologie.

La taille dans les plantations truffières commence dans les premières années de plantation, avec quelques tailles de formation légères, s'intensifiant avec le temps afin de former une coupe séparée du sol de 1 – 1,5 m. Dans la phase adulte, l'objectif principal est l'aération de la coupe et l'insolation du sol.

5.5.7 Récolte:

La récolte doit obligatoirement se faire au chien ou au cochon. Le piochage, pratique des braconniers, détruit la truffière.

5.5.8 Les points négatifs:

Un inconvénient majeur de la trufficulture est le temps d'attente avant d'avoir toute production de truffes. En effet, une truffière ne produit que très rarement avant une dizaine d'années, certains arbres peuvent produire au bout de 20 ans seulement. Nous avons donc recherché toutes les possibilités permettant à l'exploitant de rentabiliser partiellement sa truffière en attendant, voire d'augmenter la marge sa culture pérenne.

5.6 La culture invitro:

Généralement les plantules régénèrent in vitro ont acclimatées dans une chambre de croissance à humidité relative élevée (90 à 95%) pendant deux mois, puis transférées en serre. Les résultats montrent qu'après six mois d'acclimatation, le pourcentage de survie était de 60 %. Cette augmentation pourrait être due à un système d'enracinement plus développé et plus efficace.

Les plantes micropropagatées ont montré une bonne croissance et une bonne uniformité ex vitro et ont présenté un développement normal. Lorsqu'elles ont été réintroduites dans leur habitat naturel pendant huit mois, ces plantes ont affiché 45 % de leur taux de survie[21].



Figure N°28 : Prolifération des pousses auxiliaires d'Helianthemum[160].

5.7 Répartition géographique:

Un inconvénient majeur de la trufficulture est le temps d'attente avant d'avoir toute production de truffes. En effet, une truffière ne produit que très rarement avant une dizaine d'années, certains arbres peuvent produire au bout de 20 ans seulement. Nous avons donc recherché toutes les possibilités permettant à l'exploitant de rentabiliser partiellement sa truffière en attendant, voire d'augmenter la marge sa culture pérenne.

La répartition géographique des Terfès se situe dans la région méditerranéenne et les zones semi arides et arides ou même à climat subsaharien. Approximativement entre le 28^{ème} et le 45^{ème} degré de latitude Nord [7].

En Algérie, on trouve les trois(03) genres :

- Terfezia (*Terfezia claveryi*, *Terfezia boudieri*, ***Terfezia arenaria***)
- Tirmania (*Tirmania pinoyi*, *Tirmanianivea*)
- Picoa (*Picoa lefebvrei*, *Picoa juniperi* et *Picoacarthusiana*).

Ces espèces sont retrouvées dans les régions de Béchar (Kenadssa, Taghit, Tabelbala, Abadla, Beni Abbes), Tindouf, Timimoune, Ouargla (Oued Mya), Touggourt, Tamanrasset (Montagnes du Hoggar), **Ghardaïa**, Biskra, Batna, Djelfa, Saida, Boussaâda, Mécherai, Naama, Laghouat [7].

Dans le Sahara Septentrional algérien, Ghardaia, Oued Righ, Oued M'ya, El Golée et Ouargla, trois (03) espèces ont été identifiées : *Tirmania nivea*, *Terfezia arenaria*, *Terfezia claveryi* [67].

5.8 Classification taxonomique:

La taxonomie des Terfez est essentiellement basée sur les caractéristiques du péricidium (aspect, couleur), sur celles des spores (nombre, forme, ornementation), et sur des caractères complémentaires (forme ou taille des corps fructifères, coloration de la Gléba, habitat, disposition des veines et odeur). [17-19].

Les ascomycètes hypogées représentent l'un des groupes systématiques les plus intéressants et les plus compliqués [20]. Selon la mycologie classique, la plupart des espèces ont été décrites en fonction de leurs caractéristiques morphologiques et d'autres caractéristiques organoleptiques [21].

Les genres *Terfezia* et *Tirmania* sont des ascomycètes hypogés les plus connus et appréciés appartiennent à la famille Terfeziaceae [22].

Donc Selon la classification de [79] les Terfès appartiennent à :

- Règne: Fungi.
- Embranchement: Septomycota.
- Sous embranchement: Ascomycotina.
- Classe: Euascomycetes (Eutoniques).
- Sous classe: Discomycetidae.
- Ordre: Tubérales.
- Famille: Terfeziaceae.
- Genre: Terfezia
- Espèce : *Terfezia Arenaria*

5.9 Noms vernaculaires des truffes de désert des différents pays

Le nom botanique Terfezia vient du mot Terfez ou Terfess, appellations données à ces champignons hypogés en Algérie et dans les pays de Maghreb. En Algérie on trouve des dénominations diverses selon les espèces, tels que Benhoureche, Terfess lakhal, Terfess Lahmar. Le terme arabe classique des truffes décrit au Coran « Al-Kama'a » signifie couvert ou caché, tandis que le terme « AL-Faga'a » réfère au craquellement du sol lors de gonflement des ascocarpes des Truffes.

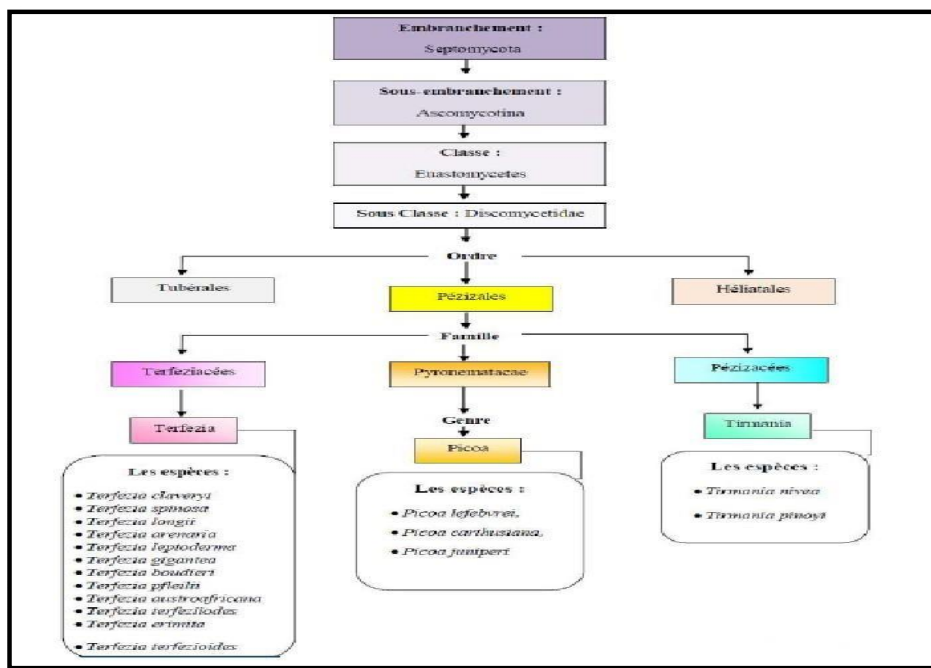


Figure N° 29: La taxonomie des Terfez

5.10 Caractéristiques morphologiques et anatomiques:

- **Ascocarpe** : de couleur marron foncée ; passant à la couleur noire ; présentent un pédoncule à la base.
- **Diamètre** : 73,7mm.
- **Configuration de la surface** : lisse ; glabre.
- **Péridium**: présence épaisse de couleur brun à marron foncé.
- **Gléba**: couleur brun-rouge, marbrée à rose.
- **Nombre des spores**:(6-8).
- **Asque**: subarrondi de dimension $62-71 \times 73-83 \mu\text{m}$.
- **Ascospore**: de forme sphérique ; elles mesurent $21-25 \times 22-23 \mu\text{m}$ [67].

6. La symbiose mycorhizienne entre les deux espèces (la truffe et l'hélianthème):

La symbiose mycorhizienne est une association entre un champignon mycorhizogène et une racine de végétal. Cette relation mutualiste (c'est-à-dire profitable aux deux organismes) s'est installée il y a 300 millions d'années et a coévolué avec les végétaux et les champignons. Conférant une augmentation du succès reproductif (fitness) aux plantes mycorhizées, les adaptations au mutualisme se sont répandues dans les populations de plantes. Actuellement, 95% des plantes terrestres établissent ce type d'association.

Parmi les champignons mycorhizogènes, on distingue les ectomycorhizes (truffes, chanterelles) qui vont entourer la racine, et les endomycorhizes (famille des Glomus) qui la pénètrent et forment des structures d'échange : arbuscules ou vésicules.

6.1 Mycorhizes:

Mycorhize de truffe il et provient du mot grecs (mycos) qui veut dire champignon et (rhiza) qui veut dire racine associée avec les racines secondaires des arbres et arbustes, aide la plante aquatique pour coloniser la terre ferme

environ 450 million d'années. Il porte fréquemment à leur surface des filaments appelés spinules constituant le mycélium frangeant. Leur morphologie et leur structure varient en fonction des espèces de truffe.

L'arbre fournit les substances hydrocarbonées que le champignon ne peut synthétiser (non chlorophyllien), ni tirer du sol (non saprophytique). Inversement, le champignon permet une meilleure nutrition minérale de la plante-hôte grâce à la forte capacité d'absorption des hyphes pour les minéraux présents en faible concentration et peu mobiles (comme par exemple les phosphates, peu solubles en sol calcaire nécessaire au mycélium truffier).

La présence du manteau représente pour la racine une véritable barrière protectrice face aux agents pathogènes du sol. De plus, le champignon produit des hormones capables d'influencer la morphogenèse des racines. La classification de Mycorhizes on cinq groups, les pseudomcorhizes, les perimycorhizes, les ectomycorihzes, les endomycorihzes et les ectendomycorihes.

6.1.1 Ectomycorhizes:

Hartig est un anatomiste de 19 siècle considère le champignon comme étant des parties de la plante et son fils theodor hartig primaire sont découvertes le mycorhizes (ectomycorhizes traduite par la formation ECM).

On estime qu'il y a environ 6000 espèces de plante terrestres qui peuvent former de ECM, les espèces des plante a ECM sontles gymnospermes et surtout des angiospermes il peut être lie à 25000 espèces des champignons ECM appartement des ascomycètes et basidiomycètes et rarement glomeromycetes.

Répartition géographique serait moins importante dans les régions tropicales que dans les régions tempérées. Nous pouvons déterminer les plants

Associé aux champignons des types ECM par la modification sur la forme et structuré des racines forme dichotomie avec un colleur différé par pour a colleur origine des racines et entourée par mycélium forme un manteau fongiques. Il existe trois éléments structuraux caractéristiques de l'ectomycorhize:

- ✓ **Le manteau fongique** qui recouvre toute la racine mycorhizée, donc situe à l'extérieur de celle-ci, avec des structures très complexes et très diversifiées qu'en émanent en direction du sol « mèches cordons, rhizomorphes, sporocarpes volumineux et avec différents tissus bien différenciés».
- ✓ **Les hyphes mycéliens** des champignons formant les associations mycorhiziennes peuvent s'étendre jusqu'à plusieurs centimètres au-delà de la surface racinaire. Outre leur rôle dans le prélèvement des nutriments, ces hyphes favorisent la formation d'agrégats dans le sol notamment par leur exsudation.

Ces structures stimulent la prolifération de microorganismes bien distincts : L'hyphosphère désigne ainsi le sol conditionné par ce réseau d'hyphes qui s'allongent par leur apex. Contrairement aux cellules animales ou végétales, la « cellule fongique » ne se divise pas, la croissance se fait uniquement à son sommet.

Elle peut s'accompagner de la formation de « cloisons » délimitant une structure ressemblant à une cellule et qu'on appelle article. Chez certaines espèces, ces cloisons sont percées d'un trou, appelé pore. Ils assurent une connexion entre les articles voisins [88]. On peut distinguer :

- Les hyphes dites **fondamentales** qui forment l'armature du tissu fongique, d'assez fort diamètre : 8-10-15 μm , voire davantage.
- Les hyphes **connectifs**, plus grêles : vers 2-4-6 μm , reliant les uns aux autres les divers éléments hyphiques.

- Les hyphes **primordiaux** désignent des hyphes les plus superficielles de lacuticule.
- Les hyphes dites **excrétrices**, ou mieux nommées sécrétrices : se subdivisent en hyphes **lactificères** et hyphes oléifères, encore dites vasiformes.
- Le réseau de **Hartig** qui est formé par les filaments mycéliens partant du manteau et qui s'insèrent entre les cellules corticales sans les pénétrer ; l'épaisseur de ce réseau est variable, c'est le site d'échanges bidirectionnel entre les deux partenaires[89].

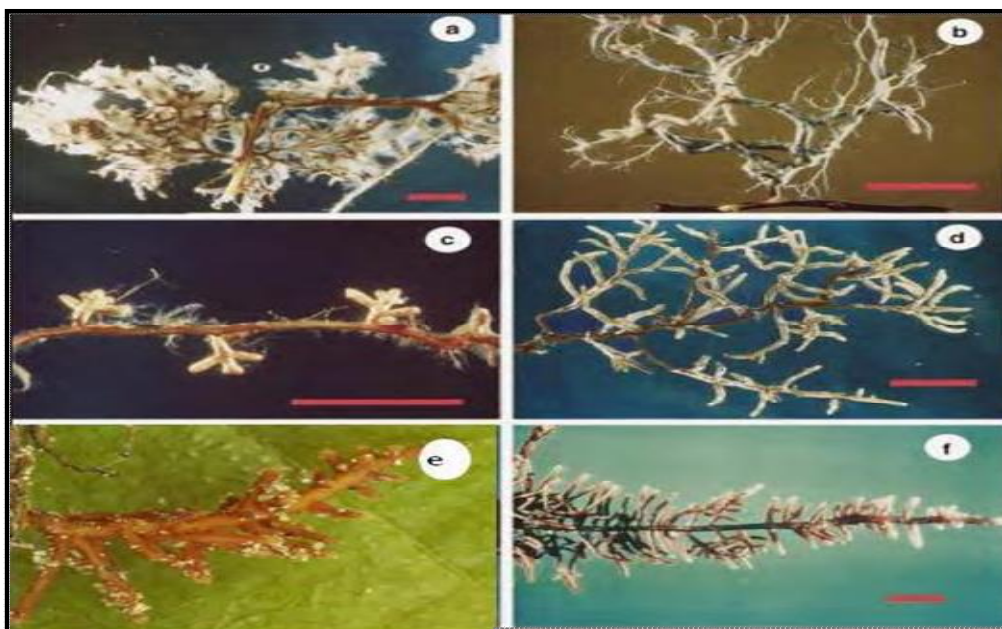


Figure N°30 : Diversité de morphologie entre ectomycorhizes[90]

D'après la figure ci-dessus la diversité de morphologie entre ectomycorhizes impliquant diverses espèces de plantes et de champignons et les barres d'échelles correspondent à 5 mm, modifié d'après [90] :

- a** - *Hebeloma crustiliniforme* et Douglas,
- b**- *Cortinarius sp* et Douglas,
- c**- *Melanogaster intermedius* et *Arbutus menziesii*,
- d**- *Amanita muscaria* et *Picea sitchensis*,
- e**- *Paxillus rubicondulus* et *Alnus*,
- f**- *Lactarius rubrilacteus* et Douglas.

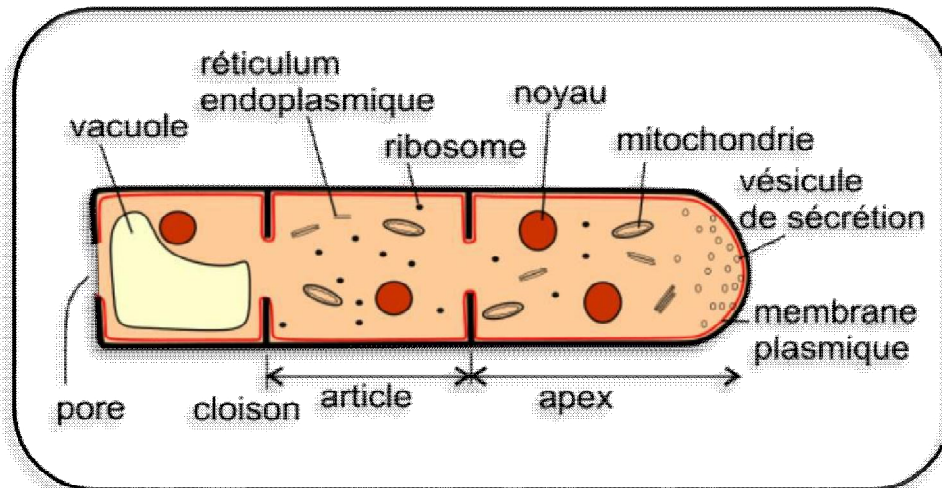


Figure N°31: Schéma des morphologie les hyphes mycéliens d'après [88]

6.1.2 Endomycorhizes :

Si un typesmycorhizes non spécifique et associes a grand plante agricole et forestier, ne se cultivent pas et ne sont pas visible qu'après coloration (colonisent intracellulaire). Il existe trois types d'endomycorhizes :

- Les endomycorhizesarbuscules.
- Les endomycorhizes desorchidées.
- Les endomycorhizeséricoïdes.

6.1.2.1 Les endomycorhizesarbuscule:

Les premières études sur endomycorhizes arbuscules ont commencé durant la période (1875-1895) par cantre endomycorhizes à pelotons des orchidées, elle a été découverte par Bernard qui a fait les premiers isolements du champignon. Ce type de mycorhize existe chez 90 % des plantes, lesétudes morphologiques et phylogénétiques récentes ont permis de regrouper toutes lesespèces mycorhiziennes arbusculaires en un nouvel embranchement, les Glomeromycota (4 ordres, 10 familles, 15 genres et ≈200 espèces). Le tout est associé à environ 225 000 espèces végétales terrestres [91; 92;93].

Ils sont associés avec les plantes herbacées et ligneuses. Ces endomycorhizes arbusculaires, aussi appelés mycorhizes àvésicules

et arbuscules (ou mycorhizes vésiculo-arbusculaires), tirent leur nom des vésicules intercellulaires (souvent des gouttes d'huile, stockage de réserve pour le champignon) et des structures « intracellulaires » rappelant un petit arbre.

S'ils traversent bien la paroi, ils ne pénètrent cependant pas la membrane plasmique de la cellule végétale, se contentant de provoquer une invagination de la membrane de celle-ci. Cela a pour effet d'accroître la surface de contact entre l'hyphe et la cellule de la plante et ainsi faciliter l'échange de métabolites entre les deux partenaires [94;95].

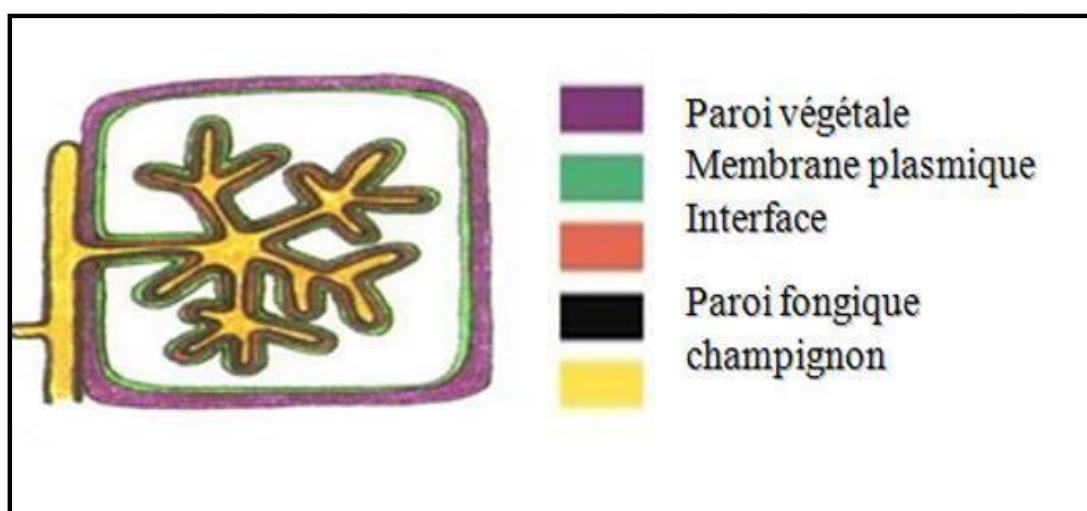


Figure N°32: Schéma représentant la structure de l'interface symbiotique[94 ;95].

La figure illustre le schéma représentant la structure de l'interface symbiotique où se produit le transfert de nutriments dans les racines à MA [96]. Les endomycorhizes arbusculaires sont formées uniquement par des champignons de la division des Gloméromycètes ayant perdu la reproduction sexuée. Les hyphes s'étendent dans le parenchyme cortical de la racine, formant des vésicules contenant des réserves, et des structures ramifiées, les arbuscules. Ils se reproduisent donc uniquement asexuellement. Cependant les hyphes d'individus différents peuvent fusionner, ce qui rend possible un échange génétique [97].

Le transfert des composés carbonés et phosphate implique des efflux passifs à travers la membrane plasmique de la plante, suivis par un passage actif vers la membrane du champignon par la poplaste inter facial [98].

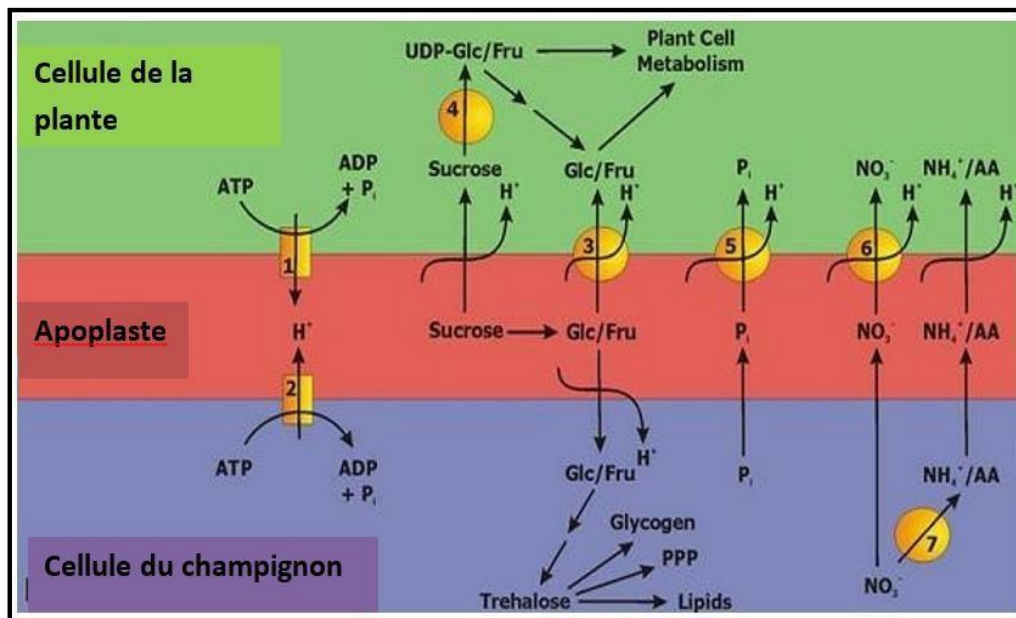


Figure N°33 : Les échanges de nutriments dans les racines[98].

Le schéma représentant les échanges de nutriments dans les racines à MA à travers l'interface symbiotique [96].

6.1.2.2 Les endomycorhizes à pelotons:

Ce type peut être divisé en deux types les endomycorhizes à pelotons des Ericacées et les endomycorhizes à pelotons d'Orchidacées.

6.1.2.3 Les endomycorhizes à pelotons d'Orchidacées:

Les relations entre orchidées et champignons commencent dès le stade de la germination. Lagraine est en effet minuscule et son embryon, indifférencié, est dépourvu de réserves. Elle ne peut se développer sans une relation symbiotique avec un champignon qui lui fournit du carbone [99], tout cela a été remarquablement expliqué et démontré par Bernard, un naturaliste français, par exemple sous forme de tréhalose chez *Dactylorhiza purpurella*, une orchidée associée avec *Rhizoctonia repens* et [100].

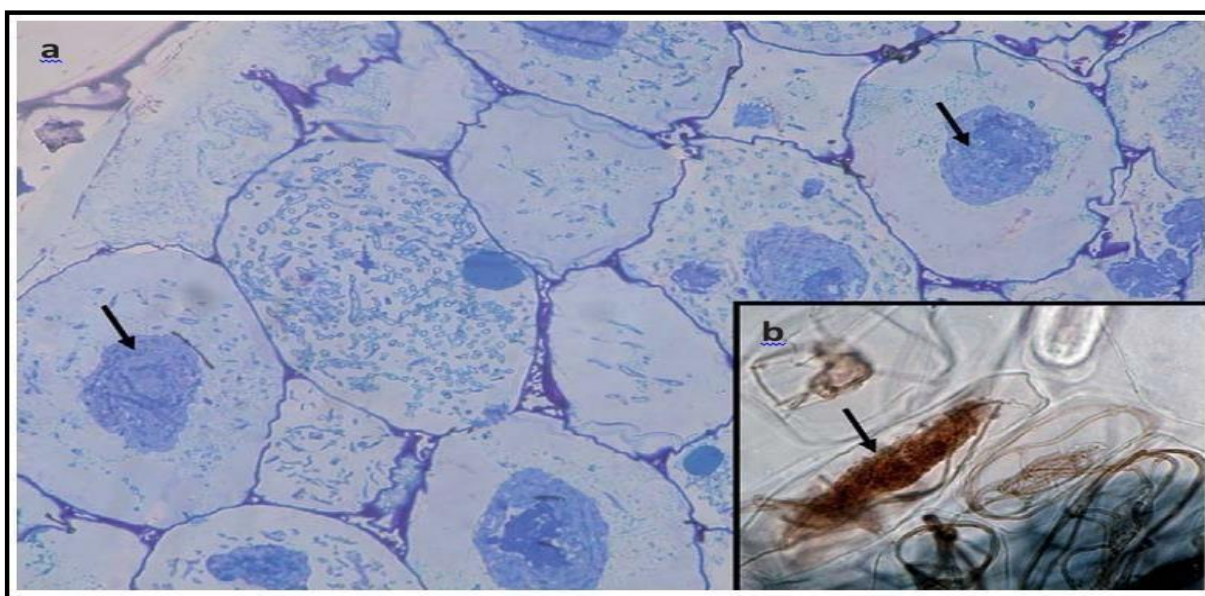
Le champignon apporte également tous les autres nutriments indispensables à la plante, avant que l'autotrophie chlorophyllienne ne soit mise en place. L'orchidée forme alors un petit organisme souterrain, non vert, la protocorme.

La famille des Orchidacées regroupe des milliers d'espèces [101; 102], la plupart sont photosynthétiques, d'autres sont souterraines et ≈ 200 autres espèces non chlorophylliennes mycohétérotrophes dépendent totalement de leurs champignons associés [103], ce type de mycorhize est constitué par des Basidiomycètes dont les hyphes, de diamètre homogène, forment des pelotons.

(a) : *Epipactis microphylla*, révélant les hyphes intracellulaires en section, avec un détail de pelotons intracellulaires dans des cellules entières dilacérées.

(b) : *Cephalanthera longifolia*, note les vieux pelotons en lyse dans la cellule-hôte (flèches).

Fonctionnement d'une orchidée mixotrophe, à la fois photosynthétique et nourrie en carbone par ses champignons. Ces derniers forment des ponts mycorhiziens, car ils sont ectomycorhiziens sur les arbres des alentours, qui se trouvent donc être la source ultime du carbone.



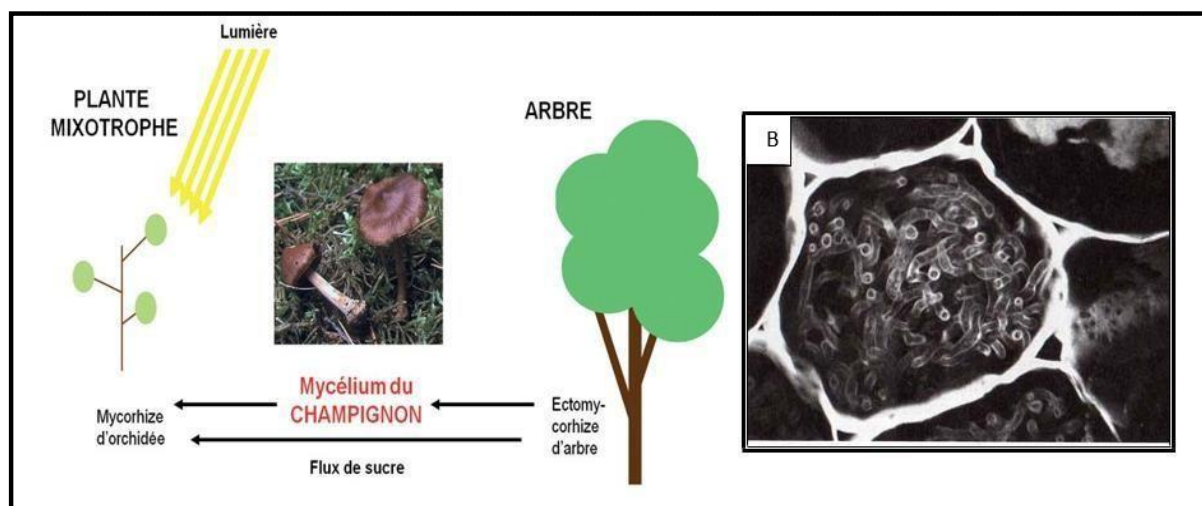


Figure N°34 : Mycorhizes d'orchidées en coupe et le fonctionnement d'une orchidée mixotrophe[103].

Ce mode de vie est apparu secondairement chez les orchidées et est lié au remplacement des Rhizoctonias par des champignons ectomycorhiziens.

(B) Cellule racinaire d'une orchidée où le mycélium fongique se développe en peloton; celui-ci sera phagocyté et la cellule racinaire reprendra son intégrité [104].

6.1.2.4 Les endomycorhizes à éricoïdes ERM:

Les endomycorhizes à éricoïdes, les hyphes forment des pelotons dans des racines transitoires de faible diamètre, elles impliquent des basidiomycètes des éricacées qui se développent dans divers milieux pauvres en nutriments ou Ascomycètes du genre *hymenoscyphus* qui colonisent spécifiquement des plantes de la famille des éricacées environ 1500 espèces[105].

Chez ces mycorhizes le diamètre des racines est $\leq 100 \mu\text{m}$ [106; 107], le champignon pénètre l'épiderme et forme des pelotons mycéliens. Le réseau dense des hyphes mycorhiziens s'étend également dans lesoladjacent et aide la plante à obtenir des sels minéraux (principalement l'eau, le phosphore et l'azote)[108].

Les ERM ont de nombreuses caractéristiques communes avec les ECM et dériveraient probablement de ces dernières. D'ailleurs de nombreuses espèces fongiques formant des ERM sont également capables de former des ECM avec

d'autres espèces végétales [109]. Dans les mycorhizes éricoïdes, les cellules corticales dégénèrent rapidement ; au contraire, dans les mycorhizes d'Orchidées, ces cellules restent vivantes et c'est le peloton d'hyphes qui dégénère et qui est digéré par lacellule.

6.1.3 Les ectendomycorhizes:

Les ectendomycorhizes site types des mycorhizes présentent à la fois les caractères structuraux des endomycorhizes pelotons et des ectomycorhizes, ces associations combine des caractères d'ectomycorhizes (manteau fongique, réseau de Hartig) et caractères d'endomycorhizes (pelotons intracellulaires).

Ce type de mycorhize a été observé chez les Arbutacées et les Monotropacées, ils sont formés par des Basidiomycètes (*Cortinarius*, *Boletus*) et il a été également observés chez d'autres genres tels que *Casuarina*, *Eucalyptus* et *Populus* qui sont formées par les Ascomycètes [110].

Deux grande catégories les ectendomycorhizes monotropoïdes et les ectendomycorhizes arbutoïdes. Chez les ectendomycorhizes monotropoïdes présence du manteau fongique le mycélium pénètre dans les cellules racinaires sous forme d'hyphes très courtes [95].

Le mycorhize arbutoïde connue chez *Arbutus unedo* et les Ericacées, le champignon forme le manteau fongique et le réseau Hartig, à partir de ce dernier, les hyphes pénètrent à l'intérieur des cellules corticales et forment des pelotons mycéliens [95].

Les bénéfices de l'association :

L'établissement d'une association mutualiste entre une plante et un champignon mycorhizien constitue une stratégie pour l'augmentation du statut nutritionnel des deux partenaires :

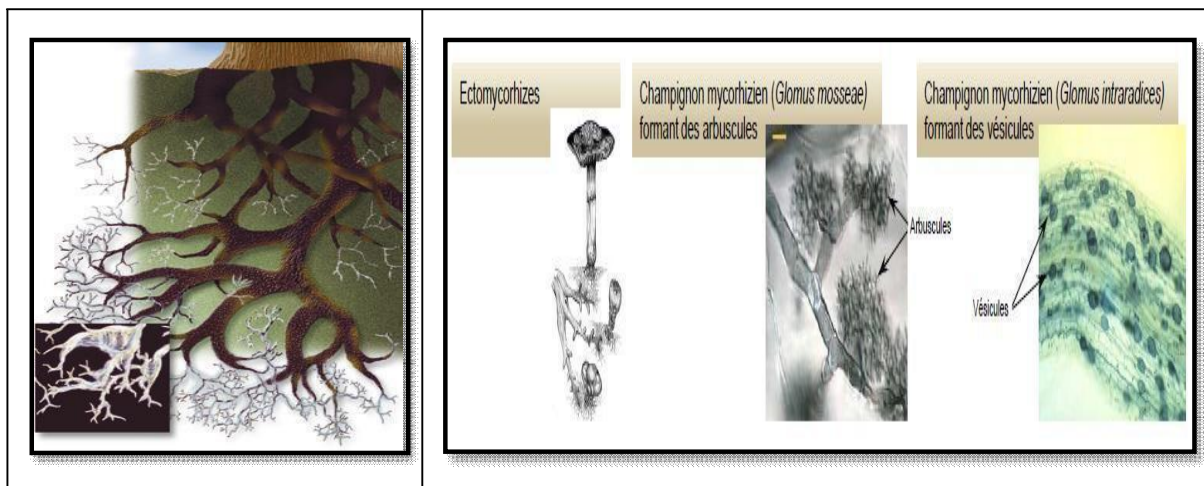


Figure N°35 : La symbiose mycorhizienne[95].

- Le champignon reçoit des sucres (hexoses) élaborés par la plante
- Absorption des nutriments accrue (surtout P, mais aussi Cu, Zn et N) grâce au réseau d'hyphes qui permet d'explorer un volume de sol plus important
- Effet sur la croissance des plantes très positif
- Amélioration du statut hydrique
- Amélioration de la tolérance aux stress abiotiques (choc thermique, dessiccation, pollution...)
- Plus grande résistance vis-à-vis des phytopathogènes

6.2 Les impacts sur la rhizosphère:

Modification de la quantité et de la qualité des exsudats racinaires, entraînant une réorganisation de la microflore de la rhizosphère. L'activité mycorhizienne se traduit généralement par une augmentation de la diversité et de l'abondance des microorganismes du sol.

1. La phytodiversité de la commune de Hassi el fel:

La végétation des zones arides, en particulier celle du Sahara est très clairsemée, à aspect en général nu et désolé. Les arbres sont aussi rares que dispersés et les herbes n'y apparaissent que pendant une période très brève de l'année, quand les conditions deviennent favorables. Cette flore saharienne, est très remarquable par son adaptation à un climat sec, à un sol salé [132].

Elle apparaît comme très pauvre si l'on compare le petit nombre d'espèces qui habitent ce désert à l'énormité de la surface qu'il couvre, elle comprend seulement 1200 espèces [157]. La flore de Sahara septentrional est relativement homogène, et les pénétrations méditerranéennes font de cette zone l'une des régions les plus riches de Sahara. L'endémisme y est élevé du fait des vastes espaces impropres à la vie pour le Sahara septentrional, on dénombre 162 espèces endémiques [116].

La dégradation continue de ce couvert végétal ne constitue pas seulement une menace pour le développement du dromadaire mais peut avoir des conséquences à l'échelle régionale et même continentale dans le sens qu'elle accentue le phénomène de la désertification mettant en danger le développement agricole de toute la région nord du continent africain.

Pour mieux cerner la dynamique et la répartition des formations végétales, l'étude réalisée est basée essentiellement sur l'inventaire des espèces avec une identification de leurs types. L'analyse de la richesse floristique des différents groupements et leurs caractères biologiques et morphologiques permet de mettre en évidence leurs originalités floristiques, leurs états de conservation et leurs valeurs patrimoine.

La préservation de la diversité biologique constitue une priorité à l'égard de la variété des écosystèmes existants, à leur sensibilité et au rythme de leur dégradation. Elle permet de mettre en évidence aussi leurs originalités floristiques, leurs états de conservation et leurs valeurs patrimoine.

1.1 L'objectif:

L'objectif de ce travail est d'analyser la phytodiversité des deux stations représentatives de la commune de Hassi el fhal dans la wilaya de Ghardaïa. Notre travail expérimental se repose sur la réalisation d'un inventaire floristique pour l'identification et l'étude phytoécologique des plantes à fleurs, de déterminer la richesse de la flore de la zone d'étude de de Hassi el fhal.

1.2 Méthodologie:

Dans ce chapitre sont présentés le matériel et les méthodes d'analyse de cette phytodiversité de ces stations choisies. L'approche méthodologique choisie permet de recenser les principales espèces végétales de la zone étudiée. Pour cela nous avons adopté un échantillonnage subjectif, comme une méthode de reconnaissance qualitative rapide. Afin d'adapter cette méthode d'échantillonnage réalisée à notre station, nous avons opté pour l'inventaire et l'identification des espèces floristiques. Une fois repérée et délimité la surface d'inventaire, on procède à l'inventaire. A cette fin, on notera les espèces présentes à la surface étudiée, quelles que soient leurs tailles et leurs stades de développement.

L'objectif étant de caractériser les espèces caractérisées nos stations choisies et de représenter leur taxonomie à savoir, les types biologiques, morphologiques et biogéographiques et identifier les espèces surtout qui indique la présence des truffes (cas des hélianthèmes).

Un herbier a été réalisé regroupant les espèces recensées. Durant la réalisation de notre travail, nous avons visité plusieurs structures ayant des relations directes et indirectes avec notre recherche. L'identification des espèces a été faite par l'utilisation des clés d'identification telle que ceux de [129][130].

1.3 Zonage écologique:

Pour arriver à notre objectif, il nous a donc permis de réaliser un zonage écologique qui a été utile de réunir le maximum de données sur la végétation existante. Nous avons donc pu choisir deux stations (01 et 02) de type matorral steppique fortement dégradé dans la commune de Hassi el fhal.

Le zonage a été effectué grâce aux quelques sorties sur le terrain vue les

conditions défavorable de cette année universitaire exceptionnelle (2019-2020), ce qui nous a permis, en premiers temps d'identifier la végétation de la zone d'étude à distance, en tenant compte des taxons les plus dominants.

Lancé une culture du mycélium de *Terfezia arenaria* et la germination des graines de l'espèce hôte de cette truffe *Helianthemum guttatum*, indiquant positivement une relation symbiotique dans la zone étudiée mais malheureusement en a eu beaucoup de difficultés, des contraintes de suivre notre recherche convenablement avec beaucoup de contamination sur les milieux et les substrats de cultures surtout.

L'analyse de la richesse floristique permettrait de mettre en évidence leur originalité floristique, leur état de conservation et, par conséquent, leur valeur patrimoniale. L'emplacement du relevé est choisi subjectivement de manière à ce qu'il soit homogène pour qu'il représente la communauté végétale et marque la présence de truffes.

La surface du relevé doit être au moins égale à l'aire minimale, contenant la quasi-totalité des espèces présentes. L'aire minimale joue un rôle principal dans la comparaison floristique des relevés. Il est connu que cette aire minimale varie en fonction de chaque groupement végétale et que la valeur de l'aire minimale s'apprécie assez facilement ; elle est sensiblement constante pour les divers relevés d'un groupement déterminé, mais varie beaucoup d'un groupement à l'autre. L'aire minimale est donc un recensement de toutes les espèces rencontrées dans une aire représentative dans le but d'établir une liste floristique des communautés homogènes.

1.4 Echantillonnage et choix des stations:

1.4.1. Choix des stations:

Le choix des stations est une étape importante qui doit être guidé par les objectifs de notre étude. Ces stations d'échantillonnage ont été choisies dans une commune désertique caractérisée par la présence d'une végétation accompagnatrice et indicatrice des truffes. Nous avons retenu deux stations homogènes avec des contrastes de milieu, tels que la lumière, l'exposition, la topographie, l'humidité du sol...etc.

Elles sont significatives du désert, dont les caractéristiques sont synthétisées sur le tableau de la flore de la zone d'étude qui englobe l'ensemble des espèces inventoriées des deux stations (01 et 02).

Le choix de la station nous a été presque imposé, il est néanmoins orienté par la présence de l'héliantème et de terfez qui fait l'objet de notre étude, donc nous avons pu choisir ces stations représentatives dans cette zone, il s'agit de Hassi el fhel. Les relevés ont été réalisées dans les mois du printemps saison considérée comme optimal, chacun de ces relèves comprend des caractères écologiques d'ordre stationne, recensés ou mesure sur terrain.

Dans le but de connaitre l'organisation de la communauté végétale du site d'étude (Hassi el fhel), un inventaire floristique a été effectué en adoptant l'approche stigmatique de Braun-Blanquet. Pour réaliser ce travail, nous avons choisi deux stations basées sur homogénéité du couvert végétal du site et la présence de l'hélianthème, espèce indicatrice de la présence de la terfez et à l'intérieur de chacune d'elle des relevés floristiques ont été réalisés pendant la période de floraison de la végétation (Mars-avril 2020).

1.4.2 Présentation de la zone d'étude :

La commune de hassi el fhel, se situe à environ 110 km au sud du chef lieu de la Wilaya de Ghardaïa et de 45km de la Daira de Mansoura, elle s'inscrit entre les coordonnées géographiques suivantes :

X1: 31° 36' 19'.03''N ; **Y1 :** 3° 40' 27.35 E ;

X2: 31'.605285° ; **Y2 :**3.674263°

Elle est délimitée :

- Au Nord par la commune desebeeb.
- Au Sud par la commune d'El Meniaa (ElGoléa).
- A l'Est par la commune de Ruissat (la Wilaya deOuargla).
- A l'Ouest par la commune de Brizina (la Wilaya d'ElBayadh).

1.4.3. Echantillonnage de la zone d'étude :

L'échantillonnage est défini comme un ensemble d'opération qui a pour objet de prélever dans une population des individus devant constituer l'échantillon. Il est basé alors sur l'analyse des variations spatiales de la structure

et de la composition floristiques (l'altitude, l'exposition, la pente, le substrat, le taux de recouvrement et la physionomie de la végétation).

Parmi les différentes méthodes d'étude floristique utilisées présentement et vu la nature du problème à traiter, nous avons jugé utile d'utiliser la méthode Zuricho Montepelliéraine mise au point par **Braun-Blanquet**.

La station dépend impérativement de l'homogénéité de la couverture végétale dont le but est d'éviter des zones de transition. Un bon relevé doit être comme un véritable portrait du groupement auquel on peut ensuite se rapporter pour un travail de synthèse qui consiste à comparer les groupements végétaux.

Pour notre cas, la surface de 100m² apparait raisonnablement représentative de l'aire minimale dans notre zone d'étude et les relevés ont été effectués suivant la méthode Braun-Blanquet. Cette aire minimale varie en fonction du nombre d'espèces annuelles au moment de l'exécution des relevés et par conséquent, des aléas des précipitations et des conditions d'exploitation. Chacun de ces relevés comprend des caractères écologiques d'ordre stationnel:

✚ Le lieu et la date. ✚

L'altitude (M).

✚ L'exposition (N.S.E.O). ✚

La pente (%).

✚ La surface du relevé (aire minimale). ✚

Le recouvrement.

✚ Le type physiologique de la végétation. ✚

Le numéro du relevé.

On a établi un graphique en mentionnant en ordonnées le nombre d'espèces rencontrées et en abscisses la surface en m². Le nombre d'espèces étant important dans le premier carré, la courbe croît en général très vite au début puis s'infléchit et marque un palier.

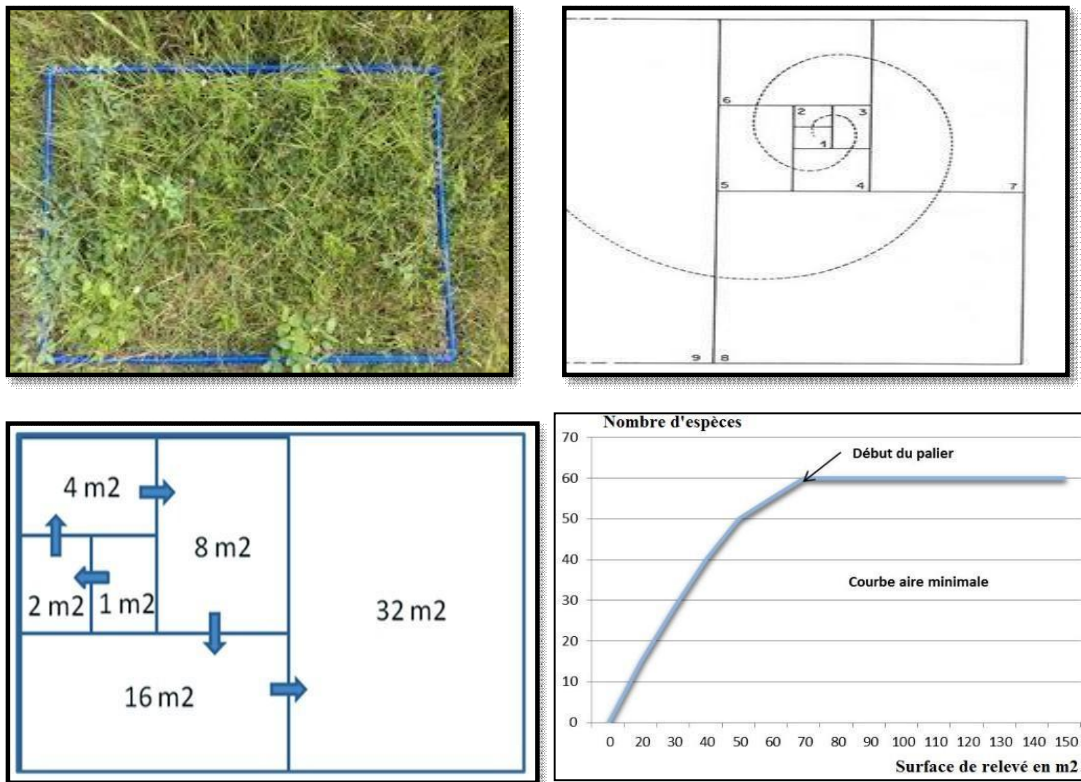


Figure N°36: La méthode utilisée sur terrain pour la station (01 et 02)[161].

- (a) Détermination de l'aire minimale d'un quadrat.

- (b) Courbe représentant le nombre d'espèces végétales en fonction de la dimension du quadrat.

1.5 Matériel utilisé:

Pour la réalisation de cette étude sur le terrain notre matériel biologique était constitué des plantes dont nous avons récolté des échantillons, en vue de constituer les spécimens d'herbier, spécialement pour les espèces qui étaient inconnues. Pour effectuer notre travail, nous avons utilisé le matériel suivant:

- Un appareil photo numérique pour photographier les espèces.
- Ciseau pour couper la plante.
- Sachets pour ensacher et transport des échantillons prélevés.
- Fiches de relevés floristiques.
- Repères : règle, stylo.
- Papier journal pour dessécher les plantes collectées.
- Objectif lourds (pois, gros livres).
- Classeur pour assembler herbier.
- Des feuilles blanches épaisses.
- Ruban adhésif transparent et décolle.



Figure N° 37: Vue générale de la zone d'étude (Hassi el fhal)[161].

Résultats et Discussions

1.6 La diversité de la zone d'étude:

Les plantes sahariennes, présentent des modifications morphologiques qui leur permettent de supporter l'hostilité du milieu, parmi ces modifications on peut citer : formation de tige et feuilles charnues, disparition des feuilles ou réduction de leur surface et la capacité de survivre à l'état de graine plusieurs années de sécheresse [129]. L'adaptation correspond donc à une dynamique réactionnelle dont la résultante est la résistance et la tolérance à la contrainte paraît être la forme la plus primitive de l'adaptation.

La flore apparaît comme très pauvre si l'on compare, le petit nombre des espèces qui habitent ce désert à l'énormité de la surface qu'il couvre. Les caractères physiologiques de la végétation désertique révèlent une réduction très nette du tapis végétal. On compte environ 300 espèces pour 150.000 km² sur la marge Nord du Sahara et 400 espèces sur sa marge Sud.

Le relevé floristique est important, c'est un indicateur pour la présence des terfez qui est liée à certaines plantes-hôtes. Nous avons recensées sept familles plus représentatives de la région d'étude de Ghardaïa. Les espèces végétales ont été identifiées au Laboratoire d'Ecologie végétale de l'Université Tlemcen pour connaître les espèces accompagnatrices de la plante-hôte de terfez. Les familles les plus rencontrées sahariennes dans ces stations sont les composées (Astéracées), les Graminées (Poacées) et les Liliacées (Alliacées) [157].

Tableau N°11 : Les différentes espèces inventoriées dans la Station 01

N°	Nom scientifique	Famille	Nom vernaculaires
01	<i>Centaurea dimorpha</i>	Astéracées	Belala
02	<i>Chrysanthemum macrocarpum</i>	Astéracées	Bouchicha
03	<i>Cotula cinerae</i>	Astéracées	Gartoufa
04	<i>Ifloga spicata</i>	Astéracées	Zouadet lekhrouf
05	<i>Launea glomerata</i>	Astéracées	Harchaia
06	<i>Rhantherium adapressum</i>	Astéracées	Arfage
07	<i>Haloxylon scoparium</i>	Chenopodiacées	Remth
08	<i>Helianthemum lippii</i>	Cistacées	Reguig
09	<i>Helianthemum guttatum</i>	Cistacées	Reguig
10	<i>Asphodelus tenuifolius</i>	Liliacées	Tazia
11	<i>Dipcadi serotinum</i>	Liliacées	Guize
12	<i>Cynodon dactylon</i>	Poacées	Nedjem
13	<i>Stipagrostis obtusa</i>	Poacées	Seliane
14	<i>Stipagrostis plamosa</i>	Poacées	N'sie
15	<i>Neurada procumbens</i>	Rosacées	Saadane
16	<i>Fagonia glutinosa</i>	Zygophyllacées	Cherrik

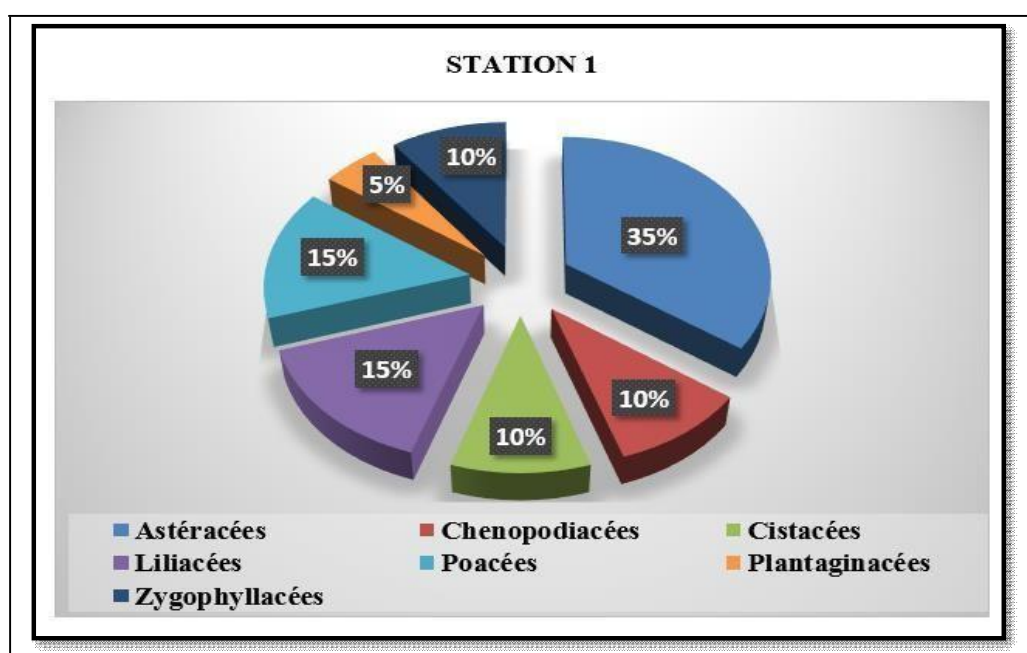


Figure N°38: Composition de la flore par famille de la station1

Tableau N° 12: Les différentes espèces inventoriées dans la Station 02

N°	Nom scientifique	Famille	Nom vernaculaires
01	<i>Atractylis delicatula</i>	Astéracées	Sag lehrab
02	<i>Centaurea dimorpha</i>	Astéracées	Belala
03	<i>Chrysanthemum macrocarpum</i>	Astéracées	Bouchicha
04	<i>Cotula cinerae</i>	Astéracées	Gartoufa
05	<i>Ifloga spicata</i>	Astéracées	Zouadet lekhrouf
06	<i>Launea glomerata</i>	Astéracées	Harchaia
07	<i>Rhantherium adapressum</i>	Astéracées	Arfage
08	<i>Megastoma pusillum</i>	Boraginacées	Dail el far
09	<i>Oudneya africana .</i>	Brassicacées	Henat l'ibel
10	<i>Haloxylon scoparium</i>	Chenopodiacées	Remth
11	<i>Traganum nudatum</i>	Chenopodiacées	Damrane
12	<i>Helianthemum guttatum</i>	Cistacées	Reguig
13	<i>Androcymbium punctatum</i>	Liliacées	Kerrat
14	<i>Asphodelus tenuifolius</i>	Liliacées	Tazia
15	<i>Dipcadi serotinum</i>	Liliacées	Guize
16	<i>Plantago ciliata</i>	Plantaginacées	Lalma
17	<i>Cynodon dactylon</i>	Poacées	Nedjem
18	<i>Stipagrostis obtusa</i>	Poacées	Seliane
19	<i>Stipagrostis plamosa</i>	Poacées	N'sie
20	<i>Fagonia glutinosa</i>	Zygophyllacées	Cherrik
21	<i>Zygophyllum album</i>	Zygophyllacées	Agga

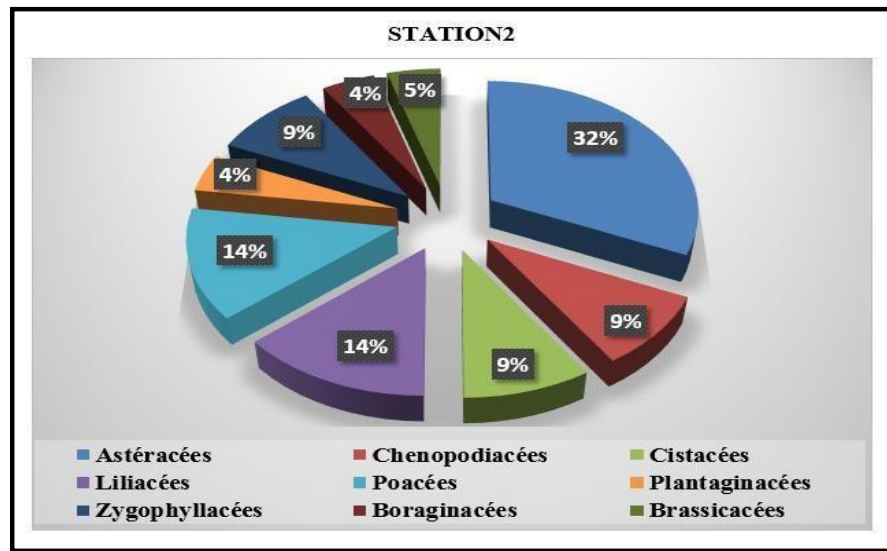


Figure N°39: Composition de la flore par famille de la station2

Tableau N° 13: Les différentes espèces inventoriées dans la zone

N°	Nom scientifique	Famille	Nom vernaculaires
01	<i>Atractylis delicatula</i>	Astéracées	Sag lehrab
03	<i>Centaurea dimorpha</i>	Astéracées	Belala
04	<i>Chrysanthemum macrocarpum</i>	Astéracées	Bouchicha
05	<i>Cotula cinerae</i>	Astéracées	Gartoufa
06	<i>Ifloga spicata</i>	Astéracées	Zouadet lekhrouf
07	<i>Launea glomerata</i>	Astéracées	Harchaia
08	<i>Rhantherium adapressum</i>	Astéracées	Arfage
09	<i>Megastoma pusillum</i>	Boraginacées	Dail el far
10	<i>Oudneya africana</i>	Brassicacées	Henat l'ibel
11	<i>Haloxylon scoparium</i>	Chenopodiacées	Remth
12	<i>Traganum nudatum</i>	Chenopodiacées	Damrane
13	<i>Helianthemum lippii</i>	Cistacées	Reguig
14	<i>Helianthemum guttatum</i>	Cistacées	Reguig
15	<i>Androcymbium punctatum</i>	Liliacées	Kerrat
16	<i>Asphodelus tenuifolius</i>	Liliacées	Tazia
17	<i>Dipcadi serotinum</i>	Liliacées	Guize
18	<i>Plantago ciliata</i>	Plantaginacées	Lalma
19	<i>Cynodon dactylon</i>	Poacées	Nedjem

20	<i>Stipagrostis obtusa</i>	Poacées	Seliane
21	<i>Stipagrostis plamosa</i>	Poacées	N'sie
22	<i>Neurada procumbens</i>	Rosacées	Saadane
23	<i>Fagonia glutinosa</i>	Zygophyllacées	Cherrik
24	<i>Zygophyllum album</i>	Zygophyllacées	Agga

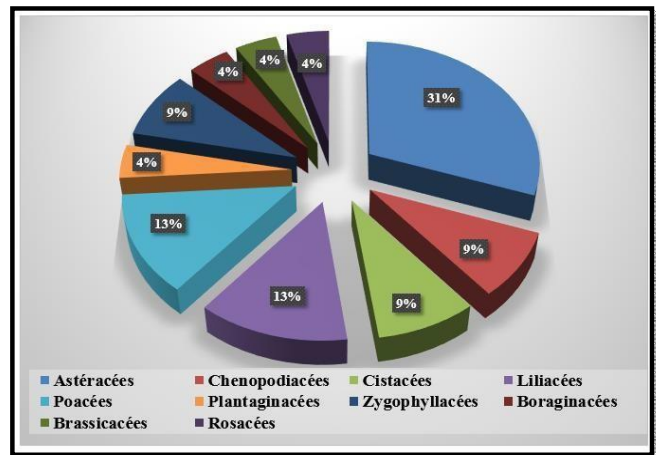
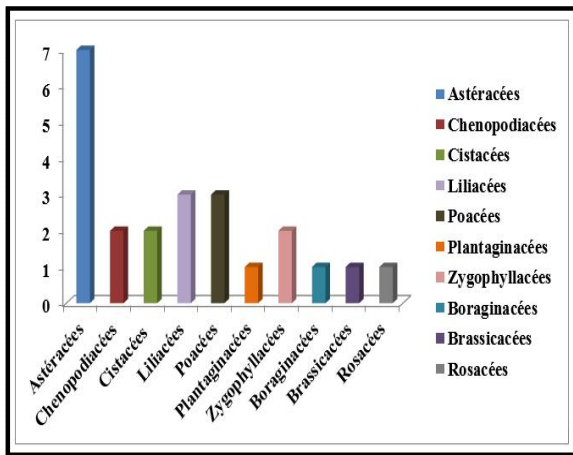


Figure N°40: Composition de la flore par famille de la zone d'étude

1.7 Analyse de la diversité floristique:

Après une analyse et une identification du cortège floristique du couvert végétal de la zone d'étude de Hassi el fhal qui a été collecté dans les deux stations, on a pu déduire que cette flore comporte une très faible diversité.

Le nombre total d'espèces floristiques inventoriées au sein de la commune de Hassi el fehal est estimée par 24 espèces. Selon la figure précédente les deux stations présentent les mêmes classes botaniques. On note la dominance de la classe des eudicots tandis que, les monocots sont moins représentées les stations (01 et 02).

Les espèces les plus fréquents dans la première station, sont celles d'*Ifloga spicata*, *Oudneya africana*. Dans la deuxième station, les espèces qui enregistrent une forte fréquence sont : *Helianthemum lippii*, *Helianthemum guttatum*, *Launea glomerata*, *Launea glomerata*, *Megastomapusillum*.

Du point de vue morphologique, la végétation de la station de Hassi el fhal est constituée de strates herbacées (Plantes annuelles et vivaces). Dès qu'un œil on remarque grande abondance des espèces *Helianthemum lippii* et *Helianthemum guttatum*, c'est une indication positive d'une relation

symbiotique avec *Terfezia arenaria*.

Un total de 24 espèces végétales a été noté, réparties sur 10 familles différentes. La famille des Asteracées est la plus représentée alors que les autres familles des Chenopodiacees, Liliacees, Zygophyllacees et les Poacees sont représentées par 2 ou 3 espèces. Les familles qui restent ne sont représentées que par une espèce seulement comme les Apiacees, Brassicacees, Cistacees, Fabacees, Plantagiacées...etc.

L'objectif principal de cette étude est de connaître la biodiversité végétale dans la région de hessi el fhal, tout en étudiant sa structure, la densité de la flore existante au niveau de cette région. Dans le présent travail nous avons recensé dans l'ensemble des stations, 24 espèces floristiques réparties sur 10 familles botaniques.

L'étude comparative de nos stations expérimentales, a montré une différence de richesse en espèces inventoriées, cette différence est à l'origine de plusieurs facteurs. D'après les flores inventoriées, la famille botanique l'Asteracées est la plus représentée dans notre site. Cette représentation est selon leur caractéristique biologique et écologique qui permet de mieux adapter aux conditions de nos stations d'étude et on les milieux aride engénérale.

La richesse floristique est conditionnée par la nature du sol et plus spécialement par sa capacité de rétention d'eau. Les espèces du genre *Astragalus* sont des espèces indicatrices de la dégradation des milieux. L'espèce *Zygophyllum Album* dans la deuxième station est une espèce halophile donc le sol de cette station est un sol salé. Parmi les 24 espèces inventoriées, il faut noter qu'elle existe des espèces vivaces, et des espèces annuelles (éphémère), toutefois l'inégalité de répartition entre les éphémères et les vivaces est due aussi à l'adaptation à la sécheresse et elles existent pendant toute l'année.

Notre station d'étude est un reg, il est constaté que la valeur enregistrée pour la densité est faible. Les regs sont des sols qui portent la végétation la plus pauvre, souvent absolument nulle. La végétation désertique est rare, elle comprend des plantes annuelles à croissance rapide qui fleurissent et fructifient après les rares périodes humides. Ces plantes constituent souvent un tapis continu



recouvrant le sol, désigné en langage local "acheb".

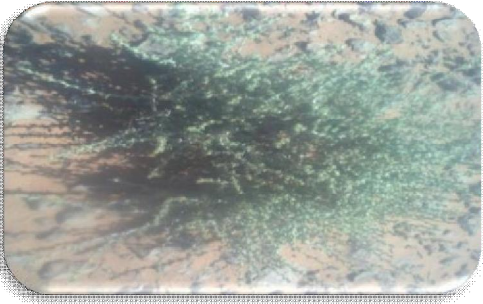

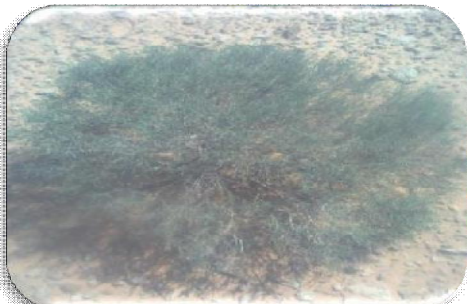


Les conditions édapho-climatiques exceptionnelles des régions sahariennes font que la vie végétale n'est possible qu'au prix d'adaptations morphologiques, anatomiques et physiologiques. La dominance varie pour les mêmes espèces d'une station à une autre, cette variation semble provenir essentiellement de l'aptitude de l'espèce à l'adaptation aux conditions édapho-climatiques propres à chaque biotope. Pour ce qui est des taux de recouvrement des différentes stations étudiées, exception faite pour les sols sableux, il n'y a pas de corrélation entre les valeurs enregistrées et celles des fréquences.



Les facteurs de l'environnement peuvent agir sur les populations à différents niveaux, directement ou indirectement, les effets sont soit d'ordre physiologique soit d'ordre comportemental.

La flore spontanée est caractérisée par un certain nombre de traits déterminés qui sont : la rapidité d'évolution, d'adaptation au sol et au climat, la pauvreté en espèces, le caractère discontinu du manteau végétal.

Tableau N°14 : Quelques espèces représentatives de Hassi elfhal

Famille	Genres et espèces	Nom vernaculaire	Type biologique
Poacées	 <p data-bbox="485 1547 826 1585"><i>Stipagrostis plumosa</i> (L.)</p>	N'sie	Vivace
Cistacées	 <p data-bbox="485 1937 826 1975"><i>Helianthemum lippii</i> (L.)</p>	Rguig	Arbisseau

<p>chenopodiacées</p>	 <p><i>Traganum nudatum Del</i></p>	<p>Damrane</p>	<p>Vivace</p>
<p>Chenopodiacées</p>	 <p><i>Salsola baryosma (Schult.)</i></p>	<p>Djell</p>	<p>Vivace</p>
<p>chenopodiacées</p>	 <p><i>Haloxylon scoparium</i></p>	<p>Remth</p>	<p>Arbrisseau</p>
<p>Boraginacées</p>	 <p><i>Echium humile Desf</i></p>	<p>Wachem</p>	<p>Annuelle</p>
<p>Asteracées</p>	 <p><i>Stizelia coronopifolia Sch. Bip</i></p>	<p>Hareycha</p>	<p>Annuelle</p>

<p>Apiasécées</p>	 <p><i>Ammodaucus leucotricus</i> C. & Dur.</p>	<p>Oum drayga</p>	<p>Annuelle</p>
<p>Cistacées</p>	 <p><i>Helianthemum guttatum</i></p>	<p>Quecis el terfez</p>	<p>Annuelle</p>

2. Le travail aulaboratoire:

2.1 Délimitation du site et la récolte de la truffe:

Les truffes du désert vivent dans plusieurs continents où ils jouent un rôle de partenaires mycorhiziens des plantes, La spécificité vis-à-vis de l'hôte symbiotique et le pH (acide ou basique) du sol sont deux facteurs qui jouent un rôle clé dans la répartition géographique et la différenciation des espèces des Terfez [26]. Trois paramètres sont importants pour la production de ces champignons : le sol, le climat et la plante hôte [44]. L'étude est importante pour connaître certaines exigences édaphiques des Terfez (nature du sol, pH, sels minéraux...etc.) qui sont variables selon leur genre [45,46].

D'un point de vue physique, le sol où les Terfez poussent sont relativement homogènes. Les espèces de Terfez se développent sur des terrains plats sablonneux d'où leurs non «truffes du sable», soient gypseux, soient graveleux-gypseux, sablo-limoneux, certaines espèces affectionnent des sols limoneux ou argileux [47-53].

D'un point de vue chimique, la majorité des truffes de désert colonisent des terres bien aérées, relativement riches en calcaire, pauvre en phosphore à pH basique, acide ou neutre [22, 26, 28, 44, 47, 54].

Du point de vue fertilité, les sols à terfez sont le plus souvent pauvres en matière organique et en éléments minéraux [44-51].

En Algérie, les truffes se développent sur des sols sablonneux, calcaire, riche en magnésium, pauvre en matière organique et en phosphore, bien pourvu en potassium [43]. Le développement et la production de truffes sont étroitement liés à la quantité des pluies et leurs répartitions au cours de l'année ainsi que les orages, la présence et la forte densité des plantes hôtes [16,33].

La température intervient dans le développement des Terfez, les températures de 24 à 30 °C sont convenables. Cependant, les fortes chaleurs ou les froids prolongés leur sont néfastes [55-57]. Les bédouins et les récolteurs des terfez dans de nombreuses régions, affirment que les coups de tonnerre sont capitaux pour la production des truffes du désert et les précipitations tardives retardent la productivité des terfez [12, 22].

Malgré les pluies qui sont de faible quantité, elles jouent plusieurs rôles, notamment dans le transport, à la dispersion et la germination des spores de truffes, mais également la germination et la croissance des plantes symbiotes (hélianthèmes). Les espèces de ce genre demeurent hypogées jusqu'à maturation.

En règle générale, les terfez affectionnent des sols sablonneux, bien aérés et légers permettant une meilleure circulation des éléments minéraux; alcalins ou acides, relativement pauvres en matière organique. La composition physico-chimique des sols de la surface et de la subsurface des terfez diffère significativement, la teneur en éléments minéraux, le PH et l'humidité sont plus élevés dans la subsurface que sur la surface, par contre, la teneur en matière organique est faible en subsurface [67]. Il apparaît ainsi que la densité des sols n'était pas très variable, mais d'une façon générale, les sols truffiers sont bien structurés [15].

La zone d'étude est située dans une wilaya de Ghardaïa du Sahara Septentrional algérien. Des prospections sur terrain ont été effectuées au début, pour délimiter le site de suivi et de collecte des truffes du désert. Ces sites sont réputés comme des sites producteurs de la truffe du désert, selon les conseils et

les orientations des chercheurs, des collecteurs de Terfez et des éleveurs de la région d'étude. Une première étape de reconnaissance sur terrain, nous a permis de sélectionner deux stations et d'élaborer une fiche descriptive, qui sert à gagner du temps au moment des relevés de terrain, de faire ressortir le maximum d'informations, et de déterminer la nature du travail à effectuer au niveau du laboratoire.

Le choix de ces stations d'étude malgré les difficultés d'accès, de déplacement, de manque de moyens de transport et les guides, nous avons pu localiser quelques localités de prélèvements des truffes du désert. Elle ont été jugées comme étant les plus propices au développement des truffes du désert.

En effet, pour le choix des stations, nous avons pris en considération la forte dominance des Hélianthes, car selon la bibliographie, la majorité des plantes hôtes des truffes du désert (Terfezia, Tirmania, Picoa) appartiennent à la famille des Cistacées, et dans les régions arides il s'agit surtout du genre *Helianthemum*.



Figure N°41 : La récolte de la truffe dans les deux stations de Hassi el fhel

2.2. Prospection et collecte des truffes:

Prospections durant la période d'étude durant l'année 2020, des prospections de nos station ont eu lieu, à partir de début de Février au mois de mars, période correspondant à l'apparition des truffes du désert. Méthode de détection des truffes du désert, les ascocarpes de la truffe du désert ont été détectés in situ par la méthode dite «à la marque», en observant les fissures et les surfaces gonflées du sol auprès de plantes hôtes du genre *Helianthemum*



Figure N°42 : Sol à texture sableuse gonflé et fendillé par une truffe bordée par des pieds d'*Helianthemum*

Mesure effectuée sur le terrain en nombre et poids des ascocarpes après avoir repéré des carpophores des truffes du désert, nous avons compté le nombre des ascocarpes existants par plante symbiotique. Pour cela, nous avons creusé aux alentours des racines de la plante symbiotique, puis examiné le système racinaire sans déraciner la plante. Par la suite, nous avons effectué un comptage des *Terfezia* rencontrés par plante.





Figure N°43 : Site de prélèvement pour la culture du mycélium (Hassi el fhal)

2.3. Étude plante symbiotique Terfez sur le terrain :

Les plantes symbiotiques sont identifiées sur place, au moment de la récolte des Terfez. Nous avons noté le stade végétatif de la plante symbiotique. L'identification de la plante symbiotique, a été effectuée à l'aide des descriptions citées par [129]. Densité relative de la plante symbiotique elle correspond à la proportion du nombre d'individus d'une espèce par rapport au nombre total.

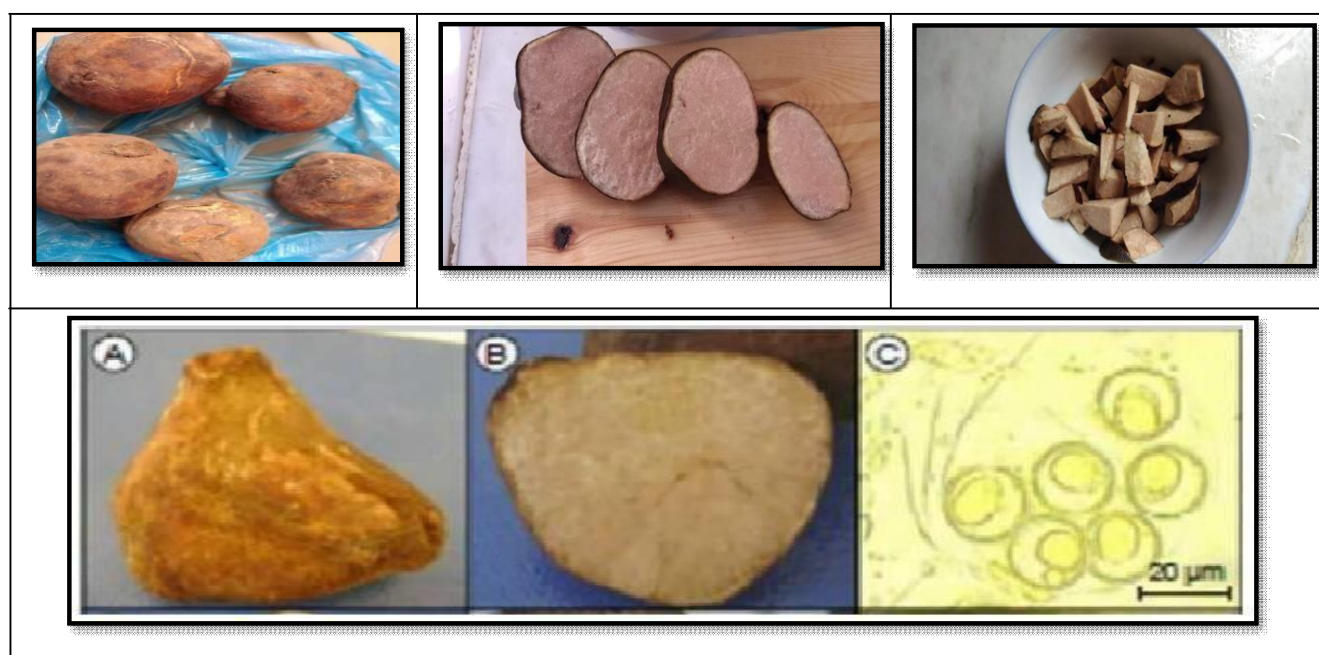
2.4. Etude mycologique des Terfez au laboratoire:

L'étude mycologique a été effectuée par des observations sous la loupe binoculaire et par la microscopie photonique de truffes récoltées, à partir de sites prospectés et conservés sans lavage à 9 C. Pour la morphologie des échantillons collectés, nous nous sommes intéressés surtout aux aspects suivants:

- La présence ou non de pédoncule à la base des individus de Terfez récoltés;
- La forme des corps fructifères, qui a été déterminée en mesurant le grand et le petit diamètre;
- La couleur du périidium et de la gléba selon le code Munsell du sol;
- Pour l'apparence et les dimensions des ascus et des ascospores des espèces récoltées, des échantillons frais de Terfez sont coupés à la main avec une lame de rasoir puis mis en solution de KOH 5%, et colorés avec le réactif de Melzer.

Tableau N° 15: Caractères de l'espèce *Terfezia Arenaria*

	CRITÈRES	<i>Terfezia Arenaria</i>
Morphologie de l'ascocarpe	Forme	Subglobuleuse à turbinée ou irrégulière
	Diamètre	2 à 1 cm
	Configuration de la surface	Lisse, glabre.
	Couleur externe	Jaune-brunatre à brun ou brun- noire
	Structure de la gléba	Solide comportant un réseau de veines stériles blanches délimitant les nodules fertiles jaunatres à brunatres
Péridium	Présence ou non	présence
	Cuticule externe	Hyphes entrelacées ou mêlées à des cellules isodiamétriques
Asques	Forme	Globuleuse
	Nombre de spores par asques à maturité	(-3) 5-8
	Arrangement des spores dans l'asque	Irrégulièrement groupées
	Réaction de Melser	Jaune à orange (non amyloïde)
	Arrangement des asques	Indéhiscents, répartis au hasard dans les tissus
Spores	Forme	sphérique
	Les spores de toutes les espèces sont lisses à l'état jeune	Avec des épines, papilles libres ou incluses dans un mucilage avec un réseau

Figure N°44 : Caractéristiques morphologiques et anatomiques de *Terfezia arenaria* (A : Ascocarpe, B : Section transversale de Ascocarpe, et C : asque à 6 ascospores)

- **Mycélium** : C'est un ensemble des filaments, appelés hyphes, constituant un premier niveau d'organisation. Il organise pour constituer des structures plus complexes élaborées par la truffe soit Ascocarpe soit mycorhize et Stroma.
- **Stroma** : Les filaments mycéliens peuvent s'agglomérer en pelotes denses qualifiés de stroma. Ces stromas sont des "faux tissus", formés par la soudure des filaments, sont constitués d'hyphes agrégées. Ils sont en contact direct avec les cellules de l'écorce de la racine, ou les souvent retrouver dans le sol des truffes.
- **Mycorhizes** : C'est un organe mixte formé par l'association entre la racine de plante hôte et un champignon du sol, favorisa l'absorption des éléments minéraux par les racines et améliora ainsi la nutrition de la plupart des espèces végétales.
- **Péridium** : C'est une structure résistante qui assure la protection de Gléba interne. Elle est de couleur blanchâtre à jaunâtre de couleur blanche et brun clair à brun très foncé jusqu'à noir. Au niveau des écailles du Péridium, se forment des houppes de filaments mycéliens qui jouent un rôle actif dans les échanges nutritionnels entre le champignon et le sol.
- **Gléba (la chair)** : C'est la partie centrale ; qu'est l'origine des asques et des spores; elle est constituée la masse interne de l'ascocarpe dont la coupe révèle à la maturité, la présence "de marbrures" ou lignes sinueuses blanches appelées "veines". Ces veines sont variables selon les espèces, ont reçu également le nom de "veines aérifères" ou "veines stériles" car elles ne contiennent jamais de spores. Elles sont remplies d'hyphes qui s'allongent, se ramifient et s'apparient entre elles pour former un véritable réseau mycélien. L'hyphe est facilement visible à la surface de truffes matures. Les veines s'ouvrent à l'extérieur au niveau des écailles du Péridium de la truffe. Ils permettent les échanges gazeux entre la gléba du champignon et le sol (oxygène, gaz carbonique, vapeur d'eau).



Figure N°45 : Identification et caractéristiques morphologiques de l'hélianthème et la truffe du désert

2.5. Identification du genre:

L'identification de genre est basée sur la propriété de la coloration des asques par la méthode Chloro-ido-iodure ou réactif de Melzer. Le principe de cette méthode est basé sur la coloration des parois amyloïdes suite à l'existence et la présence d'amidon dans les parois. Les asques du genre *Terfezia* se colorent en jaune ou orange, et ceux du genre *Tirmania* prennent une teinte grise bleue [23, 53] et [71]. Le réactif de Melzer a été préparé au niveau du laboratoire, en tenant compte de la composition suivante: Eau bi-distillée. 100g Iodure de potassium. 5g Iode. 1,5 g Hydrate de chloral. 100 g. Plusieurs observations successives s'imposent après des temps de 4, 6, 24, jusqu'à 48 heures, afin de confirmer la coloration finale des asques.

2.6. Identification des espèces:

L'identification des espèces est réalisée à partir de la comparaison des caractères morphologiques, des dimensions des corps fructifères, les asques et les spores des espèces récoltées, avec les descriptions de [71].

2.7. La culture au laboratoire:

Concernant les moyens matériels et les produits chimiques utilisés pour préparer notre culture on peut citer les suivants : Des paires de ciseaux, une boîte de coton, une spatule, un bec benzène, un bécher de 10ml, une balance, des sacs

de cuisson thermique, étuve pour contrôler l'humidité et la température, des cure

dents pour piquer les sachets dans le but d'assurer une aération à l'intérieur du substrat, éthanol (stérilisation du plan de travail)

2.7.1 Préparation du milieu de culture PDA (Potato dextrose agar):

La gélose dextrosée à la pomme de terre (PDA) est un milieu de culture microbiologique courant produit à base de pomme de terre adaptée à la croissance des champignons aussi bien microscopiques que macroscopiques.

2.7.2 Production du blanc:

Le travail a été réalisé sous une hotte à flux lumineux à UV, allumée au moins 15 min avant l'utilisation. L'aseptie a été assurée par deux becs Bunsen et l'alcool pour la désinfection des mains et des surfaces avant et après chaque manipulation. Tout le matériel utilisé a été stérilisé avant usage. Le milieu de culture PDA fondu a été coulé dans les boîtes Pétri refroidi. Des petits morceaux de terre ont été coupés, désinfectés, stérilisés et séchés. Ces fragments ont ensuite été déposés sur la gélose PDA refroidi. Les boîtes de Petriensemencées ont été identifiées, fermées avec du parafilm puis couvertes avec du papier Aluminium pour assurer l'obscurité exigée dans la croissance du mycélium et problèmes de contamination.

Ensuite, elles ont été placées dans une étuve réglée sur 25°C pendant 7 à 15 jours. Après une semaine d'incubation, la gélose envahie par le blanc du mycélium a été purifiée quand nécessaire (si contaminée). Ainsi, des fragments ont été coupés à l'aide d'un bistouri ophtalmique stérilisé puis déposés individuellement dans des boîtes de Petri coulées avec le PDA puis incubées une autre fois pendant 7 à 15 jours à 25°C.

2.7.3 Production des semences de champignon:

Les grains de maïs ont été achetés sur le marché de Tlemcen. Après avoir été nettoyés des impuretés et des grains cassés, elles ont été soigneusement lavées à l'eau froide jusqu'à ce que l'eau soit claire. Les graines ont été laissées macérer pendant 24 heures. Après quoi, elles ont été égouttées à l'aide d'un tamis puis bouillies dans de l'eau de puit dans un grand récipient en métal pendant 20 minutes. Cette étape va permettre aux graines d'absorber davantage d'eau.

Après égouttage, les graines ont été laissées sécher pendant 6 heures à l'ombre étalées sur un linge blanc propre et sec. Cette opération a pour but d'éviter le collage des graines pendant la croissance du mycélium.

Après séchage, les graines ont été remplies dans des sachets et des erlenmeyer et tapissés de coton cardé puis recouvert vers l'intérieure, de papier filtre pour laisser passer l'air nécessaire à la croissance du mycélium.

Une fois le remplissage effectués, les sacs par les graines de maïs ont été misent en stérilisation dans des autoclaves à la température de 121°C pendant 30min. Cettestérilisation a pour but d'éliminer tous les germes microbiens contenus dans les substrats de culture afin d'éviter tous genre de compétitivité du mycélium. Notre méthode d'inoculation consiste à effectuer un trou au milieu de chaque mélange de substrats que nous avons stérilisé et puis mettre un ou deux fragments de terfez ou le mycélium développé sur les boites de pétries avec une pince stérile, ensuite nous avons essayé de pourchasser l'air contenus dans les sachetsetde lesrefermer.L'ensembledutravaild'inoculationaétéeffectuéeentre deuxbecsbenzènesafind'évitertoutrisquesdecontaminations.Danscettephase le mycélium va coloniser le substrat en deux ou trois semaines dans l'étuve à 25°C. Lorsque notre substrat est devenu entièrement blanc, ce qui signifie qu'il a été complètementcolonisé.

2.7.4 Inoculation dessubstrats:

Le blanc du mycélium jeune avec la gélose PDA dans laquelle il s'est développé ont été découpés à l'aide d'un bistouri ophtalmique, en fragments d'environ 1cm de côtés. Plusieurs fragments ont été introduits dans les récipients contenant les substrats destinés à la production des semences (spawn) de maïs.

2.7.5 Incubation:

Les substrats ainsiensemencés ont été incubés dans une étuve. Après 7 à 15 jours d'incubation à une température de 25°C, la totalité des boites de Pétri a été envahie par le mycélium du terfez. Ce dernier, est caractérisé par un aspect cotonneux et une couleur blanchâtre, mais malheureusement à cause du covi19, nous n'avons pas pu atteindre les résultats pour les interprètes et nos échantillons sontcontaminéspendantleconfinementquiaduréplusieursmois.Malgrétoutça

on a observé la mycorization entre les deux espèces à travers une petite expérience

à domicile.

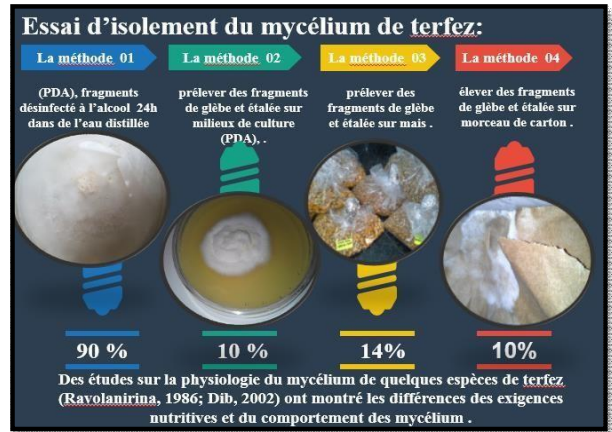


Figure N°46 : Les différentes étapes de préparation du mycélium de Terfez au laboratoire

3. Discussions:

A travers la présente étude, nous avons pu illustrer la diversité des truffes du Sahara Septentrional algérien et de récolter certaines données relatives à leur bioécologie. La truffe du désert représente un champignon particulier, caractérisée par la localisation hypogée de son ascocarpe, sa structure globale formée d'une gléba entourée d'un péridium lisse.

Quel que soit l'espèce de Terfez récoltée, elle représente un champignon symbiote, mycorhizien, hypogé avec des plantes de la famille des Cistacées et plus particulièrement avec l'*Helianthemum*, le genre le plus fréquent. L'appréciation effective de l'abondance et de l'occurrence des Terfez ne peut être faite que sur la base de prospections sur terrain au cours de la période de fructification, qui s'étale de la fin du mois de janvier jusqu'au début du mois de mars. Cependant, il est très difficile de pouvoir effectuer une prospection exhaustive sur tout le Sahara Septentrional algérien, étant donné que les fluctuations de l'ensemble des espèces sont liées aux conditions écologiques du milieu.

Dans l'ensemble des zones de distribution de truffes du désert, les caractéristiques géomorphologiques des habitats sont communes, mais leur abondance et leur production demeurent cependant, tributaires des conditions pédoclimatiques du milieu.

En effet, les truffes de désert du Sahara septentrional algérien se développant en climat aride exigent un certain niveau de pluies automnales et des hivers doux. Il est apparent que les pluies des mois d'hiver n'ont aucun effet sur la productivité des truffes. Ainsi, les basses températures hivernales des mois de janvier et de février diminuent la production des truffes de désert.

Nous rappelons que les premiers ascocarpes maturés sont apparus souvent fin du mois de janvier. C'est un véritable défi d'utiliser le vaste Sahara algérien, pour produire des aliments riches en protéines, en minéraux et en vitamines. En effet, cette ressource naturelle a un intérêt économique et écologique important et un moyen de revalorisation des écosystèmes des zones arides et semi-arides.

Généralement, les truffes du désert au niveau des stations d'étude, sont

détectées, par l'observation des surfaces du sol gonflées et fendillées, aux alentours des plantes hôtes. Certains éleveurs nomades rapportent que quelques caprins savourent et recherchent les Terfez. En effet, lorsque l'animal repère une truffe du désert par l'odorat, il commence à creuser avec ses membres postérieurs, afin de retirer une partie ou la totalité du 'ascocarpe.

L'étude taxonomique réalisée par observation à l'œil nu, à la loupe binoculaire et au microscope optique photonique, nous a permis d'identifier notre espèce de terfez du désert récoltées à partir des deux stations représentatives de la zone d'étude.

Le test de Melzer nous a permis d'avoir une coloration de spores d'espèce que leur spores se colorent en jaune, c'est le genre *Terfezia* appartenant à la famille des Pezizacées, communément appelée *Terfezia arenaria* (Moris), connue aussi sous le nom vernaculaire Terfesse Lahmar.

Caractérisation morphologique et mycologique des Terfez récoltés, les ascocarpes des truffes récoltées ont un aspect général globuleux, de forme lobée et présentant un pied (pédicelle) à sa base. L'observation sous la loupe binoculaire pour notre espèce, montre que la surface du Péridium est relativement lisse, hérissée de minuscules pyramides de 3 à 4 faces, formant de petites écailles polygonales. Les glèbes sont parcourues de petites veines (sillons) de couleur pâle jaunâtre. La couleur du péridium et celle de gléba diffère des autres espèces connus dans cette région de Ghardaïa selon le stade de maturation.

Les mycéliums sont tous de couleur blanche et de forme isodiamétriques. Ce résultat montre que les truffes étudiées ont les mêmes critères que les truffes de la famille des Terfeziaceae, *Terfezia arenaria* (Moris) Trappe Ascocarpe : Subglobuleux, tubériformes, de 05 à 12 cm de diamètre, présentant un pédoncule à la base, couleur marron foncée, passant à brune noirâtre. Péridium 0,75 à 1,80 mm d'épaisseur, brunâtre, souvent craquelé à surface lisse, composé de grandes cellules isodiamétriques, parallèles, de 12 à 37 µm. Gléba Charnue, d'aspect spongieux, rougeâtre marbrée à rose, avec veines irrégulières de largeur 1,4 à 3,7 mm. Les hyphes des veines stériles et fertiles ont des parois minces de 6,8 à 10,5 µm de largeur, à paroi mince. Asques Subglobuleux, parfois ovoïdes, mesurant de

62 à 83 μm , contenant 6 spores à maturité, hyaline, à paroi mince. Ascospores librement disposés à l'intérieur des asques, de taille de 21 à 23 μm et de forme sphérique.

La variation de nombre de Terfez récoltés par plante symbiotique est liée étroitement aux niveaux de la colonisation mycorhizienne des racines par la truffe. Ces niveaux sont conditionnés par les stress hydriques, reflète la capacité des champignons mycorhiziens à aider les plantes à faire face à ce type de déficit.

Le stress hydrique causé par la sécheresse, est connu pour augmenter les teneurs en acide abscissique dans les racines. Cela permet leur allongement en combinaison avec les conditions de sécheresse du milieu. Les deux éléments clés qui déterminent la nature de la mycorhizie semble être la concentration d'auxine sécrétée par les champignons et la sensibilité de la racine à l'auxine [81].

Dans le cadre de notre étude, nous avons préparé un mycélium à partir d'un fragment de la truffe, vu les contraintes et les difficultés quand a rencontré cette année universitaire on n'a pas pu terminer nos expériences au laboratoire.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion et perspectives :

Le travail présenté dans ce mémoire avait pour objectif principal d'étude de *Helianthemum guttatum* espèce indicatrice de *Terfezia arenaria* des deux stations choisies de région de Ghardaïa. Les paramètres pédoclimatiques de la station d'étude ont montré que cette espèce de terfez préfère des sols sablonneux d'environ 340 mm bien distribuée de septembre à avril (40 à 75 mm au courant des mois de septembre et surtout d'octobre).

Le cortège floristique dans la zone d'étude a Hassi el fhal révèle la présence de sept familles représentatives (Poacées, Cistacées, chenopodiacées, Boraginacées, Asteracées, Apiasecées, Cistacées avec une grande abondance des deux espèces (*Helianthemum lippii* et *Helianthemum guttatum*).

Notre étude se repose sur la connaissance et l'évaluation de la biodiversité végétale dans la commune da Hassi el fhal, nous avons réalisé un inventaire des plantes dans deux stations différentes. L'étude de la variation végétale du point de vue biodiversité végétales permet de nommer, classer et identifier les plantes inventoriées. A travers cette étude; les résultats obtenus montrent que la distribution de 24 espèces végétales recensées à travers les deux stations d'études que ses plantes appartiennent à dix familles botaniques, sur ce nombre quatre familles ne sont représentées que par une seule espèce. Les familles les mieux représentées sont celles des Asteracées.

On notant que la richesse spécifique de la première station est de 16 espèces et 21 espèces pour la deuxième station. Les espèces : *Ifloga spicata*, *Oudneya africana*, *Helianthemum guttatum* sont les plus fréquentes, les plus denses et les plus abondantes. Selon les types biologiques, les espèces inventoriées sont regroupées en plantes vivaces et d'autres plantes annuelles. D'après notre étude les 10 familles botaniques que ne recensées regroupent 02 classes de Monocots et eudicots.

En somme, cette étude, nous a permis de se faire une idée plus approfondie relative à la composante floristique et les espèces qui la composent.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Alors que l'évaluation des stratégies de persistance de ces espèces reste à d'autres études approfondies.

L'isolement du mycélium de *Terfezia arenaria* évalué sur milieux de culture (PDA) avec dessèchement et désinfection à l'alcool à 90%, résultats des essais de mycorhization entre *Helianthemum guttatum*, et *Terfezia arenaria* révèlent que le développement des plants est affecté par deux facteurs : l'inoculation et le substrat de culture et les conditions du milieu. Le taux de mycorhization des plants est moyennement faible dans les conditions contrôlées que dans les conditions naturelles.

À l'instar de cette étude, nous pouvons affirmer aussi que les truffes du désert (terfès), constituent un aliment de luxe par excellence, par sa richesse en protéines ; ils présentent un intérêt alimentaire et une grande valeur économique.

Les Terfès sont vendues sur les marchés locaux durant la période de "Mars à Avril". Les récolteurs vendent aux revendeurs ce produit qui est comestible, savoureux et très demandé par sa richesse nutritionnelle.

Le conditionnement étanche est généralement fait avant la stérilisation, cela contribue à minimiser les risques de contamination après la stérilisation ainsi va permettre de conserver notre produit jusqu'aux trois ans à une température ambiante (selon la législation en vigueur). Afin que le produit sera disponible durant toute l'année.

Il faudra sûrement utiliser toutes les ressources du marketing agro-alimentaire, pour que ce produit conservé soit sur nos marchés. Au même temps, ce produit sera à terme destiné vers l'exportation, surtout les pays du Moyen-Orient qui consomment ce type de produits.

En conclusion, l'écosystème truffier est un système complexe qui présente des interactions multiples. Si l'espèce et le champignon sont les deux composantes de base, leur développement est sous la dépendance des conditions physico-chimiques du milieu : sol calcaire ou carboné, fonctionnement hydrique permettant un bon drainage, activité biologique intense. Ces conditions sont

CONCLUSION GÉNÉRALE

nécessaires à la propagation du mycélium, au développement maximal des mycorhizes, à la formation et au grossissement des ascocarpes.

En perspectives de ce travail, il serait intéressant :

- D'obtenir une culture pure du mycélium de *Terfezia arenaria* afin de rechercher les conditions optimales de la croissance mycéliennes (milieu de culture).
- Déterminer les facteurs écologiques et les conditions optimales de la croissance *Terfezia arenaria*.

En fin ; la conjugaison des facteurs de dégradation a entraîné une perturbation de l'écosystème de la région de Ghardaïa accompagnée d'une régression des aires de répartition de nombreux taxons. Les principales menaces sont, l'action anthropique (urbanisation, extension des systèmes cultivés, surpâturage et pollution) ainsi que la sécheresse.

Devant ces menaces, des alternatives doivent être prises en considération pour protéger ce milieu soumis à l'action des facteurs de dégradation, notamment l'injection des eaux usées.

Ceci constitue un sérieux risque pour la diversité biologique. Ainsi, il est indispensable de mettre en place d'un programme de protection et de mesures de préservation de la biodiversité. Les orientations proposées pour l'utilisation durable de la biodiversité et de faire un outil de développement socio-économique privilégié sont les suivantes:

- Sensibiliser, éduquer et intéresser les populations par des informations simplifiées sur la protection de ce milieu naturel;
- Accélérer le projet de création d'une station d'épurations des eaux usées le plus tôt que possible;
- Une politique de préservation et de gestion de cet exceptionnel patrimoine naturel est indispensable en mettant en place des outils particuliers de protection de la biodiversité des halophytes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]- Ravolanirina F, Etude de l'influence de quelques facteurs sur la croissance mycélienne des terfez in vitro et synthèse des mycorhizes. D.E.A de biologie et de physiologie végétale, de Clermont-Ferrand, 1986.
- [2] - Fortas Z, Etude de trois espèces de terfez : caractères cultureux et cytologie du mycélium isolé et associé à *Helianthemum guttatum* , Thèse de Doctorat d'état, Univ. D'Oran Es-sénia (Algérie),1990.
- [3] - Bokhary H.A, Parvez S, et Shibl A.M, Some spoilage microflora of desert truffles "Al-Kamah" of the Kingdom of Saudi Arabia , p. 53,1990.
- [4] - Awameh M.S., Alsheikh A., 1980 a. Ascospore germination of black kame (*Terfezia boudieri*). *Mycologia*, 72 (1) :50-54.
- [5] -RioussetLetG,ChevalierG,etBardetM.C.,.Truffesd'EuropeetdeChine, I.N.R.A. Paris, 2001.
- [6]- Fatima El-Houaria ZITOUNI et Pr. Fortas Zohra, Etude des associations mycorhiziennes entre quatre espèces de terfez et diverses plantes Cistacées et ligneuses en conditions contrôlées. , Université d'Oran Es-Senia, 2010.
- [7] - Chatin A, La truffe. Paris : Lib. J. B. Baillière et fils,1892.
- [8]- BokharyH.A,- BokharyH.A.,1987. Desert truffles"Al-Kamah"of the Kingdom of Saudi Arabia.1. Occurence, identification anddistribution. Arab. Gulf. J. Scient. Res., B5: 245-255. , Occurence, identification and distribution. Arab Gulf. J. Scient. Res, p. B5: 245-255.
- [9] - BoucharebF.,1994,Etudeécologiquedesterfez,casdelarégiond'AinSefra(Wilaya de Naâma). Mém. Ing. D'état. Agron., I.N.F.S.A.Mostaganem,81p. [10]- Alsheikh A.M., Trappe J.M., 1990. Features and analysis of spore germination in the brown kame *Terfezia clavaryi*. *Mycologia*, 72: 495-499.
- [11]-BokharyH.A.,ParvezS.,1988. Deserttruffles"Al-Kamah" oftheKingdom of Saudi Arabia.2. Additional contribution. Arab. Gulf. J. Scient. Res. Agric. Biol. Sci., 6:103-112.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [12]- Hussain G., Al- Ruqaie I.M., 1999. Occurrence, chemical composition and nutritional value of truffles: An overview. *Pakistan Journal of biological sciences*, 2 (2): 510-514.
- [13]- Mandeel Q.A., Al-Laith A.A.A., 2007. Ethnomycological aspects of the desert truffle among native Bahraini and non-Bahraini peoples of the Kingdom of Bahrain. *Journal of Ethnopharmacology*, 110:118-129.
- [14]- Feeney J., Desert truffles galor. *Mycological society of San Francisco*. 2003. [15]- Khabar L, Najim L, Janex-Favre M.C, et Parguey-Leduc A, Contribution à l'étude de la flore mycologique du Maroc: Les truffes marocaines, (Discomyètes). *Bull. Soc*, p. 117 (3) : 213-229, 2001.
- [16]- Khabar L., 2002. Etudes pluridisciplinaires des truffes du Maroc et perspectives pour l'amélioration de production des Terfess de la forêt de la Mamora. Thèse de Doctorat d'Etat Es-sciences, Univ. Mohamed V-Agdal, Rabat (Maroc), 167 p.
- [17]- Bawadikji A.H., 2004. La truffe de désert en Syrie : Aspects écologiques et économiques. Premier symposium sur les champignons hypogés du bassin méditerranéen, Rabat, Maroc, p 19.
- [18]- Slama A., Neffati M., Khabar L., Boudabous A., 2004. Etude taxonomique des truffes (Terfeziaceae) de la Tunisie méridionale. Premier symposium sur les champignons hypogés du bassin méditerranéen, Rabat, Maroc, 1-12.
- [19]- Haloubi A., 1988. Les plantes des terrains sales et désertiques, vues par les anciens arabes ; confrontation des données historiques avec la classification des végétaux, leur état et leur répartition actuels en Proche-Orient. Thèse de doctorat, Univ. Scien. Tech. Languedoc, Montpellier, p 86, 311.
- [20]- Hall I.R., Brown G., Zambonelli A., 2008. *Taming the truffle: the history, Lore and Science of the Ultimate Mushroom*. Ed. Timber Press, Oregon U.S.A., 304 p.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [21] - Morte M.A., Cano A., Honrubia M., Torres P., 1994. In vitro mycorrhization of micropropagated *Helianthemum almeriense* plantlets with *Terfezia clavaryi* (desert truffle). *Agricultural Science in Finland*, 3:309-314.
- [22] - Gutierrez A., Morte A., Honrubia M., 2003. Morphological characterization of the mycorrhiza formed by *Helianthemum almeriense* Pau with *Terfezia clavaryi* Chatin and *Picoa lefebvei* (Pat.) Maire. *Mycorrhiza*, 13 (6): 299-307.
- [23]- Trappe J. M., 1979. The orders, families and genera of hypogeous ascomycotina (Truffles and their relatives) *Mycotaxon*, 9 :297-340.
- [24] - Roth- Bejerano N., Livne D., Kagan –Zur V., 1990. *Helianthemum* - *Terfezia* relations in different growth media. *New Phytol.* 114: 235-238.
- [25]-Ammarellou A., Saremi H., 2007. Mycorrhiza between *Kobresia bellardii* (All.) Degel and.
- [26]-Trappe J.M., Sundberg W. J., 1977. *Terfezia gigantea* (Tuberales) in North America. *Mycologia*, 69: 433 – 437.
- [27]- Malençon G., 1973. Champignons hypogés du nord de l’Afrique. *Persoonia* , 7: 261-288.
- [28]-Taylor F. N., Thamage D.M., Baker N., Roth-Bejerano N., Kagan –Zur V., 1995. Notes on Kalahari desert truffle, *Terfezia pfeilli* .*Mycol. Res.*, 99: 874-878.
- [29]- Tadjia A., 1996. Etude écologique de deux espèces de terfez du Sud-Ouest algérien. Essai de leur mycorrhization sur trois espèces céréalières. Thèse de Magister, E.N.S.A, El-Harrach, Alger, 110 p.
- [30]- Mohamed-Benkada M., 1999. Extraction et essai d’isolement des principes antimicrobiens de *Terfezia clavaryi* Chat. Thèse de Magister, Univ. Oran. es-sénia, 83 p.
- [31]- Dib S., 2002. Recherche des conditions optimales de la croissance mycélienne de deux espèces de Terfez d’Algérie et essai de mycorrhization

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- avec le pin dans des conditions arides. Thèse de Magister, Univ. Oran - Sétia (Algérie), 78p.
- [32]- Diez J., Luis Manjon J., Martin F., 2002. Molecular phylogeny of the mycorrhizal desert truffles (*Terfezia* and *Tirmamiamia*). Host specificity and edaphic tolerance. *Mycol.*, 94: 247-259.
- [33]- Slama A., Fortas Z., Neffati M., Khabar L., Boudabous A., 2006. Etude taxonomique de quelques Ascomycota hypogés (*Terfeziaceae*) de la Tunisie méridionale. *Bull. Soc. Mycol. France*, 122: 187-195.
- [34]- Chevalier G., Rioussat L., Dexheimer J., Dupre C., 1984. Synthèse mycorrhizienne entre *Terfezia leptoderma* Tul. et diverses Cistacées. *Agronomie, Paris*. 4 : 210-211.
- [35]- Morte M.A., Honrubia M., 1995. Improvement of mycorrhizal synthesis between micropropagated *Helianthemum almeriense* plantlets with *Terfezia clavaryi* (desert truffle). *Science and cultivation of edible fungi*. Elliot, ISBN, Rotterdam, 4: 105-704.
- [36]- Bratek Z., Jakucs E., Boka K., Szedlay G., 1996. Mycorrhizae between black locust (*Robinia pseudoaccacia*) and *Terfezia terfezoïdes*. *Mycorrhizae* 6:271-274.
- [37]- Gutiérrez A., Honrubia M., 1998. RADP analysis and RFLP analysis of the ITS region of some desert truffles and the mycorrhiza formed by *Terfezia clavaryi* / *Helianthemum almeriense*. 2nd Int. Conf. Myc., Uppsala (Australie).
- [38]- Healy R.A., 2003. *Mattiolomyces tiffanyae*, a new truffle from Iowa, with ultrastructure evidence for its classification in the Pezizaceae. *Mycologia*, 95 : 765- 772.
- [39]- Fortas Z., 2009. Diversité des espèces de terfez (truffes des sables) des zones arides algériennes. Séminaire international: Protection et préservation des écosystèmes sahariens Ouargla , p 51 .

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [40]- Zitouni F.E.-H., 2010. Etude des associations mycorhiziennes entre quatre espèces de terfez et diverses plantes Cistacées et ligneuses en conditions contrôlées. Thèse de Magister, Univ. d'Oran (Es-sénia), 264 p.
- [41]- Khabar L., Najim L., Janex-Favre M.C., Parguey-Leduc A., 1994. L'ascocarpe de *Terfezia leonis* Tul. (Discomycètes, Tuberales). *Cryptogamie, Mycol.* 15 : 187 - 206.
- [42]- Fischer E., 1938. Ascomyceten, Reihe Euascales. Unterreihe VIII. Tuberineae. In Engler et Harms, *Naturlichen pflanzenfamilien*, 5b : 35-40.
- [43]- Kimbrough J.W., 1991. Ultrastructural investigation of Humariaceae (Pezizales, Ascomycetes). II. Ascosporeogenesis in selected genera of the Ciliariaceae. *Bot. Gaz.* 152: 421-438.
- [44]- Percudani R., Trevisi A., Zambonelli A., Ottonello S., 1999. Molecular phylogeny of truffles (Pezizales : Terfeziaceae, Tuberaceae) derived from nuclear rDNA sequence analysis. *Molecular phylogenetics and evolution* 13: 169-180.
- [45]- Slama A., Neffati M., 2004. Les truffes de la Tunisie méridionale : Etude écologique et mycologique. *Revue des régions arides*, 15 : 3-52.
- [46]- Chevalier G., 2014. The European Desert Truffles. In Kagan-Zur V., Roth-Bejerano N., Sitrit Y., Morte A., (eds), *Desert Truffles Phylogeny, Physiology, Distribution and Domestication*, *Soil Biology*, 38: 121-141, Springer, Berlin.
- [47]- Aïbeche Ch., 2008. Caractéristiques écologiques et mycologiques d'une espèce de terfez du littoral ouest algérien. Essai de mycorhization contrôlée avec sa plante-hôte naturelle *Helianthemum guttatum*. Mém. Magister, Univ. Oran, Es-Sénia, 85 p.
- [48]- Zitouni F.El-H., 2010. Etude des associations mycorhiziennes entre quatre espèces de terfez et diverses plantes Cistacées et ligneuses en conditions contrôlées. Mém. Magister, Univ. Oran, 264 p.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [49]- Bendahou H., 2013. Ecologie des terfez de la région Nord Est de la Wilaya de Bechar. Mém. Magister, Faculté des Sciences et Technologies, Béchar, 67 p.
- [50]- Arioui S., 2013. Etude des sols à terfez et leurs plantes associés et accompagnatrices dans la région Sud-ouest de la wilaya de Béchar. Mém. Magister, Faculté des Sciences et Technologies, Béchar, 78 p.
- [51]- Mokeddam K., 2013. Caractéristiques pédoclimatiques et phytosociologiques des Terfez de la région Sud- Est de la Wilaya de Bechar. Mém. Magister, Faculté des Sciences et Technologies, Béchar, 75 pages. -
- Moreno G., Galen R., Ortega A., 1986. Hypogeous fungi from continental Spain. *Cryptogam. Mycologia*, 7 (3): 201- 229.
- [52]- Roukbi R., 2013. Etude écologique des terfez de la région nord ouest de Béchar. Mém. Magister, Faculté des Sciences et Technologies, Béchar, 108 p.
- [53]- Alsheikh A.M., Trappe J.M., 1983 a. Desert truffles: The genus *Tirmania*. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 8 (1): 83-90.
- [54]- Mandeel Q.A., Al-Laith A.A.A., 2007. Ethnomycological aspects of the desert truffle among native Bahraini and non-Bahraini peoples of the Kingdom of Bahrain. *Journal of Ethnopharmacology*, 110:118-129.
- [55]- Moubasher A.H., 1995. Soil fungi are an active partner of our ecosystem, their biodiversity and activities should be appreciated. *Qatar Univ. Sci. J.*, 15 (1): 239-247.
- [56]- El-Kholy H.K., Ali A.M.M., 1991. Truffles in Egypt: Field survey and identification. *Micologia e Vegetazione Mediterranea*, 7 (1):46.
- [57]- Khabar L., 2002. Etudes pluridisciplinaires des truffes du Maroc et perspectives pour l'amélioration de la production des Terfess de la forêt de la Mamora . Thèse de Doctorat d'Etat Es-sciences, Univ. Mohamed V –Agdal, Rabat (Maroc) ,167p.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [58]- Khabar L., Najim L., Janex-Favre M.C., Parguey-Leduc A., 2001. Contribution à l'étude de la flore mycologique du Maroc : Les truffes marocaines, (Discomyètes). Bull.Soc. Mycol. Fr., 117 (3): 213-229.
- [59]- Feeney J., 2003. Desert truffles galor. Mycological society of San Francisco, 54 (9):1-8.
- [60]- Chatin A., 1891. Contribution à l'histoire botanique de la truffe: kamé de Damas (Terfezia claveryi). Bull. Soc, Bot. France, 38 : 332-335.
- [61]- Pradel L., 1914. Manuel de trufficulture. Ed. Librairie J.-B. Baillière et Fils, Paris, 310 p.
- [62]- Martin-Santafe M., Perez-Fortea V., Zuriaga P., Barriuso J., 2014. Phytosanitary problems detected in truffle cultivation in Spain. A review. Forest Systems, 23 (2): 307-316.
- [63]- Laboulbène A., 1864. Observations sur les insectes tubérovores. Ann. Soc. Ento. Fr., 4: 5-114 .
- [64]- Awameh M.S., Alsheikh A., 1979 a. Laboratory and field study of four kinds of truffle (kamah), Terfezia and Tirmania species, for cultivation. Mushroom Science, 10: 507-517.
- [65]- Guçin F., Dulger B., 1997. Yenen ve antimikrobiyal aktiviteleri olan keme mantarı (Terfezia boudieri Chatin) Uzerinde Arastirmalar. Nisan-Mayis-Haziran, 23: 27-33.
- [66]- Maire R., 1906. Notes mycologiques. Ann. Mycol., 4: 329-399.
- [67]- Bradai L., 2006. Contribution à l'étude de la bio-écologie de la truffe blanche du désert (Terfezia sp.). Cas de la région de Oued M'ya (Ouargla). Thèse de Magister, Univ. Kasdi Merbah, Ouargla, 95p.
- [68]- Neffati N., Manssouri J., Slama A., 2004. Etude écologique et biologique d'Helianthemum sessiliflorum Desf. : Plante hôte des truffes en Tunisie. Premier symposium sur les champignons hypogés du bassin méditerranéen, Rabat (Maroc), p 47.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [69]- Pole-Evans I.B., 1918. Note on the genus *Terfezia*, a truffle from the Kalahari. Transactions of the Royal Society of South Africa, 7:117-118.
- [70]- Potokwane S.M., 2004. Increasing the utilization of the Kgalagadi desert truffle (*Terfezia pfeilii*), for economic diversification in Botswana. Premier symposium sur les champignons hypogés du bassin méditerranéen, Rabat, Maroc, p 47 .
- [71]- Ferdman Y., Aviram S., Roth-Bejerano N., Trappe J.M., Kagan-Zur V., 2005. Phylogenetic studies of *Terfezia pfeilii* and *Choiromyces echinulatus* (Pezizales) support new genera for Southern African truffles: *Kalaharituber* and *Eremiomyces*. Mycol.Res., 109 (2): 237-245 .
- [72]-Kagan-ZurV.,Roth-BejeranoN.,2008a.Studyingthebrowndeserttruffles of Israel. Israel Journal of Plant Sciences, 56 (4):309-314.
- [73]- Moreno G., Diez J., Manjon J.L., 2000. *Picoa lefebvrei* and *Tirmania nivea*, two are hypogeous fungi from Spain. Mycol. Res., 104 (3): 378-381.
- [74]- Pérez-Gilabert M., Sanchez-Felipe I.,Garcia-Carmona F.,2005 a. Purification and partial characterization of lipoxygenase from desert truffle (*Terfezia clavaryi chatin*) ascocarps. Journal of agricultural and food chemistry, 53 (9): 3666-3671.
- [75]- Morte A., Gutierrez A., Honrubia M., 2008. Biotechnology and cultivation of desert truffles. In Mycorrhiza: Biology, genetics, novel endophytes and biotechnology. Ed Varma, Springer, Germany, 467-483.
- [76]- Kiraly I., Bratek Z., 1992. *Terfezia terfezoïdes*, a common truffle in Hungary. Mycol. Veg. Med., 7 (1): 43-45.
- [77]- Janex-Favre M.C., Parguey-Leduc A., Rioussset L., 1988. L'ascocarpe hypogé d'une terfez française (*Terfezia leptoderma* Tul., Tubérales, Discomycètes). Bull. Soc. Mycol. Fr., 104: 145-178.
- [78]- Ljiljana O.V., Djurdjevic L., Milenkovic M., 2004. Degradation of *Terfezia terfezoïdes* mature fruit-Bodies by autochthonous soilmicroorganisms.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Premier symposium sur les champignons hypogés du bassin méditerranéen, Rabat (Maroc), p 48.
- [79]- Trappe J.M., Claridge A.W., Claridge D.L., Liddle L., 2008 a. Desert truffles of the Australian Outback: Ecology, Ethnomycology and taxonomy. *Economic Botany*, 62 (3): 497- 506.
- [80]- Fortas Z., Chevalier G., 1992 a. Caractéristiques de la germination des ascospores de *Terfezia arenaria* (Moris) Trappe, récoltée en Algérie. *Cryptogamie Mycol.*, 13: 21-29.
- [81]- Ammarellou A., Smith M.E., Tajick M.A., Trappe J.M., 2011. The phylogenetic placement of *Picoa*, with a first report on *Picoa lefebvrei* (Pat.) Maire(=*Phaeangium lefebvrei*) from Iran. *Int. J. Environ. Res.*, 5(2):509-514.
- [82] - Splivallo R, Ottonello S, Mello A, Karlovsky P. 2011. Truffle volatiles: from chemical ecology to aroma biosynthesis. *New Phytologist* 189: 688–699.
- [83]- Ammarellou A., Saremi H., 2008. Mycorrhiza between *Kobresia bellardii* (All.) Degel and *Terfezia boudieri* Chatin. *Turk. J. Bot.*, 32: 17-23 .
- [84]- Duhoux E., Nichole M., 2004. *Biologie végétale. Associations et interactions chez les plantes* .Ed. Dunod. Paris : 166p .
- [85]- Murcia M.A., Martinez-Tomé M., Vera A.M., Jiménez A.M., Honrubia M., Morte A., Gutierrez A., 2001. Effect of industrial processing on desert truffles: *Terfezia clavaryi* Chatin and *Picoa juniperi* Vittadini, Proximate composition and histochemical location of lipids. Third international conference on mycorrhiza, 8-13.
- [86]- Murcia M.A., Martinez-Tomé M., Jiménez A.M., Vera A.M., Honrubia M., Parras P., 2002. Antioxidant activity of edible fungi (truffles and mushrooms): losses during industrial processing. *J. Food Protect.*, 65 (10):1614-1624.
- [87]- Murcia M.A., Martinez-Tomé M., Vera A., Morte A., Gutierrez A., Honrubia M., Jiménez A.M., 2003. Effect of industrial processing on desert

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- truffles (*Terfezia claveryi* Chatin and *Picoa juniperi* Vittadini): Proximate composition and fatty acids. *J. Sci. Food Agric.*, 83 (6): 535-541 .
- [88]- Philippe Silar, Fabienne Malagnac, *Les champignons redécouverts.*, Belin, 2013 .
- [89]- Gagné A., 2005. Étude moléculaire du cortège ectomycorhizien de plantations de conifères sur des sites forestiers après coupes à blanc. Thèse de Doctorat d'état, Univ Laval (Québec), 88p.
- [90]- Horton TR, Bruns TD. 2001. The molecular revolution in ectomycorrhizal ecology: peeking into the black-box. *Molecular Ecology* 10(8): 1855-1871.
- [91]- Schüßler A., Schwarzott D., Walker C., 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. *Mycol. Res.*, 105 (12): 1413-1421.
- [92]- Redecker D., Raab P., 2006. Phylogeny of the Glomeromycota (arbuscular mycorrhizal fungi): recent developments and new gene markers. *Mycologia*, 98(6): 885-895 .
- [93]- Shabbir G., Dakheel A.J., Brown G.M., Rillig M.C., 2011. Potential of Arbuscular Mycorrhizal Technology in Date Palm Production. In S.M. Jain et al. (Eds.), *Date Palm Biotechnology*, Chapter 22, Springer Science+Business Media B.V., pp. 449-476.
- [94]- Harrison M.J., 1997. The arbuscular mycorrhizal symbiosis: an underground association. *Trends Plant Sci.*, 2 :54-60.
- [95]- Janex-Favre M.C., Paraguey-Leduc A., Rioussset L., 1988. L'ascocarpe hypogé d'une terfez française (*Terfezia leptoderma* Tul., Tubérolales, Discomycètes). *Bull. Soc. Mycol. France*, 104 : 145-178.
- [96]- Hausse B., Fester T., 2005. Molecular and cell biology of arbuscular, mycorrhizal symbiosis. *Planta*, 221: 184-196.
- [97]- Scannerini S., Bonfante-Fasolo P., 1982. Données actuelles sur la cytologie des mycorhizes. *Les mycorhizes : biologie et utilisation*, Ed. I.N.R.A. Publ., Les colloques de l'I.N.R.A., 13: 25-36.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [98]- Ferrol N., Barea J. M., Azcon-Aguilar C., 2002. Mechanisms of nutrient transport across interfaces in arbuscular mycorrhizae. *Plant Soil*, 244:231-237.
- [99]- RASMUSSEN, H.N. 2008.—Terrestrial orchids: from seed to mycotrophic plant. Cambridge, Cambridge University Press, 460 p .
- [100]- SMITH, S. 1967.—Carbohydrate translocation in orchid mycorrhizas. *New Phytologist*, 66, p. 371-378.
- [101]- McCormick M.K., Whigham D.F., Sloan D., O'malley K., Hodkinson B., 2006. Orchid–Fungus fidelity: a marriage meant to last ?. *Ecology*, 87(4): 903–911.
- [102]- Dearnaley J.D.W., 2007. Further advances in orchid mycorrhizal research. *Mycorrhiza*, 17 (6): 475-486.
- [103]- Merckx V., Bidartondo M.I., Hynson N.A., 2009. Myco-heterotrophy: when fungi host plants. *Ann. Bot.*, 104: 1255-1261 .
- [104]- Fortin J.A., Plenchette C., Piché Y., 2008. Les mycorhizes. La nouvelle révolution verte. Eds. MultiMondes et Quae, Québec, Versailles, 131 p.
- [105]- Fortin J.A., Plenchette C., Piché Y., 2008. Les mycorhizes. La nouvelle révolution verte. Eds. MultiMondes, Québec, Canada, 138 p .
- [106]- Briggs C.L., Ashford A.E., 2001. Structure and composition of the thick wall in hair root epidermal cells of *Woollsia pungens*. *New Phytol.*, 149: 219-232.
- [107]- Vohník M., Albrechtová J., 2011. The Co-occurrence and Morphological Continuum between Ericoid Mycorrhiza and Dark Septate Endophytes in Roots of Six European *Rhododendron* Species. *Folia Geobot.*, 46: 373-386.
- [108]- Novero M., Genre A., Szczyglowski K., Bonfante P., 2008. Root Hair Colonization by Mycorrhizal Fungi. In *Plant Cell Monogr.*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 1-24.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [109]- Kjoller, R., Olsrud, M. et Michelsen, A. (2010). Co-existing ericaceous plant species in a subarctic mire community share fungal root endophytes. *Fungal Ecology*, 3(3): 205-214.
- [110]- Peterson, R. L., Massicotte, H. B. et Melville, L. H. (2004). *Mycorrhizas: anatomy and cell biology*. 1ère éd Canada: NRC Research Press. P 450.
- [111]- Martín Bolaños, M., Guinea, E., 1949. *Jarales y Jaras (Cistografía Hispanica)*. Institution of Forestal Investigations. Exper., Direcc. Gen. Montes, Caza Pesca Fluvial, Ministerio de Agricultura, Madrid.
- [112]- Rivas-Martinez, S., 1979. *Brezales y jarales de Europa occidental*. - Lazaroa. 1, pp 5-1.
- [113]- Guzmán, B., Vargas, P., 2009 b. Historical biogeography and character evolution of Cistaceae (Malvales) based on analysis of plastid rbcL and trnL-trnF sequences. *Organisms Diversity & Evolution*, 9, pp 83–99. <https://doi.org/10.1016/j.ode.2009.01.001> .
- [114]- Stevanović, V., Matevski, V., Tan, K., 2009. *Helianthemum marmoreum* (Cistaceae), a new species from the Central Balkans. *Botanica Serbica*, 33, pp 13-19.
- [115]- Sánchez-Gómez, P., Jiménez, J.F., Vera, J.B., 2011. *Helianthemum motae* (Cistaceae), a new species from southeastern Spain. *Annals of Botany Fennici*, 48, pp 49-56. <https://doi.org/10.5735/085.048.0107>.
- [116]- Quezel, P., Santa, S., 1963. *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Ed. C.N.R.S. Paris. Tome II, pp 700-702.
- [117]- Ellul, P., Boscaiu, M., Vicente, O., Moreno, V., Rosselló, J.A., 2002. Intra- and interspecific variation in DNA content in *Cistus* (Cistaceae). *Annals of Botany*, 90, pp 345–351.
- [118]- Guzmán, B., Vargas, P., 2005. Systematics, character evolution, and biogeography of *Cistus* L. (Cistaceae) based on ITS, trnL-trnF, and matK sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 37, pp 644–660.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [119]- Kamari, G., Blanché, C., Siljak-Yakovlev, S., 2009. Mediterranean chromosome number reports 19. *Flora Mediterranea.*, 19, pp 313-336.
- [120]- Civeyrel, L., Leclercq, J., Demoly, J.P., Agnan, Y., Quèbre, N., Pélissier, C., Otto, T., 2011. Molecular systematics, character evolution, and pollen morphology of *Cistus* and *Halimium* (Cistaceae). *Plant Systematics and Evolution.*, 295, pp 23-54 <https://doi.org/10.1007/S00606-011-0458-7>.
- [121]- Gallego, M.J., Aparicio, A., 1993. Karyological study in the genus *Tuberaria* sect. *Scorpioides* (Cistaceae): taxonomic and evolutionary inferences. *Plants Systematics and Evolution.*, 184, pp11-25.
- [122]- Castro, M., Fraga, P., Torres, N., Rossello, J.A., 2007. Cytotaxonomical observations on flowering plants from the Balearic Islands. *Annales Botanici Fennici.*, 44, pp 409-415.
- [123]- Herrera J., 2004. Lifetime fecundity and floral variation in *Tuberaria guttata* (Cistaceae), a Mediterranean annual. *Plant Ecology.*, 172, pp219–225.
- [124]- Güemes, J., 1999. A new species of *Fumana* (Cistaceae) from Rif Morocco. *Folia Geobotanica.*, 34, pp 363-372.
- [125]- Toth, S., Révay, A., 2011. *Oncopodium lidiae* sp. nov. (Hyphomycetes) on *Fumana procumbens* from Hungary. *Mycologia Balcanica.*, 8, pp 89-91.
- [126]- Zunzunegui, M., Baco, F.L., Diaz Barradas, M.C., Novo, F.G., 1999. Seasonal changes in phytochemical efficiency in leaves of *Halimium halimifolium*, a mediterranean semideciduous shrub. *Photosynthetica.*, 37(1), pp 17-31.
- [127]- Zaiter, L., Bouheroum, M., Hammoud, L., Sarri, D., Benayache, S., Leon, F., Brouard, I., Bermejo, J., Benayache., 2010. Phytochemical study of *Halimium halimifolium*. *Chemistry of Natural Compounds.*, 47, pp 1023-1024.
- [128]- Massicotte, H.B., Peterson, R.L., Melville, L.H., Tackaberry, L.E., 2010. *Hudsonia ericoides* and *Hudsonia tomentosa*: Anatomy of mycorrhizas of two

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- members in the Cistaceae from Eastern Canada. *Botany.*, 88, pp 607- 616.
<https://doi.org/10.1139/B10-035>.
- [129]- P. Ozenda Flore du Sahara, Ed, CNRS, Paris, France, 349-350, 1977 .
- [130]- Quezel P., Santa S., 1963. Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome 2. Ed. C. N. R. S., Paris, pp. 571-1170.
- [131]- Spach E., 1838. Histoire naturelle des végétaux phanérogames, VI. Ed. Librairie encyclopédique de Roret, Paris, 571 p.
- [132]- Quezel P., 1965. La végétation du Sahara. Du Tchad à la Mauritanie. Ed. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, Allemagne, 333 p.
- [133]- Chafi M.E.-H., 1992. Prospection des plantes à associations symbiotiques de type mycorhizes des zones arides algériennes. Cas de la région d'Ain Ben Khellil, W. de Naama. Mémoire de Magister, Univ. d'Oran, Es-sénia, 114 p.
- [134]- Chellal A., 1995. *Terfezia boudieri* et *Tirmania pinoyi* : Composition chimique et effet des traitements thermiques, pouvoir antibiotique. Mémoire de Magister, Univ. Ferhat Abbas, Sétif, 109 p.
- [135]- Bessah G., 1998. Contribution à l'étude de la symbiose mycorhizienne entre deux espèces de terfez : *Terfezia clavaryi* et *Terfezia boudieri* avec le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans la région de Djelfa. Thèse de Magister, I.N.A, El-Harrach, Alger, 153p.
- [136]- Bradai L., 2006. Contribution à l'étude de la bio-écologie de la truffe blanche du désert (*Terfezia* sp.). Cas de la région de Oued M'ya (Ouargla). Thèse de Magister, Univ. Kasdi Merbah, Ouargla, 95p.
- [137]- Wickens G.E., 1998. *Ecophysiology of economic plants in arid and semi-arid lands*. Ed. Springer-Verlag, Berlin, 343 p.
- [138]- Al-Sodany Y.M., 2003. Size structure and dynamics of the common shrubs in Omayed Biosphere Reserve in the western mediterranean coast of Egypt. *Ecologia mediterranea*, 29 (1): 39-48.
- [139]- Fortas Z., 1990. Etude de trois espèces de Terfez : caractères cultureux et cytologie du mycélium isolé et associé à *Helianthemum guttatum*. Thèse de

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Doctorat d'état, Univ. Oran es-sénia (Algérie), INRA de Clermont-Ferrand (France) ,166 p.
- [140]- Fortas Z., Chevalier G., 1992 b. Effet des conditions de culture sur la mycorhization de *Helianthemum guttatum* par trois espèces de terfez des genres *Terfezia* et *Tirmania* d'Algérie. *Can. J. Bot.*, 70: 2453-2460.
- [141]- Medjahdi B., Ibn Tattou M., Barkat D., Benabedli K., 2009. La flore vasculaire des Monts des Trara (Nord Ouest Algérien). *Acta Botanica Malacitana*, 34: 57-75.
- [142]- Bouazza M., Mahboubi A., Loisel R., Benabadji N., 2001. Bilan de la flore de la région de Tlemcen (Oranie – Algérie). *Forêt méditerranéenne* t. XXII (2): 130-136.
- [143]- Hadjadj-Aoul S., 1991. Les peuplements de *Tetraclinis articulata* sur le littoral d'Oran (Algérie). *Ecologia Mediterranea*, 17: 63-78 .
- [144]- Aïbeche Ch., 2008. Caractéristiques écologiques et mycologiques d'une espèce de terfez du littoral ouest algérien. Essai de mycorhization contrôlée avec sa plante-hôte naturelle *Helianthemum guttatum*. *Mém. Magister, Univ. Oran, Es-Sénia*, 85 p .
- [145]- Zitouni F. El-H., 2010. Etude des associations mycorhiziennes entre quatre espèces de terfez et diverses plantes Cistacées et ligneuses en conditions contrôlées. *Mém. Magister, Univ. Oran*, 264p.
- [146]- Aboura R., 2006. Comparaison phyto-écologique des *Atriplex* situées au nord et au sud de Tlemcen. *Mém. Magister, Univ. Abou Bakr Belkaid, Tlemcen*, 210 p.
- [147]- Ghezlaoui B-E, Benabadji N., Benmansour D., Merzouk A., 2011. Analyse des peuplements végétaux halophytes dans le Chott El-Gharbi (Oranie- Algérie). *Acta Botanica Malacitana*, 36:113-124.
- [148]- Sahki A., Sahki R., 2004. *Le Hoggar, promenade botanique*. Ed. Atelier Esope, Lyon, 311 p.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [149]- Bounab S., Ouanas S., Bounar R., Rebbas K., 2010. Valeur biogéographique et diversité floristique d'une zone steppique: El Haourane (M'Sila, Algérie). Séminaire International en Biologie Végétale et Ecologie, Constantine, p. 254.
- [150]- Felidj M., Bouazza M., Ferouani T., 2010. Note sur le cortège floristique et l'intérêt de la plante médicinale *Ammoides pusilla* (verticillata) dans le Parc national des Monts de Tlemcen (Algérie occidentale). *Geo-Eco- Trop.*, 34: 147-154.
- [151]- BenSemaoune Y., 2008- Les parcours sahariens dans la nouvelle dynamique spatiale : contribution à la mise en place d'un schéma d'aménagement et de gestion de l'espace (S.A.G.E.)- cas de la région de Ghardaïa-. Mémoire de magister, Université Kasdi Merbah – Ouargla, 114p.
- [152]- Direction de Planification d'Aménagement des Territoires (DPAT)., 2009. -Annuaire statistique de la Wilaya de Ghardaïa. Volume 1 et 2, 84p.
- [153]- D.P.A .T. 2005 - Atlas de la Wilaya de Ghardaïa. Ed. El-Alamia, 142p.
- [154]- COYNE A., 1989 - Le M'Zab Ed. Adolphe Jourdon, Algérie, 41p.
- [155]- Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH)., 2007.- Notes relatives aux ressources en eau souterraines de la wilaya d'Ouargla, Rapport de l'Agence nati. Res.hyd., Ouargla, 12p.
- [156]- D.P.A.T ., 2013. - Direction de Planification d'Aménagement des Territoires . Ghardaïa.
- [157]- OZENDA, P. - 1983. Flore du Sahara. 2e édition. Ed. CNRS, Paris .,
- [158]- Fortas Z., 2004. Ecologie et production naturelle des terfez d'Algérie. Premier symposium sur les champignons hypogés du bassin méditerranéen, Rabat (Maroc), p 24-25.
- [159]- Barka F. 2001- Caractéristiques floristiques des deux espèces d'*Erica* dans la région de Tlemcen (*Erica arborea* ; *Erica multiflora*). Mémoire d'ingénieur Ecologie végétale. Univ. Abou bekr Belkaïd. Tlemcen. 194 p + annexes.
- [160]- Barka F. 2009- Contribution à l'étude de la biodiversité végétale dans le Parc National de Tlemcen et la stratégie de préservation pour un développement durable. Thèse de Doc en Foresterie. Univ. Abou bekr Belkaïd.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Tlemcen. 232 p.

[161]-- Barka F; 2016 - Etude des groupements à matorral dans le littoral de la région de Tlemcen. Aspects phytoécologiques, syntaxonomiques et cartographie

.Thèse de

Doc en Foresterie. Univ. Aboubekr Belkaïd. Tlemcen. 481 p.

