

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : Ecologie végétale et environnement

THEME

**Contribution à la caractérisation de la relation
mycorhizienne chez *Juniperus Phoenicea* dans un étage
bioclimatique semi-aride cas de Djebel Madna- Oued
M`Zi-Laghouat.**

Présenté par :

- Athmani Tahar
- Laggoun Wafa

Devant le jury :

Président(e) : Kacem Mohamed Amin

Rapporteur : M. Yousfi Mostafa

Examineur(rice)s : M. Ben Chettouh Ahmed

Année Universitaire : 2017/2018

Contribution à la caractérisation de la relation mycorrhizienne chez *Juniperus phoenicea* dans un étage bioclimatique semi-aride cas de djebel Madna-Oued M'ZI-Laghouat.

Résumé :

Notre présente étude mycorrhizienne et floristique de la forêt d'Ouaren dans sa partie Est appartenant à la Commune d'Oued M'Zi (région de Madna), a été réalisé au cours du printemps 2018. Les résultats obtenus font apparaître un taux de mycorhization élevé de 74%, et pour la flore nous avons trouvés 30 espèces se répartissant en 17 familles et 30 genres. Les familles les plus représentées sont, les Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Lamiaceae ... etc. De point de vue phytochorique la flore recensée est majoritairement méditerranéenne, et de point de vue forme biologique cette végétation forestière est dominée par les plantes thérophytiques et chaméphytiques.

Mots clés : Forêt, mycorhize, flore, Famille, espèce.

Contribution to the characterization of the mycorrhizal relationship in *Juniperus phoenicea* in a semi-arid bioclimatic stage case of Djebel Madna-Oued M'ZI-Laghouat.

Abstract:

Our present mycorrhizal and floristic study of the Ouaren forest in its eastern part belonging to the Commune of Oued M'Zi (Madna region), was carried out in the spring of 2018. The results obtained show a rate of mycorrhization. 74%, and for flora we found 30 species divided into 17 families and 30 genera. The most represented families are, Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Lamiaceae ... etc. From a phytochoric point of view, the identified and predominantly Mediterranean flora, and from a biological point of view, this forest vegetation is dominated by therophytic and chaméphytic plants.

Key words: Forest, mycorrhiza, flora, family, species.

Dédicaces

Avec l'aide d'Allah j'ai pu réaliser ce modeste travail

Que je dédie,

Mon cher père, qui a toujours cru en moi et a mis

à ma disposition tous les moyens nécessaires pour que je réussisse dans mes études.

Ma chère mère, que je ne cesse de remercier pour tout ce qu'elle m'a donné. Celle qui a fait de moi l'homme que je suis aujourd'hui.

Ce travail est le fruit des sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation, Merci

A Mes frères et ma sœur, Amina, Mokhtar, Mohamed, Mostafa, Abdeljabbar. Ahmed et sa femme et leur fils Khalilo.

A mes copines, A. Abdelwahab, Y. Omar, Mohamed, M. Fatima zahra, Iman et Amaria.

A tous membres de ma spécialité et toute la promotion 2015/2016

A mes amis, A. abderrahman, G. Mohamed, A. Mohamed, B. Mohamed, Abdallah Ammar, Youcef, Brahim, Ahmed, Z. Mohamed

B. Ismail, Abdellahadi, Noureddine, S. Tahar, M'hamed, Abdelkrim, A. Ahmed.

A mes anciennes collègues ; Khadija, Messouda

Kaltoume.

A tout ma grande famille et mes Connaissances

A tous mes Professeurs et Enseignants surtout

L. Abdelbaki, H. Aicha, B. Mohamed Elboudali

Athmani Tahar

قال الله تعالى

((وَاللَّهُ أَخْرَجَكُمْ مِنْ بُطُونِ أُمَّهَاتِكُمْ لَا تَعْلَمُونَ شَيْئًا وَجَعَلَ لَكُمُ السَّمْعَ وَالْأَبْصَارَ وَالْأَفْئِدَةَ
أَلَا تَعْلَمُونَ تَفْخَرُونَ)) (سورة النحل

قال محمد رسول الله صلى الله عليه وسلم ((لا يشكر الله من لا يشكر الناس))

Remerciements

Avant toute chose, nous somme remercie Allah de tout puissant, pour nous avoir données la force et la patience.

Au terme de ce travail, nous somme tiens à exprimer notre grande reconnaissance a mon prof Youcefi Mostafa Son estimation pour tous ses efforts pour terminer ce travail.

Remercie vous nous avez aidées toujours à avancer, merci d'être toujours avec nous comme amis.

Un merci collectif a tous les membres du département de biologie de l'université Amar Telidji de Laghouat.

Ahmani Tahar, Laggoun Wafa

SOMMAIRE

SOMMAIRE

SOMMAIRE	5
LISTE DES TABLEAUX	8
LISTE DES ABREVIATIONS	9
INTRODUCTION	11
CHAPITRE I. ALYSE BIBLIOGRAPHIQUE	13
1. GENERALITES SUR LES GENEVRIERS	13
1.1. Généralités du genre <i>Juniperus</i>	13
1.2. Place taxonomique du genévrier de Phénicie	14
1.3. Principales caractéristiques botaniques	15
1.4. Bioécologie et écophysiologie du genévrier de Phénicie	16
2. GENERALITE SUR LES MYCORHIZES	19
2.1. Symbiose mycorhizienne	19
2.2. Les différents types de mycorhizes	19
2.3. Physiologie des mycorhizes	21
2.4. Absorption de l'eau et des éléments nutritifs	21
2.5. Agrégation des sols	22
2.6. Protection contre les organismes pathogènes	22
CHAPITRE II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	23
1. CADRE PHYSIQUE	23
2. Géologie et Géomorphologie	24
3. Caractéristiques climatiques :	27
CHAPITRE III. MATERIELS ET METHODES	36
1. CHOIX DE LA STATION D'ETUDE ET DES SITES DE PRELEVEMENTS	36
2. PRESENTATION DE LA STATION D'ETUDE	36
3. PRINCIPE ADOPTE	37
4. ETUDE DES CARACTERISTIQUES FLORISTIQUES	37
5. TECHNIQUE D'ECHANTILLONNAGE	40
CHAPITRE IV. RESULTATS ET DISCUSION	43
1. MISE EN EVIDENCE DE LA RELATION MYCORHIZIENNE	43
2. DIVERSITÉ ET ABONDANCE DES TAXONS	47
3. ANALYSE DU PATRIMOINE BIOLOGIQUE	53
4. DISCUSSION	55
CONCLUSION	58
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	59

LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Principaux types mycorhiziens représentés sur une coupe transversale de racine...	17
Figure 2. Carte de localisation de la région d'Oued M'Zi.....	18
Figure 3. Situation géographique et topographique de la région d'étude.....	19
Figure 4. Pentes et réseaux hydrographiques de la région d'étude.....	21
Figure 5. Extrait de la carte d'occupation des sols de la wilaya de Laghouat.....	23
Figure 6. Topographie de la région, la zone étudiée se situe entre 1000 et 1400m d'Altitude.	25
Figure 7. Evolution de la température annuelle dans la station d'Oued M'zi.....	26
Figure 8. Evolution des précipitations annuelles dans la région d'étude [2008-2017].....	27
Figure 9. Le régime saisonnier de la zone d'étude.....	28
Figure 10. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région d'étude.....	29
Figure 11. Situation de la région d'Aflou sur le Climagramme d'Emberger (1955).....	31
Figure 12. Nettoyage des racines avec l'eau.....	38
Figure 13. Traitement des racines avec le KOH.....	38
Figure 14. Solution bleu coton.....	39
Figure 15. L'observation microscopique.....	39
Figure 16. Pourcentages des arbres par classes de taux de mycorhization.....	42
Figure 17. observation microscopique des hyphes extra-radiculaire.....	43
Figure 18. observation microscopique d'une arbuscule intracellulaire.....	44
Figure 19. observation microscopique d'une arbuscule intracellulaire.....	44
Figure 20. Observation microscopique des Vésicules intracellulaires.....	45
Figure 21. observation microscopique des hyphes extra-radiculaires.....	45
Figure 22. Contribution spécifique des familles	49

LISTE DES FIGURES

Figure 23. Spectre biogéographique brut des espèces recensées.....	50
Figure 24. Spectre biologique des espèces recensées.....	51

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Températures moyennes mensuelles de la région d'étude de 2008 à 2017.....	26
Tableau 2. Précipitations mensuelles enregistrées de l'année 2008 jusqu'à l'année 2017.....	26
Tableau 3. Régime pluviométrique saisonnier de station d'Aflou (2008-2017)	27
Tableau 4. Quotient pluviothermique et étage bioclimatique de la région d'étude.....	30
Tableau 5. Liste des familles avec le nombre de genres et d'espèces.....	42
Tableau 6: Listes des espèces avec leurs, familles, types biogéographiques et biologiques...	42
Tableau 7. L'indice de diversité de Shannon–Weaver.....	47
Tableau 8. Richesse spécifique du site de prélèvement.....	48
Tableau 9. L'indice de l'homogénéité de Pielou.0.....	48
Tableau 10. L'indice de la dominance (Simpson).....	48

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES ABREVIATIONS

Cosmo	Cosmopolite
End-N-A	Endémique Nord-africain
Euras	Eurasiatique
Eur-Méd	Euro-Méditerranéen
Euro	Européen
Euro-Méri	Européen-Méridional
Géo	Géophyte
Hém	Hémicryptophyte
Holar	Holarctique
Méd	Méditerranéen
Méd-Atlan	Méditerranéo-Atlantique
Méd-Irano-Tour	Méditerranéo-Irano-Touranien
Méd-Occ	Méditerranéo-Occidental
Méd-Sah-Sind	Méditerranéo-Saharo-Sindien
Sah-Sind	Saharo-Sindien
T.bio	Type biologique
T.biog	Type biogéographique
Thé	Thérophyte
Pha	Phanéropytes
Hé	Hémicryptophytes
Gé	Géophytes
MM	Matière minérale
N	Azote
P	Phosphore
K	Potasium
Ca	Calcium
Na	Sodium

LISTE DES ABREVIATIONS

KOH	Hydroxide de potassium
N	Nord
NE	Nord-est
E	Est
SE	Sud-est
S	Sud
SW	Sud-West
W	West
NW	Nord-west
HA	Herbacé annuelle
AA	Arbre et arbustive
HV	Herbacée vivace
SA	Sous arbrisseau

INTRODUCTION

Les forêts algériennes présentent des éléments essentiels de l'équilibre écologique, climatique et socioéconomique de différentes régions du pays. Ses situations actuelles se présentent comme l'une des plus critiques dans la région méditerranéenne. (**Ikerroud, 2000**).

Le Genévrier de Phénicie (*Juniperus phœnicea* L.) qui représente l'une des unités écologiques considérées dans les hautes altitudes de l'Atlas saharien, s'intercalent entre les formations steppiques des basses altitudes et les formations forestières, cette position confère au Genévrier un rôle écologique considérable du fait qu'il se comporte comme une essence de forte résistance à la désertification et à l'action de l'homme et de ses troupeaux (**Taleb, 2007**).

La désertification désigne la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides consécutive aux impacts conjugués des activités humaines et, dans une moindre mesure, des crises climatiques (**Francis & Thornes 1990**). Les premiers symptômes de cette dégradation sont enregistrés au niveau du couvert végétal avec une altération de sa densité et de sa composition floristique avec pour principales conséquences, une baisse significative des capacités de reproduction et de régénération des espèces végétales les plus exploitées (exemple : essences forestières). De plus et du fait que les sols ne bénéficient plus du rôle protecteur de la strate végétale, ces derniers sont fragilisés et soumis aux effets de l'érosion hydrique et éolienne entraînant à terme une diminution des teneurs en éléments minéraux, en matière organique, de la stabilité structurale et de la porosité du sol (**Garcia et al. 1997 ; Albaladejo et al. 1998**). Ce processus de désertification engendre également des modifications au niveau des caractéristiques génétiques et fonctionnelles de la microflore du sol aboutissant à des dysfonctionnements dans le déroulement des principaux cycles biogéochimiques telluriques (N, P) et ainsi une baisse globale de la fertilité du sol (**Requena et al. 2001**). Parmi les composantes microbiennes particulièrement affectées par ces dégradations figurent les champignons mycorhiziens. L'organe appelé « mycorhizes » résulte d'une union durable entre les racines de la majorité des végétaux et certains champignons symbiotiques du sol, basée sur des échanges réciproques, et constitue un élément essentiel dans le continuum sol/plantes/microorganismes. En effet, la majeure partie des espèces végétales ne peut se développer sans l'établissement d'une symbiose mycorhizienne fonctionnelle au sein de leur système racinaire (**Smith & Read 2008**). La composante fongique de cette association symbiotique améliore significativement le développement de la plante dans des conditions de carences minérales (plus particulièrement en phosphore, principale carence enregistrée dans les sols dégradés méditerranéens, au même titre que l'azote), de déficit hydrique et permet également à la plante de mieux résister aux attaques de pathogènes (**Barea et al.1997**). La symbiose mycorhizienne joue aussi un rôle majeur dans les mécanismes biologiques régissant l'évolution spatio-temporelle, la diversité spécifique, la stabilité et la productivité des écosystèmes végétaux terrestres (**Van der Heijden et al. 1998**). La maîtrise de la symbiose mycorhizienne et son introduction dans les itinéraires sylvicoles apparaît donc comme un outil performant susceptible d'améliorer les performances des opérations de reboisement de sites dégradés mais également de conserver et valoriser une

INTRODUCTION

biodiversité en ressources ligneuses en optimisant la productivité et la stabilité de formations forestières fragilisées par une surexploitation excessive consécutive à une pression anthropique exacerbée.

C'est à cet esprit que s'inscrit le présent travail, qui a pour objectif la contribution de la relation mycorhizienne chez *Juniperus phoenicea* L. dans la région de Djebel Amour Laghouat sur le plan *Composition floristique et étude mycorhizienne*. La méthodologie adoptée est orientée sur la réalisation des relevés phytoécologiques et mycorhizienne et aussi le traitement des résultats par l'application des indices écologiques.

Le présent mémoire est ordonné comme suit :

- Chapitre I: Monographie du Genévrier de Phénicie et généralité sur les mycorhizes ;
- Chapitre II : Cadre physique du milieu d'étude ;
- Chapitre III : Matériels et Méthodes ;
- Chapitre III : Résultats et Discussion ;
- Conclusion.

CHAPITRE I. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Généralités sur les genévriers

1.1. Généralités du genre *Juniperus*

Parmi les Conifères, la tribu des *Junipérées*, qui fait partie de la sous-famille des *Cupressacées*, ne comprend qu'un seul genre *Juniperus* (Stassi, et Al 1996).

Les genévriers ont une place non négligeable dans la végétation méditerranéenne, mais leur signification phytoécologie varie nettement selon les groupes d'espèces. Ils sont généralement des éléments pionniers jouant un rôle appréciable dans la dynamique des groupements, préforestiers surtout, mais également se développant dans des situations écologiques extrêmes (Quezel et Medail, 2003).

Boudy, 1950, constate que les genévriers sont les seules essences résineuses pouvant constituer en montagne, dans les plus mauvaises conditions de sol et de climat, de véritables peuplements forestiers. Ce sont, en particulier dans le moyen et le grand Atlas, les derniers représentants de la végétation forestière aux hautes altitudes. En Afrique du nord, on en connaît trois espèces :

- Le Genévrier de Phénicie (*Juniperus phœnicea*): en Algérie occupe, 290.000 ha, en Tunisie ; 8.000 ha, et au Maroc 152.000 ha, donc un total de 450.000ha.
- Le Genévrier Thurifère (*Juniperus thurifera*).30.000 ha au Maroc.
- Le Genévrier oxycèdre ou Cade (*Juniperus oxycedrus*): en Algérie occupe 112.000 ha, en Tunisie 20.000ha, au Maroc 116.000 ha.
- QUEZEL ET MEDAIL (2003), montrent que les genévriers en région méditerranéenne
- peuvent se répartir, du point de vue écologique en plusieurs ensembles :
- Les genévriers thermophiles au thermo méditerranéen (*Juniperus phoenicea* *Juniperus turbinata* , *Juniperus macrocarpa*, *Juniperus navicularis*).
- Les genévriers sont à peu près intégralement liés à des structures forestières : *Juniperus oxycedrus* dans l'ambiance de la chênaie sclérophylle, *Juniperus communis* surtout au Supra –méditerranéen
- Les genévriers sont essentiellement liés à l'étage oro-méditerranéen : *Juniperus thurifera* .sur les montagnes du Maghreb et *Juniperus excelsa* sur celles de méditerranée orientale.
- Les genévriers sont largement préférentiels des milieux steppiques: *Juniperus turbinata* , *Juniperus thurifera*;
- Les genévriers sont de souche eurasiatique, montagnards surtout : *Juniperus communis* et *Juniperus sabina*.

CHAPITRE I. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

Le genre *Juniperus* est caractérisé par des cônes très particuliers, appelés «galbules», Comportant des écailles plus ou moins complètement soudées entre elles.

Beaucoup d'espèces sont dioïques, au printemps, les pieds mâles portent des petits cônes à l'aisselle des feuilles de l'année précédente. Les trois ovules, à l'aisselle des écailles supérieures du rameau, émettent une goutte micropylaire captant le pollen (**Rameau et Al, 2008**). Il comporte la plupart d'espèces, des variétés "rigides" ou aiguilles piquantes ; *Juniperus macrocarpa*, *Juniperus drupacea* et des variétés "souples" à feuillage en écailles soudées peuvent vivre plus de 1000 ans; *Juniperus phœnicea*, *J.thurifera*, *J. polycarpus*, *J. foeditissim*.

Les genévriers sont des gymnospermes. Mais alors qu'en règle générale, la graine des gymnospermes est nue, entourée d'écailles ligneuses qui forment un fruit conique ou globuleux.

Chez les genévriers, les écailles sont charnues, très imbriquées, au point d'envelopper la Graine dans un fruit appelé galbule assez semblables à drupe des angiospermes (feuilles), la graine des genévriers n'est d'ailleurs pas ailée comme elle l'est chez la plupart des résineux. La dissémination ne se fait pas par le vent mais de la même façon que pour les drupes, par les oiseaux et par certains mammifères qui l'ingurgitent, digèrent la partie charnue et restituent la semence qui, on le prétend, germe alors que plus facilement (**Quezel Et Medail, 2003**).

Les genévriers ne sont pas souvent mélangés par un grand intérêt de production, bien qu'ils aient un rôle important de protection et qui ils soient fort utiles pour les populations (**Seigue, 1985**).

1.2. Place taxonomique du genévrier de Phénicie

D'après (**Teibi, 1992**), *Juniperus phœnicea*, appartenant à la famille des cupressacées, tribu des Junipérées, genre *Juniperus* ; était classiquement subdivisé en deux variétés: la première; *Juniperus lycia* en diffère cependant par les galbules , qui permettent d'en faire au moins deux forme l'une *sclérocarpa* , présenterait des galbules bosselés et aréolés d'une couleur jaune orange luisent et non glauque ,l'autre *malcocarpa* , aurait des galbules globuleux attribue des galbules ovales, imbriqués à la base et portant ordinairement 6 aréoles convexes, brunâtres ou noirâtres. La deuxième variété est *turbinata*, confinée dans les habitats de dunes de sable côtière, cônes ovales, plus étroites que longue.

(Teibi, 1992) donne la classification suivante pour le genévrier de Phénicie

Règne : *Plantas*

Sous règne : *Tracheobionta*

Embranchement : *Spermaphytes*

Sous Embranchement: *Gymnosperme*

Classe : *Pinopsida*

Ordre : *Pinales*

Famille : *Cupessaceae*

Genre : *Juniperus L*

Espèce : *Juniperus phœnicea*

1.3. Principales caractéristiques botaniques :

1.3.1. Allure générale :

Le *Juniperus phœnicea* est un arbuste dressé ou arbrisseau touffu, de forme pyramidale, résineux et aromatique, qui fait de 4 à 8 mètres de haut, des peuplements ouverts (Bouilet, 2007).

Il est également d'un port buissonnant, tronc grêle ordinairement, atteignant 2 m de circonférence, branches et rameaux exondant. Ramules et ramilles nombreux étalés (Ait Youssef, 2006), écorce d'un brun rouge, légèrement lamelleuse fibreuse, devient assez épaisse, à système racinaire profond (Rameau et Al, 2008).

1.3.2. Feuilles

Selon (Varlet, 1992), les feuilles sont squammiformes nombreuses, fort petites; charnues, d'un vert foncé, ovales, convexes abtutes fortement, imbriquées, appliquées contre les rameaux, semblables à de petites écailles; possèdent de très petites glandes à résine (fortement, au point de vu anatomique de grosses cellules scléreuses avoïdes).

1.3.3. Branches

Les branches forment une corbeille très compacte de rejets, dont certaines ont 5 mètres de diamètre et 3 mètres de hauteur ; mais cette faculté de rejet de tige n'a lieu, sas doute, que pour des sujets jeunes, de moins de 50 à 60 ans (Boudy, 1950).

1.3.4. Fleurs

C'est une espèce monoïque, c'est à- dire, que c'est une plante à fleurs unisexués mâles et femelles séparées, portés par le même pied (Ageste, 1960).

D'après (**Chaumeton, 1945**), les fleurs mâles disposées en petits chartons ovales ou arrondis situés à l'extrémité des rameaux, munis d'écailles pédicellées, en forme de bouclier; elles tiennent lieu de calice; il n'y a point de corolle : les étamines sont composées de trois ou quatre anthères, placées sous chaque écaille. Dans la fleur femelle, les écailles sont épaisses, aigues, disposées sur quatre rangs. Ces écailles croissent deviennent charnues ; et forment une baie arrondie, contenant ordinairement trois noyaux à une seule loge.

1.3.5. Fruits

Selon (**Seigue, 1985**), le fruit est formé d'écailles soudées, opposées en croix; il a de 8 à 15 mm, il est brun rouge à maturité, les écailles sont charnues, la pulpe est jaune, fibreuse et résineuse, les fruits contiennent de quatre a neuf graines, ovales, aux extrémités aigues avec une enveloppe dure qui retarde la germination .Les fruits verts puis deviennent rouges la deuxième année.

1.3.6. Le tronc : est droit, l'écorce brun rougeâtre le système racinaire est profond. Gris brun, étalé et dressé. (**Rameau et al., 2008**).

1.3.7. Longévité : Jusqu'à 1000 ans. (Croissance très lente) (**Rameau et al., 2008**).

1.3.8. Habitat: Régions méditerranéennes, littorales, collines et basses montagnes sèches et ensoleillées (espèce héliophile). Peu exigeant, elle s'accroche parfois aux roches et abrupte .Elle peut se développer dans les fissures des roches (**Rameau et al, 2008**).

1.4. Bioécologie et écophysiologie du genévrier de Phénicie

La plus part des auteurs ont souligné l'excellent pouvoir d'adaptation du genévrier dans les conditions écologiques difficiles .Comme les autres essences forestières, la croissance du genévrier est quantitativement liée à l'hérédité et aux conditions écologiques: climatiques, édaphiques et actions anthropique.

1.4.1. Exigences climatiques

Selon (**Rameau et Al, 2008**), le *Juniperus phoenicea* s'adaptant à des contextes climatiques méridionaux variés; héliophile, se rencontre en station sèche à l'étage thermo méditerranéen à l'étage montagnard; xérophile. C'est elle qui résiste mieux à l'aridité au froid. Il a un tempérament robuste lui permettant de végéter dans des conditions très sévères et de supporter de graves mutilations .Il résiste moins bien aux incendies et caractérisé par sa résistance au vent (**Boudy, 1950**).

Les précipitations ont un rôle très important en régions méditerranéennes, leur régularité et leur répartition sont très souvent mauvaises. *Juniperus phoenicea* croit dans l'étage bioclimatique semi -aride avec une pluviométrie moyenne annuelle de 250 mm (**Boudy ,1950**).

1.4.2. Exigences édaphiques

C'est une espèce indifférente au sol, supporte l'argile, les sables, les sols calcaires, ou dolomitiques, les marnes, les sols volcaniques et même les sols légèrement salés (**Siegue, 1985**).

Il paraît se plaire principalement dans les sols meubles et siliceux, et il convient très bien pour la fixation des dunes. Il doit être considéré comme une essence de protection (**Ageste, 1960**). Cette espèce présente sur le sol calcaire, dans des stations très sèches et en plein soleil où les sols sont très rocheux et à PH élevé ; capable de se développer dans les fissures des rochers. (**Berger, 2008**). Pente rocailleuse des coteaux arides, éboulis fixés à gros blocs, rochers et falaises, il est réduit (5% à 30%) pour les formations dolomiticoles des Cévennes, forte à très forte dans les éboulis et falaises calcaires.

1.4.3. Association du genévrier

Il apparaît comme essence subordonnée, participe alors simplement aux formations à *Pinus halepensis* ou à *Olea europea*, surtout en position sub littorale, notamment dans les îles tyrrhéniennes, ou à *Qercus ilex*, en particulier en France méridionale. Il forme parfois des peuplements purs, très clairs et sans sous-bois, dans les stations les plus exposées au vent. (**Quezel et Medil, 2003**).

L'association est différente, selon les secteurs sur les versants Atlantique du Maroc, elles sont envahies par les espèces des territoires arides voisins tel que l'Alfa (*Stipa tenacissima*) (**Teibi, 1992**).

1.4.4. La croissance du genévrier de Phénicie

Le peuplement de genévrier de Phénicie peut atteindre des âges importants malgré une taille modeste, des individus de 1.5 m de haut, avec un tronc de 8 cm de diamètre sont âgés de 1150 ans. Dans les falaises des gorges, il existe des arbres vivants nettement plus vieux, que 1500 ans et que certaines souches mortes sont en place depuis plusieurs millénaire (**Mandai, 2005**).

1.4.5. Régénération

(**Seigue, 1985**), montre que la germination de *Juniperus phœnicea* est lente et difficile, elle est facilitée par le passage dans le tube digestif des animaux. Les oiseaux jouent un grand rôle dans la dissémination, ainsi là où il n'est pas concurrencé par les autres essences.

D'après (**Body, 1950**), sa régénération s'effectue partiellement par rejets, mais surtout par semis naturels. Les graines germent difficilement et restent dans le sol. Pour assurer la régénération par semis, il faudra donc une longue période, 20 à 25 ans au moins.

1.4.6. Phénologie de l'espèce

Floraison en avril- mai, puis pollinisation par le vent; le fruit se forme. En juillet, la maturation des fruits est presque totale, ils proviennent des fleurs de l'année précédente (Ageste ,1960).

1.4.7. Importance économique et écologique de l'espèce

D'après (Boudy, 1950), les peuplements de genévrier de Phénicie ont jusqu'ici été un peu abandonnés à eux-mêmes, mais il faut cependant les soumettre à un traitement permettant d'assurer la permanence de la forêt dans des conditions humaines et physiques difficiles et n'en tirer que le minimum de produits nécessaires aux populations locales.

La composition de l'huile essentielle obtenue par la distillation à partir de rameaux. En France, le rendement de la production d'huile essentielle de rameaux est de l'ordre de 0,8 % alors que pour le Maroc central la production est de 1% (Ait Youssef ,2006). Le bois de genévrier clair pour le houpier, jaune sombre pour le cœur, est imputrescible.

Il a de grandes qualités pour la construction et l'ébénisterie. Comme bois de feu, il est excellent. Seules ses faibles dimensions limitant son emploi. Les feuillages sont parfois utilisés pour l'alimentation de bétail et en médecine traditionnelle en décoction contre les troubles digestifs (Seigue, 1985).

L'exploitation des branches feuillées du genévrier de Phénicie pour la production du goudron végétal naturel, qui est utilisé en médecine traditionnelle pour traiter certains cas d'eczéma. On l'utilise en inhalation contre l'asthme, les maux de tête et les étourdissements. (Seigue, 1985).

D'après (Taleb, 2007), les formations à *Juniperus phœnicea* s'intercalent entre les formations steppiques de basses altitudes et les formations forestières et pré forestières à chêne vert .Cette position confère au *Juniperus phœnicea* un rôle écologique considérable du fait qu'il se comporte comme un élément de forte résistance à la désertification et à la pression de l'homme et de ses troupeaux. . De nos jours, en montagne et sur les dunes, il doit être considéré comme une essence de protection.

2. Généralité sur les mycorhizes

2.1. Symbiose mycorhizienne :

Le mot symbiose fut utilisé pour la première fois par l'allemand **Frank (1877)** pour qualifier la coexistence d'organismes différents. Les symbioses mutualistes, où les partenaires coexistent activement d'un point de vue physiologique, écologique et reproductif (**Harley, 1989**) furent pendant longtemps jugées peu importantes dans les processus écologiques (**Lambers et al, 2009**). Il est actuellement admis que la symbiose mycorhizienne est une association obligatoire et à bénéfice réciproque entre une racine de plante et un champignon. Dès le 19^{ème} siècle, les mycorhizes ont fait l'objet de descriptions et d'études de distribution du part le globe.

La presque totalité des plantes vertes terrestres vivent en symbiose mycorhizienne. Seuls des membres de quelques familles en sont quelques fois dépourvus, par exemple, les crucifères et les chénopodiacées (**Fortin et al, 2008**).

2.2. Les différents types de mycorhizes :

Cette symbiose prend différentes formes, appelées ectomycorhizes, endomycorhizes et ectendomycorhizes, selon les caractères anatomiques de l'association (**Peyronel et al, 1969**), qui dépendent en fait directement des partenaires impliqués. La classification des mycorhizes est basée donc sur le type de champignon associé, selon que celui-ci est asepté, c'est-à-dire zygomycète de l'ordre des Glomales, ou septé, comme les ascomycètes et basidiomycètes (**Smith et Read, 1997**). Il y a :

- **Les ectomycorhizes :**

Ces champignons supérieurs se retrouvent dans le sous-bois parce que, sauf exception, ils ne forment des mycorhizes qu'avec les plantes ligneuses, arbres ou arbustes. Beaucoup de ces champignons produisent des carpophores sur le tapis forestier. La symbiose ectomycorhizienne ne concerne que 3 % des espèces végétales (**Mousain, 1991**) mais elle a été (et est toujours) très étudiée car ces espèces constituent la majorité des ligneux à intérêt économique.

Les champignons ectomycorhiziens appartiennent aux ascomycètes et surtout aux basidiomycètes. C'est plus de 25 000 espèces de plantes vasculaires qui portent ce type de mycorhize (**Fortin et al, 2008**).

Les ectomycorhizes revêtent les racines latérales à structure primaire d'un manteau fongique, le mycélium ne se développe pas dans les cellules de l'hôte, mais plutôt vers l'extérieur des cellules. Les hyphes en s'accrochant les uns aux autres forment un manchon autour des radicelles et pénètrent aussi dans la racine, mais en se confinant aux espaces intercellulaires, formant dans le cortex un système complexe portant le nom de Hartig,

CHAPITRE I. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

chercheur qui l'a observé et décrit le premier. A partir de cet ancrage, le mycélium peut alors se développer et envahir le sol adjacent (**Fortin et al, 2008**).

- **Les ectendomycorhizes :**

Il arrive que les ectomycorhizes et les endomycorhizes soient présents en même temps sur une racine, on parle alors d'ectendomycorhizes, le premier type est minoritaire et concerne surtout les arbres, le second est majoritaire et concerne presque tous les végétaux. Ils montrent simultanément, un manteau réduit ou absent qui possède un réseau de Hartig bien développé, des structures des ectomycorhizes et des hyphes qui pénètrent dans les cellules racinaires, des structures des endomycorhizes.

- **Les endomycorhizes :**

Les champignons endomycorhiziens ne sont pas spécifiques et sont normalement associés aux plantes comme les plantes forestières agricoles et horticoles.

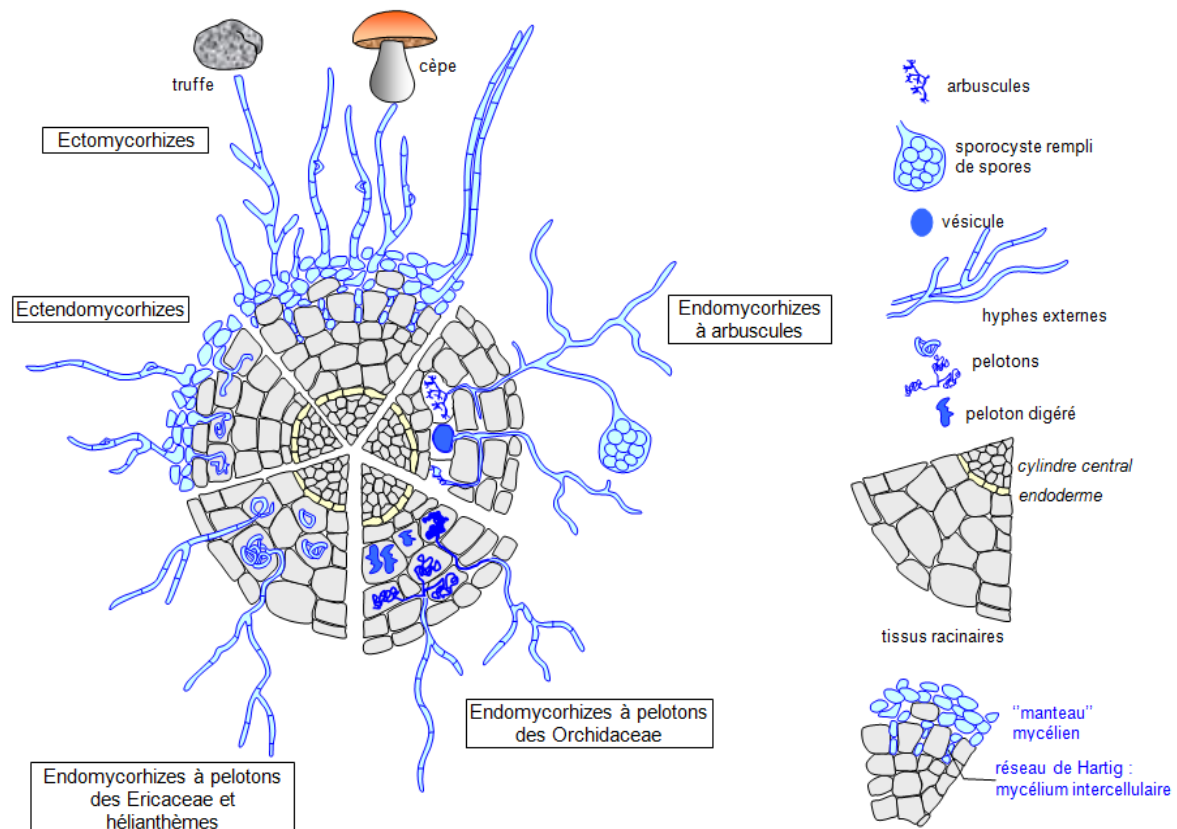
Ces symbiotes à colonisation intracellulaire corticale, forment des arbuscules, des vésicules ou des hyphes, ne se cultivent pas et ne sont pas visibles qu'après coloration. Il existe trois types d'endomycorhizes :

- **Les endomycorhizes des orchidées** formées par des Basidiomycètes et **Les endomycorhizes des Ericacées** associées aux Ascomycètes (les *Pezizaceae*). Dans ces deux cas, le mycélium forme des pelotons à l'intérieur des cellules du parenchyme cortical.
- **Les mycorhizes à arbuscule :**

Parmi les associations endomycorhiziennes, ce sont les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) qui sont de loin les plus répandues à la surface du globe. Ils se sont adaptés à de nombreux environnements et différentes plantes hôtes. Ils peuvent former des associations mutualistes avec les racines fines d'environ 80 % de toutes les plantes terrestres ligneuses, herbacées, les mousses, fougères, gymnospermes et angiospermes plusieurs conifères et la majorité des plantes à fleurs, mono et dicotylédones. Les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) sont des composantes importantes des écosystèmes terrestres (**Liu et Chen, 2007**). Des techniques de biologie moléculaire ont permis de démontrer que les premières mycorhizes arbusculaires sont apparues au dévonien, il y a environ 450 millions d'années (**Fortin et al, 2008**). Les CMA sont représentés par diverses espèces, selon des estimations, il pourrait y avoir 1 250 espèces de CMA dans le monde (**Borstler et al, 2006**). Au cours des 10 dernières années, environ 113 espèces CMA dans sept genres ont été isolés en Chine, 70 espèces en Afrique, et 84 espèces aux Etats-Unis, la France et l'Allemagne (**Liu et al, 2009**).

Le champignon mycorhizien à arbuscule forme plusieurs structures à l'intérieur des racines, principalement des arbuscules, des vésicules des spores et des hyphes non spécialisés (**Tommerup, 1984**). On utilise le terme propagule pour les désigner puisque toutes ces structures servent à propager l'espèce (**Fortin et al, 2008**).

- **Les mycorhizes à Vésicule :** La vésicule est une structure de stockage à paroi fine, à contenu lipidique et apparaît généralement dans les espaces intercellulaires (**Harley et Smith, 1983**).



Source : Tacon, (1985).

Figure 1. Principaux types mycorhiziens représentés sur une coupe transversale de racine.

2.3. Physiologie des mycorhizes :

Indépendamment du type de mycorhize, diverses fonctions sont modifiées généralement par la présence des mycorhizes : l'absorption de l'eau et des éléments minéraux, les activités hormonales, l'agrégation des sols, la protection contre les organismes pathogènes.

2.4. Absorption de l'eau et des éléments nutritifs :

L'absorption de l'eau et des éléments nutritifs constitue la toute première fonction attribuée aux mycorhizes, notamment l'absorption des éléments peu mobile du sol, comme le phosphore, qui est un des éléments nutritifs les plus importants pour la croissance des plantes car il intervient dans de nombreux processus métaboliques : biosynthèse des acides nucléiques et des membranes, photosynthèse, respiration et régulation des enzymes, c'est aussi l'élément dont la concentration dans la plante est la plus fortement augmentée par la symbiose endomycorhizienne (**Bolan, 1991; Smith et Read, 1997**).

Cependant, généralement, l'intensité de la colonisation racinaire par les champignons symbiotiques est réduite quand le niveau de phosphore augmente dans le sol et devient ainsi directement disponible pour la plante (**Dickson et al, 1999**).

Cette efficacité accrue dans l'absorption de l'eau et des éléments nutritifs vient d'abord de l'augmentation de la surface de contact entre le mycélium fongique et la solution du sol. Les hyphes extra radiculaires minces des champignons pénètrent dans le sol sur une large région et peuvent l'exploiter plus efficacement que les racines des plantes (**Bothe et al, 1994**). Ces CMA augmentent aussi la résistance des plantes au stress hydrique (**Davies et al, 1992**) par un signal déclenché qui peut assurer une fermeture plus rapide des stomates, qui prévient une flétrissure irréversible.

Les hyphes ont aussi la possibilité d'acquérir d'autres minéraux peu mobiles dans le sol comme l'azote, le soufre, le calcium, le magnésium, le potassium, le zinc et le cuivre.

2.5. Agrégation des sols :

Les mycéliums ont la propriété d'excréter une glycoprotéine, la glomaline. Les champignons mycorhiziens qui sont très abondants dans certains sols peuvent en produire des quantités importantes, dont plusieurs études ont montré le rôle dans la stabilité structurale du sol. La glomaline agit comme une colle qui assemble les particules les plus fines du sol pour en faire des agrégats dont on connaît le rôle fondamental pour la fertilité des sols, en retenant l'eau et les éléments minéraux et en favorisant les échanges gazeux et l'aération (**Fortin et al, 2008**).

2.6. Protection contre les organismes pathogènes :

En nature, les plantes sont continuellement soumises à des agressions de la part des bactéries, de champignons, de nématodes, d'insectes et de maladies fongiques.

Il a été prouvé expérimentalement que les plantes inoculées avec des champignons mycorhiziens à arbuscules sont plus résistantes aux attaques de champignons pathogènes et l'exposition à des toxines du sol (**Fitter, 1991**). Ces champignons mycorhiziens peuvent intervenir de deux façons et à deux endroits pour protéger les racines contre les champignons pathogènes : dans la rhizosphère et dans les tissus racinaires.

A l'échelle de la rhizosphère et surtout de la mycorrhizosphère, l'espace entourant immédiatement la mycorhize, les micro-organismes sont confrontés à la compétition et à l'antagonisme, ce qui a pour effet d'établir une flore microbienne diversifiée et équilibrée. Dans cet environnement, les propagules des champignons pathogènes ne parviennent pas à proliférer et leur nombre reste toujours relativement faible.

Le second mécanisme permettant aux plantes mycorhizées de mieux résister aux maladies est lié à des modifications des activités physiologiques dans la racine. Les plantes agressées par un agent pathogène réagissent en produisant des substances antibiotiques contre ces organismes (**Fortin et al, 2008**).

CHAPITRE II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1. Cadre physique

1.1. Situation géographique de la zone et la site d'étude

Au cœur de la chaîne montagneuse des Amours, centre de l'Atlas Saharien, se situe la région de Madna (Commune d'Oued M'Zi) (fig01), au Nord de la wilaya de Laghouat, elle est délimitée au nord, par la commune d'Aflou; à l'est, par les communes d'Oued Morra et de Tadjemout; à l'ouest, par les communes d'Ain Madhi et d'El-Ghicha ; et au sud par la commune de Tadjemout.

Notre étude s'est déroulée au mois d'avril 2018 au nord de la commune d'Oued M'Zi, au voisinage du village dit Madna. L'aire de l'étude est située dans les montagnes de Madna (fig.02). Ces barrières écologiques avec la mise en défens plus ou moins contrôlée par les services forestiers ont favorisés l'homogénéité d'un véritable écosystème forestier.

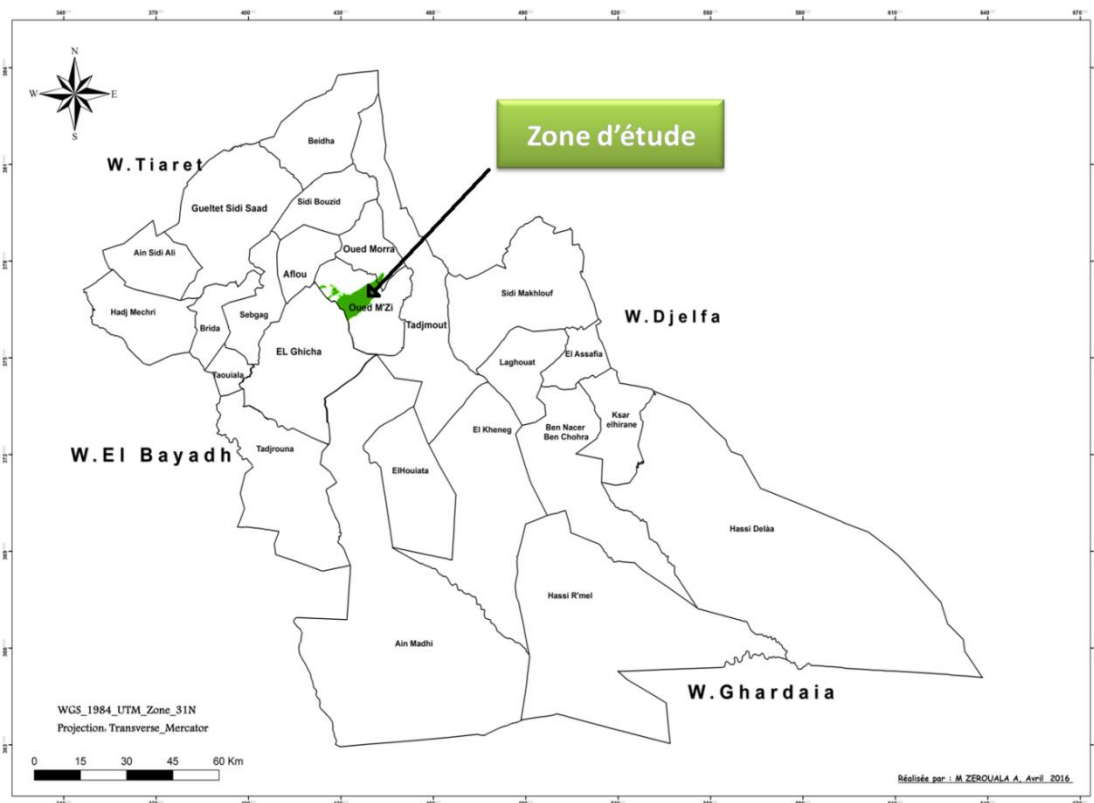


Figure 02 : Carte de localisation de la région d'Oued M'Zi.

Pour décrire les conditions générales caractérisant notre zone d'étude il faut rappeler qu'au niveau du Djebel Amour, quatre régions se succèdent du nord-ouest au sud-est :

CHAPITRE II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Les hautes plaines steppiques, les parties hautes du massif, la zone montagneuse méridionale et le piémont saharien.

-Les hautes plaines steppiques : se situent entre 1100 et 1300 mètres au sud-ouest et 900 à 1000 mètres d'altitude au nord-est.

-Les parties hautes de la montagne : au-dessus de la steppe, un relief s'élève en un glacis de pente assez forte, c'est le Djebel qui se définit par ses montagnes de 1400 à plus de 1700 mètres avec ses roches gréseuses et ses forêts.

-La partie méridionale de la montagne : comporte un ensemble montagneux très important en bordure même du désert, mais aussi des altitudes plus basses. C'est une région montagneuse mais plus chaude et sèche que la précédente.

-Le piémont saharien : c'est un piémont ou glacis d'érosion qui annonce le début du Sahara.

2. Géologie et Géomorphologie

D'ouest en Est, l'Atlas saharien peut être subdivisé en : Monts des Ksour, Massif du Djebel Amour, Monts des Ouled Naïl. Nous nous intéressons plus spécialement ici au Massif du Djebel Amour. Cette montagne aux formes massives où prévaut le paysage de plateau, est caractérisé par deux grands ensembles géologiques importants, le jurassique (calcaire et marno-calcaire) et le crétacé (grés) (Abed, 1982).

2.1. Hydrogéologie :

Dans cette région soumise à un climat qui, globalement va du semi-aride à l'aride, l'altitude aura un rôle prépondérant et malgré des précipitations faibles, des écoulements liés au ruissellement pourront se mettre en place et qui iront réalimenter les dayas et les nappes localisées sur la bordure Saharienne (Bettathar, 2009).

Le domaine Atlasique et sa bordure saharienne sont caractérisés par leur faible valeur quantitative de pluies. Toutefois, ils peuvent donner naissance à des écoulements s'enfonçant loin vers le Sud où ils assurent la recharge des nappes souterraines. La seule explication possible repose sur la prise en compte de l'intensité des averses qui, dépassant la capacité d'absorption ou d'ingestion, des sols voient leurs eaux ruisseler et donner naissance à des écoulements (Stambouli, 2004).

Pour le Djebel Amour, cela signifie que le ruissellement et donc le régime de crue présenté par les oueds est essentiellement lié aux précipitations orageuses. La carte de la figure -4- donne un aperçu des pentes observables et le réseau hydrographique qui traverse la région. La zone de l'Atlas Saharien est caractérisée par des pentes de 12,5 à 25 % et la zone des Hauts Plateaux et des Plateaux Sahariens caractérisée par des pentes de 0 à 3 % (Stambouli, 2004).

Les ressources en eau du secteur seront plus spécialement associées aux nappes souterraines, Les grès, roches perméables, sont de bons réservoirs dans cette région qui est la moins dépourvue de pluies de l'Atlas saharien occidental (Stambouli, 2004).

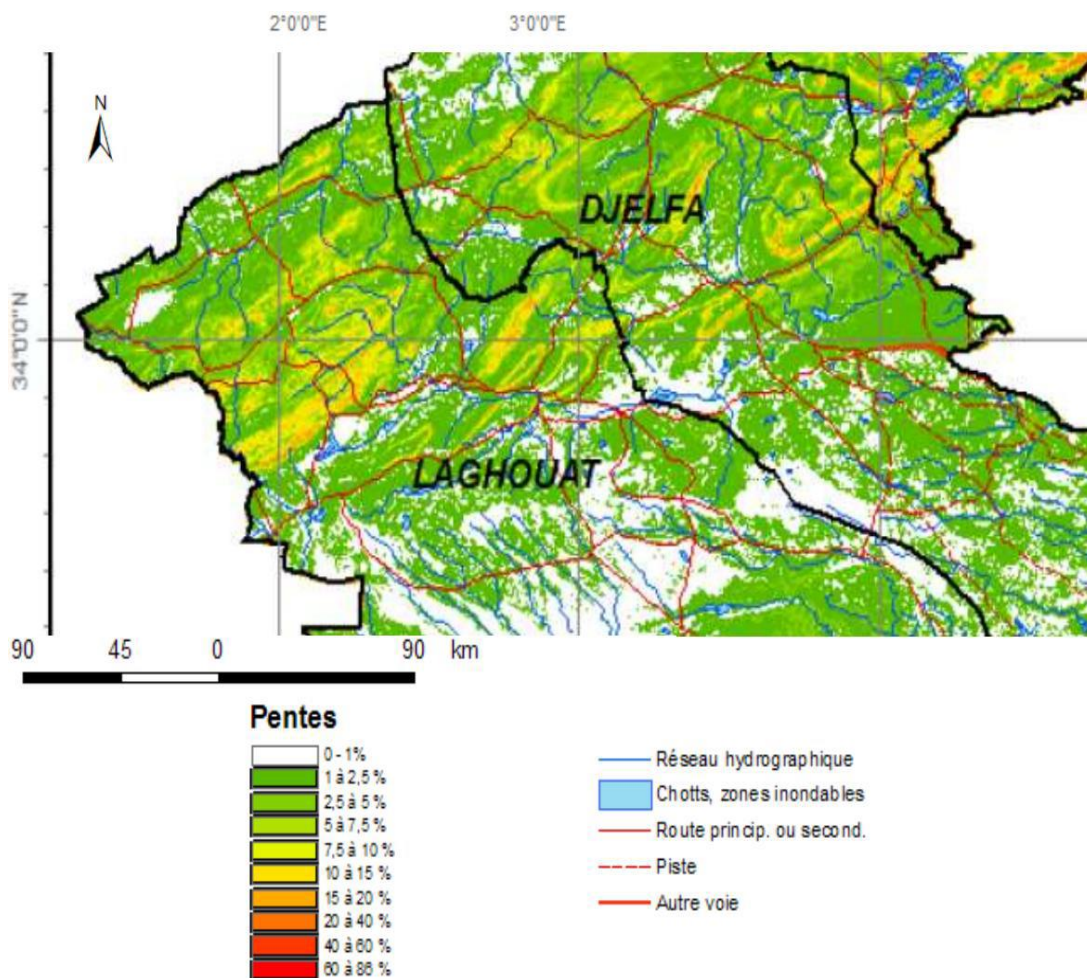
CHAPITRE II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le Djebel Amour est en effet relativement riche en eau : les sources y sont assez nombreuses. Il donne naissance à de longs oueds pérennes sur une grande partie de leur cours, les principaux oueds sont les suivants (Stambouli, 2004) :

- **Oued Sebgag** : à 20 km à l'ouest d'Aflou, il existe un certain nombre de sources pérennes donnant naissance à l'Oued Sebgag qui reçoit en aval plusieurs affluents pour former l'Oued Touil, puis l'Oued Cheliff, le plus important oued d'Algérie. Son parcours est de 10 km et son bassin versant recouvre une superficie de 126.5 km².

- **Oued Seklafa** : situé au Sud-est d'Aflou, il constitue l'affluent le plus important de l'Oued M'Zi (d'une longueur de 40 km, il draine un bassin de 775.6 km²).

- **Oued Sidi Naceur** : prend sa naissance au niveau de la terminaison Nord occidentale du Djebel Amour. Plusieurs émergences contribuent à son alimentation, en particulier les sources de l'Hadj ElMecheri et de Sidi Naceur. L'écoulement s'effectue du Sud-ouest vers le Nord-est avec un parcours de 120 km. Le bassin versant limité au Nord par celui du Chott Chergui qui couvre une superficie de 1972 km².



Source S.R.A.T., 2006

Figure 03. Pentes et réseaux hydrographiques de la région d'étude.

2.2.Pédologie :

La plus grande partie des hautes plaines a des sols calciques; le plus souvent squelettiques ou minces, ils s'épaississent dans les dayas où ils deviennent plus ou moins salins et dans les principales vallées où ils ont les caractères des alluvions. Assez riches en calcaire et non dépourvus de matières organiques, ils donnent de bonnes terres de culture lorsqu'ils sont assez épais et qu'ils sont irrigués ou inondés par les eaux de ruissellement.

A l'inverse des steppes, les parties hautes du massif bien qu'elles soient abondantes en eau ont peu de bonnes terres (**Despois, 1957**).

Kadik (1983) les définit comme des sols sur calcaires durs plus ou moins dolomitiques ou sur grès siliceux à texture grossière et sont perméables.

A la partie méridionale de la montagne les sols les plus largement représentés sont les sols calciques des steppes, mais ils ne sont un peu épais.

Les sols forestiers sont un peu humifères, les uns sont assez riches en calcaires, mais la plupart en sont dépourvus et donnent des sols « en équilibre » ou des sols « insaturés », en résultat des sols sablonneux, légers et pauvres non seulement en calcaire mais aussi en acide phosphorique (**Stambouli, 2004**).

2.3.Flore et végétation

Le Djebel Amour est plus boisé que les massifs qui l'encadrent (**Despois, 1957**), bien que ses forêts soient très claires et dégradées, mais elles comptent encore de nombreux chênes verts et des pins d'Alep. Les formations végétales caractérisant la région d'étude reflètent une écologie particulière.

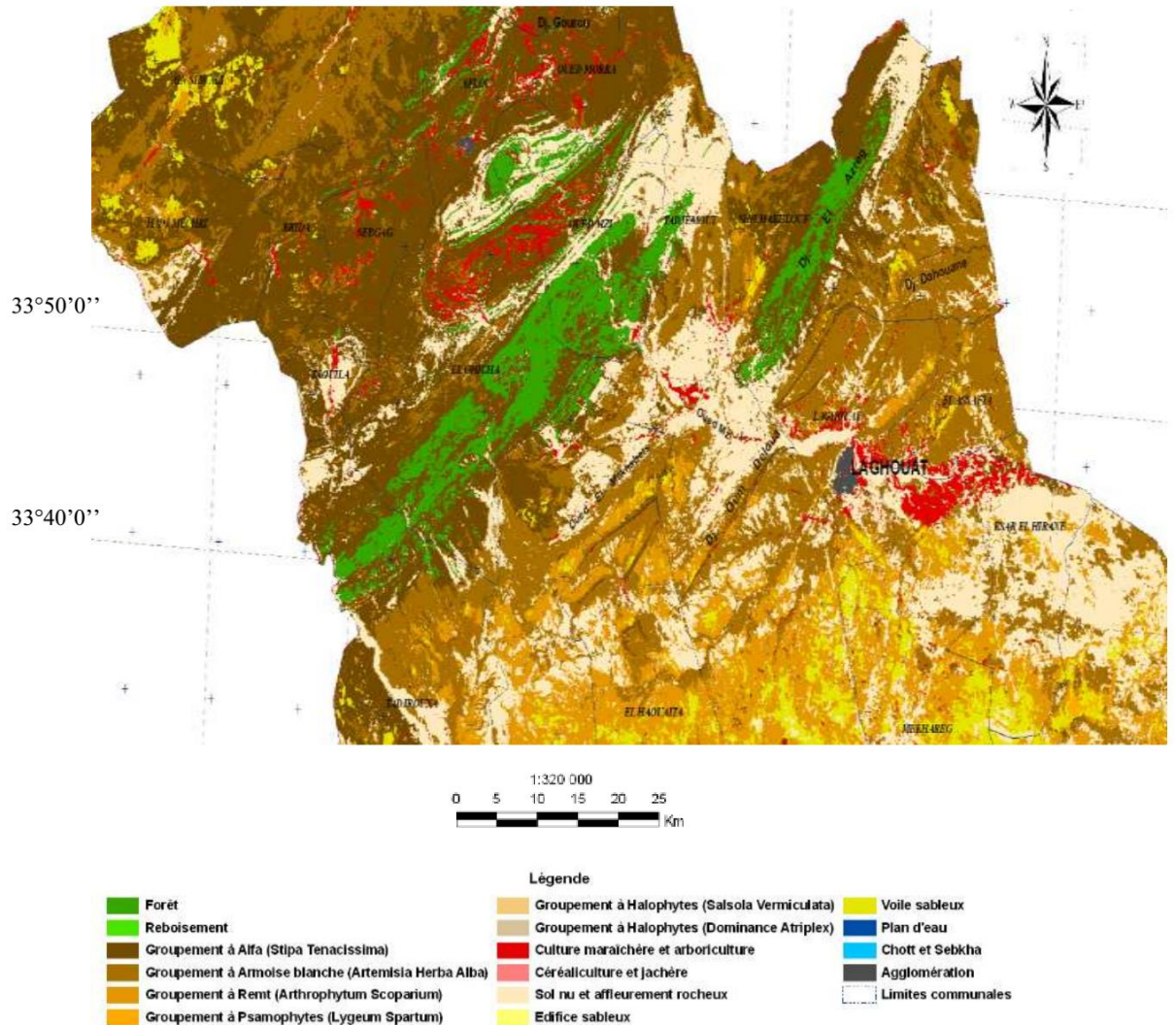
La région nord située à la partie méridionale de Djebel Amour est caractérisée par des formations forestières à Pin d'Alep et Chêne vert et des formations à Genévrier rouge, Pistachier de l'Atlas et d'Alfa. La partie sud à la limite du piémont saharien est caractérisée essentiellement par des formations à Alfa qui occupent de vastes étendues. De nombreux oueds à Pistachier de l'Atlas, Jujubier, Tamaris et de Retam caractérisent la région. Enfin, des dayas parsemées en surface sont révélées par les pieds de Pistachier de l'Atlas et les buissons de Jujubier.

Toutefois, très peu de travaux de recherche ont été consacrés à l'étude de ces formations et leur répartition malgré l'intérêt fondamental qu'elles présentent du fait de leurs diversités floristiques et de leurs adaptations à des conditions de milieu particulières. (**Kadik, 1983**) et (**Barbero, 1990**) décrivent les forêts d'Aflou comme fortement soumises aux délits et plus ou moins dégradées, à cause du climat et de l'homme.

Il faut aussi signaler les formations de reboisements à Pin d'Alep qui occupent de vastes étendues dans la région avec des taux de réussite différents et des étagements très hétérogènes (**Kouidri, 2013**).

CHAPITRE II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Selon la monographie de Laghouat (2011) la superficie des vieux massifs forestiers de la zone Djebel Amour est estimée à 47.095 ha, celle des nappes alfatières est de 315.125 ha, les pacages et parcours sont d'une superficie de 1.531.766 ha. La superficie de la zone constituée de vastes étendues steppiques est d'une superficie de 1.900.000 ha dont une grande partie a été dégradée sous l'effet des sécheresses prolongées. La figure suivante (figure 04) donne un aperçu sur l'occupation des sols de la région.



Source Service des forêts, 2010.

Figure04. Extrait de la carte d'occupation des sols de la wilaya de Laghouat.

3. Caractéristiques climatiques :

3.1.Le Climat :

Trois facteurs principaux interviennent dans la définition du régime qui règne sur le Djebel Amour (Stambouli, 2004) :

CHAPITRE II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

- **La situation géographique** : distant de 300 km de la mer, la région se retrouve à la limite méridionale du secteur balayé par le Front polaire et le Front polaire dérivé. De ce fait, les influences Atlantico-méditerranéennes seront très dégradées, tandis que s'affirme l'empire saharien au fur et à mesure que l'on se déplace vers le Sud.

- **L'altitude** : dont les effets compensent partiellement ceux de la latitude et qui apportent des températures froides en hiver et chaudes en été en raison d'un fort ensoleillement. Au plan des précipitations, un accroissement pourrait être noté avec l'altitude. Pour une moyenne sur l'ensemble du massif qui serait de 200 mm, le maximum pourrait atteindre 400 mm sur les sommets les plus élevés. La (figure 05) porte les altitudes caractérisant la région.

- **L'orientation des versants** : lorsqu'ils sont exposés aux vents pluvieux se montrent plus humides que leurs revers. Cette orientation des versants conforte l'effet de l'altitude vis-à-vis des précipitations.

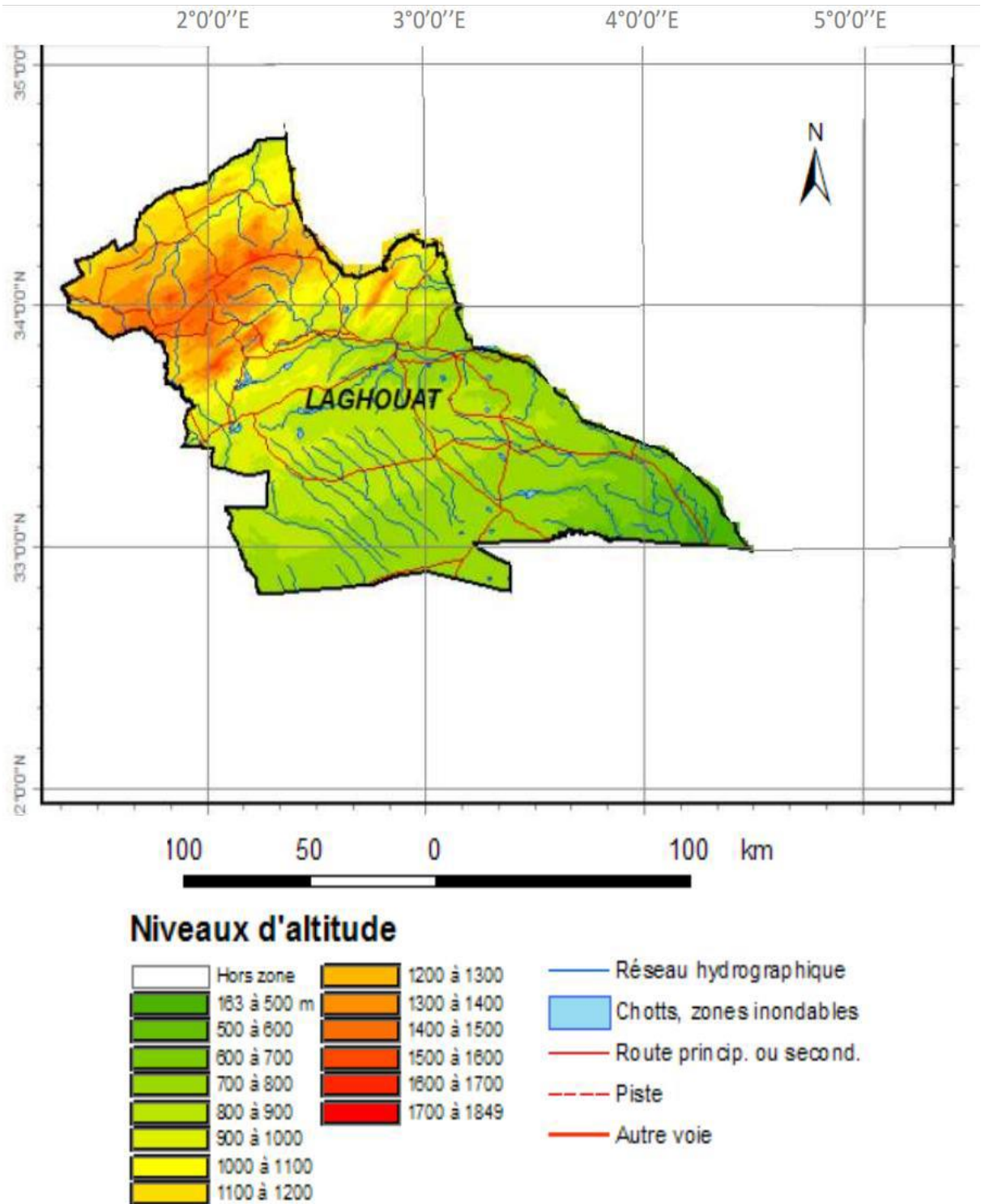
La pluviosité moyenne annuelle de la steppe est estimée comprise entre 200 et près de 400 mm, les pluies augmentant avec l'approche des montagnes, l'altitude tempère les chaleurs de l'été, mais en hiver les vents froids des quadrants Nord et Ouest sont à redouter et les chutes de neige ne sont pas exceptionnelles.

Quant aux régions hautes assez variées par leur relief, elles présentent des caractères bioclimatiques communs. Situées à peu près partout au-dessus de 1300m et souvent de 1400 m, elles ont des étés tempérés mais les hivers sont longs et froids.

Il peut geler dès octobre, et jusqu'à mi-avril, soit durant 6 mois. La neige n'est pas rare de décembre à mars et elle reste souvent plusieurs jours sur le sol, même en dehors des îlots montagneux.

Les vents, vents froids d'Ouest à Nord, sont souvent redoutables. Les étés, par contre, sont très tempérés, avec de forts écarts diurnes de température ; les nuits y sont fraîches sauf quand souffle le siroco, vent chaud et sec du désert. La montagne est mieux arrosée que la steppe, dans sa partie septentrionale. Elle peut recevoir jusqu'à 400 mm par an. La sécheresse de l'été méditerranéen est ici atténuée par des orages qui peuvent être très pluvieux. Ils s'accompagnent souvent de grêle.

CHAPITRE II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE



Source S.R.A.T., 2006.

Figure 05. Topographie de la région, la zone étudiée se situe entre 1000 et 1400m d'Altitude.

3.2.Source de données :

Pour la réalisation de notre étude et la caractérisation climatique de la région étudiée, nous nous sommes référés aux observations, notamment les précipitations et les températures, de la station météorologique d'Aflou qui est la plus proche (située à 22 km du site d'étude à vol d'oiseau).

3.3.Température :

La température influence considérablement la végétation. Elle est l'élément climatique le plus important dans l'aire de répartition des végétations sur le globe (Prevost, 1999).

Les données de la température enregistrées dans cette région, reflète l'image réelle de la particularité de certains composants du climat à savoir l'altitude et l'alternance saisonnière. Les températures maximales dans la région sont enregistrées en été avec 35.24°C (Aout). Les plus faibles températures sont enregistrées pour le mois de janvier où la valeur est de -4,24°C. Le tableau ci-dessus exprime les températures mensuelles moyennes enregistrées de l'année 2008 jusqu'à 2017 de la région d'étude (O.N.M., 2018).

Tableaux01 : Températures moyennes mensuelles de la région d'étude de 2008 à 2017.

2008/2017	Jan	Fév	Mar	Avl	Mai	Jin	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
T (°C)	3,95	3,87	7,67	11,67	16,56	20,93	24,46	23,31	18,46	13,88	8,06	4,35
M	10,21	10,7	15,11	20,54	25,34	30,62	34,97	35,24	29,37	22,41	15,11	10,93
M	-2,43	-2,1	0,43	3,85	7,79	11,81	16,2	15,81	12,24	6,91	1,37	-2,2

Source (O.N.M, 2018).

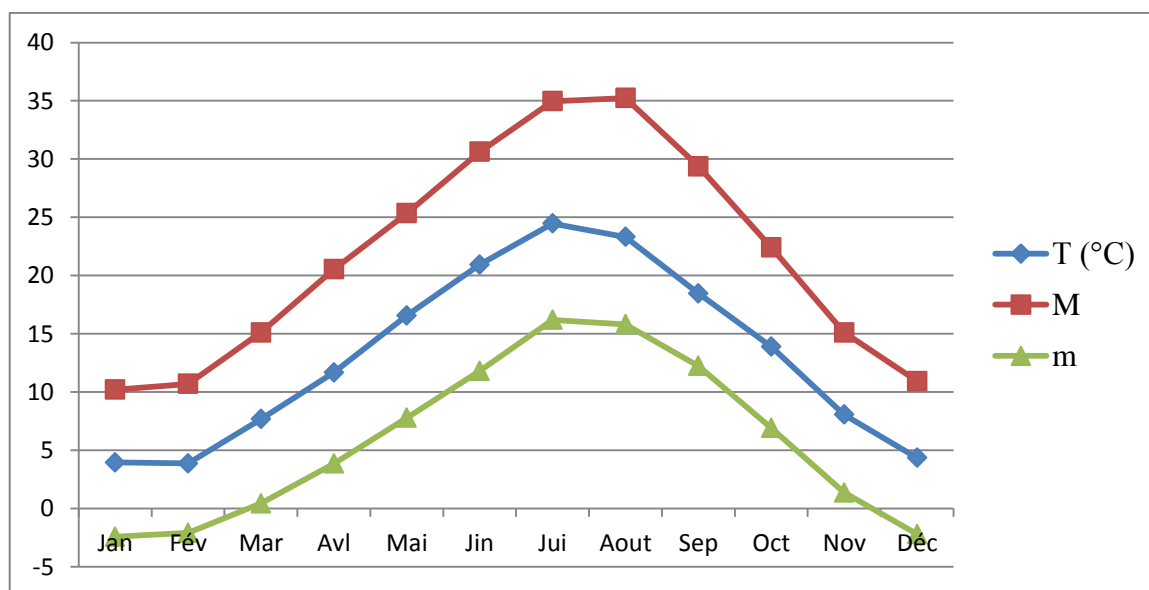


Figure 06. Evolution des températures moyennes mensuelles dans la station d'Oued M'zi.

3.4. Les précipitations:

D'après (DJEBALI, 1978), la pluviosité c'est le facteur primordial qui permet de déterminer le type de climat.

A partir des données enregistrées sur une période de 10 ans (2008-2017) (tab.2/fig.06). Les précipitations moyennes annuelles est d'environ 323,81mm. Les mois de septembre et février sont les plus pluvieux avec des moyennes de 50,29 et 34.49 mm respectivement. Les valeurs de précipitation les plus faibles sont enregistrées au mois de juillet avec 10.2 mm.

Tableau 02 : Précipitations mensuelles enregistrées de l'année 2008 jusqu'à l'année 2017.

2008/2017	Jan	Fév	Mar	Avl	Mai	Jin	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
P	26,13	34,49	31,56	31,6	22,5	13,17	10,2	14,8	50,29	31,57	33,01	24,49

Source (O.N.M., 2018).

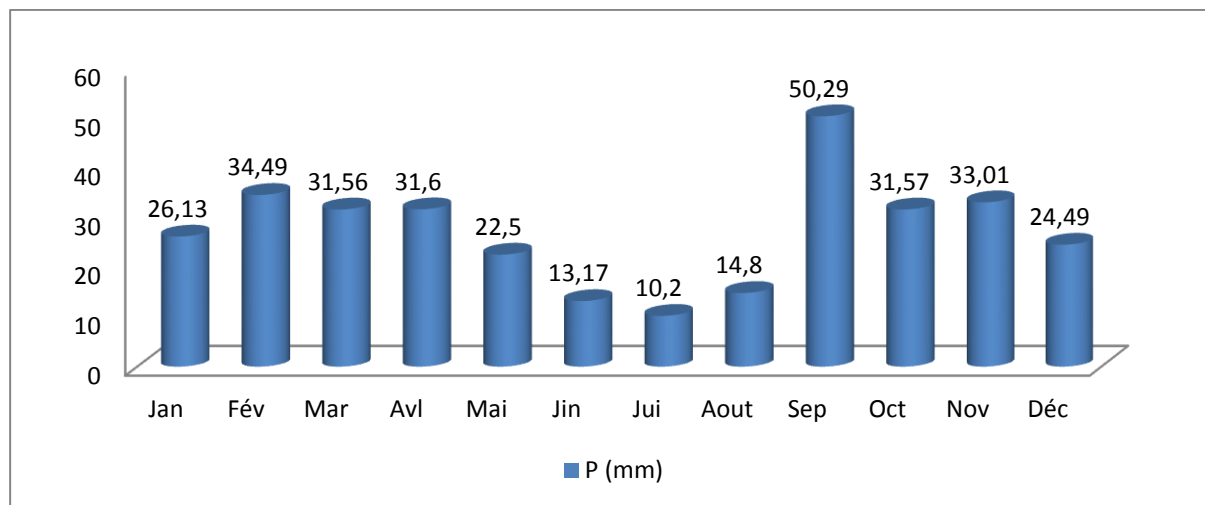


Figure 07. Evolution des précipitations mensuelles dans la région d'étude [2008-2017].

• **Régime saisonnier :**

La connaissance de la pluviométrie annuelle moyenne, est une donnée insuffisante pour caractériser un régime pluviométrique régional. Il est nécessaire de la compléter par la détermination de la répartition saisonnière des pluies de l'année et de sa variation (CHAUMONT et PAQUIN, 1971).

CHAPITRE II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le régime pluviométrique est également utilisé comme un élément caractéristique du climat. Pour le végétal, la répartition des pluies est plus importante que la quantité pluviométrique annuelle. L'eau qui lui est utile est celle qui est disponible durant son cycle de développement (Aidoud, 1983). Le régime pluviométrique saisonnier est représenté dans le tab03 et le fig08.

Le régime saisonnier est défini comme étant le calcul des quantités de pluie de chaque saison, nous avons considéré quatre saisons de trois mois chacune :

- Printemps: mars, avril et mai = P. ; - Automne: septembre, octobre et novembre = A.

- Hiver : décembre, janvier et février = H. ; - Eté : juin, juillet et août = E.

Tableau 03 : Régime pluviométrique saisonnier de station d'Aflou (2008-2017)

Période	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Type
P (mm)	83,63	97,65	45,87	96,66	<u>P.A.H.E</u>

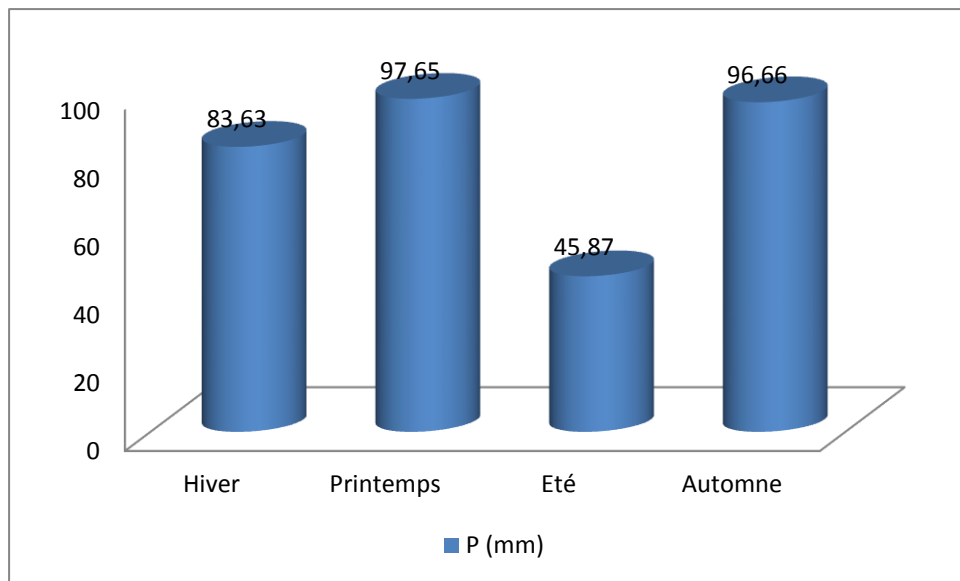


Figure 08. Le régime saisonnier de la zone d'étude.

Nous observons un régime : Printemps, Automne, Hiver, Eté.

Le tableau (03) et les histogrammes de la figure (07), montrent que, la saison la plus sèche est l'été, ce qui est l'une des caractéristiques principales du climat méditerranéen (Daget, 1977).

3.5.Synthèse climatique

Le climat a des répercussions sur les êtres vivants, il agit directement sur leur répartition et leur aptitude à se développer en un lieu donné, il est donc naturel que les climatologues et phytogéographes s'efforcent de comprendre les relations climat-végétation.

Ces liens qui existent entre les paramètres climatiques et la végétation ont fait l'objet de nombreuses études bioclimatiques où les auteurs ont conclu qu'indépendamment de leur composition floristique, tous les groupements végétaux qui se développent dans les zones isoclimatiques sont homologues et équivalents, ce qui revient à dire que le climat façonne la végétation et que celle-ci n'est que l'expression biologique du milieu (EMBERGER, 1955).

Afin de comprendre ces relations climat-végétation, plusieurs auteurs ont proposé des méthodes de classification pour caractériser les différents bioclimats, et cela à travers des indices bioclimatiques qui tiennent compte des variables prépondérantes telles que la pluviosité, la température et l'évapotranspiration.

- Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen :

Pour Bagnouls et Gaussen (1953), un mois sec est celui où le total mensuel des précipitations exprimé en millimètre est égal ou inférieur au double de la température mensuelle exprimée en degré Celsius ($P \leq 2T$). Cette relation permet de représenter sur un même graphique les précipitations et les températures moyennes mensuelles. L'intersection des deux courbes, ombrique et thermique, détermine la durée de la saison sèche.

Le diagramme ci-dessous (Fig.09) montre une période sèche estivale typique du climat méditerranéen ; elle dure de trois (03) mois, allant de début de juin au mi-Aout.

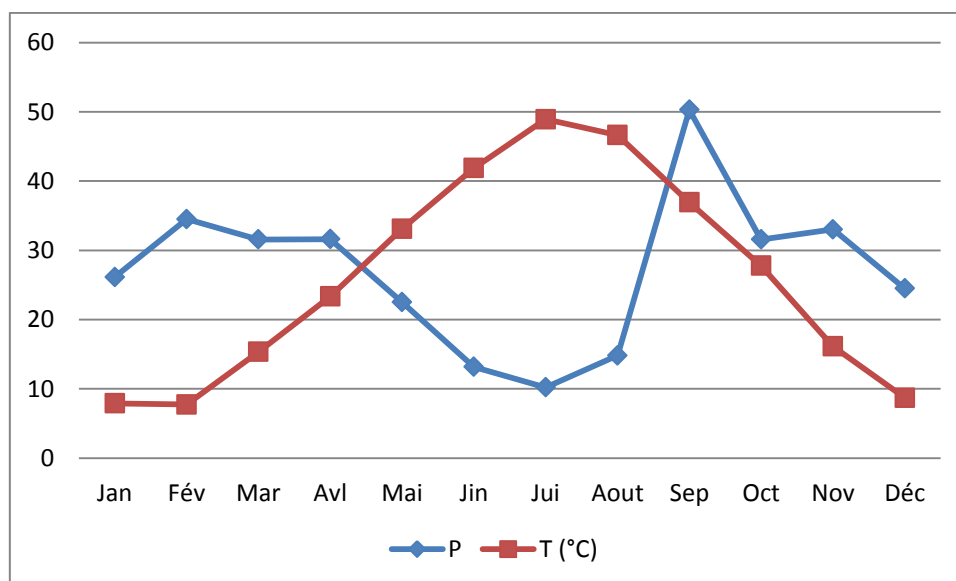


Figure 09. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région d'étude.

- Indice de DE MARTONNE

Cet indice est une expression très simple, qui permet de classer les stations selon leurs degrés d'aridité.

$$Aa = P / T + 10$$

Avec :

-P : Pluviosité moyenne annuelle en (mm).

-T : Température moyenne annuelle en (°C).

De Martonne a proposé une échelle de classification des climats selon l'indice d'aridité : Climat très sec ($Aa < 10$) ; climat sec ($Aa < 20$), climat humide ($20 < Aa < 30$) ; climat très humide ($Aa > 30$). L'indice est d'autant plus grand que le climat est plus humide (**Prevost, 1999**).

L'indice de De Martonne de la région d'étude est de l'ordre de **30,60** ce qui permet de classer la région dans un climat sec.

- Climagramme d'Emberger

En 1955, Emberger proposait un quotient pluviométrique nous renseignant sur le caractère xérique d'un biotope et qui prend en considération les températures et la pluviosité.

Ce quotient est spécifique du climat méditerranéen, il est le plus fréquemment utilisé en Afrique du Nord. Le quotient a été formulé de la façon suivante :

$$Q_2 = 2000 * P / (M^2 - m^2)$$

Où : Q2: Quotient pluviométrique ;

P: Pluviosité moyenne annuelle (en mm) ;

M: Température du mois le plus chaud (en kelvin) ;

m: Température du mois le plus froid (en kelvin).

L'étage bioclimatique calculé de la station, est représenté dans le tableau 04 et illustré sur la figure 10.

Tableau 04. Quotient pluviométrique et étage bioclimatique de la région d'étude.

CHAPITRE II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Stations	Périodes	P (mm)	M (°K)	m (°K)	Q2	Étage bioclimatique	Variante thermique
Aflou	2008-2017	323,81	299,05	279,96	58,59	Semi-aride	Très froid

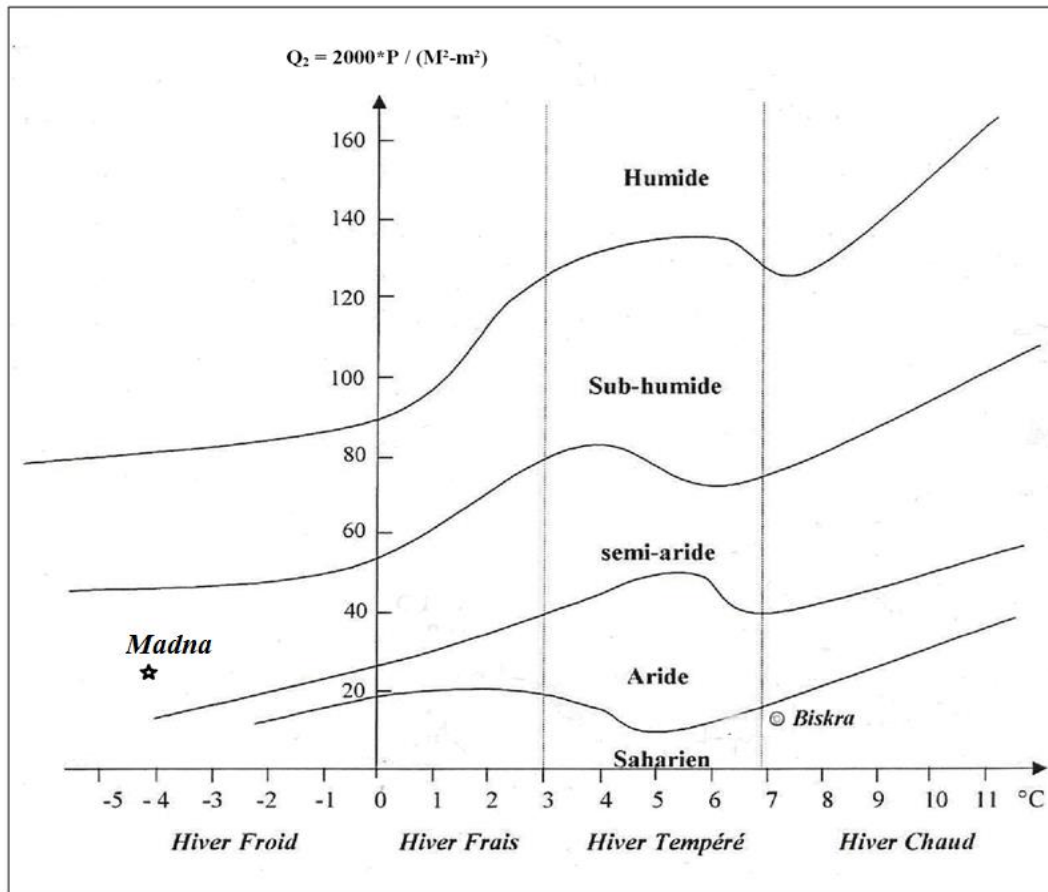


Figure 10. Situation de la région d'Aflou sur le Climagramme d'Emberger (1955).

Sur la base des données que nous venons de présenter, il ressort que la région de Madna est soumise à un climat semi-aride avec des influences sahariennes et montagnardes.

CHAPITRE III. MATRIELS ET METHODES

1. Choix de la station d'étude et des sites de prélèvements

1.1.Choix de la station d'étude

La vision à l'échelle paysagère basée sur la physionomie, amène à choisir les éléments majeurs, significatifs, représentatifs et répétitifs du paysage végétal (formations végétales) à étudier (**Gillet, 2000**). Le choix de la station est basé sur la présence de formations ligneuses et les mycorhizes à base de Genévrier de Phénicie.

1.2.Choix des sites de prélèvements

Une vision à l'intérieur de l'élément paysager choisi, a guidé le choix d'emplacement des relevés et de leurs limites. Les critères fondamentaux de notre choix sont les trois (3) critères d'homogénéité (**Gillet, 2000**): Homogénéité floristique, homogénéité physionomique et homogénéité des conditions écologiques, avec bien sur la présence des mycorhizes chez l'arbuste objectif.

- *Homogénéité floristique*, apparition plus ou moins régulière de combinaisons définies d'espèces, c'est-à-dire répétitivité de la combinaison floristique;

- *Homogénéité physionomique*, aspect lié à la dominance d'une ou plusieurs espèces;

- *Homogénéité des conditions écologiques*, uniformité des conditions apparentes c'est-à-dire homogénéité dans la physionomie et la structure de la végétation ainsi que les conditions édaphiques (**Gillet, 2000**)

Le site étudié est homogènes vis-à-vis des contrastes du milieu, tels que l'exposition, la lumière, la microtopographie ...etc. A l'intérieur de la surface choisie des relevés, le choix est orienté par les huit (8) directions (N ; NE ;E ;SE ;S ;SW ;W ;NW).

2. Présentation de la station d'étude

La station d'étude fait partie de la forêt domaniale d'Ouaren, d'une superficie totale de 32.000 ha, répartis dans la partie Nord de la Commune d'Oued M`zi, constituée d'une série de montagnes et des coteaux, dont l'altitude est comprise entre 1100 m et 1600 m environ.

3. Principe adopté

L'objectif de la présente étude est de contribuer à la caractérisation de la relation mycorhizienne et la flore forestière qui suit cette espèce (*Juniperus phoenicea*) dans la région de Djebel Amour afin de disposer des données écologiques précises sur la relation mycorhizienne et la composition floristique de l'espèce sujette. La méthodologie adoptée est orientée sur :

- Sorties de prospection ;
- Caractérisation de la station d'étude ;
- Etablissement des relevés floristiques ;
- Identification des espèces rencontrées ;
- Réalisation des relevés floristiques ;
- Application d'indices écologiques ;
- prélèvement des échantillons racinaires mycorhizées;

4. Etude des caractéristiques floristiques

L'échantillonnage consiste à choisir dans un ensemble un nombre limité d'éléments, de façon à obtenir des informations objectives et d'une précision mesurable sur l'ensemble (**Gounot, 1969**).

Un groupement végétal, est une communauté végétale concrète dont on ne connaît pas encore la composition floristique, structurale et écologique qui permettrait de la situer dans un système phytosociologique, physiologique ou phytoécologique (**Evrard, 1968**).

La forme biologique, est la physiologie que prend une espèce au cours de son cycle biologique en relation avec le comportement vis-à-vis des facteurs du milieu et notamment son aptitude à supporter la mauvaise saison (**Schmitz, 1971**).

4.1. Etude qualitative

4.1.1. relevé linéaire

Cette méthode consiste à quantifier la composition floristique d'un parcours en mesurant la fréquence de toutes les espèces recensées et en exprimant ces fréquences en terme de recouvrement.

Le principe de cette méthode consiste à effectuer le long d'une ligne de 15 m, le recouvrement par points espacés de 15 cm. Les espèces qui sont touchées par l'aiguille sont notées dans un relevé linéaire. (**Arour, 2001**).

Un relevé linéaire fournit les informations suivantes :

Fréquence spécifique (FSI) : est le rapport (en %) du nombre (n_i) de fois où l'espèce (i) a été recensée le long de la ligne au nombre totale (n) de points échantillonnés

$$FSI = \frac{n_i}{n} * 100 (\%)$$

Ce paramètre est utilisé pour exprimer le recouvrement global.

Contribution spécifique (CSI) : c'est le rapport de la fréquence spécifique d'une espèce à la somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces recensées.

$$CSI = \frac{FSI}{\sum FSI} * 100 (\%)$$

4.2. Etude quantitative

4.2.1. Exploitation des résultats par l'application des indices écologiques

L'application des indices écologiques, notamment la richesse, le paramètre de pondération (abondance, dominance), la distribution, la sociabilité, le type de formation et le type biologique permettent de mieux caractériser la flore des différentes stations d'étude.

- Richesse spécifique

La biodiversité floristique des différents types de parcours peut être mesurée par leur richesse floristique (**Daget, 1982; Daget Et Poisson et, 1997**).

La richesse spécifique, désigne le nombre d'espèces présent dans un écosystème donné ou dans une aire préétablie de ce dernier. Il se distingue en richesse totale et richesse moyenne (**Ramade, 2008**).

- Richesse totale (S)

C'est le nombre total d'espèces présentes dans un biotope ou une station donnée.

$$S = sp_1 + sp_2 + sp_3 + sp_4 + \dots + sp_N$$

S: Nombre total des espèces observées

sp₁; sp₂; sp₃; sp₄; sp_N: Espèces observées

- Richesse moyenne (S_m)

C'est le nombre moyen d'espèces présentes dans les échantillons d'un peuplement étudié.

$$S_m = \sum S / N \text{ où } \sum S = sp_1 + sp_2 + sp_3 + sp_4 + sp_N$$

S_m : Somme du nombre d'espèces recensées pour les N relevés

N : Nombre total de relevés

La richesse moyenne apporte des informations sur l'homogénéité (ou l'hétérogénéité) de la distribution spatiale des espèces constituant le peuplement étudié (**Ramade, 2008**).

- Indice de richesse de MARGALEF (D_m)

L'indice de MARGALEF est un indice de richesse spécifique souvent employé (**Ingram, 2008**).

$$D_m = (S - 1) / \ln N$$

S : Nombre d'espèces

N : Nombre d'individus dans un échantillon

- Indice de dominance de SIMPSON (D_s)

Pour cet indice, la dominance se réfère à l'ampleur à laquelle, une ou plusieurs espèces soient abondantes d'une façon disproportionnée dans une communauté végétale. L'abondance des espèces varie le long de gradients environnementaux ou par rapport à des impacts sur l'environnement (**Ingram, 2008**).

Les applications les plus communes de l'indice de SIMPSON incluent les comparaisons de différents assemblages de la communauté végétale à travers des emplacements dans un même écosystème, et est écrit comme suit (**Ingram, 2008**) :

$$D_s = \sum_{i=1} [(n_i (n_i - 1)) / (N (N - 1))]$$

Où : N est le nombre total des individus dans un échantillon ;

n_i est le nombre d'individus de l'espèce i dans l'échantillon.

Plus la valeur de D est grande, plus est élevée l'équité de l'espèce dans tout l'échantillon, et comme la valeur de D diminue dans un échantillon, la dominance d'autres espèces serait prévue à augmenter (**Ingram, 2008**).

L'indice de dominance de SIMPSON s'est avéré plus sensible pour détecter de petites différences entre les échantillons (**Ingram, 2008**).

5. Technique d'échantillonnage

La technique adoptée pour la présente étude est celle de l'échantillonnage linéaire pour le cortège floristique qui consiste à choisir les relevés orientées, pour l'échantillonnage mycorhizienne Nous avons opté une technique de creuser 30cm de profondeur situe à 30cm du tronc d'arbre sujet, et pour l'observation directe des mycorhizes sur les racines à l'œil nu, nous avons pris une racine de 7cm, à l'aide d'une loupe nous sommes noté les centimètres qui portes l'intersection mycorhize-racine (par exemple le rapport 4/7, 4 centimètres ayons l'intersection mycorhizes-racine des 7 centimètres).

Dans le transect inventorié, il sera pris un relevé du profil du sol à 6 placettes, et de chacune des placettes un échantillon du sol (0-40 cm). Les échantillons sont prélevés du sommet, du mi-versant, jusqu'au bas-versant. L'échantillon sol a été pris à partir d'un mélange de ces 6 prélèvements.

5.1. L'analyse du sol au laboratoire

5.1.1. Potentiel hydrogène (pH)

Le pH montre l'état d'acidité ou d'alcalinité du sol, donc c'est un facteur qui influe directement sur l'absorption des éléments nutritifs. Se mesure par un pH-mètre sur des extraits dont le rapport terre/eau est de 1/5 (**Aubert, 1978**).

Mettre 10 g de sol dans 50 ml d'eau distillée le rapport sol-eau est de (1/5), en agitant pendant 30 minutes à l'aide d'un agitateur magnétique, puis laisser la solution en repos pendant 30 minutes, et après filtration (à l'aide du papier filtre) nous agitions quelques secondes et nous mesurons la solution par le pH mètre (**Aubert, 1978**).

5.1.2. Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique se mesure par un conductimètre sur des extraits dont le rapport terre/eau est de 1/5 (**Mathieu Et Fracoie, 2003**).

Pour la réalisation de cette analyse, nous utilisons la méthode de 1/5^{ème} qui consiste à faire agiter pendants 1/2 h une solution aqueuse (mélange de 10 g de sol avec 50 ml d'eau distillée), puis on récupérant la solution dans un bécher et on mesure sa conductivité par un conductimètre.

5.1.3. Taux de la matière organique

Pour déterminer la teneur en matière organique dans le sol, nous avons calculé la quantité de la matière minérale (MM). La teneur en matière minéral (MM) est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique après incinération.

CHAPITRE III. MATERIELS ET METHODES

Nous avons porté au four à moufle l'échantillon de sol (20g), chauffé progressivement, afin d'obtenir une carbonisation sans inflammation de la masse : 5 heures à 550 C°. L'incinération doit être poursuivie s'il y a lieu jusqu'à combustion complète, refroidir le résidu de l'incinération puis peser.

Les substances qui ont brûlé, retournant à l'atmosphère sous forme de gaz carbonique (CO₂), de vapeur d'eau et de gaz azotés et soufrés, sont les matières organiques (Soltner, 1982).

5.1.4. l'analyse N, P, K, Ca et Na :

Pour la réalisation de cette analyse, nous utilisons la méthode de 1/5^{ème} qui consiste à faire agiter pendant 1/2 h une solution aqueuse (mélange de 10 g de sol avec 50 ml d'eau distillée), puis on récupère la solution dans un bécher et on mesure chaque caractère par son appareil.

5.2. L'analyse du mycorhize au laboratoire

- Prélèvement des racines

- Eviter surtout les sols très riches, où les plantes se nourrissent seules, sans plus établir de mycorhizes .
- Garder les racines les plus fines qui sont les plus mycorhizées : pour cela, éviter de tirer les racines ou d'arracher les plantes du sol, il vaut mieux extraire une motte puis dégager les racines sous l'eau ;
- Il doit être effectué selon une méthode répétable, d'un point de vue qualitatif et quantitatif. Le prélèvement se fait à la bêche plate ou un cylindre. Ces tranches de sol/racines doivent être représentatives de la surface racinaire de la plante étudiée.
- La séparation des tranches sol/racine est effectuée au laboratoire (Préparation des racines et coloration). L'échantillon final avoisine les 6 g de matière fraîche de racine

- Protocole au laboratoire :

- ✓ Laver précautionneusement les racines et prendre les plus jeunes, les couper à une longueur de 1-2 cm;
- ✓ Les mettre dans un tube à essai avec la potasse (KOH) 10 %, et chauffer au bain-marie ou dans des béchers sur une plaque chauffante à 90° C durant 30 min et mettez un thermomètre dans le bain-marie, car quand les résistances sont entartées elles ne montent qu'à 80° C (on peut optimiser ce temps, parfois 10-15 min suffisent si les racines sont fragiles). Cette Opération détruit le contenu des cellules végétales et décolore les tanins des racines ligneuses. La solution devient alors brun-rouge.
- ✓ Jeter la potasse et filtrer dans un tamis.

CHAPITRE III. MATÉRIELS ET MÉTHODES

- ✓ Rincer avec l'eau acidifiée pour neutraliser.
- ✓ Remettre dans le bleu coton au bain marie 10 à 15 minutes. Filtrer à nouveau dans un tamis et rincer à l'eau distillée.
- ✓ Pour une observation directe, monter dans l'eau. Si on souhaite observer plus tard ou conserver les lames, monter dans le lactoglycérol. Si c'est trop épais, écraser doucement avec le dos d'un crayon papier en bois, voire donner un coup sec avec une gomme carrée (pour ne pas casser la lamelle)
- ✓ Si on souhaite conserver la préparation plusieurs années, mettre une pince à linge sur la lamelle et du vernis à ongles transparent tout autour de la lamelle (le lactoglycérol est un peu miscible avec le vernis). Le lendemain déplacer la pince à linge et remettre une couche de vernis.

CHAPITRE IV.**RESULTATS ET DISCUSION**

L'objectif de notre présent travail est de contribuer la caractérisation de la relation mycorhizienne et la formation végétale qui suit l'espèce étudié (*Juniperus phoenicea*) dans la région de Djebel Amour, afin de disposer des données écologiques précises sur la relation mycorhizienne et la composition floristique de l'espèce sujette.

Selon **Barry et Celles (1972-1973)** et sur des bases phytogéographiques (**Kaabeche, 1990**), la zone d'étude fait partie de :

- l'Empire Holarctis ;
- la Région Méditerranéenne ;
- la Sous-région Eu-Méditerranéenne
- le Domaine Magrébin Steppique ;
- le Secteur Saharo-Atlasique (de l'Atlas Saharien) ;
- le District Atlasique Naïli-Amourien (AS2).

1. Mise en évidence de la relation mycorhizienne

1.1.Taux de mycorhization

Les résultats de notre examen des racines du Genévrier de Phénicie montrent que l'association mycorhizienne touche la totalité des arbres inventoriés, leur taux de mycorhization oscille de 30% à 100% de brins mycorhizés, avec une moyenne de 74%.

La figure suivante (Fig.11) porte le pourcentage des arbres inventoriés par classes du taux de mycorhization des racines, ces classes correspondent à quatre éléments : [0-30% ; 30-50% ; 50-80% ; 80-100%].

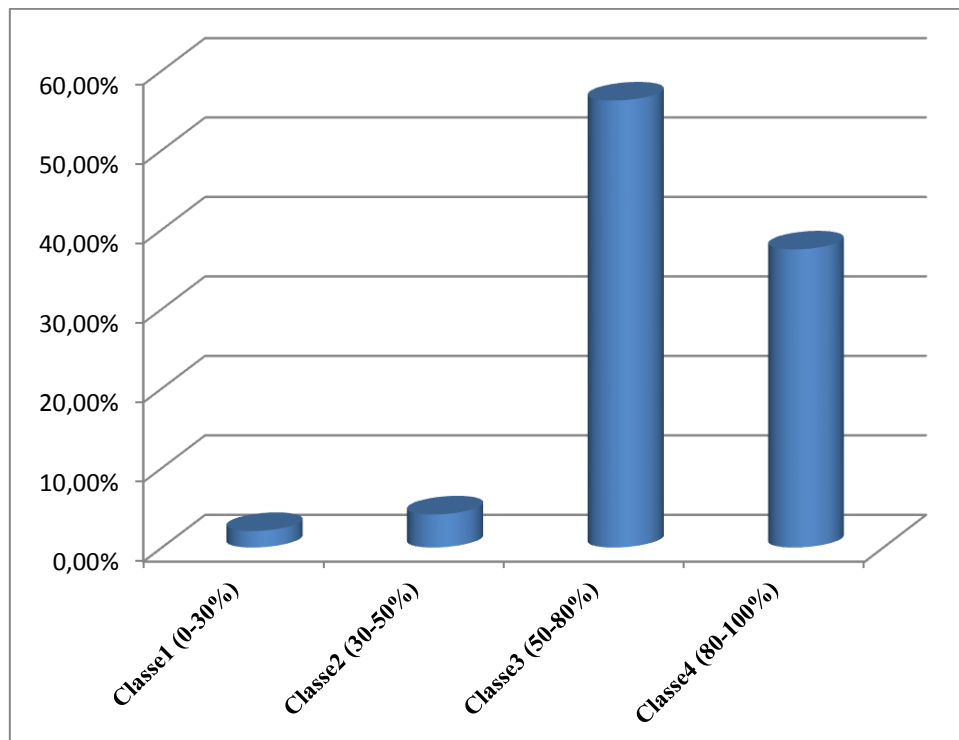


Figure11. Pourcentages des arbres par classes de taux de mycorrhization.

L'examen de la figure ci-dessus montre que 37,5% des arbres sont mycorhizés de 80 à 100%, et seulement 2% des arbres en présentent le faible taux de 30% ; de façon générale, plus 80% des arbres inventoriés sont mycorhizés à plus de 50%. Sous les pieds des genévriers, la mycorrhization est nettement plus apparente et abondante sur les radicelles, les poils absorbant et même dans le sol des horizons superficiels notamment par les nombreuses ramifications des **Hyphes extra-radiculaires**.

1.2.Hyphes intra-radiculaires

Selon Sanguin et *al.* (2016), les hyphes intraradiculaires varient considérablement en termes d'abondance, de distribution et de morphologie selon les espèces. Certains sont très fins (minces) alors que d'autres sont très vigoureux (larges) (par exemple, *Rhizophagus clarus*).

Les hyphes de colonisation croissent généralement parallèlement les uns aux autres et à l'axe des racines, ils varient généralement de 1,5 à 4 μm de large et s'interconnectent via des branches à angle droit ou à angle aigu (souvent appelées «connexions H»). Ils se colorent habituellement de façon sombre dans le bleu de trypan et autres colorants (Sanguin et *al.* 2016).

D'après une étude récente (Sanguin et *al.*, 2016) sur les mycorhizes du Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*), on note que les champignons mycorhiziens de cette arbuste appartient

au genre *Rhizophagus* de la famille des *Glomeraceae* qui est un rang taxinomique de l'ordre des *Glomerales*.

Par définition les *Glomeraceae* sont des spores glomoides (c'est-à-dire de forme sphérique), produites à ou près de la surface du sol, dans des sporocarpes (structure qui enveloppe et protège les spores regroupées) avec ou sans péridium (enveloppe appelée Gleba ou Glèbe) ou sous forme de spores isolées ou en grappes.

1.3.La mycorhization intra-radicaire

Sous l'objectif de réaliser une obseravtion claire et générale des différentes structures mycorhiziennes associées aux racines des genévriers, l'examen microscopique des brins racinaires préparés a été réalisé avec répétabilité et reproductivité élevées.

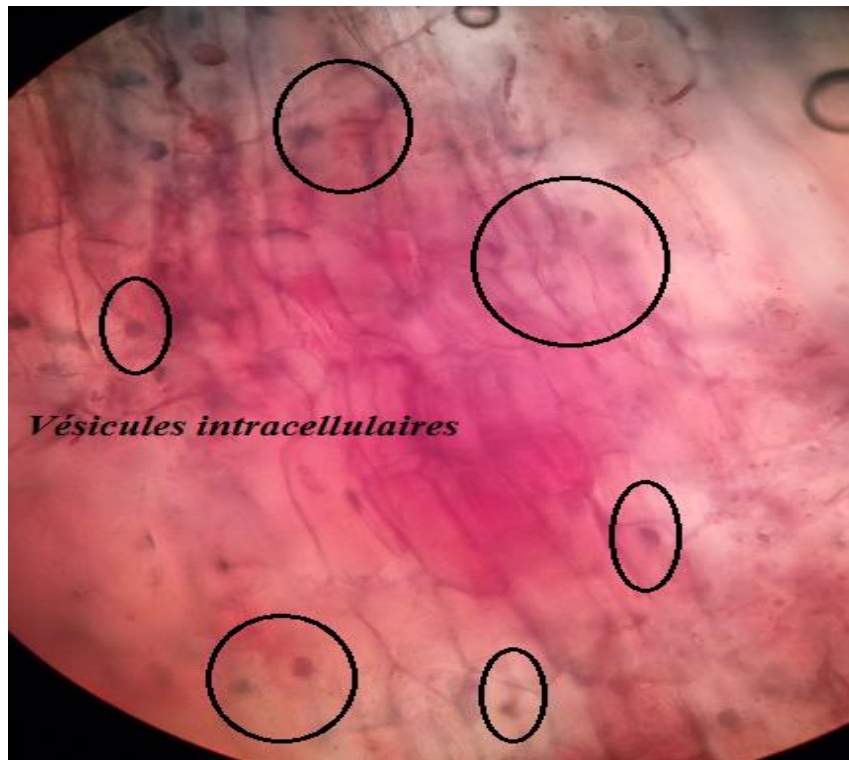
Cela nous a permis de visualiser les différentes structures mycorhiziennes telles que : les **Arbuscules intracellulaires**, les **Vésicules** et les **Hypes intraradiculaires**.

1.4.Arbuscules intracellulaires

Se colorent généralement plus sombres ; Cette propriété (de couleur sombre) peut être peu variable dans la même racine ou entre les racines en fonction de l'homogénéité de la diffusion des taches et de la réactivité, mais les structures présentent toutes un contraste relativement élevé.

1.5.Vésicules intracellulaires

Selon Sanguin et *al.* (2016) ces vésicules peuvent se former ou non en fonction du champignon et de l'environnement durant le développement mycorhizien dans la plante hôte. Lorsqu'elles sont abondantes, elles peuvent être localisées près des points d'entrée mais le plus souvent elles sont largement dispersées à travers une mycorhize. Elles sont généralement de forme oblongue à elliptique et se colorent habituellement de façon sombre en bleu de trypan et autres colorants. Elles se forment généralement tardivement dans le développement mycorhizien car ils perdent leur capacité d'absorption des nutriments et subissent une sénescence. (Fig12).

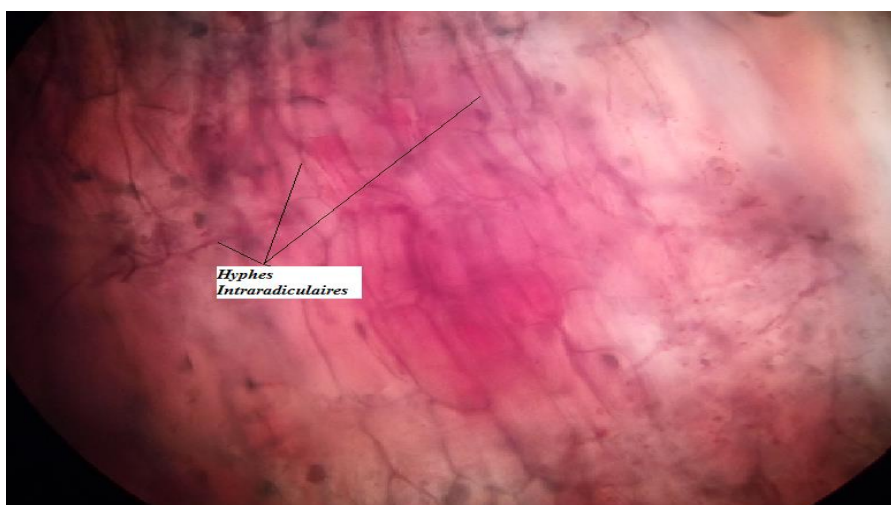


Source. Original 2018.

Figure12. Observation microscopique des Vésicules intracellulaires.

1.6.Hyphes intra-radiculaires

Les hyphes peuvent se ramifier à des angles aigus ou obliques ou être enroulés près des points d'entrée. (Fig.13).



Source. Original 2018

Figure13. observation microscopique des hyphes intra-radiculaires.

Les hyphes de colonisation croissent généralement parallèlement les uns aux autres et à l'axe des racines, ils varient généralement de 1,5 à 4 μm de large et s'interconnectent via des branches à angle droit ou à angle aigu (souvent appelées «connexions H»). Ils se colorent habituellement de façon sombre dans le bleu de trypan et autres colorants (Sanguin et al. 2016).

D'après une étude récente (Sanguin et al., 2016) sur les mycorhizes du Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*), on note que les champignons mycorrhiziens de cette arbuste appartient au genre *Rhizophagus* de la famille des *Glomeraceae* qui est un rang taxinomique de l'ordre des *Glomerales*.

Par définition les *Glomeraceae* sont des spores glomoides (c'est-à-dire de forme sphérique), produites à ou près de la surface du sol, dans des sporocarpes (structure qui enveloppe et protège les spores regroupées) avec ou sans périidium (enveloppe appelée Gleba ou Glèbe) ou sous forme de spores isolées ou en grappes.

1.7. Caractéristiques du genre *Rhizophagus*

- Etymologiquement, le nom *Rhizophagus* en Latin, se référant à la formation de spores abondantes dans les racines.

- Les spores glomoides se sont formées isolément, en petites et grosses grappes dans les racines. Sinon, ils forment des mycorhizes arbusculaires-vésiculaires typiques, bien que les vésicules aient tendance à se former plus tôt (aux points d'entrée) que les autres clades glomoides. Le développement des spores ressemble à celui décrit chez les espèces de *Glomus* (Sanguin et al. 2016).

Glomus (en Latin : Pelote de laine) ; ont des Spores glomoides, produits à ou près de la surface du sol, dans des sporocarpes, habituellement avec un périidium partiel ou complet ou sous forme de spores isolées ou en grappes dans le sol.

2. Diversité et Abondance des taxons

Les individus recensés se répartissent en 17 familles, 30 genres et 30 espèces (Tab.05.06) ;

Les genres dans la formation végétale étudiée sont mono-spécifiques ;

Les familles des **Asteraceae** et des **Poaceae** sont les plus représentées par (06) genres pour chacune ;

Les **Fabaceae** par (03) genres, et les **Lamiaceae** par (02) genres ;

Le reste des familles est représenté par un seul taxon ;

Tableau 05. Liste des familles avec le nombre de genres et d'espèces

Famille	Genre	espèce
apiaceae	1	1
Asteraceae	6	6
chenopodiaceae	1	1
Cistaceae	1	1
Crassulaceae	1	1
Cupressaceae	1	1
Fabaceae	3	3
Fagaceae	1	1
Geraniaceae	1	1
Globulariaceae	1	1
Hyacinthaceae	1	1
Lamiaceae	2	2
Paronychioideae	1	1
Pinaceae	1	1
Plantaginacea	1	1
Poaceae	6	6
Rubiaceae	1	1

Tableau 06. Liste des espèces avec leurs, familles, types biogéographiques et biologiques (Quezel et Santa, 1962-1963; Le Houerou, 1995).

Espece	Genre	T, biog	T, biol	Famille
<i>Anisantha rubens (L.) Nevski</i>	<i>Anisantha</i>	Méd.	Th.	Poaceae
<i>Artemisia herba alba Asso.</i>	<i>Artemisia</i>	Méd.	Ch.	Asteraceae
<i>Bombycilaena discolor (Pers.) M. Lainz</i>	<i>Bombycilaena</i>	Cosm.	Th.	Asteraceae
<i>Carduus nutans L.</i>	<i>Carduus</i>	Euras.	He.	Asteraceae
<i>Cutandia dichotoma (Forssk.) Trab.</i>	<i>Cutandia</i>	Méd.	Th.	Poaceae
<i>Erodium laciniatum Willd.</i>	<i>Erodium</i>	Méd.	Th.	Geraniaceae
<i>Galium verum L.</i>	<i>Galium</i>	Holar.	He.	Rubiaceae

<i>Globularia alypum</i> L.	<i>Globularia</i>	Méd.	Ch.	Plantaginaceae
<i>Hammada scoparia</i> (Pomel) Iljin	<i>Hammada</i>	Euro.M.	Ch.	Amaranthaceae
<i>Helianthemum lippii</i> (L.) Dum. Cours.	<i>Helianthemum</i>	M.S.S	Ch.	Cistaceae
<i>Hippocrepis multisiliquosa</i> L.	<i>Hippocrepis</i>	Méd.	Th.	Fabaceae
<i>Hordeum murinum</i> L.	<i>Hordeum</i>	Méd.	Th.	Poaceae
<i>Juniperus phoenicea</i> L.	<i>Juniperus</i>	Méd.	Ph.	Cupressaceae
<i>Launaea arborescens</i> (Batt.) Murb.	<i>Launaea</i>	M.S.S.	Ch.	Asteraceae
<i>Lygeum spartum</i> L.	<i>Lygeum</i>	Méd.	Géo.	Poaceae
<i>Macrochloa tenacissima</i> (L.) Kunth	<i>Macrochloa</i>	Méd.	Géo.	Poaceae
<i>Medicago polymorpha</i> L.	<i>Medicago</i>	Méd.	Th.	Fabaceae
<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill	<i>Muscari</i>	Méd.	Ch.	Asparagaceae
<i>Pallenis hierichuntica</i> (Michon) Greuter	<i>Pallenis</i>	S.S	Th.	Asteraceae
<i>Paronychia argentea</i> (Pourr.) Lamk .	<i>Paronychia</i>	Méd.	He.	Caryophyllaceae
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	<i>Pinus</i>	Méd.	Ph.	Pinaceae
<i>Plantago albicans</i> L.	<i>Plantago</i>	Méd.	Ch.	Plantaginaceae
<i>Quercus ilex</i> L.	<i>Quercus</i>	Méd.	Ph.	Fagaceae
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	<i>Rosmarinus</i>	Méd.	Ph.	Lamiaceae
<i>Scorzonera hispanica</i> L.	<i>Scorzonera</i>	M.O.	He.	Asteraceae
<i>Sedum album</i> L.	<i>Sedum</i>	Euras.	Ch.	Crassulaceae
<i>Selinopsis montana</i> Coss. Durieu ex Batt.	<i>Selinopsis</i>	End. N.A	He.	Apiaceae
<i>Stipa parviflora</i> Desf.	<i>Stipa</i>	Méd.	Ch.	Poaceae
<i>Teucrium polium</i> L.	<i>Teucrium</i>	Euro-M.	Ch.	Lamiaceae
<i>Trigonella anguina</i> Delile	<i>Trigonella</i>	M.I.T.	Th.	Fabaceae

2.1.Diversité des familles :

Quatre familles constituent près de 60% du total des espèces. Sont les familles les plus représentées, Asteraceae à 20%, Poaceae 20%, les Fabaceae 10% et Lamiaceae 7%. Les autres familles sont représentées à moins de 4% (fig.14).

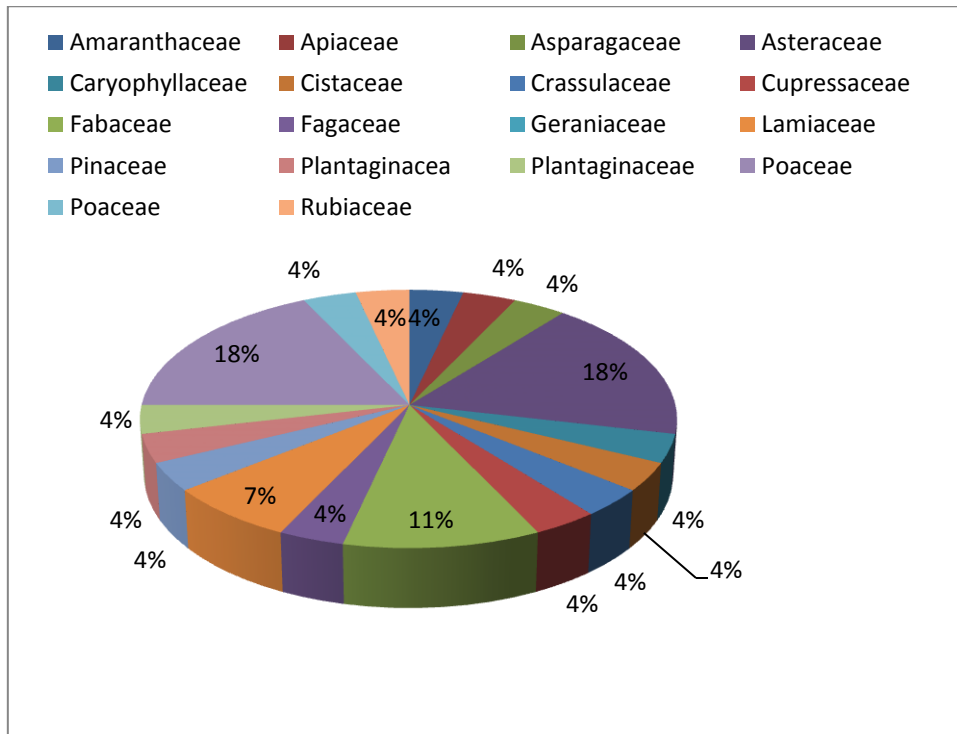


Figure 14. Contribution spécifique des familles.

2.2.Spectre biogéographiques

L'élément phytogéographique correspond à « l'expression floristique et phytosociologique d'un territoire étendu bien défini; il englobe les espèces et les collectivités phytogéographiques caractéristiques d'une région ou d'un domaine déterminés » (**BRAUN-BLANQUET, 1919 cité in Kaabeche, 1990**).

Un spectre biogéographique brut a été établi à partir des listes floristiques des relevés (fig.15). Les pourcentages retenus correspondent aux regroupements des éléments :

Méditerranéennes, holarctique, eurasiatique, endémique nord-africain-Plurirégionales, Méditerranéo-Saharo-Sindiennes, Euro-Méditerranéennes, saharo-sindien, Méditerranéo-Occidentales, Méditerranéo-Irano-Touraniennes.

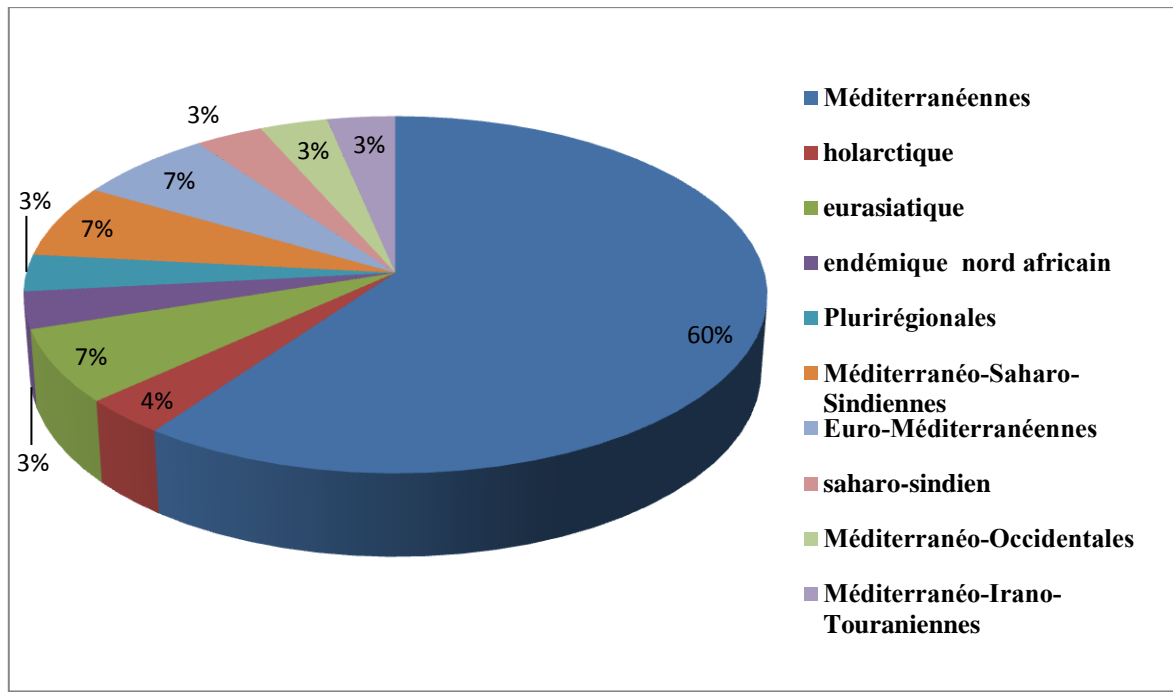


Figure 15. Spectre biogéographique brut des espèces recensées.

L'examen de la figure montre une forte prédominance de l'élément méditerranéen avec un pourcentage de 60% dans les sites de prélèvement. L'importance de cet élément peut s'expliquer par le fait que la zone d'étude s'est appartenu au domaine Maghrébin-Steppique auquel s'ajoutent des pénétrations méditerranéennes.

2.3.Spectres biologiques

Le spectre biologique simple (fig.16) montre que la prédominance des plantes Chaméphytes (plus de 33 %), puis les Thérophytes à 30%, les Hémicryptophytes à 17%, les Phanérophytes à 13%, et les Géophytes à 7%.

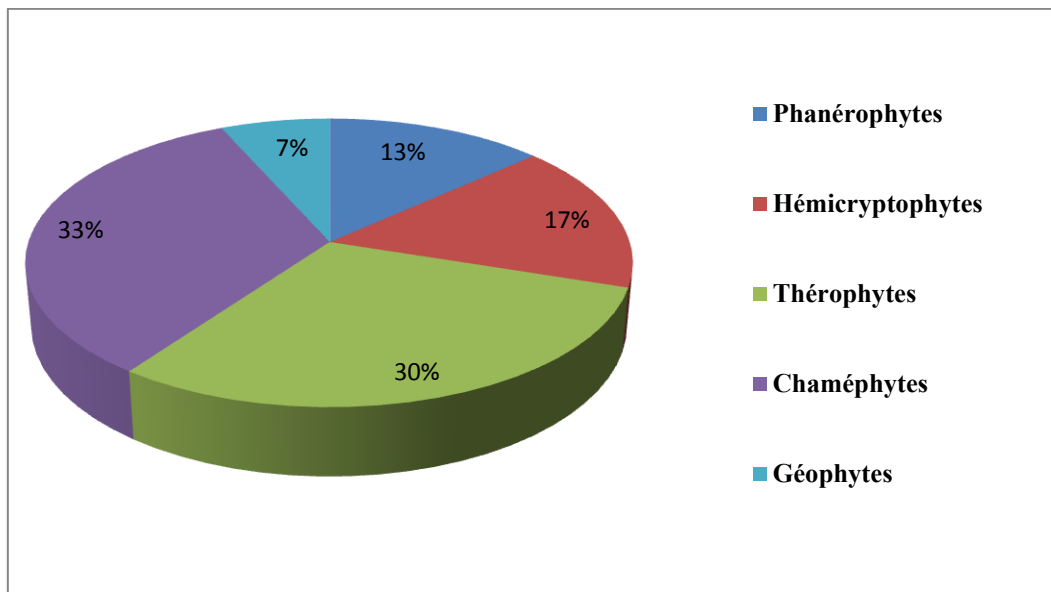


Figure 16. Spectre biologique des espèces recensées.

Les plantes vivaces Chaméphytes occupent 33% des types biologiques présents. Notons que la majorité des espèces recensées sont des espèces vivaces. Ces dernières, étant plus adaptées, se retrouvent de façon permanente dans le milieu, et traduisent au mieux les conditions écologiques.

L'examen de la figure 18 montre la prédominance des Chaméphytes près de 34% dont les genres de : *Artemisia*, *Launaea*, *Sedum* et *Globularia* sont les plus représentées, les thérophytes présentent par 30% principalement par *Medicago*, *Pallenis*, *Trigonella*, *Hippocrepis*, *Hordeum*, *Cutandia*, *Erodium*, *Anisantha*, *Bombycilaena*, et les Hémicryptophytes à plus de 17% représentés par les genres *Carduus*, *Galium*, *Paronychia*, *Scorzonera*, *Selinopsis*.

Le pourcentage des phanérophytes, et des géophytes diminue avec l'aridité et l'ouverture du milieu, tandis que ceux des thérophytes et des chaméphytes augmentent. Leur proportion augmente dès qu'il y a dégradation des milieux préforestiers, car ce type biologique s'adapte mieux à la sécheresse estivale et à la lumière que les phanérophytes (Floret et al. 1990).

Cette chaméphytisation trouverait son origine dans les phénomènes d'aridification et d'anthropisation. Le pâturage semble ainsi favoriser de manière globale les chaméphytes refusées par les troupeaux (Floret et al. 1990).

3. Analyse du patrimoine biologique

3.1. Diversité spécifique (H') ou indice de Shannon

Les résultats de mesure de l'indice de Shannon –Weaver de notre station selon les arbres et les arbustes, les sous-arbrisseaux, les herbacées vivaces et annuelles sont données dans le (Tab07).

Tableau 07. L'indice de diversité de Shannon–Weaver.

AA	SA	HV	HA
0,58	0,27	0,91	0,46

L'examen des résultats affirme que les herbacés vivaces sont les plus diversifiées, et montre qu'on a réalisé ce résultat parce que les herbacés vivaces sont les plus adaptés aux conditions écologiques du milieu, puis les herbacés annuelles, parce que l'échantillonnage est réalisé au printemps, suivi dernièrement par les sous-arbrisseaux, les arbres et les arbustes parce que la station est dans un matorral dans un étage semi-aride à hiver très froid, dans lesquels les sous-arbrisseaux les plus représentés sont le romarin et la globulaire, et les arbres et les arbustes les plus représentés sont le pin d'halep et le genévrier.

3.2. Le Richesse MARGALEF (D_m)

D'après **Alain** et **Robert** (2006), très globalement, la richesse spécifique décroît progressivement avec la latitude, des biocénoses équatoriales aux biocénoses arctiques, de même qu'en fonction du gradient altitudinal, cela en rapport avec l'accentuation corrélative des contrastes climatiques. En revanche, elle s'accroît en principe au cours des successions.

D'après **Ramade** (2003), elle présente en définitive un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement et représente la mesure la plus fréquemment utilisée de la biodiversité.

Les résultats de mesure de la richesse de **MARGALEF (D_m)** de notre station étudiée sont donnés dans le (Tab07).

Tableau 07. Richesse spécifique du site de prélèvement.

AA	SA	HV	HA
0,042	0,015	0,34	0,16

Selon l'échelle de DAGET et POISSONET (1991), L'examen des résultats de cet indice montre que les la station étudiée est très riche aux herbacées annuelles à cause de la période printanière de l'échantillonnage .

3.3.L'indice de Pielou (L'homogénéité)

Les résultats de cet indice de notre station étudiée sont dans le (Tab08).

Tableau08. L'indice de l'homogénéité de Pielou.

AA	SA	HV	HA
0,18	0,034	0,54	0,26

L'examen des résultats affirme une homogénéité très faible, ce résultat est expliqué par la répartition de la roche mère, sol nu et les litières de grande superficie.

3.4.L'indice de Simpson(dominance)

Les résultats totales de cet indice sont classées dans le (Tab09).

Tableau08. L'indice de Simpson (dominance).

AA	SA	HV	HA
0,147	0,014	0,081	0,015

L'examen des résultats montre qu'il ya un décalage est détecté dans les trois sites étudiée dans notre station et ceci est ce qui explique la dominance d'une espèce à autre par exemple on a :

- La dominance des arbres et des arbustes.

4. Discussion

Les données climatiques de la région montrent qu'il y a une durée accentuée de sécheresse (avril – octobre), ce qui provoque des stress hydriques et salins aux plantes de la région. Ces stress conduisent les plantes de cohabiter aux microorganismes de la rhizosphère (rhizobium, mycorhize...). Dans ce contexte, nous avons sélectionné à base d'étude floristique du junivrier (*Juniperus phoenicea*) pour son mise en évidence de la mycorhization, à cet effet, on a obtenu les résultats suivants:

Avec l'observation microscopique (Gx400), l'espèce mise en évidence présente une association endomycorhizienne à vésicule (fig12). On remarque, également, l'existence des arbustes et des hyphes avec vésicules.

Pour les résultats de quantification de la mycorhization, on utilise la méthode de point de lecture sur les racines écrasées et on obtient des taux de mycorhization forte avec *le junévrier*.

Des études ont été faits ont obtenait des taux de mychorization différents

Sylvia 1986 a mesuré une moyenne de 12 mètres d'hyphes de champignons endomycorhiziens par gramme de sol dans une dune subtropicale et estime que la longueur d'hyphes qui se développe autour de la racine peut atteindre 200 à 1000 mètres pour un centimètre de racine.

Dodd 1994 rapporte que, le mycélium extracellulaire de *Glomus geosporum* et *G. monosporum* peut s'étendre à une distance de 6 à 9 cm de la racine. Cet auteur a montré également que, l'efficacité des souches pourrait être au moins en partie fonction de leur capacité à former rapidement un réseau important d'hyphes extra-racinaires en inoculant l'oignon avec 4 espèces de champignons endomycorhiziens. Sanders *et al.* (1977) ont constaté que, les 3 espèces efficaces produisaient des quantités équivalentes d'hyphes extra-racinaires, alors que la quatrième espèce, peu efficace entraînant un faible pourcentage d'infection et produisait un peu d'hyphes extra-racinaires.

Selon **Nouaim et Chaussod 1996**, le rôle de la symbiose mycorhizienne dans la croissance et la nutrition des plantes n'est plus à démontrer, de nombreux travaux l'ayant mis en évidence. Plusieurs synthèses bibliographiques ont été publiées sur ce sujet, on cite entre autres, les travaux de **Dommergues et Mangenot (1970)**, **Gianinazzi-Pearson (1982)**, **Planchette (1982)** et **Strullu (1991)**.

D'après **Tinker 1984**, dans la plupart des cas, l'effet bénéfique des mycorhizes est dû à une amélioration de la nutrition minérale de la plante-hôte, surtout en ce qui concerne les éléments peu mobiles dans le sol tels que P, Zn et Cu. Cependant, il n'est pas exclu que, la nutrition azotée puisse aussi être améliorée sous l'effet de la mycorhization.

Le Methnane: *Thymelaea microphylla* qui marque un taux de mycorhization de 57,77% ce taux peut être dû au stress salin ou hydrique qui subit cette espèce, car la sélection et

l'arrachage des plantules étudiées étaient fait au début du mois de Mai (05.05.2014) pendant laquelle une période sèche a été marquée.

La disponibilité de l'eau dépend avant tout des apports, c'est à dire la hauteur des précipitations et de la proportion de ces apports qui s'infiltrer dans le sol, mais elle dépend aussi de la faculté des plantes à prélever l'eau du sol.

Sieverding 1981 a comparé la croissance et l'alimentation en eau chez le sorgho, pour trois niveaux d'humidité du sol, correspondant à 10%, 50% et 90% de la capacité de rétention. Il a observé que, la croissance des plants non mycorhizés, pour une humidité du sol correspondant à 50% de la capacité de rétention est plus faible que celle des plants mycorhizés à 10%. De même, le poids sec des parties aériennes des plants mycorhizés, pour un sol à 50% de la capacité de rétention, est plus élevé que celui des non mycorhizés à 90%. Ces expériences ont aussi montré une relation entre la mycorhization et l'efficacité de l'eau chez le sorgho: pour une humidité du sol correspondant à 50% de la capacité de rétention il faut 1722 ml d'eau pour produire 1g de poids sec chez les sorghos non mycorhizés et seulement 970 ml chez les sorghos mycorhizés.

Sieverding 1981 trouve que les conditions de faible alimentation en eau chez les plantes mycorhizées augmentent l'infection des racines. Il observe également une corrélation positive entre le développement de mycorhizes et l'induction de l'économie de l'eau et un effet bénéfique de la mycorhization d'autant plus important que le sol est sec.

Safir et al. 1971 furent les premiers à démontrer, sur soja, que les plantes mycorhizées avaient une résistance racinaire au transport de l'eau plus faible que les plantes non mycorhizées. La différence de prélèvement de l'eau était éliminée en ajoutant une solution fertilisante aux plants non mycorhizés. Ces auteurs en concluaient que l'effet sur le transport de l'eau est dû à une augmentation du statut nutritionnel chez les plantes mycorhizées. A partir de cette constatation, divers travaux ont été menés pour essayer d'élucider le mécanisme par lequel le champignon mycorhizien influence les mouvements de l'eau dans la plante-hôte.

Levy et Krikun 1980 ont expliqué les résultats de **Safir et al. (1971)** par le fait que, les plants de soja mycorhizés se développent rapidement et les changements attribués aux mycorhizes peuvent être dû à d'autres facteurs comme la croissance rapide des parties aériennes. Ils ont suggéré que l'effet de la mycorhization s'exerce sur l'équilibre hormonale racine - partie aérienne.

D'après Hamza (1980) les plantes qui s'adaptent à la salinité se manifestent par des formes tels que :

Faible allongement des organes aériens et souterrains et leur ramification.

Un raccourcissement des entre-nœuds.

Une diminution de la surface foliaire.

Brinis 2011 déduit que, le métabolisme des plantes de milieu fortement salé est lié à une résistance à la déshydratation par:

L'adaptation de son potentiel osmotique afin de rétablir les relations hydriques.

Un control efficace des flux ioniques intra-tissulaires et intracellulaires. Ces manifestations sont la cause principale pour la diminution de taux de mycorhization chez les espèces halophytes.

Dans sa thèse de doctorat intitulée de -Etude de l'effet de l'âge des plantations de figuier de Barbarie (*Opuntia ficus indica* L. Miller) sur la variation des ressources naturelles (sol et végétation) des steppes algériennes de l'Est. Cas de Souk- ahras et Tébessa- ,S.Neffar a montré que :

L'âge des plantations avait des effets statistiquement significatifs sur certains paramètres du sol, à savoir le taux de matière organique, l'humidité et le taux de calcaire actif.

L'âge des plantations avait un effet significatif sur la végétation par l'amélioration du taux de recouvrement du sol.

le figuier de Barbarie développe une association mycorhizienne de type arbusculaire mais il n'y a aucun effet significatif de l'âge des plantations sur les paramètres de mycorhization (**Neffar,2012**).

Dans notre etude sur le junévrier on a obtenu que Le junivrier présente un taux de mycorhization de 74,40 %, cette espèce se forme d'un sparte avec un système racinaire fine et dense; ce qui explique un pourcentage élevé. Ce Sparte subit des conditions pédoclimatiques difficiles (stress hydrique et salin), car il vive sur les sols légers (généralement sableux). Dans ces conditions, la plante y doit être développée un système racinaire capable de fournir l'alimentation hydrique et minérale.

Le pourcentage de michorization influe par la composition floristique.

CONCLUSION

CONCLUSION

L'étude phytosociologique et mycorhizienne du Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea* L.) a été réalisée dans la station d'Ouaren durant le printemps 2018.

En vue de caractériser la relation mycorhizienne et la formation végétale. La méthodologie adoptée est d'observer les points mycorhiziennes sur les racines (observation directe) pour les mycorhizes et celle de l'échantillonnage linéaire pour la végétation. Elle est orientée par les huites directions géographiques (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW).

Les résultats obtenus laissent conclure que *Juniperus phoenicea* contient un fort taux de mycorhization et pour la formation végétale étudiée est principalement arbustive et buissonnante, un véritable *matorral haut et moyen* typiquement méditerranéen et ouvert mais qui contient de nombreuses infiltrations steppiques.

Elle est de moyenne richesse floristique dont les familles les plus représentées sont les Asteraceae, les Poaceae, les Fabaceae.

Du point de vue phytosociologique les groupements relatifs à ces formations de *Juniperus phoenicea*, relèvent de : la Classe des *Quercetea ilicis* ; l'Ordre des *Pistacio lentisci-Rhamnetales alaterni* ; de l'Alliance *Junipero-oxycedri-Rhamnion atlanticae* et de l'Association *Junipero turbinatae-Quercetum rotundifoliae*.

Les espèces liées à ce matorral sont celles de la classe *Quercetea ilicis* dont : *Quercus ilex*, *Juniperus sp.*, *Rosmarinus officinalis*, *Sedum album*, *Globularia alypum*, *Helianthemum sp.*, *Teucrium polium*...etc. et celles des groupements des steppes arborées à *Juniperus phoenicea* et *Macrochloa tenacissima*.

Ce type de formation végétale résulte de la dégradation avancée des forêts de *Quercus ilex*, elle est d'origine anthropozoïque et peut passer progressivement à la formation de la garrigue. Cette dégradation est mise en évidence par la chaméphytisation et la thérophytisation progressive de la végétation, et par les nombreuses infiltrations steppiques telles que : *Artemisia sp.*, *Macrochloa tenacissima*, *Stipa parviflora*, *Paronychia argentea*, *Bombycilaena discolor*, *Plantago albicans*.

L'étude phytosociologique des formations végétales est d'une importance primordiale dans la connaissance de la composition floristique, la dynamique et la structure des formations forestières de la région de Djebel Amour à cause de leur dégradation alarmante. Et de point de vue mycorhizienne, l'étude représente que *Juniperus phoenicea* a une forte relation mycorhizienne.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Abed S. (1982) : Litho stratigraphie et sédimentologie du Jurassique moyen et supérieur du Djebel Amour (Atlas saharien). Thèse 3^{ème} cycles, Univ. De Pau. 242 p.

Aidoud a., 1983 : contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud oranais. Phytomasse, productivité primaire et application pastorale, thèse 3ème cycle. Uni. SCI. Tech. H. Boumediène, 245p. +Ann.

Aidoud a., le floch. Et le houerou h.n. 2006 : article scientifique science et changements planétaires. Sécheresse. Volume 17. Numéro 1. Pp 19-30. Janvier juin 2006.

Alan L., Miller N.D. (1996) : Antipxydant flavonoïdes, fonction and clinical usage. *Alternative Medecine, Review*. **1(2)** : 4-10.

Aubert G, 1978- Méthodes d'analyses des sols. Ed. CRDP, Marseille, 191 p.

Barbero M., 1990 : Méditerranée : Bioclimatologie. *Écologia méditerranée*. XVI, pp: 1.12.

Bettahar A. (2009) : Les accidents majeurs de l'Atlas saharien central et les structures associées. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. H. BOUMEDIENE, Alger, 210 pp

Boudy p., 1955 : économie forestière nord-africaine. Tome 4 : description forestière de l'Algérie et de la tunisie. Larose, paris, 483 p.
D'ingénieur. INA. Alger. 93p.

Daget P. Et Poissonet J., 1997 : Biodiversité et végétation pastorale. *Revue Elev. Med, vêt, Pays tropages*, 50 (2) : 141-144.

Daget P., 1982 : Sur le concept de mesure et son application en écologie générale. *Vie et Milieu*, 32: 281-282.

Daget ph., 1977 (a) : le Bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modèle de caractérisation, végétation. Vol. 34 (1), 99 = 1- 20.

Despois J. (1957) : Le Djebel Amour (Algérie). Publications de la faculté des lettres d'Alger. II^e série - Tome XXXV. 158p.

Djebaili S., 1978 : Recherches phytosociologies sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse doctorat es-science, Université de Montpellier, 229 p.

Emberger L., 1955 : une classification biogéographique des climats. *Trav. Ins. Bot. Montpellier*. 7, pp : 3- 43.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Gervy R, 1970. Les phosphates et l'agriculture. Ed : Dunods, Paris, 57p. *qui a été toujours à mes côtés et à toute sa famille.*

Gillet F., 2000 : la phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologique. Documents du laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie. Doc.1. mars 2000, 1^{ère} édition, Univ. Neuchâtel – Inst. Bot. Suisse : 68 p.

Gounot M., 1969 : Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson éd., Paris, 314p.

Ingram J. C., 2008- Berger- Parker Index. Encyclopedia of Ecology. The Earth Institute at Columbia University, New York, ed. Elsevier, N.Y., USA: 339-346.

Ingram J. C., 2008: Berger- Parker Index. Encyclopaedia of Ecology. The Earth Institute at Columbia University, New York, ed. Elsevier, N.Y., USA: 339-346.

Kadik B. (1983) : Contribution à l'étude du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie. Ecologie, dendrométrie, morphologie, OPU, Alger, 581p.

Kouidri M. (2013) : Contribution à l'étude de l'avifaune nicheuse de la région de l'Atlas saharien. Doc. Bio. Animale ; Univ. Badji Mokhtar Annaba.

Mathieu C et Pieltain F, 2003 : Analyse chimique des sols. Ed. Tec et doc. Lavoisier, Paris, 292 p. mise en valeur dans la région d'ADRAR, C.U. de Tiaret, 39p.

Moulai, A. 2001. Etablissement d'une fertilisation minérale d'une variété de blé

Moumen, T. 1995. Rapport relatif à la caractérisation des sols des périmètres de

O.N.M., 2018 : Bulletin d'informations climatiques. Ed. Office National Météorologique, Ouargla, 5 p.

Philippeau G, 1986- Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales. ITCF, Paris, 63 p. pp173-184.

Quezel P et Santa S., 1962 : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. CNRS. Paris. 2 tomes, pp : 565- 605. **Ramade F., 2003 :** élément d'écologie. 3^{ème} édition. Dunod, 690 p.

Ramade F, 2008 : Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Ed. Dunod, Paris, 737 p.

Rameau J-C., Mansion D., Dumé G. (2008) : Flore forestière française: Région méditerranéenne. Institut pour le développement forestier. P 2426.

Rognon, P. 1994. La conséquence de la sécheresse sur la pédogénèse. Sécheresse.

S.R.A.T., 2006 : Schéma Régional d'Aménagement du Territoire (SRAT)

Seigue a 1985 : la forêt circum méditerranéenne et ses problèmes. Maison neuve et larose édition. Paris. 502p. Bentouati a. (2006), croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (*pinus halepensis m.*) Du massif d'oued yagoub (khenchela-aurès).

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Thèse de doctorat d'état en sciences agronomiques. Université colonel el hadj lakhdar, batna, Algérie. P 119.

Seigue A. (1985) : La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Ed : G.P Maisonneuve et Larose. P- 216.

Soltner D, 1989- Les bases de la production végétale. Le sol. Ed. Angers, 468 p.

Stambouli M. (2004) : Contribution à l'étude hydrogéologique de l'Atlas Saharien, l'exemple de Djebel Amour. Thèse de Doctorat : Institut des Sciences de la terre d'Oran, 329p

tendre (*Triticum aestivum L.*) sous pivot dans la région d'ADRAR. Mémoire

Varlet E. (2008) : Description des espèces. In découvrez les fruits sauvages. Ed : Elleboresang de la terre. Paris .p 254.