

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمار تليجي بالأغواط



UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUA



كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences écologiques
Option : Ecologie végétale et environnement.

THEME

La contribution a la relation mycorhizienne chez *juniperus phaenicea* dans un étage semi-aride cas de Djebel el Ghicha

Présenté Par:

- Boudjelida ahmed
- Rebhi Asma

Jury de soutenance :

Nom et prénom	Grade	Qualité
Gacem Mohamed Amine	MAA	Président
Soufi Ibtissem	MAA	Examinatrice
Yousfi Mustapha Nacer	MAA	Rapporteur

Seutenu publiquement 2017/2018

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمار تليجي بالأغواط



UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUA



كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences écologiques
Option : Ecologie végétale et environnement.

THEME

La contribution a la relation mycorhizienne chez *juniperus phaenicea* dans un étage semi-aride cas de Djebel el Ghicha

Présenté Par:

- Boudjelida ahmed
- Rebhi Asma

Jury de soutenance :

Nom et prénom	Grade	Qualité
Gacem Mohamed Amine	MAA	Président
Soufi Ibtissem	MAA	Examinatrice
Yousfi Mustapha Nacer	MAA	Rapporteur

Seutenu publiquement 2017/2018



REMERCIEMENTS

Avant toute chose nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir accordé la force et les moyens afin de pouvoir réaliser ce travail.

*Tout d'abord à remercier notre encadreur M.YOUSFI MOSITAFANacer
Pour tout le soutien, l'aide, l'orientation, la guidance ont toujours suscité notre profond respect*

A tous les enseignants des Départements des Sciences Biologies

A tous les étudiants de la spécialité de l'écologie végétale et environnement.

AHMED & ASMAA



Dédicaces

A Allah

Remerciements à Allah sans que les moments ne sont bon qu'avec son rappel.. et que l'auteur vie n'est bonne qu'avec son pardon et que même le paradis n'est bon sans pouvoir le voir

A ma grande père rebhi hadj mohamed et nehila abd el kadir

Et mon mère ben zerigoua fatina et Rhazel zohira

Amon cher père

Amon chéri, la lumière de mon trajet, au symbole de la virilité et du sacrifice, à mon appui, ma force, à ma fierté .le prince de ma vie, mon père rebhi sehli

Amon très chère mère

Si l'offrande exprime même partiellement la fidélité alors j'offre ce travail modeste au signe de l'amour, à celle avec qui j'ai connu le sens de la vie, à celle qui était contente pour moi avant même que je le sois.

A celle qui a sacrifié sa vie pour moi, au diamant de ma chère maman nehila hanai

A mes chers sœurs ;sara,maroua, chourouk, katkota israa kholod

A ceux qui me sont les plus chères, à ceux qui m'ont montré

Ce qui est plus beaux que la vie elle-même mes sœurs nehila zahira

*Chère amie ;A.toufik;R .hicham ;R.mohamed ;R.hamid ;R.abd a
allah ;R.mustapha ;B.khaled ;N.brahim ;N.nordine ;B.nadir ;Nacri
hakim ;N.tarik ;N.mustapha ;N.tadj el dine*

A toutes la famille Rebhi. Nehila

Sans oublier mes oncle ; R.khatire,R.abd el hafid,R.mehdi,R.ahmed, B. bel kasim

*Ames tantent ;R.hamira ,R .rekai ,R.rachida ,R.fadhia
,N.houaria,N.taoisse,N.naima,N.fatiha,N.fatima*

Ames dernier ;N.ahmed, N.mohamed

A ceux que j'ai appris à trouver et qui m'ont appris à ne pas les perdre et à boujlida ahmed

Tous ceux ou celles qui me sont chers et que j'ai omis involontairement de citer.

Asma

Dédicaces

Je dédie ce travail à

- Mes très chère parents, HASSANI TAIFFOUR aux quels .

je dois tout respect et que ne remercierais jamais assez

pour leur sacrifies.

- Mes frères.ABDEL AZIZ ,TAIFFOUR

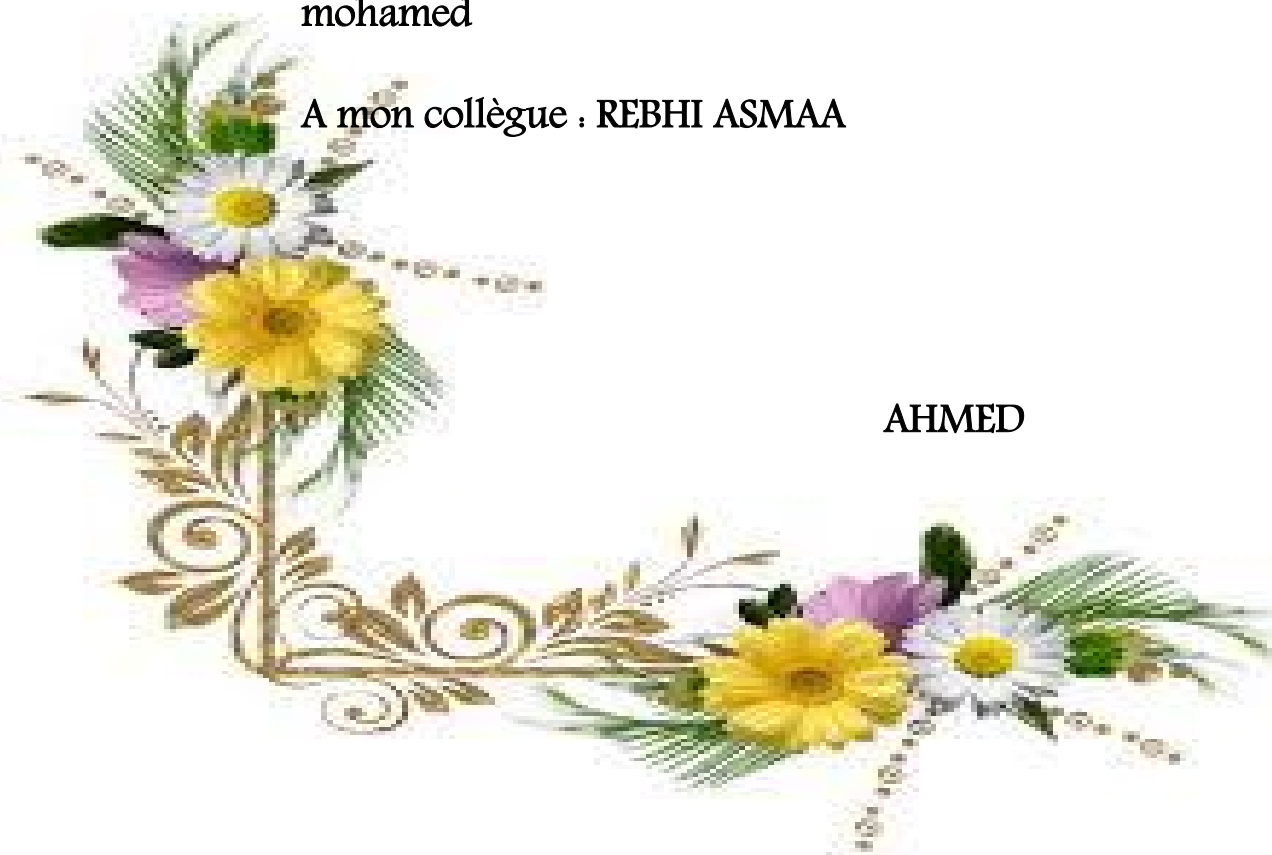
-Ma sœur.CHRIFA ,fatina,yaccer arafat,achraf,asmaa,
mohamed,Raid salah

A tout ma famille .BOUJLIDA et HASSANI .

A tout mes aime ,ABEDALI HADJ.ARIBI TOUFIK ,Hassani
mohamed

A mon collègue : REBHI ASMAA

AHMED



Résumé

L'étude a été réalisée au niveau de la station BARRICH, dans la commune d'EL-GHAYCHA durant le printemps 2018,

Le travail a pour objectif de la Contribution à la caractérisation de la relation mycorrhizienne chez *Juniperus Phoenicea* dans un étage semi-aride cas de Djebel ElGhicha W. Laghouat celle de l'échantillonnage linéaire basée sur la réalisation des relevés phytocologiques et des mychorizes et le traitement des résultats par l'application des indices écologiques pour et la coloration des racines.

Les résultats obtenus montrent que les individus recensés se répartissent en 16 familles, 27 genres et 28 espèces. La famille des Poaceae est la plus représentée par (05) genres, Les plantes annuelles occupent près de 32% des types biologiques présents, celle que; *Brachypodium distachyon* et *galium aparine*.

Sous notre but de l'étude les résultats de la mycorrhization sur les racines de *le juniperus phinécie* indiquent que plus de 50% des arbres examinés sont notamment mycorrhizés et présentent taux de mycorrhization avec une moyenne de 74.40%, ce taux peut être dû au stress salin ou hydrique qui subit cette espèce.

Les résultats de l'examen microscopique des brins racinaires préparés a été réalisé avec répétabilité et reproductivité élevées.

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

Arbuscules intracellulaires

Mots clés : Flore, station de BERRICH., *Juniperus phoenicea* L., *Quercus ilex*, Indices écologiques, , El-Gheicha, mychorize,

Summary .

The study was carried out at the BARRICH station, in the commune of EL-GHAYCHA during the spring of 2018, The aim of the work is to contribute to the characterization of the mycorrhizal relationship *Juniperus Phoenicea* in a semi-arid case of Djebel ElGhicha W. Laghouat that of linear sampling based on the realization of phytocological records and mychorizes and the treatment of the results. by the application of the ecological indices for and the coloration of the roots.

The results obtained show that the individuals surveyed are divided into 16 families, 27 genera and 28 species. The family of Poaceae is the most represented by (05) genera. Annual plants occupy nearly 32% of the biological types present; *Brachypodium distachyon* and *galium aparine*.

Under our goal of the study, the results of mycorrhization on the roots of *juniperus phinécie* indicate that more than 50% of the trees examined are notably mycorrhizal and present mycorrhization rate with an average of 74.40%, this rate can be due to the stress saline or watery that undergoes this species.

The results of the microscopic examination of the prepared root strands was performed with high repeatability and reproducibility.

This allowed us to visualize the different mycorrhizal structures such as: Intracellular Arbuscules, Vesicles and Intraradicular Hypes and

Intracellular arbuscules

Key words: Flora, BERRICH station., *Juniperus phoenicea* L., *Quercus ilex*, Ecological indices, El-Gheicha, mychoriza

التلخيص :

المساهمة في توصيف العلاقة بين الميكوريزات وشجرة العرعار في منطقة شبه جافة الغرض من هذه الدراسة هو حالة جبل الغيشة. اجريت هذه الدراسة في محطة "بريش" في بلدية الغيشة ربيع 2018 ولاية الاغواط.

تم اخذ العينات بالطريقة الخطية على اساس تسجيل فيطو سوسبيولوجية و الميكوريزات من المنطقة و معالجة النتائج بتطبيق المؤشرات الايكولوجية و تلوين الجذور.

تبين ان الافراد المحددة يتم توزيعها على 16 عائلة، 27 جنس، و 28 نوع نباتي عائلة النجيليات هي الاكثر تمثيلا ب 25 اجناس. الناباتات السنوية تحتل

ما يقرب الجذور النتائج المحصل عليها تحت هدف دراستنا فان النتائج دراسة الميكوريزات على جذور شجرة العرعار تشير *Brachypodium*

distachyon و *galium aparine* من 32% من الانواع البيولوجية الحالية مثل :نتائج الملاحظات 74.40 هذا المعدل قد يكون نتيجة

الاجهاد الملح او الماء الذي يعاني من هذا النوع 50% من الشجرات المدروسة بما ميكوريزات بشكل كبير بمعدل 74.40 % الا أنه أكثر من

الحويصلات والبطلين داخل الجسد سمح لنا هذا بتصوير مختلف الهياكل المختلفة للميكوريز، الخلايا داخل الخلية المجهرية المحضرة بتكرار عالي.

الكلمات المفتاحية : نبات محطة بريش ، العرعار، مؤشر ايكولوجي ، الغيشة ، ميكوريز.

LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre	Page
Figure 1	<i>Juniperus phoenicea</i> L.	06
Figure 2	Les racines mycorhizées	11
Figure 3	Les hyphes d'un champignon éctomycorhizienne	12
Figure4	observation microscopique L'endomycorhize	13
Figure 5	Les différents types de la mycorhization	14
Figure 6	Echange des éléments nutritifs	15
Figure 07	Coupe longitudinale d'une mycorhize d'épica	17
Figure 8	Situation géographique et topographique de la région d'étude	19
Figure 9	Pentes et réseaux hydrographiques de la région d'étude	22
Figure 10	Topographie de la région de Laghouat	24
Figure 11	Quotient pluviothermique et étage bioclimatique de la région d'Aflou	28
Figure 12	Situation de la région d'Aflou sur le Climagramme d'Emberger (1955	29
Figure 13	Extrait de la carte d'occupation des sols de la région de Laghouat	32
Figure 14	creuse par le marteau	44
Figure 15	l'observation de colonisation des mychorizes sur les racines	44
Figure 16	Schéma de coloration des échantillons racinaires	46
Figure 17	Contribution spécifique des familles	50
Figure 18	Spectre biologique simple des espèces recensées	51
Figure 19	Spectre biologique simple des espèces recensées	52
Figure 20	Pourcentages des arbres par classes de taux de mycorhization	55
Figure 21	Observation microscopique des Hyphes extraradiculaires	56

Figure 22	observation microscopique des Arbuscules intracellulaires	57
Figure 23	observation microscopique des arbuscules intracellulaire	57
Figure 24	observation microscopique de Vésicules intraradicales	58
Figure 25	observation microscopique des Vésicules intraradicales	58
Figure 26	Observation microscopique des Hyphes intraradicales	58

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
Tableau 1	précipitations moyennes mensuelles et annuelle d'Aflou (2008-2017)	25
Tableau 2	Régime pluviométrique saisonnier de station d'Aflou (2008-2018)	26
Tableau 3	Les températures moyennes mensuelles d'Aflou (2008-2017)	27
Tableau 4	Quotient pluviothermique et étage bioclimatique de la région	29
Tableau 5	résultats de la lecture par la loupe sur les racines	45
Tableau 6	Liste des familles avec le nombre de genres et d'espèces	48
Tableau 7	Listes des espèces avec leurs, familles, types biogéographiques et biologiques (QUEZEL et SANTA, 1962-1963; LE HOUEROU, 1995)	49
Tableau 8	Les résultats d'application de l'indice de diversité de Shannon-Weiner	52
Tableau 9	Les résultats de l'indice de Pielou	53
Tableau 10	Les résultats de la richesse totale	53
Tableau 11	Richesse et diversité spécifique du site de prélèvement	54
Tableau 12	Les résultats totales de cet indice de dominance de Simpson(Ds)	54

Liste des abréviations

CMA= champignons mycorhizes arbuscules

DSF=Direction générale des forêts 2015

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

S.D.F= Source Service des forets, 2010

C=degré Celsius

O.N.M, 2018= Office National Météorologique, Ouargla,

Ans = années

Aa = l'indice d'aridité

MM = matière minérale

CO₂ =carbone d'oxygène

N=azote

P=phosphore

K=potassium

Ca =calcium

Na =sodium

KOH= Hydroxide de potassium

Annexe 01 :les résultats des analyses physico-chimiques du sol

Matière organique :

	Poids des échantillons	Après 5h 30min aFour à moufle (550 C°)	Niveau
Echantillon 1	47.50g	46.24g	H
Echantillon 2	38.86g	37.37g	H
Echantillon3	33.85g	32.25g	C
Echantillon4	42.25g	40.64g	C
Echantillon5	47.09g	46.14g	B
Echantillon6	47.24g	46.34g	B

À partir des résultats de ce tableau, nous constatons que le taux de la Matière Organique du sol dans notre zone d'étude est riche en matière organique, et le taux de carbone est fort.

Classe de matière organique (Moraond, 2002 in Baameur, 2006).

MO %	Caractérisation
0,5-1	Très faible
1-2	Faible
2-3	Moyen
3-5	Riche
> 5	Très riche

Echelle d'interprétation des résultats du pH de l'extrait 1/5 (SOLTNER, 1989)

pH	Classes de sols
5 à 5,5	Très acide
5,5 à 5,9	Acide
6 à 6,5	Légèrement acide
6,6 à 7,2	Neutre
7,3 à 8	Alcalin
> 8	Très alcalin

echantllion	PH	Niveau
Echantllion1	8.03	Haute
Echantllion2	8.10	Milieu
Echantllion3	8.01	Bas

Annexe 2.les appareilleutilisées :



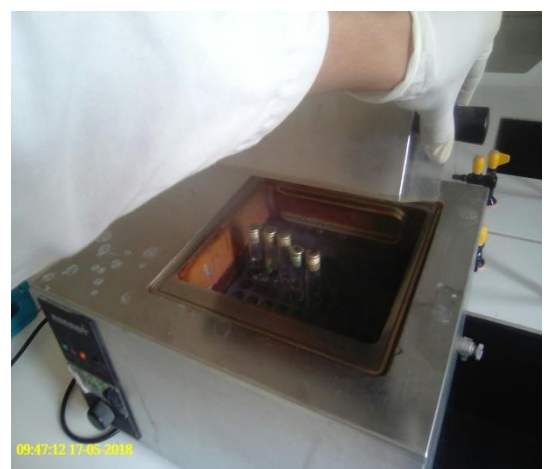
Four à moufle



Conductimètre



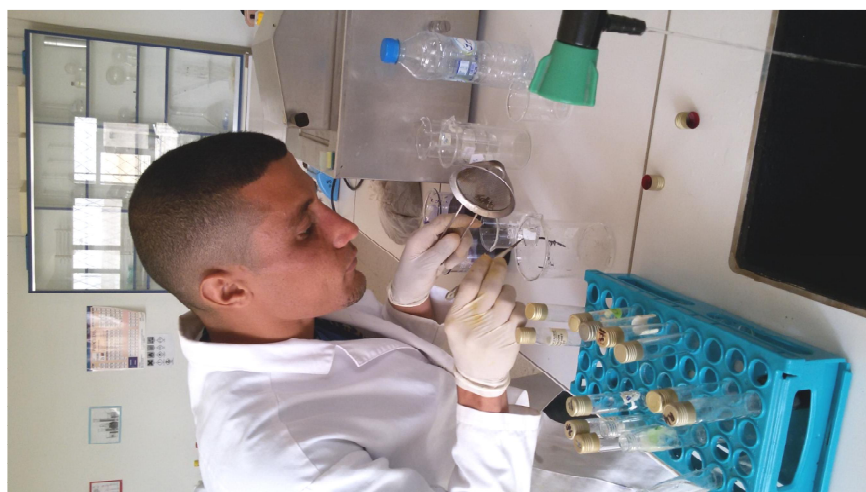
Le pH-mètre





Observation microscopique

Annexe3 :travaille de laboratoire



Sommaire

Remerciements
Dédicaces
Résumé
Liste des figures
Liste des tableaux
Liste des abréviations
Annexe

Introduction	1-2
<i>Chapitre I: aperçu bibliographiques</i>	
1. Généralités sur le Genévrier	04
1.1. Place taxonomique du genévrier de Phénicie	06
1.2. Principales caractéristiques botaniques	06
1.2.1. Les caractères morphologiques.....	07
1.2.1.1. Feuilles.....	07
1.2.1.2. Branches	06
1.2.1.3. Fleurs	07
1.2.1.4. Fruits.....	08
1.2.1.5. Le tronc	08
1.2.1.6. Longévité.....	08
1.2.1.7. Habitat.....	08
1.3. Bioécologie et écophysologie du genévrier de Phénicie.....	08
1.3.1. Exigences climatique	08
1.3.2. Exigences édaphiques.....	09
1.4. Association du genévrier.....	09
1.5. La croissance du genévrier de Phénicie.....	09
1.6. Régénération.....	10
1.7. Phénologie de l'espèce.....	10
1.8. Importance économique et écologique de l'espèce.....	10
2. Généralités sur la Mycorhization.....	11
2.1. Historique.....	11
2.2. Définition	11
2.3. Les types de mycorhizes.....	12
2.3.1. L'ectomycorhize	12

Sommaire

2.3.2. Les éctendomycorhizes.....	13
2.3.3. L'endomycorhize.....	13
2.4. Fonctions de la mycorhize	14
2.4.1. Un échange d'éléments nutritifs vitaux.....	15
2.4.2. Protection contre les polluants	17
2.4.3. Autres fonctions des mycorhizes.....	18
Chapitre II. Présentation de la zone d'étude	
1. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE	20
1.1. Localisation et description des zones d'étude	20
1.2. Géologie et Géomorphologie.....	21
1.3. Hydrogéologie	22
1.4. Pédologie	23
1.5. Caractéristiques climatiques et bioclimatiques	24
1.5.1. La situation géographique	24
1.5.2. L'altitude	24
1.5.3. L'orientation des versants.....	24
1.5.4. La pluviosité	25
1.5.5. Les températures	26
1.5.6. Synthèse climatique	27
1.5.7. Diagramme Ombrothermique de Bagnoulet et Gaussen.....	27
1.6. Flore et végétation	30
CHAPITRE III. MATÉRIELS ET MÉTHODES	
1. Choix de la station d'étude et des sites de prélèvements.....	33
1.1. Choix de la station d'étude.....	33
1.2. Choix des sites de prélèvements	33
2. Présentation de la station d'étude.....	33
2.1. Etude des caractéristiques floristiques.....	34
3. Echantillonnage floristique.....	35
4. Etude qualitative.....	36
3. Echantillonnage floristique.....	36
4. Etude qualitative.....	36

Sommaire

4.1.Exécution des relevés phytoécologique.....	36
4.2.Exploitation des résultats par l'application des indices écologiques.....	36
4.3.Abondance-dominance de Braun-Blanquet.....	36
4.4.Recouvrement.....	37
4.5.Taux de recouvrement.....	38
4.6. Densité	38
4.7.Sociabilité.....	38
4.8.Vigueur.....	39
4.9.Diversité spécifique.....	39
4.10.Richesse totale (S).....	40
4.11.Indice de diversité de MARGALEF (D_m).....	40
4.12. Indice de dominance de SIMPSON (D_S).....	41
4.13.Spectres biologiques.....	41
4.14.Spectres phytogéographique.....	42
5.Exploitation des résultats par l'Analyse en composantes principales (ACP)...	43
6.L'échantillonnage de mycorhize.....	44
7.L'échantillonnage du sol.....	44
8.Analyses physico-chimiques du sol.....	45
8.1.Le pH	45
8.2.La conductivité électrique (CE).....	45
8.3.La Matière organique	45
8.4.Le Dosage de l'azote total	45
8.5.Le potassium	45
8.6.Le phosphore	45
9. Coloration des fragments de raciness.....	46
CHAPITRE IV .RÉSULTATS ET DISCUSSION	
1.Diversité et abondance des taxons.....	48
1.1. Diversité des familles.....	50
2.Spectre biogéographiques.....	51
3.Spectres biologiques.....	52
4.Indice de diversité de Shannon-Weiner (H')	53

Sommaire

5.Indice d'équitabilité dePielou (J')	54
6.Indices de richesse floristique (S ; D _M)	55
7.Indice de dominance de Simpson(Ds)	55
8.Mise en évidence de la relation mycorhizienne	55
8.1.Taux de mycorhization	55
8.2.Hyphes extraradiculaires	56
8.3. Observation microscopique de la mycorhization intra-radiculaire	57
8.4.Arbuscules	58
8.5.Vésicules intraradiculaires	58
8.6.Hyphes intraradiculaires	59
9.Discussion	60
Conclusion	65
References bibliographiques	

Introduction Générale

Introduction générale

Les forêts jouent des rôles très importants, écologique, sociologique, économique, et un rôle capital dans la protection des sols (défense contre l'érosion), le maintien de l'oxygénation de l'atmosphère, la régulation de la pluviosité, le freinage des vents, la fixation des poussières et l'équilibre psychique de l'homme.

Aujourd'hui Elle connaît une forte tendance à la dégradation qui se traduit par la réduction du potentiel biologique et la rupture des équilibres écologiques et socioéconomiques résultant de longues périodes de sécheresse, de précipitations aléatoires et d'une surexploitation des ressources naturelles (surpâturage, déforestation, etc.). Ce dernier effectue sur la formation végétale et la structure de sol (Bees).

Plus récemment, il a été suggéré que la dynamique de la flore épigée était liée au développement des organismes vivant dans le sol. En effet, il a été démontré que la composition et l'activité des communautés microbiennes du sol étaient principalement déterminées par les caractéristiques de la strate végétale (composition spécifique et âge de la formation) (Grayston & Campbell, 1996). Ces changements dans la structure des communautés microbiennes seraient dus à la qualité des exsudats racinaires qui diffère selon l'âge et l'espèce végétale considérée (Coleman et al., 2000). De plus, les facteurs environnementaux comme les caractéristiques physico-chimiques, le pH et l'humidité du sol influencent également les populations microbiennes (Anderson & Domsch, 1993 ; Stotzky, 1997). En retour, il a été suggéré que les microorganismes du sol conditionnaient aussi la composition des communautés végétales (van der Heijden et al., 1998a).

Parmi les communautés microbiennes du sol, les champignons mycorhizes constituent une composante « clé » dans les relations plante-sol. Ces champignons, présents dans les sols de la plupart des écosystèmes, forment des associations symbiotiques avec les racines de nombreuses espèces végétales terrestres (environ 80%) (Strullu, 1991 ; van der Heijden et al., 1998a). En échange des ressources carbonées reçues de la plante hôte, ces champignons améliorent le prélèvement et le transport vers la plante des éléments nutritifs très peu mobiles (principalement le phosphore) (Bolan, 1991), augmentent la tolérance à la sécheresse (Hardie & Leyton, 1981 ; Strullu, 1991) et réduisent l'effet des infections pathogènes (Duponnois et al., 1993 ; Duponnois & Cadet, 1994 ; Abdalla & Abdel-Fattah, 2000). La symbiose mycorhizienne confère également à la plante une tolérance aux métaux lourds (Leyval & Joner, 2001) et aux polluants organiques (Joner & Leyval, 2003).

De plus, des interactions positives ont été mises en évidence entre les champignons mycorhiziens et les communautés bactériennes du sol (Duponnois & Garbaye, 1990).

Les associations mycorhiziennes des plantes des zones arides et semi-arides d'Algérie restent encore peu étudiées (Chafi et Fortaz, 1999). Par conséquent, l'objectif principal de notre travail est tout d'abord d'étudier le cortège floristique de la région de djbel Berriche dans la commune d'EL-Ghaycha wilaya de lagouat et de mettre en évidence les mycorhizes au niveau de la genévrière et comparer la croissance de mycorhizés aux différents niveaux et conditions.

Pour réaliser notre étude, on va répondre à l'hypothèse suivante ;

Quelle est la relation mycorhizienne chez le *juniperus phénicie* dans la forêt de Berriche ?

Notre approche s'articule autour de quatre chapitres :

I- Aperçu bibliographique sur la genévrière et les mycorhizes.

II- présentation de la zone d'étude

III-Matériel et méthodes.

IV-Résultats et discussion

Et en fin conclusion

Chapitre I

Chapitre I. aperçu bibliographique

1. Généralités sur le Genévrier

Les genévriers (*Juniperus*) occupent une place importante dans le paysage nord-africain, essentiellement en raison de leur rusticité et de leur dynamisme ; ce sont en effet des espèces pionnières peu exigeantes du point de vue écologique et présentes depuis le bord de mer jusque sur les sommets des Atlas. Leur rusticité leur permet de résister tant bien que mal aux agressions humaines intenses dont ils sont l'objet car dans de nombreuses régions, ils représentent le seul élément arboré ou arbustif susceptible d'être exploité pour le bois ou le feuillage, voire à des fins industrielles ou médicinales (Boudy, 1950)

(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* sur tout

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*.

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. foeditissima*.

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).

1.1.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*

1.2.Principales caractéristiques botaniques

1.2.1.Les caractères morphologiques

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 decirconférence, 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)



Source: original, (2018).

Figure 1. *Juniperus phoenicea*L

1.2.1.2.Feuilles

Selon (Varlet, 1992), les feuilles sont squammi formes nombreuses, fort petites; charnues, d'un vert foncé, ovales, convexes abtues 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).

1.2.1.3.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).

1.2.1.4.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, aiguës, disposées sur quatre rangs. Ces écailles croissent deviennent charnues ; et forment une baie arrondie, contenant ordinairement trois noyaux à une seule loge.

1.2.1.5.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 à neuf graines, ovales, aux extrémités aiguës avec une enveloppe dure qui retarde la germination .Les fruits verts puis deviennent rouges la deuxième année.

1.2.1.6.Le tronc

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

1.2.1.7.Longévité

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

1.2.1.8.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).

1.2.2.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.

1.2.3.Exigences climatiques

Selon (Rameau et Al, 2008), le *Juniperus phoeniceas* 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 *Juniperus phoenicea* important en régions méditerranéennes, leur régularité et leur répartition sont très souvent mauvaises , croit dans l'étage bioclimatique semi -aride avec une pluviométrie moyenne annuelle de 250 mm (Boudy,1950).

1.2.4.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%à30%) pour les formations dolomiticoles des Cévennes, forte à très forte dans les éboulis et falaises calcaires.

1.3.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 île styrrhéniennes, ou à *Quercus 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.(Quezelet 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.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 vivantes nettement plus vieux, que 1500 ans et que certaines souches mortes sont en place depuis plusieurs millénaire (Mandai, 2005).

1.5.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.

1.6.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).

1.7.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 phœniceas* 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. Généralités sur la Mycorhization

2.1. Historique

Il y a de cela environ 400 millions d'années, les premières plantes quittaient les milieux aquatiques pour venir coloniser la terre ferme. Toutefois, ce changement ne s'est pas fait d'un seul coup et sans aide. Au contraire, les plantes ont eu besoin d'alliés pour réussir ce tour de force et parmi ceux-ci, il y a eu des champignons. C'est grâce à leur association avec certains champignons que les plantes ont réussi à survivre dans des milieux offrant peu d'humidité et de nutriments. Cette association, ou symbiose, se nomme mycorhize (Dechemplain, 2002).

2.2. Définition

Le mycorhize (du grec «mukês» pour champignon et «rhiza» pour racine) est l'association symbiotique d'un champignon avec les racines d'une plante. En d'autres termes, c'est une racine colonisée par un champignon mycorhizien qui en a modifié la morphologie. En effet, le champignon entoure d'un épais tissu de filaments (appelé le mycélium) l'extrémité des radicelles. C'est ainsi qu'apparaît le manteau fongique. Le mot « mycorhize » signifie donc une collaboration entre un champignon et les racines d'une plante. En fait, cette association résulte d'un commun accord entre la plante et le champignon.

Elle repose sur le fait que les deux partenaires retirent des avantages de cette liaison. Le champignon retire des sucres de la plante alors que la plante a accès à des minéraux et de l'eau provenant des champignons.

Les champignons ne sont pas tous des champignons mycorhiziens. De fait, certains ne forment pas de symbiose avec les plantes. On parle alors de champignons saprophytes ou pathogènes, selon qu'ils se nourrissent de cellules végétales mortes ou vivantes. Tout comme ces autres champignons, les mycorhiziens ont une forme dite mycélienne, constituée d'un

réseau d'hyphes qui ressemble en fait à un amas de filaments. Ces hyphes leur permettent de parcourir des distances beaucoup plus longues que les racines des plantes, ce qui leur donne accès à des nutriments inaccessibles par les plantes de nutriments. Cette association, ou symbiose, se Il existerait sept ou huit groupes de champignons mycorhiziens, chacun étant caractérisé par un type de mycorhize bien particulier.(Egli et Brunner,2002)



Source : Egli et Brunner ,(2002).

Figure 2. Les racines mycorhizées

2.3. Les types de mycorhizes

Les mycorhizes les plus communes sont celles qui colonisent le plus grand nombre de plantes. Ce sont l'ectomycorhize (mycorhize externe) et l'endomycorhize (mycorhize interne). et l'ectendomycorhizes

2.3.1. L'ectomycorhize

L'ectomycorhize naît de la rencontre entre des hyphes d'un champignon mycorhizien et des racines d'un plante ,il ne se forme qu'avec des arbres forestiers comme le pin, le sapin, le bouleau, l'épinette et principalement avec les résineux (arbres produisant de la résine comme certains conifères tels que le pin, le sapin, le thuya, etc.). Chez les ectomycorhizes, les hyphes s'infiltrant dans les racines de l'arbre, entourant les cellules sans y pénétrer, et forment, au pourtour de la racine, un amas d'hyphes qui s'appelle un manchon. Les échanges symbiotiques entre les partenaires se font au niveau intercellulaire. Le manchon fait par les hyphes du champignon joue aussi un rôle protecteur contre des organismes pathogènes. De plus, plusieurs champignons ectomycorhiziens forment les « chapeaux » ou « carpospores » que l'on voit sur les sols et certains d'entre eux sont comestibles et recherchés par les gastronomes, citons entre autres les girolles (ou chanterelles) et les bolets.



Source. :Egli et Brunner ,2002

Figure 3. Les hyphes d'un champignon éctomycorhizienne

2.3.2. Les éctendomycorhizes

Les éctendomycorhizes à manteau réduit ou absent qui possèdent un réseau de Hartig bien développé et des hyphes qui pénètrent dans les cellules racinaires. Par ailleurs, certaines plantes (Éricales, Monotropacées, Orchidacées) constituent un groupe particulier hébergeant des mycorhizes à Ascomycètes ou Basidiomycètes avec colonisation intracellulaires. Manteau et réseau de Hartig peuvent être présents ou absents.(types de MCV)(.Béreau et al,2003).

D'autres comme les truffes ne sortent jamais du sol, on les dits « hypogés ». Sans cette association avec l'arbre, ces champignons ne pourraient former ce « chapeau » fort prisé.

2.3.3. L'endomycorhize

L'endomycorhize fut la première symbiose mycorhizienne avec les plantes. De fait, ce fut celle qui permis aux végétaux de sortir de l'eau il y a environ 400 millions d'années. Elle résulte de champignons microscopiques dont les hyphes ont la particularité de pénétrer dans les cellules de la racine de la plante. Contrairement aux ectomycorhizes, le champignon ne forme jamais de « chapeau » et les hyphes ne forment pas de manchon autour des racines. Les hyphes forment plutôt une structure, appelée « arbuscule », à l'intérieur des cellules végétales.

Il existe deux types d'endomycorhize ,arbusculaire et vésiculaire.

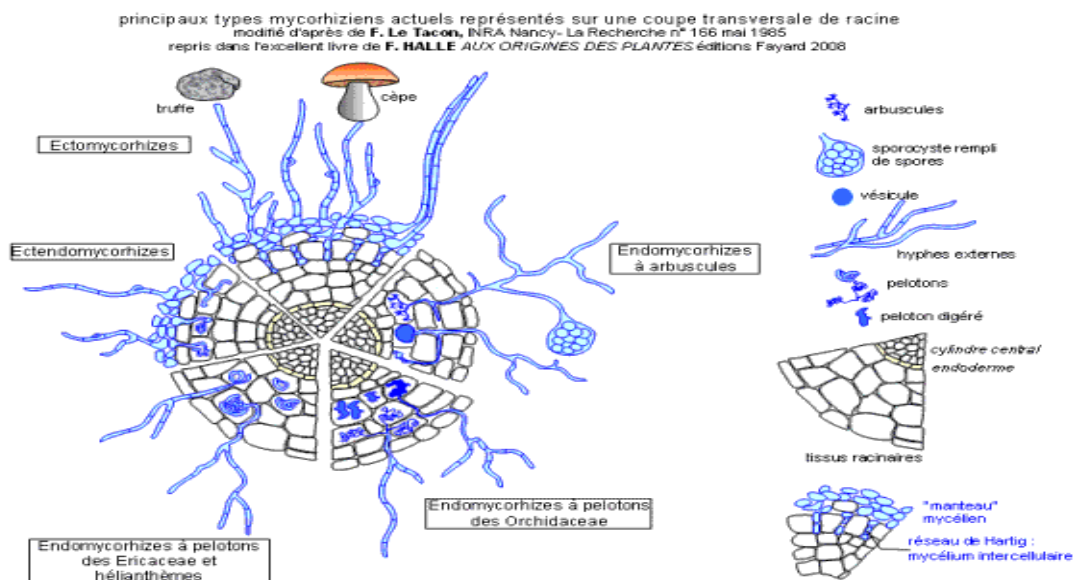
Cette association se retrouve principalement chez les plantes cultivées, mais aussi chez certains arbres forestiers dont l'if et l'érable à sucre ainsi que plusieurs petites plantes des sous-bois.



Source: Moïse et al.2003

Figure 4. observation microscopique L'endomycorhize

On peut résumer les différents types de la mycorrhization par la figure 5.



Source ;Le Tacon ,1985

Figure 5. Les différents types de la mycorrhization

2.4. Fonctions de la mycorhize

Les effets bénéfiques de la symbiose racinaire sont assurés par la phase intra-racinaire du champignon et par la présence d'hyphes extra-racinaires de faible diamètre, se ramifiant dans le sol et jouant un rôle essentiel dans l'acquisition du phosphore. Elles évoluent à grande distance et atteignent des zones non accessibles aux racines (Jakobsen, 1995 ; Bago et al., 1998) augmentant ainsi les surfaces d'échange entre la plante et son environnement. Les hyphes ont aussi la possibilité d'acquérir d'autres minéraux comme l'azote, le soufre, le

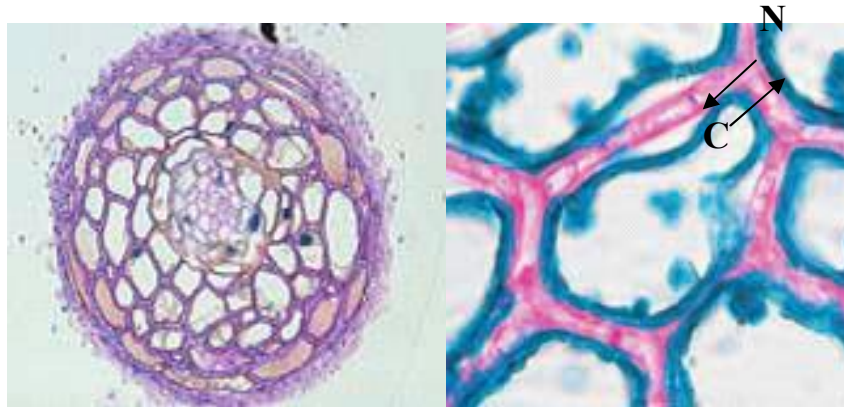
calcium, le magnésium, le potassium, le zinc et le cuivre mais les informations dont on dispose sont plus limitées à ce sujet.

L'avantage de la mycorhization est de permettre à l'arbre (en passant par le réseau d'hyphes du champignon) d'augmenter sa capacité à puiser des ressources minérales en couvrant un très grand territoire, comparativement aux seules racines des végétaux, et en ayant accès à des nutriments inaccessibles aux racines. En fait, les champignons ont besoin de 100 fois moins de matériel biologique qu'un végétal pour couvrir la même zone d'absorption. De plus, les hyphes accélèrent l'altération des roches, permettant ainsi d'augmenter la disponibilité en minéraux. Ils peuvent s'attaquer aux minéraux insolubles du sol, comme le phosphore. Cette dernière action se fait généralement en symbiose avec des bactéries.

Des recherches ont démontré que certaines ectomycorhizes peuvent pénétrer à l'intérieur de cristaux de feldspath (cristaux contenant de l'aluminium, de la silice et du potassium) en les dissolvant et ainsi y puiser du potassium. Ces champignons sont particulièrement utiles dans des sols où la rétention de minéraux n'est plus possible. Il a aussi été démontré que les mycorhizes peuvent directement exploiter les débris végétaux tombés par terre pour le compte des plantes .

2.4.1. Un échange d'éléments nutritifs vitaux

La mycorhize est un organisme dans lequel la plante et le champignon mycorhizien s'échangent des matières – un peu comme à la bourse. Tandis que la plante fournit au champignon les sucres élaborés lors de la photosynthèse, ce dernier lui offre en échange des éléments nutritifs, comme l'azote (N) et le phosphore(P), qu'il a prélevés dans de minuscules espaces poreux du sol, à l'aide de ses hyphes fins. Étant donné que les hyphes se répandent largement dans le sol, la surface d'absorption est beaucoup plus grande que celle occupée par les poils absorbants des plantes non mycorhizées. Ainsi, les tissus des plantes mycorhizées contiennent souvent des concentrations accrues d'azote et de phosphore L'échange de ces éléments entre le champignon et l'arbre passe par une zone spécifique appelée le réseau intercellulaire de Hartig(d'après T. Hartig, botaniste forestier allemand).



Source ;Egli et.Brunner ,2002

Figure 6. Echange des éléments nutritifs

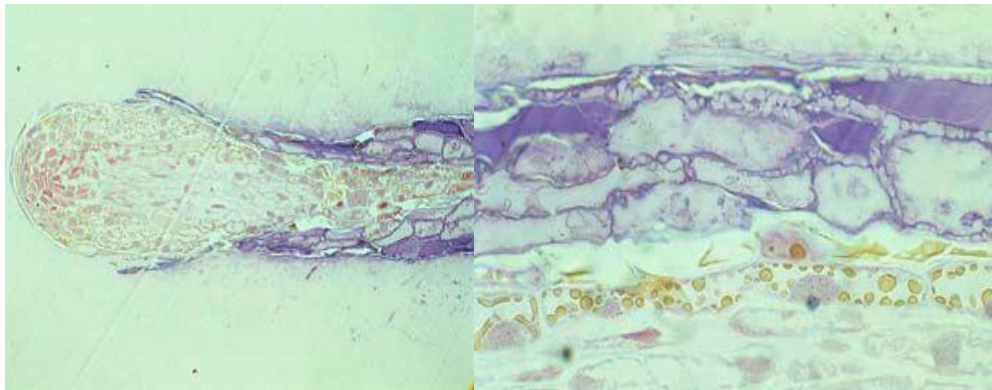
Ce réseau est composé d'un épais tissu fongique qui s'installe entre les cellules racinaires et les radicelles, assurant ainsi un contact étroit entre les deux partenaires. Si l'on observe au microscope la coupe transversale d'une mycorhize, on voit que son tissu fongique ressemble à un filet, d'où le nom de réseau de Hartig. Le manteau fongique et le réseau de Hartig ont la particularité d'emmagasiner le phosphore et de l'accumuler sous forme de poly phosphates à longue chaîne, ou granules de poly phosphates, qui sont stockés dans les cellules fongiques sous forme solide.

Le développement d'une mycorhize dure de quelques jours à quelques semaines. Il a pour effet de stopper la croissance longitudinale des radicelles et d'inhiber la formation des poils absorbants. Les hyphes de la mycorhize prélèvent alors pour les racines les éléments nutritifs et l'eau nécessaires à l'arbre. Une mycorhize vit généralement durant une ou deux périodes de végétation. Mais sa présence n'empêche pas les racines, au printemps, de s'extraire du manteau fongique qui les entoure ni d'être colonisées par un nouveau champignon mycorhizien.

Contrairement aux racines non mycorhizées qui ont des poils absorbants (à gauche: racine d'épicéa stérile), les racines mycorhizées (à droite: racines d'épicéa mycorhizées par un Hébélome) sont entourées d'un manteau fongique à partir duquel les hyphes se répandent dans le sol. (Egli et Brunner, 2002)

2.4.2. Protection contre les polluants

Les mycorhizes protègent aussi l'arbre des effets toxiques des polluants. Depuis le début de l'industrialisation au 19^e siècle, les émissions de polluants contiennent entre autres des métaux lourds qui se déposent aussi en forêt. Si certains de ces éléments, tels le fer, le zinc ou le cuivre, sont indispensables à la plante, d'autres sont toxiques, comme le plomb, le cadmium, le nickel, le mercure ou le chrome. Les métaux lourds n'étant pas décomposables, ils s'accumulent dans la biosphère et constituent ainsi un danger croissant pour les organismes vivants. Mais une partie des champignons mycorhiziens y résistent particulièrement bien, même lorsque leurs teneurs dans le sol sont élevées. Tout comme l'aluminium, certains métaux lourds se fixent dans le mycélium; on les trouve dans les granules de poly phosphates, à l'intérieur des cellules, sur les parois et noyaux cellulaires ainsi que dans des protéines spéciales (figure 7). Chez les plantes mycorhizées, ils sont retenus dans le manteau fongique déjà et ils ne parviennent à la racine de la plante qu'en quantités réduites (T. Hartig).



Source : Egli et Brunner, 2002

Figure 7. Coupe longitudinale d'une mycorhize d'épica

Ici, la mycorhize est comparable à un filtre. Le revers de la médaille: ces métaux lourds s'accumulent dans les fructifications du champignon, ainsi que de rendre les champignons comestibles impropres à la consommation (Egli et Brunner, 2002).

Les substances radioactives ont un comportement semblable. Elles sont aussi véhiculées par l'air et se déposent en forêt. Du césium radioactif fut identifié pour la première fois après les essais nucléaires dans les années 50 et 60.

En Europe, la principale source de radioactivité a été créée par la catastrophe

De Tchernobyl, en 1986. Tout comme le strontium, le césium fait partie des substances radioactives les plus significatives, notamment à cause de sa longue demi-vie biologique (30 ans).

Dans nos sols forestiers, les teneurs en césium radioactif varient largement. Les valeurs les plus élevées ont été mesurées au Tessin. Le césium contenu dans le sol se fixe aux champignons et aux bactéries. C'est pour cela que les plantes n'en absorbent que de petites quantités et qu'il ne peut être éliminé de l'écosystème. Au même titre que les métaux lourds, le césium s'accumule dans les hyphes; ses concentrations sont parfois très élevées, notamment dans les fructifications de certains champignons mycorhiziens.

2.4.3. Autres fonctions des mycorhizes

Comme nous l'avons déjà mentionné, les mycorhizes favorisent l'absorption par les racines des éléments nutritifs et de l'eau et améliorent la protection de la plante contre les polluants. Par ailleurs, les plantes mycorhizées tolèrent mieux les facteurs stressants d'ordre abiotique et biotique. Le champignon élabore des sucres, comme le mannitol ou l'arabitol, qui rendent les racines plus résistantes au gel. En outre, il synthétise des antibiotiques, induit la formation du tanin et favorise la flore microbienne dans le manteau fongique, ce qui augmente le pouvoir défensif des plantes contre les pathogènes contenus dans le sol. Enfin, les phytohormones formées par les champignons mycorhiziens (p. ex. auxine, gibérelline, cytokynine, éthylène) favorisent la croissance des plantes. (Egli et Brunner ;2002)

Chapitre II

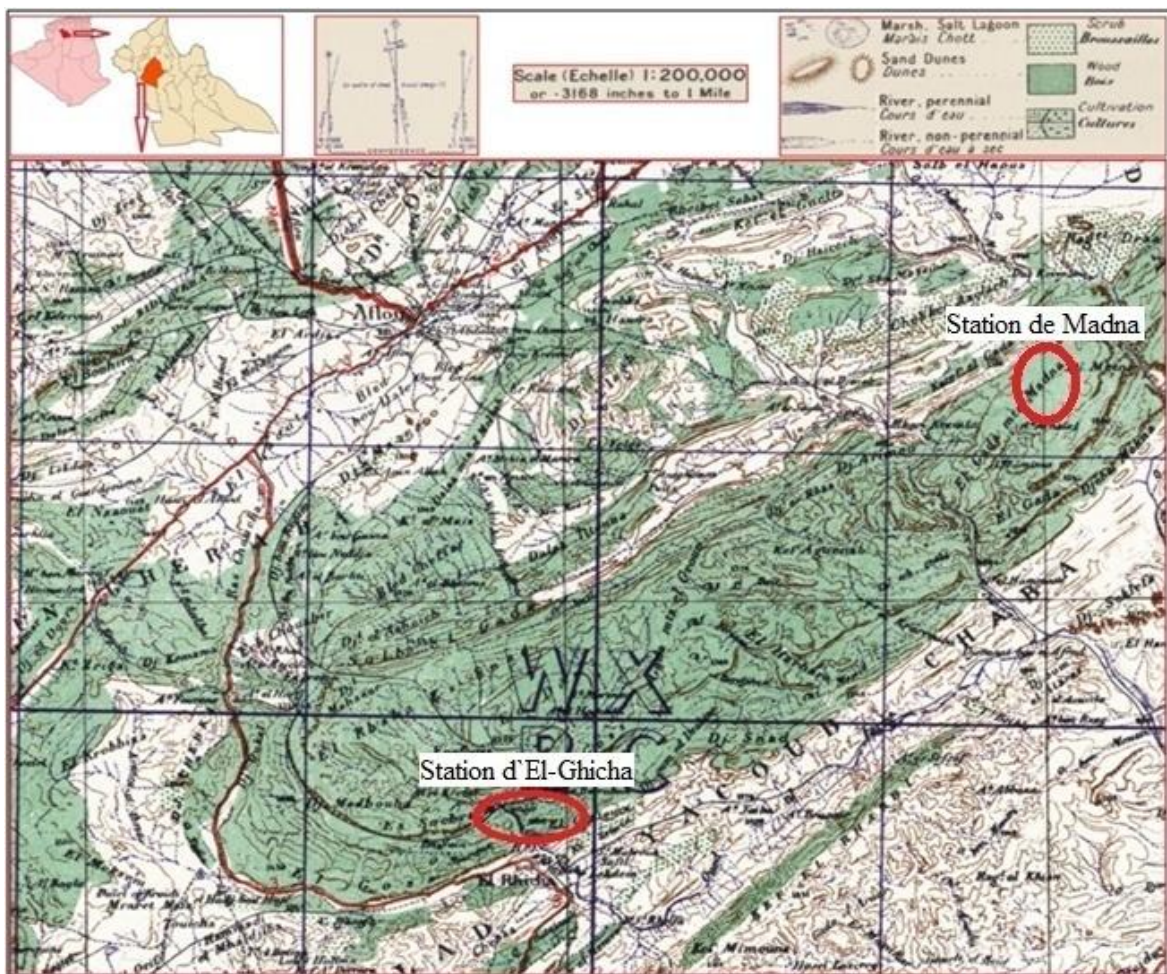
CHAPITRE II. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

1. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le but de la présente étude est de faire une comparaison d'un point de vue phytocéologique entre les formations de deux parties essentielles de la forêt de Ouaren (Wilaya de Laghouat), l'une appartient à la Commune d'El-Ghicha (*Station de Berriche*) l'autre à celle d'Oued M'Zi (*Station de Madna*).

1.1. Localisation et description des zones d'étude

Au cœur de la chaîne montagneuse des Amours, centre de l'Atlas Saharien, se situe la forêt domaniale d'Ouaren qui se repartie entre les Communes d'Aflou, d'El-Ghicha et d'Oued M'Zi (Madna) (fig.08), au Nord-Ouest du chef-lieu de la wilaya de Laghouat.



Source : maps.utexas.edu.

Figure 8. Situation géographique et topographique de la région d'étude

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

- **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** ; en venant du Tell le relief s'élève au-dessus de la steppe en un glacis de pente assez forte, c'est le Djebel qui se définit par ses montagnes de 1400 à plus de 1700 mètres, ses roches gréseuses, son climat froid en hiver, ses sources, 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 et le relief qui s'affaisse en dépressions plus au moins larges. C'est une région montagneuse, mais plus chaude et plus sèche que la précédente, et qui vas'élargir du nord-est au sud-ouest ;
- **Le piémont Saharien** , se définit par son relief, par sa sécheresse et ses pâturages. C'est bien un piémont ou glacis d'érosion qui annonce le début du Sahara.

1.2.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 marnocalcaire) et le crétacé (grés) (Abed, 1982).

Du point de vue stratigraphique, l'Atlas Saharien Central est constitué par des affleurements Méso-Cénozoïques allant du Bathonien jusqu'à l'Actuel. Les séries paléozoïques n'affleurent pas. Du point de vue tectonique, ce domaine est caractérisé par des plis synclinaux et anticlinaux de grande dimension tantôt très allongé avec des flancs longs et courts, tantôt sous forme de dômes ou bombements à cœur érodé. Les structures sont allongées suivant une direction NE-SW dans la partie occidentale et E-W dans la partie Est du domaine (Bettathar, 2009).

1.3. 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).

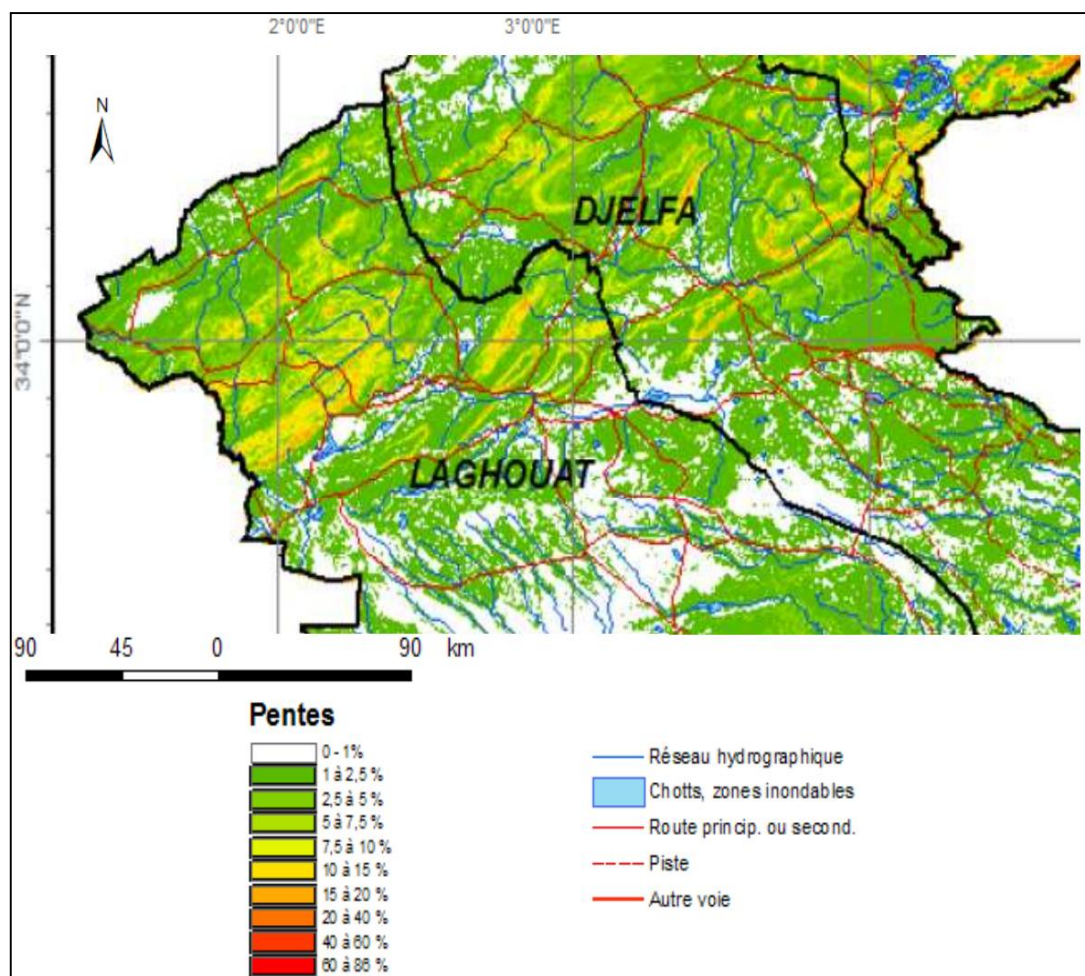
Pour le Djebel Amour, cela signifie que le ruissellement et donc le régime de crue présenté par les oueds est essentiellement lié aux précipitations orageuses. La carte de la (fig. 9) donne un aperçu des pentes observables et le réseau hydrographique qui traverse la région. La zone de l'Atlas Saharien 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).

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 Mecheri 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 9. Pentes et réseaux hydrographiques de la région d'étude

1.4. 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).

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).

(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.

1.5. Caractéristiques climatiques et bioclimatiques

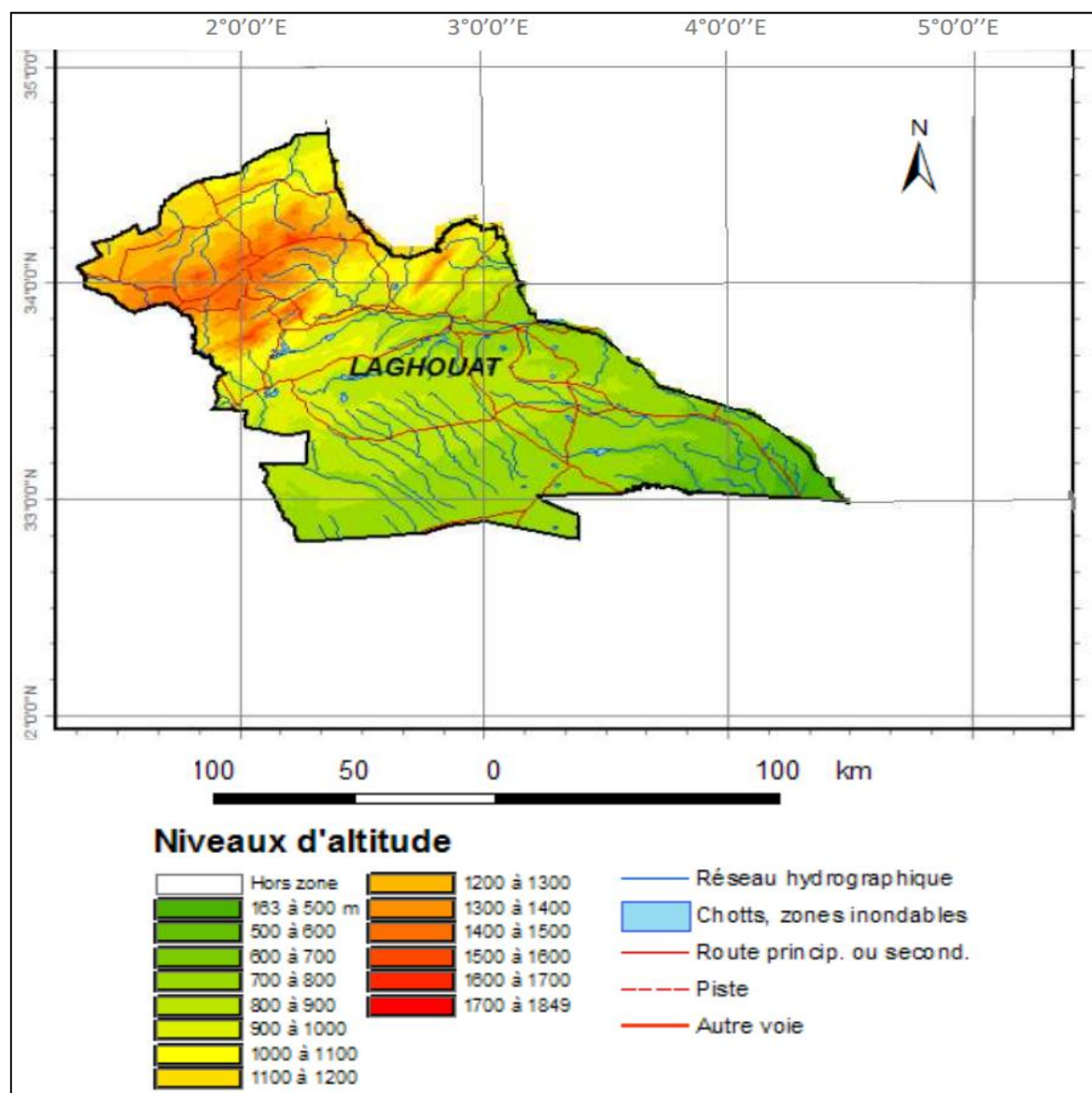
Le climat est l'un des facteurs les plus déterminants du milieu naturel, notamment dans le développement du couvert végétal.

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

1.5.1. 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 ;

1.5.2. L'altitude ; dont les effets compensent partiellement ceux de la latitude et qui apporte 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 200mm, le maximum pourrait atteindre 400mm sur les sommets les plus élevés. La figure 13 porte les altitudes caractérisant la région d'étude ;

1.5.3. 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.



source : (S.R.A.T., 2006).

Figure 10. Topographie de la région de Laghouat

[La zone étudiée se situe entre 1000 et 1400m d'Altitude].

Pour notre étude 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).

1.5.4. La pluviosité

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.

La disponibilité hydrique est entièrement conditionnée par les apports d'eau des précipitations. Ces dernières sont caractérisées par leur faiblesse et leur variabilité interannuelle : elles interviennent par leur quantité et par leur répartition saisonnière.

Les pluviosités moyennes mensuelles et annuelles de station d'Aflou est portées sur le tableau 1 et.

Tableau 1 . précipitations moyennes mensuelles et annuelle d'Aflou (2008-2017)

2008-2017	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Tot.
P (mm)	32.05	34.49	31.54	35.11	22.64	16.46	<u>12.86</u>	14.04	<u>50.39</u>	31.57	33.12	27.56	342.01

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

Concernant les moyennes mensuelles, en plus du tableau 01, mois le plus pluvieux est le mois de septembre avec 50.93mm. Le mois le plus sec est mars avec seulement 22.6 mm.

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 tableau 02 montrent le régime pluviométrique saisonnier.

Tableau 2 . Régime pluviométrique saisonnier de station d'Aflou (2008-2018)

Station	Période	Hiver	Printemps	Été	Automne	TYPE
Aflou	2008-2017	94.1	89.29	43.36	115.08	A.H.P.E.

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

1.5.5.Les températures

Les températures revêtent un grand intérêt pour la végétation ; elles agissent notamment par les maximums et les minimums des températures qui peuvent être des facteurs limitant. Les variations des températures moyennes mensuelles de la région d'étude sont représenté dans le tableau 03

Tableau 3. Les températures moyennes mensuelles d'Aflou (2008-2017)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuel
T (°C)	3.95	3.87	7.67	11.67	16.56	20.93	24.26	23.31	18.46	13.88	8.06	4.35	13.08
T max	10.21	8.9	15.11	20.54	25.34	30.62	34.97	35.24	29.37	22.41	15.11	10.93	21.56
T min	-2.43	-2.1	0.43	3.85	7.79	11.81	16.2	15.81	12.24	6.91	1.73	-2.2	5.83

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

Le mois de juillet comprend le « M » du mois le plus chaud, avec 34.97°C. Alors que « m » du mois le plus froid correspond au mois de février (-2.1°C). La température moyenne annuelle « T » pour cette période est de 13.08°C.

1.5.6.Synthèse climatique

Le climat à 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 phytogéographies 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 ; le houero, 1980).

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.

1.5.7.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.

Ils permettent de comparer l'évolution des valeurs des températures et précipitations ; ce diagramme permet de visualiser la durée du déficit pluviométrique.

Le diagramme ci-dessous (fig.11) montre une période sèche estivale typique du climat méditerranéen ; elle dure de six (06) mois de fin-avril à la mi-octobre.

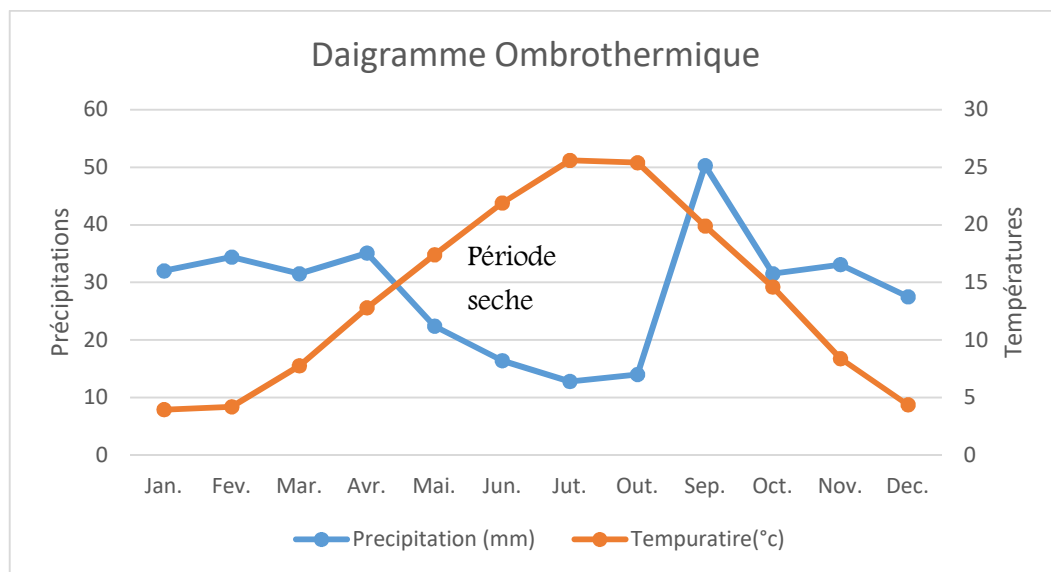


Figure 11. Quotient pluviothermique et étage bioclimatique de la région d’Aflou

En 1955, EMBERGER proposait ce quotient qui est spécifique du climat méditerranéen, il est le plus fréquemment utilisé en Afrique du Nord.

Cet indice se fonde sur le critère liés à la précipitation annuelle moyenne (P en mm), à la moyenne des minima des températures du mois le plus froid de l’année (m) était la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M), selon la formule suivante :

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

Où : Q_2 : Quotient pluviothermique ; P : Pluviosité moyenne annuelle (en mm) ; M : Température du mois le plus chaud (en kelvin) ; m : Température du mois le plus froid (k.).

Le tableau 04 et illustré dans (la fig. 12), est représenté l’étage bioclimatique calculé de la station

Tableau 04 .Quotient pluviothermique et étage bioclimatique de la région

Stations	Périodes	P (mm)	M (°K)	m (°K)	Q_2	Étage bioclimatique	Variante thermique
Aflou	2008-2017	332.64	308.12	271.05	30.77	Semi-aride	Hiver froid

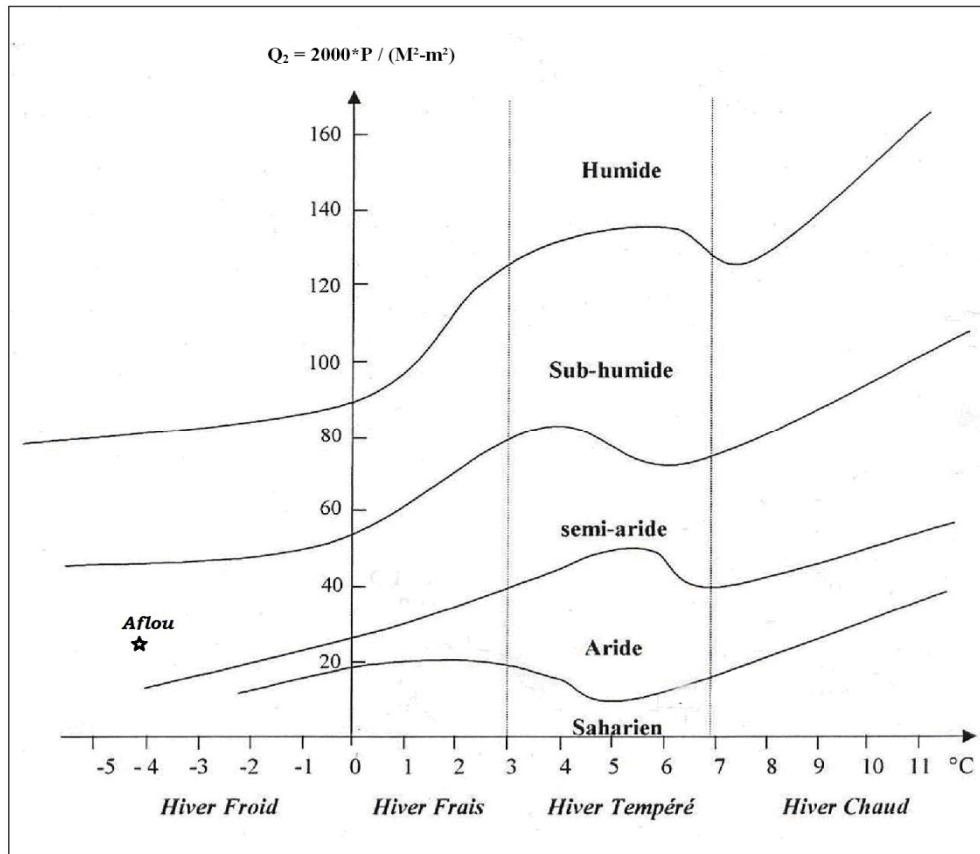


Figure 12 .Situation de la région d'Aflou sur le Climagramme d'Emberger (1955).

Sur la base des données que nous venons de présenter, il ressort que nos stations d'étude El-Ghaicha et Madnasont soumises à un climat *semi-aride à hiver froid* avec des influences sahariennes et montagnardes.

Indice de MARTONNE

Pour évaluer l'intensité de la sécheresse, l'indice de DE MARTONNE, calculé pour chaque station, nous offre plus de facilité d'efficacité dans les calculs, cet indice est d'autant plus grand que le climat est aride. Celan la formule suivante :

$$Aa = P/T + 10$$

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 Martonne de la région d'étude est de l'ordre de 12,77, ce qui permet de classer la région dans un climat sec.

1.6.Flore et végétation

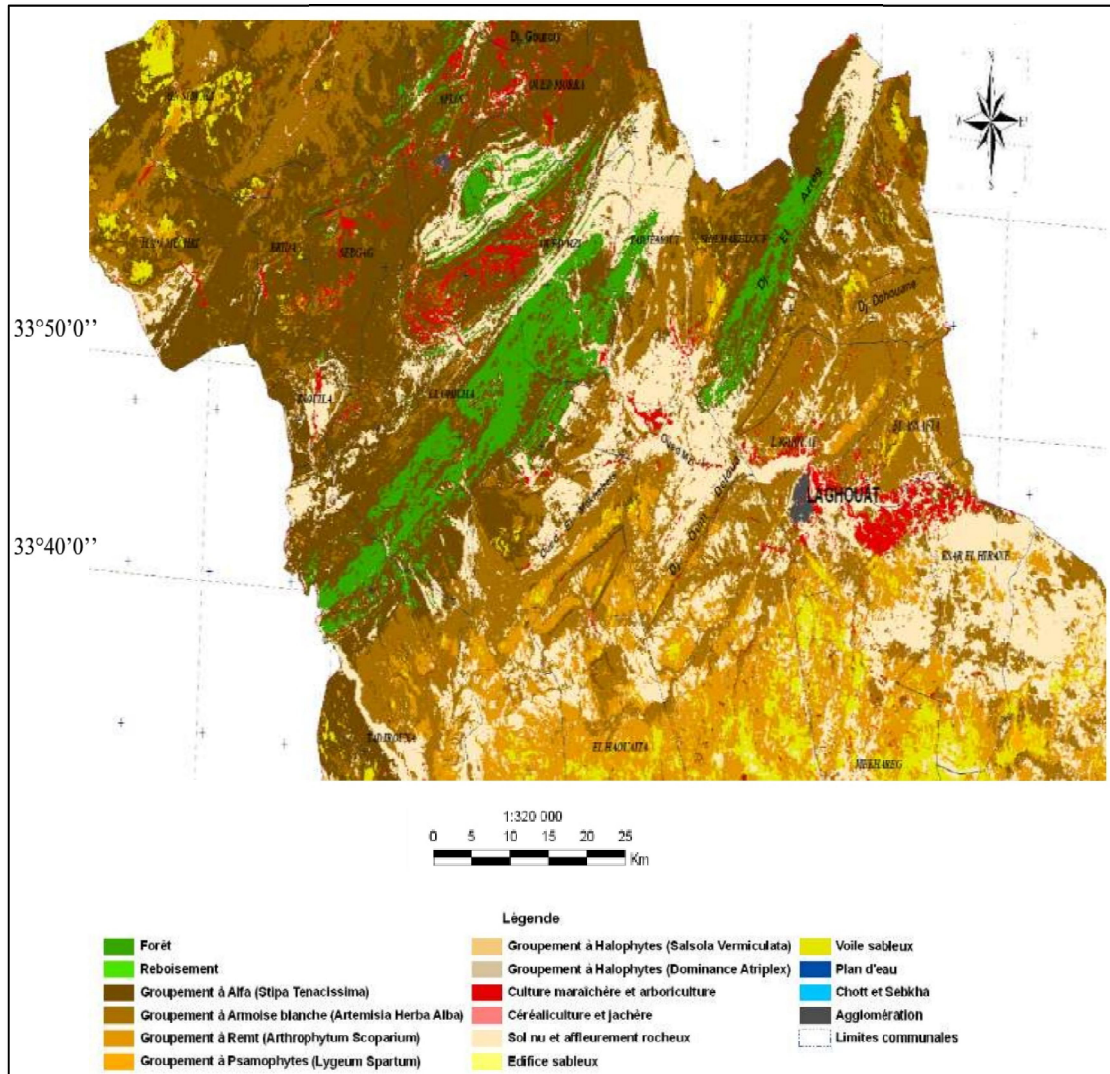
Le Djebel Amour est plus boisé que les massifs qui l'encadrent (Despois, 1957), bien que ses forêts soient très claires et dégradées, mais elles comptent encore de nombreux chênes verts et des pins d'Alep. Les formations végétales caractérisant la région d'étude reflètent une écologie particulière.

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 (koudri, 2013).

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 (fig. 13) donne un aperçu sur l'occupation des sols de la région.



SOURCE : (S.R.A.T., 2006).

Figure 13. Extrait de la carte d'occupation des sols de la région de Laghouat.

Chapitre III

CHAPITRE III. MATÉRIELS ET MÉTHODES

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 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 ce choix sont les trois (3) critères d'homogénéité (Gillet, 2000) , Homogénéité floristique, homogénéité physionomique et homogénéité des conditions écologiques.

- 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 l'absence de variations significatives de la composition floristique ou du milieu.

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 entre les deux Communes d'El-Ghicha et de Oued M'Zi, constituée d'une série de montagnes et des coteaux, dont l'altitude est comprise entre 1500 et 1100 m environ.

La forêt est essentiellement composée d'anciens peuplements de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*), de Genévrier de Phénicie et de Chênes verts très clairs sur l'ensemble des massifs

avec la présence aussi d'autres essences forestières avec des individus isolés les uns des autres, forment des agrégats ou de petites groupes, mais jamais un large tapis, citant : le Cade (*Juniperus oxycedrus*), l'Olivier Sauvage (*Olea europaea* var. *oleastre*), le Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*), le Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*), l'Arbousier commun (*Arbutus unedo*)... etc.

Principe adopté

L'objectif de la présente étude est de Contribution à la caractérisation de la relation mycorhizienne chez *Juniperus Phaenicea* dans un étage semi-aride cas de Djebel ElGhicha W. Laghouat La méthodologie adoptée est orientée sur :

- Sorties de prospection
- Caractérisation de la station d'étude;
- Etablissement des relevés floristiques;
- Identification des espèces rencontrées;
- Etablissement des relevés des mycorhizes .
- étudier les échantillons de mycorhizes au niveau de le laboratoire.

2.1. Etude des caractéristiques floristiques

L'étude de la flore porte sur la réalisation des relevés phytoécologiques et le traitement des résultats par l'application d'indices écologiques.

Elle s'appuie sur la technique du relevé phytosociologique de BRAUN-BLANQUET qui consiste à dresser la liste des plantes présentes dans un échantillon représentatif et homogène du tapis végétal en opérant strate par strate (GILLET, 2000).

À l'intérieur de chaque phytocénose reconnue sur le terrain, il est recherché une surface de végétation homogène et représentative afin d'y effectuer les relevés phytoécologiques (Gillet, 2000).

Flahaut et Schröter (1910), notent qu'une association végétale est une communauté végétale de composition floristique déterminée, présentant une physionomie uniforme et croissante dans des conditions situationnelles uniformes (Walter, 2006).

Pour Braun-Blanquet (1915), une association végétale est un groupement végétal plus ou moins stable, en équilibre avec le milieu ambiant, caractérisée par une composition floristique déterminée, dans laquelle certains éléments exclusifs, ou à peu près, appelés espèces caractéristiques, indiquent par leur présence une écologie particulière et autonome (Walter, 2006).

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, physionomique ou phytoécologique (Evrard, 1968).

La forme biologique, est la physionomie 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).

3.Echantillonnage floristique

L'échantillonnage consiste à faire l'inventaire des relevés réalisés dans la station en général 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).

L'étude de la structure spatiale s'appuie sur la technique de l'échantillonnage linéaire.

Dans cette méthode on a besoin des piquets et de corde ou bien mettre.

On a délimité une zone de forme de cycle de rayon de 15 m sa centre et le Tronc de l'arbre

On a dessiné une ligne de tronc d l'arbre vers le nord ;

On a devisé la distance sur 150 points de lecteurs (10 cm entre une point et l'autre) ;

On a etablissé toute les points après la lecture ;

On a dénombré toutes les espèces végétales ;

Cette opération est répétée pour toutes les directions ;

4. Etude qualitative

4.1. Exécution des relevés phytoécologiques

Après détermination de la zone de la lecture, il effectue des relevés phytoécologiques avec les informations concernant les variables géographiques (date, localité, coordonnées, altitude, pente et exposition), les variables environnementales notamment édaphiques et les variables spécifiques ou floristiques (Liste des espèces végétales présentes, et indices de structure).

4.2. 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 de la station.

4.3. Abondance-dominance de Braun-Blanquet

Une communauté d'espèces végétales peuplant un micro habitat et présentant de ce fait des exigences écologiques très voisines, constitue une synusie à l'intérieur de laquelle chaque idiotaxon élémentaire est affecté d'un indice semi-quantitatif (ou coefficient) d'abondance-dominance et d'un indice d'agrégation ou coefficient de sociabilité (Gillet, 2000). L'indice est une estimation globale de la densité (nombre d'individus, ou abondance) et du taux de recouvrement (projection verticale des parties aériennes des végétaux, ou dominance) des éléments de la synusie (organismes individuels représentant l'idiotaxon élémentaire) dans l'aire-échantillon (Gillet, 2000).

Braun-Blanquet a inventé le coefficient d'abondance-dominance, qui associe les concepts d'abondance et de dominance. L'abondance exprime le nombre d'individus qui forment la population de l'espèce présente dans le relevé.

La dominance représente le recouvrement de l'ensemble des individus d'une espèce donnée, comme la projection verticale de leur appareil végétatif aérien sur le sol. Le coefficient d'abondance-dominance est estimé visuellement (Walter, 2006). Cet indice sera estimé selon l'échelle de Braun-Blanquet, de la manière suivante :

- L'espèce couvre plus de 50% ;

Si plus de 75%, coefficient (5).

Si moins de 75%, coefficient (4).

- **L'espèce couvre moins de 50% ;**

Si plus de 25%, coefficient (3).

Si moins de 25%, coefficient (2).

- **L'espèce couvre moins de 5% ;**

Si individus abondants, coefficient (1).

Si individus peu abondants, coefficient (+).

- **L'espèce est rare (individu unique, très faible recouvrement) ;**

Coefficient (r).

4.4. Recouvrement

Le recouvrement désigne la proportion de la surface totale d'une station couverte par une espèce végétale. Le degré de couverture, désigne le pourcentage de la surface du sol couverte par la végétation (Ramade, 2008). L'approche de calcul du recouvrement est en fonction de la forme de la surface résultant de la projection de la partie aérienne du végétal (Duranton et *al.*, 1982).

$$\mathbf{R (\%) = \pi (d/2)^2 \times (N/S) \times 100}$$

(forme circulaire de la partie aérienne)

$$\mathbf{R (\%) = a \times b}$$

(forme rectangulaire de la partie aérienne)

d : diamètre moyen en m

N : nombre de pieds de l'espèce

S : surface échantillonnée

a : longueur

b : largeur

4.5. Taux de recouvrement

d'après Gounot (1969), le taux de recouvrement est calculé selon la formule suivante :

$$\text{TR} = (\text{Rc}_i / \text{Rc}_t) \times 100$$

TR : Taux de recouvrement

Rc_i : recouvrement de l'espèce *i*

Rc_t : recouvrement total

4.6. Densité

Les mesures de la densité sont exprimées en nombre d'individu par unité de surface (100 m²), elle a été mesurée par comptage direct ou estimée à l'aide d'un cadre de (0,25 m²) pour le cas de phragmites par exemple. Il est utilisé parfois le terme d'abondance pour celui de densité (Gounot, 1969).

$$\text{D} = \text{n}_i / \text{S}$$

n_i : nombre d'individus d'une espèce *i*

S : la surface (m²)

4.7. Sociabilité

L'indice d'agrégation (ou de sociabilité) est une estimation globale du mode de répartition spatiale et du degré de dispersion des individus dans l'aire-échantillon (Scamoni et Passarge, 1963).

La sociabilité d'une espèce dépend pour une part des caractéristiques biologiques de celle-ci, mais, elle varie aussi pour une même espèce selon les conditions du milieu et les processus écologiques (compétition, dynamique,...etc.) (Braun-Blanquet, 1964; Scamoni et Passarge, 1963; Westhoff, 1965).

Pour une même abondance-dominance, la répartition des individus peut être différentes selon que les individus soient isolés les uns des autres, qu'ils forment des agrégats, de petites groupes, un large tapis ou une population presque pure. Elle permet de distinguer les espèces dont les individus ont tendance à se regrouper de celles qui ne représentent pas ce caractère (Westhoff, 1965).

Dans la présente étude cet indice sera estimé suivant une échelle de 1 à 5 d'après Braun-Blanquet (1951). Elle est notée de:

- 5: Population presque pure, importante;
- 4: Petites colonies nombreuses ou formant un large tapis;
- 3: Population formant des petits groupes ou des coussins;
- 2: Agrégats ou groupes denses;
- 1: Croissance solitaire.

4.8.Vigueur

Cette valeur, suivant une échelle de 1 à 5 donne une information sur l'état physiologique et la capacité d'adaptation du végétal, ainsi:

- 5: très vigoureux;
- 4: vigoureux;
- 3: moyennement vigoureux;
- 2: peu vigoureux;
- 1: non vigoureux.

4.9.Diversité spécifique

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

On entend par diversité spécifique un indice qui prend en compte la contribution de chaque espèce à la biomasse, au flux d'énergie, au recouvrement ou à tout autre aspect quantifiable de son importance dans le peuplement considéré (Ramade, 2008).

On entend par richesse spécifique le nombre d'espèces d'un ou de plusieurs taxons présentes dans une aire donnée. La comparaison des richesses se fait par comparaison (rapport) des nombres d'espèces (Ramade, 2008).

4.10. Richesse totale (S)

D'après Alain et Robert (2006), très globalement, la richesse spécifique décroît progressivement avec la latitude, des biocénoses équatoriales aux biocénoses arctique, de même qu'en fonction du gradient altitudinal, cela en rapport avec l'accentuation corrélative des contrastes climatiques. En revanche, 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 sa biodiversité.

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

Daget et Poissonet (1991), ont proposé l'échelle de référence suivante pour cette richesse floristique situationnelle. Elle permet d'établir des comparaisons entre stations :

flore raréfiée = moins de 5 taxons dans l'unité de milieu ;

flore très pauvre = de 6 à 10 taxons ;

flore pauvre = de 11 à 20 taxons ;

flore moyenne = de 21 à 30 taxons ;

flore assez riche = de 31 à 40 taxons ;

flore riche = de 41 à 50 taxons ;

flore très riche plus de 51 à 75 taxons ;

flore particulièrement riche = plus de 75 taxons.

4.11. Indice de diversité de MARGALEF (D_m)

L'indice de MARGALEF est un indice de diversité spécifique souvent employé (Ingram, 2008):

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

S : Nombre d'espèces

N : Nombre d'individus dans un échantillon

L'indice indique si la richesse spécifique d'une topo séquence est élevée ou non.

4.12. 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) ; l'indice est écrit comme suit ;

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

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.

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.

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 prévu 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).

4.13. Spectres biologiques

Les « formes biologiques » (Delpech et *al.*, 1985) constituent un élément de référence intervenant dans la définition des formations végétales. Depuis le premier système de classification, purement descriptif, basé sur l'observation de la capacité d'une plante à fleurir et fructifier une ou plusieurs années successives, la plupart des auteurs ont tenté d'intégrer les variables écologiques dans les systèmes de classification proposés (Grisebach, 1872; Warming, 1908; Ozenda, 1977 cités par Kaabach, 1990).

Toutefois, la classification la plus utilisée, celle de Raunkiaer (1905, 1918) est de nature «morphologique». Permet de reconnaître, en ce qui concerne les «végétaux vasculaires», les 6 principaux types biologiques suivants: Phanérophyte, Nanophanérophyte, Chaméphyte, Hémicryptophyte, Géophyte, Thérophyte.

Cette classification a été depuis élargie à l'ensemble du Règne végétal (Braun -Blanquet, 1928; Rothmaler, 1955 in kaabeche, 1990); d'autre part, diverses catégories ont été définies à l'intérieur d'un même type (Godron et *al.*, 1968).

Selon la participation de chaque type biologique à l'ensemble de la flore, le spectre biologique peut être dressé et donne de précieuses indications sur la structure, la physionomie et les stratégies adaptatives de la communauté végétale (Gillet, 2000).

D'après Ramade (1970) , on peut définir les types biologiques comme suite ;

Hémicryptophytes (H), pour lesquels les bourgeons sont situés à la surface du sol.

Phanérophtes (PH), sont des bourgeons tous situés sur les branches à une hauteur supérieure à 25 cm.

Géophytes (G), les bourgeons sont souterrains, soit des rhizomes, soit sur tubercules caulinaires.

Thérophytes (TH), plantes herbacées annuelles ayant un cycle de reproduction de la graine à la graine très bref, de quelques mois, voire en certains cas de quelques semaines.

Chaméphytes (CH), forme végétale caractérisée par des bourgeons situés à moins de 25 cm au-dessus du sol .

4.14.Spectres phytogéographique

L'étude du spectre phytogéographique complète l'étude des spectres biologiques car elle permet de connaître avec précision la distribution géographique des espèces ainsi que l'importance des divers facteurs qui la contrôlent (Touffet, 1982) on peut distinguer plusieurs grandes zones biogéographies :

Med ;Méditerranéennes, **E-M** : Euro-méditerranéenne, **M-S** ; Méditerranéenne-Saharo Sindhienne, **End** ; Endémiques –Afrique du Nord, **COS** : Cosmopolite, **CIR** ; Circumboréal, **HOL** ;Holarctique... etc.

5. Exploitation des résultats par l'Analyse en composantes principales (ACP)

Est une méthode statistique essentiellement descriptive; son objectif est de présenter sous une forme graphique, le maximum de l'information contenue dans un tableau de données. Les données comportent n variables quantitatives. Les individus peuvent être représentés dans un espace à p dimensions (Philippeau, 1986).

Dans le présent travail des tests statistiques (d'ACP et de Corrélation) ont été procédés principalement pour le recouvrement de la végétation afin de mettre en relief les groupes d'espèces ayant un même comportement.

Consultation de colonisation mycorhizienne sur les racines

Après avoir déterminé la direction de l'étude (nord. Sud est ouestEtc.) Nous avons enlevé les litières sur la terre Ensuite, nous nous sommes éloignés du tronc de l'arbre à 50cm Et nous avons creusé en utilisant un marteau au profondeur de 60 cm Afin d'extraire les racines de l'arbre figure14.

Ensuite, nous mettons les racines Sur une feuille réglée de 1 à 7 comme droit au figure 18

Ensuite nous avons observé les racines par l'utilisation de la loupe afin de déterminer le pourcentage des mycorhizes sur les racines figure 15

Nous avons obtenu les résultats suivants (tableau5)



Figure 14 .creuse par le marteau



Figure 15. l'observation de colonisation des mychorizes sur les racines

Tableau 5. résultats de la lecture par la loupe sur les racines

	N	Ne	E	Se	S	s o	O	No	NIVEAU
A1	3/7	3/7	6/7	5/7	6/7	6/7	7/7	5/7	HAUTE
A2	7/7	6/7	5/7	5/7	6/7	4/7	5/7	7/7	
A3	7/7	6/7	4/7	5/7	4/7	3/7	3/7	3/7	MILIEU
A4	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	6/7	7/7	6/7	
A5	7/7	6/7	5/7	6/7	4/7	2/7	3/7	4/7	BAS
A6	6/7	7/7	6/7	5/7	3/7	4/7	3/7	4/7	

6.L'échantillonnage de mycorhize

Pour l'étude des mycorhizes, des racines de junivrier (tableau) ont été échantillonnées dans la stations d'étude dans des direction déférentes aléatoirement de toutes les arbres étudiées Au niveau de djebel el ghaycha.

7.L'échantillonnage du sol

Pour déterminer les paramètres du sol nous avons échantillonné le sol au niveau de station d'étude aléatoirement et mélangé les échantillons

Conservation des échantillons

Les échantillons de sol et de racines prélevés sont transportés dans de boîtes stériles avec Soins dans des délais rapides au laboratoire. L'idéal est de travailler sur sol frais ou conservé au réfrigérateur.

8. Analyses physico-chimiques du sol

8.1. Le pH ; A l'aide d'un pH mètre, nous avons mesuré le pH dans une suspension d'eau, avec un rapport sol/eau égale à 1/2.5. Le pH est un facteur essentiel pour l'absorption d'éléments nutritifs nécessaires à la bonne croissance de la plante.

8.2. La conductivité électrique (CE) ; Elle a été déterminée par un conductimètre à une température de 25°C, avec un rapport sol/solution de 1/5. La conductivité est en fonction de la concentration de sels dissous dans la solution du sol, et la mesure de la CE est très importante pour connaître l'adaptation du sol à la culture (COUTINET, 1965).

8.3. La Matière organique ; Le taux de matière organique (M.O) peut être obtenu par la formule : $M.O(\%) = C\% \times 1,72$ (Baize, 2000).

8.4. Le Dosage de l'azote total ; Le dosage a été fait par la méthode de KJLDAHL ; l'azote des composés organiques est transformé en azote ammoniacal ; sous l'action de l'acide sulfurique concentrée à l'ébullition se comporte comme oxydant. Les substances organiques sont décomposées ; le carbone se dégage sous forme de gaz carbonique, l'hydrogène donne de l'eau et l'azote est transformé en azote ammoniacale, ce dernier est fixé immédiatement par l'acide sulfurique sous forme de sulfate d'ammonium. Pour accentuer l'action oxydante de l'acide sulfurique, on élève la température d'ébullition, en ajoutant du sulfate de cuivre et du sulfate de potassium qui jouent le rôle de catalyseur. La matière organique totalement oxydée, la solution contenant de sulfate d'ammonium est récupérée. On procède ainsi à un dosage de l'azote ammoniacal par distillation après l'avoir déplacé de combinaison par une solution de soude en excès. Une fois dosés, le carbone et l'azote. On peut calculer le rapport C/N qui traduit l'intensité de l'activité microbologique du sol.

8.5. Le potassium ; Nous avons utilisé le spectromètre à flamme.

8.6. Le phosphore ; Nous avons utilisé la méthode spectrométrique

9. Coloration des fragments de racines

Pour la détection de la colonisation des racines par les mychorizes, un traitement et une Coloration préalable des racines sont nécessaire. Pour cela, la méthode de Philips et Hayman (1970) a été utilisée, qui consiste à traiter les racines préalablement lavées, à la potasse (KOH) à 10 % pour vider les cellules, puis les colorer au bleu Trypan (0,03 %) à chaud pendant une demi-heure de temps (Figure16).

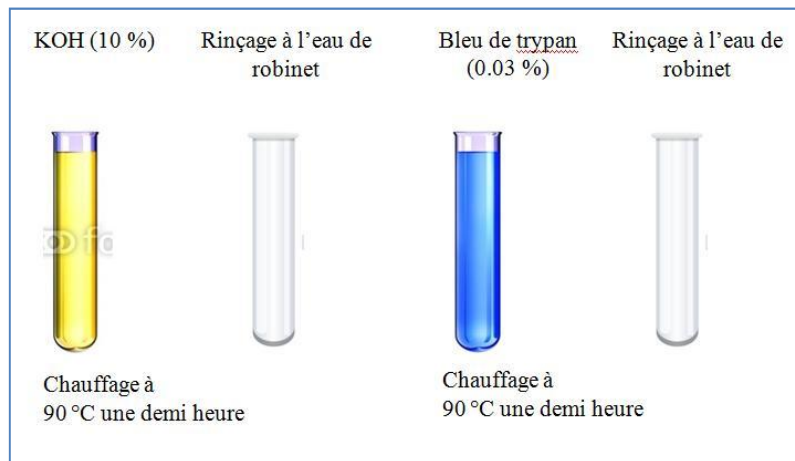


Figure 16. Schéma de coloration des échantillons racinaires

Chapitre IV

CHAPITRE IV .RÉSULTATS ET DISCUSSION

En ce qui suit nous présentons les résultats obtenus pour une caractérisation de la relation mycorhizienne chez *Juniperus phoenicea*, une caractérisation du sol et de la végétation de la station de Berriche dans les monts d'El-Gheicha.

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. Diversité et abondance des taxons

Les individus recensés se répartissent en 16 familles, 27 genres et 28 espèces (Tab.06.07) ; le genre *Juniperus* est représenté par deux (02) espèces, Le genre *Artemisia* est représenté par une seule espèce, et *Teucrium* est représenté par une seule espèce aussi, les autres genres sont : *Carduus*, *Bombacilanaena*, *Paronychia*, *Sedum*, *Brachypodium*... etc.

La famille des Poaceae est la plus représentée par (05) genres, celle des Asteraceae par (04) genres, les Brassicaceae par (03) genres et les Apiaceae et les Caryophyllaceae et les Lamiaceae par (02) genres. Les neuf (09) familles restantes sont représentées par un seul taxon dont, Fabaceae, Cupressaceae, Rubiaceae, ...etc.

Tableau 06. Liste des familles avec le nombre de genres et d'espèces

Familles	Nombre des genres	Nombre des espèces
Asteraceae	4	4
Lamiaceae	2	2
Primulaceae	1	1
Boraginaceae	1	1
Caryophyllaceae	2	2
Crassulaceae	1	1
Poaceae	5	5
Brassicaceae	3	3
Fabaceae	1	1
Apiaceae	1	1
Anacandiaraceae	1	1
Cupressaceae.	1	2
Rubiaceae	1	1
Plantaginaceae	1	1
Pinaceae	1	1
Amaryllidaceae	1	1
Total	28	29

Tableau 07. Listes des espèces avec leurs, familles, types biogéographiques et biologiques (QUEZEL et SANTA, 1962-1963; LE HOUEROU, 1995)

Espèce	Famille	t.biol.	t.biog.
<i>Allium paniculatin</i>	Amaryllidaceae	Géo.	Euro.
<i>Alyssum montanum</i>	Brassicaceae	He.	Oro-Méd.
<i>Androsacea maxima</i>	Primulaceae	Th.	Euras.
<i>Artemisia herba alba</i>	Asteraceae	Ch.	Méd.
<i>Atractylushumulis</i>	Asteraceae	Géo.	Méd.
<i>Bombycilaenadiscolar</i>	Asteraceae	Th.	Euro.
<i>Brachypodiumdistachyon</i>	Poaceae	Th.	Paléo.sub.
<i>Buplerum spinosum</i>	Apiaceae	Ch.	Ibéro-Maur
<i>Carduusnutans</i>	Asteraceae	He.	Uras
<i>Erucavesicaria</i>	Brassicaceae	Th.	Méd.
<i>Galiumaparine</i>	Rubiaceae	Th.	Euras.
<i>Globulariaalypum</i>	Plantaginaceae	ph.	Méd.
<i>Herniariahirsuta</i>	Caryophyllaceae	Th.	Euras.
<i>Hordeummurinum</i>	Poaceae	Th.	Holar.
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Cupressaceae	ph.	Méd.Atlan.
<i>Juniperus phoenicea</i>	Cupressaceae	ph.	Méd.Atlan.
<i>Loliummultiflorum</i>	Poaceae	Th.	Méd.Atlan.
<i>Machrocloatenacissima</i>	Poaceae	He.	Ibéro-Maur.
<i>Moricandiaavensis</i>	Brassicaceae	He.	Méd.
<i>Ononis natrix</i>	Fabaceae	Ch.	Méd.
<i>Paronychiaargentea</i>	Caryophyllaceae	He.	Méd.
<i>Pinus halepensis</i>	Pinaceae	ph.	Méd.
<i>Pistaciaatlantica</i>	Anacandiaraceae	ph.	E.N.A.
<i>Rosmarinusofficinalis</i>	Lamiaceae	ph.	Méd.
<i>sedum album</i>	Crassulaceae	Ch.	Euras.
<i>Stipa parviflora</i>	Poaceae	He.	Méd.
<i>Teucriumpolium</i>	Lamiaceae	Ch.	Méd.

1.1. Diversité des familles

Six (06) familles constituent près de 60% du total des espèces et sont les mieux représentées : Poaceae 18%, Asteraceae 14%, Brassicaceae 11%, Caryophyllaceae, Lamiaceae et Cupressaceae 7%, Les autres familles sont représentées à 4% (fig.17).

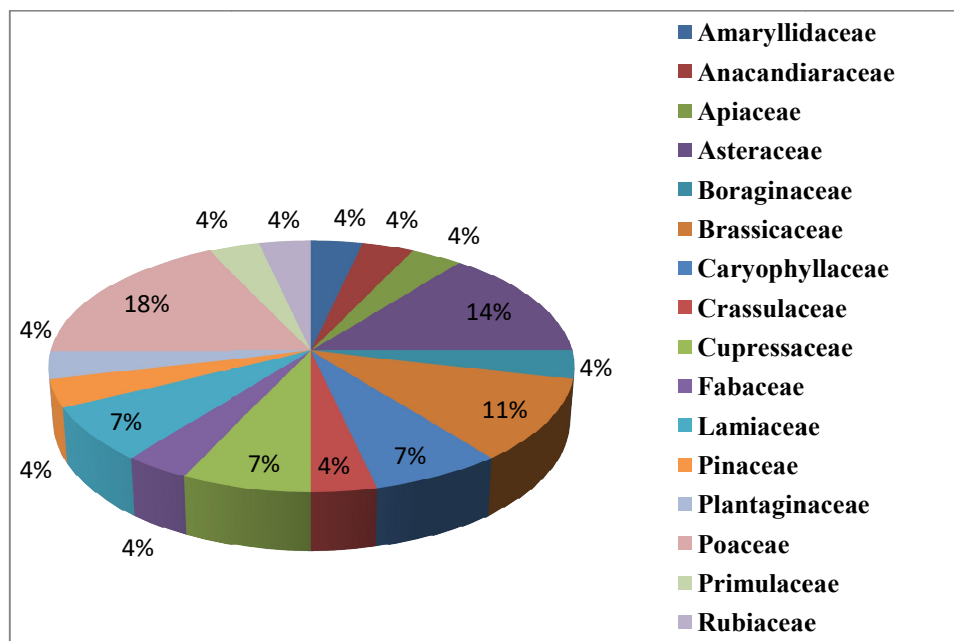


Figure17. Contribution spécifique des familles

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 (fig18.). Les pourcentages retenus correspondent aux regroupements des éléments : Méditerranéen, Ibéro-Mauritanien, Méditerranéen-Atlantique, Paléo-subtropical, Eurasiatique, Endémique Nord-Africain, Holarctique, Européen-méridional, Oroméditerranéen

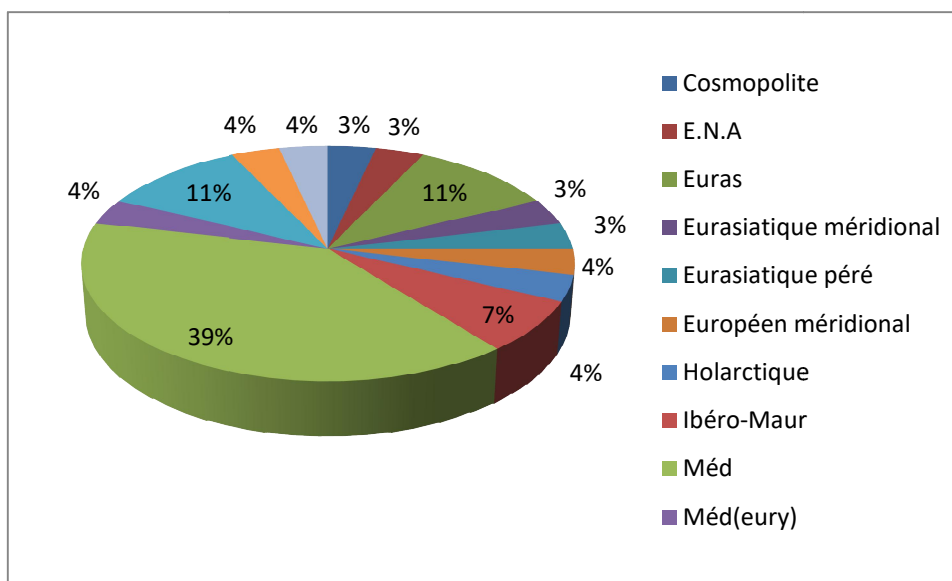


Figure 18. Spectre biogéographique brut des espèces recensées

L'examen de la figure montre une forte prédominance de l'élément méditerranéen avec plus de 39% dans le site de prélèvement. L'importance de cet élément peut s'expliquer par le fait que la zone d'étude s'est appartenue au domaine Maghrébin-Steppique auquel s'ajoutent des pénétrations méditerranéennes.

3. Spectres biologiques

Le spectre biologique simple (fig. 19) montre la prédominance des thérophytes 32 % et des hémicryptophytes 22%, les phanérophytes et les chaméphytes représentent 20% environ, les géophytes sont faiblement représentés avec moins de 10% des types recensés.

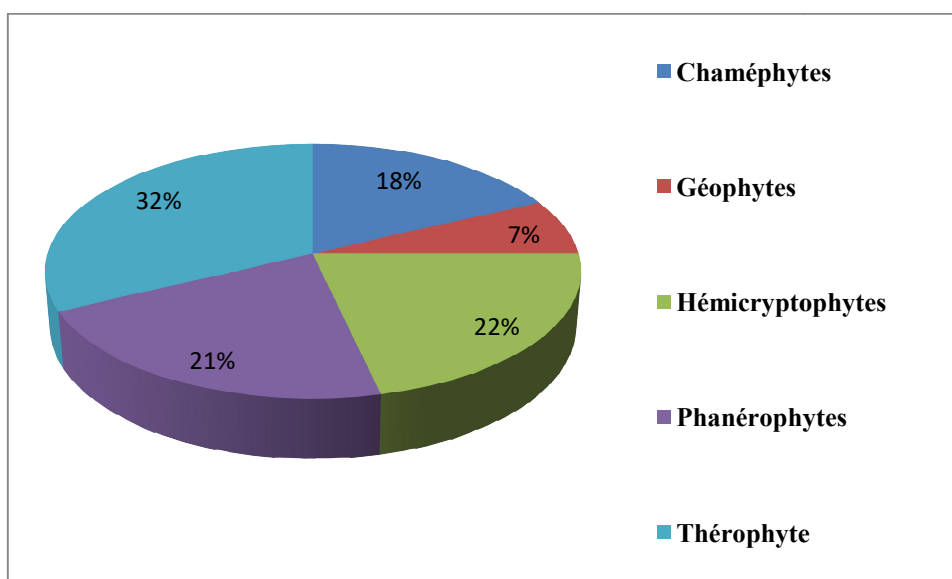


Figure 19. Spectre biologique simple des espèces recensées

Le spectre biologique simple présenté (fig.19) montre que Les plantes annuelles thérophytiques occupent près de 32% des types biologiques présents, ces plantes annuelles sont plus abondantes pendant la période printanière (campagne d'échantillonnage) et sont favorisées par facilitation sous les abris des plantes phanérophytiques.

La prédominance des plantes annuelles (pérennes), étant plus adaptées, elles se retrouvent de façon permanente dans le milieu, et traduisent au mieux les conditions écologiques. les hémicrytophytes représentent 22% telles que les touffes d'Alfa, et de *Stipa parviflora*... etc, et les phanérophytes avec 21% essentiellement des arbres, arbustes, et sous-arbrisseaux telles que Pin d'alep, les junévriers Genévriers, Romarins... etc., les chaméphytes telles que *Artemisia herba-alba* ; représentent de 18%, Les formes les moins représentées sont les géophytes comme; *Allium paniculatum*... qui ont de 7%.

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 pré-forestiers, car ces types biologique s'adaptent mieux à la sécheresse estivale et à la lumière (FLORET *et al.*, 1990).

Selon plusieurs auteurs, Sauvage, 1961 ; Ozenda, 1963 ; Negre, 1966 ; Daget, 1980 ; Barbero *et al.*, 1990 ; Floret *et al.*, 1992 ; Grime, 1997, l'origine de l'extension des thérophytes est due ;

- Soit à l'adaptation à la contrainte du froid hivernal ou à la sécheresse estivale ;
- Soit encore aux perturbations du milieu par les pressions anthropozoïques.

4.Indice de diversité de Shannon-Weiner (H')

Les résultats d'application de l'indice de diversité de Shannon-Weiner sont données dans le tableau08).

Tableau08 . Les résultats des applications d'Indice de diversité de Shannon-Weiner (H')

	H'.HV	H'.HA	H'.SA	H'.AA
Site 1	0.72863342	0.71262419	0.44811031	0.60065059
Site 2	0.60040875	0.42999205	0.55242051	0.51678175
Site 3	0.78792286	0.82538737	0.56458959	0.51904155

L'examen des résultats affirme que les herbacés vivaces sont les plus diversifiées, ces espèces étant plus adaptées, se retrouvent de façon permanente dans le milieu, et traduisent au mieux les conditions écologiques. Notons aussi une diversité importante des herbacés

annuelles, cela peut être dû à la période de notre campagne d'échantillonnage réalisé durant le printemps. Les diversités des sous-arbrisseaux, des arbustes et des arbres semblent moyennement importantes à cause de la nature de la station : matorral à un étage semi-aride dans lequel les espèces de sous-arbrisseaux, des arbustes et des arbres sont moins riches et moins abondantes dont respectivement le romarin, la globulaire, les deux genévriers et le Pin.

5. Indice d'équitabilité de Pielou (J')

Tableau 09 . Les résultats de l'indice de Pielou.

J'.HV	J'.HA	J'.SA	J'.AA
0.4686381	0.3970443	0	0.3393667
0.3336577	0.2896844	0.2717611	0.0633311
0.4473459	0.4630617	0.430968	0

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.

6. Indices de richesse floristique (S ; D_M)

Richesse totale (R_t)

Les résultats de la richesse totale est donnée dans le tableau 09

Tableau 10. Les résultats de la richesse totale

	R _t
site 1	20
site 2	18
site 3	17

Les résultats montrent que la Station étudiée est floristiquement riche.

- Richesse de Margalef

Les résultats de mesure de l'indice de richesse de Margalef sont donnés dans le **tableau (11)**.

Tableau 11 .Richesse et diversité spécifique du site de prélèvement

	HV	HA	SA	AA
Site 1	0.498873	0.404398	0	0.119407
Site 2	0.278348	0.483795	0.073997	0.010196
Site 3	0.561856	0.591039	0.154128	0

La diversité de MARGALEF (D_m) est également élevée dans notre zone , cela est expliqué par la richesse floristique élevée. Selon MARGALEF (1983) : lorsque la productivité diminue, la diversité augmente mais seulement jusqu'à un certain point au-delà duquel elle diminue de nouveau, ce point correspond la diminution de la richesse totale comme c'est le cas de notre station d'étude

7.Indice de dominance de Simpson(Ds)

Les résultats totales de cet indice sont classées dans le tableau(10.)

Tableau 12. Les résultats totales de cet indice de dominance de Simpson(Ds)

Ds.HV	Ds.HA	Ds.SA	Ds.AA
0.02574612	0.02340426	0.06919349	0.10170478
0.03095777	0.0054229	0.13496011	0.1212235
0.02133632	0.0190286	0.03502706	0.12014046

L'examen des résultats montre que l'existence d'une ababndace dans les trois sites étudiée dans notre station. Dont il ya une dominance des *genévrier* parrapport au les autres arbres et la dominance de *le machrocloa tenassima* parrapport au les herbacée vivace existants.

8.Mise en évidence de la relation mycorhizienne

8.1.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 74.40%.

La figure suivante (Fig.20) porte le pourcentage des arbres inventoriés par classes du taux de mycorhization des racines, ces classes correspondent à six éléments : [0-30% ; 30-50% ;50-60% ;60-70% ;70-90% ;90-100%].

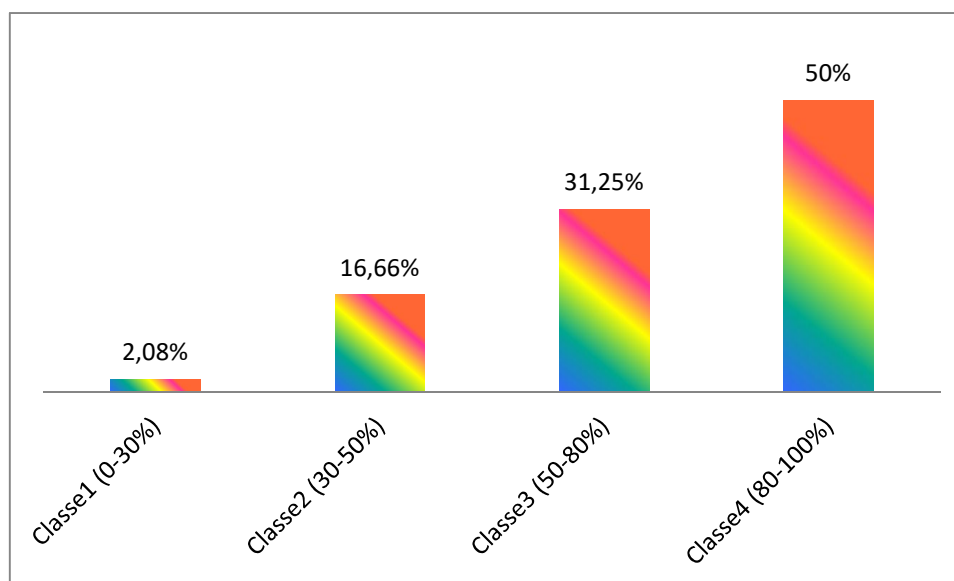
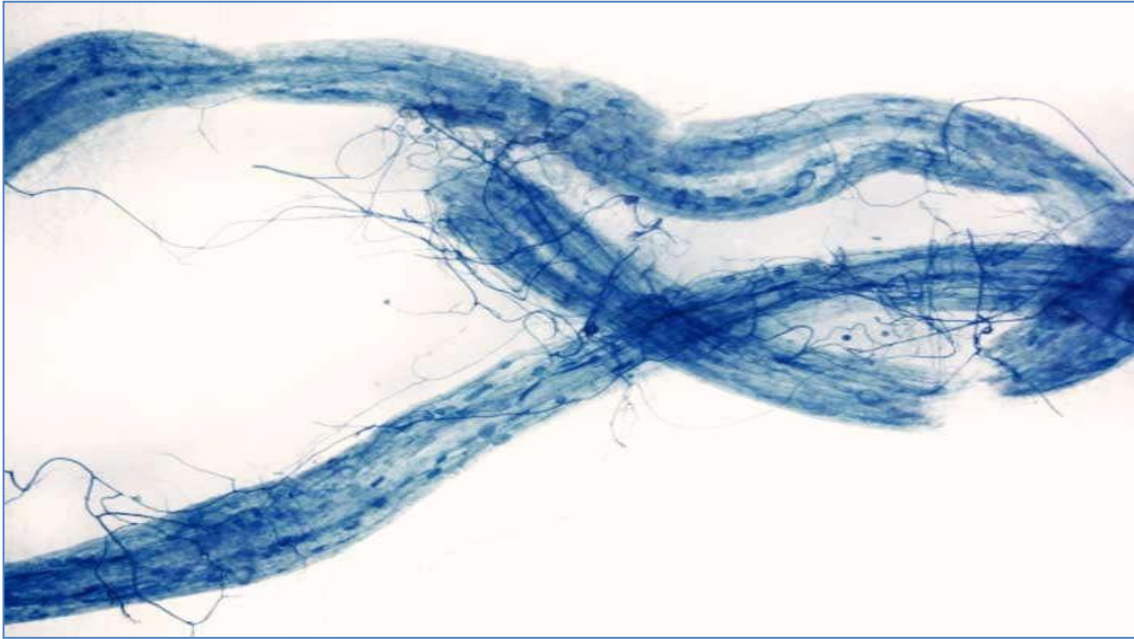


Figure20. Pourcentages des arbres par classes de taux de mycorhization

L'examen de la figure 20 ci-dessus montre que 50% des arbres sont mycorhizés de 80 à 100%, et seulement 2.08% 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 mycorhization 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 extraradiculaires.

8.2. Hyphes extraradiculaires

Selon Sanguin et *al.* (2016), les hyphes extraradiculaires (Figure21) 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, *Rhizoglyphus clarus*)



Source. Sanguin et al. (2016)

Figure 21 . Observation microscopique des Hyphes extraradiculaires

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

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).

8.3. Observation microscopique de la mycorhization intra-radicaire

Sous l'objectif de réaliser une observation 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.

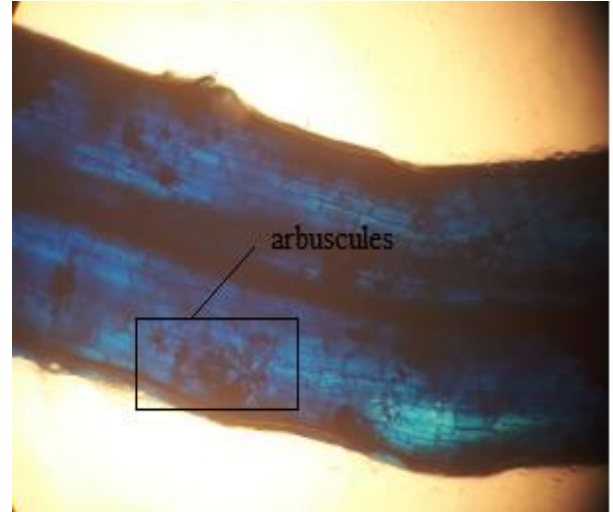
8.4. Arbuscules intracellulaires

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 (Fig.22,23).



Source ;(Sanguin et al. 2016).

Figure.22,observation microscopique des Arbuscules intracellulaires

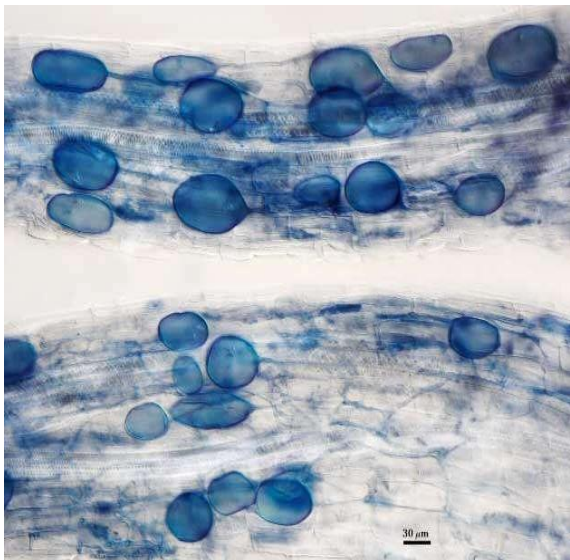


Source ;originale 2018

Figure23.observation microscopique des arbuscules intracellulaire

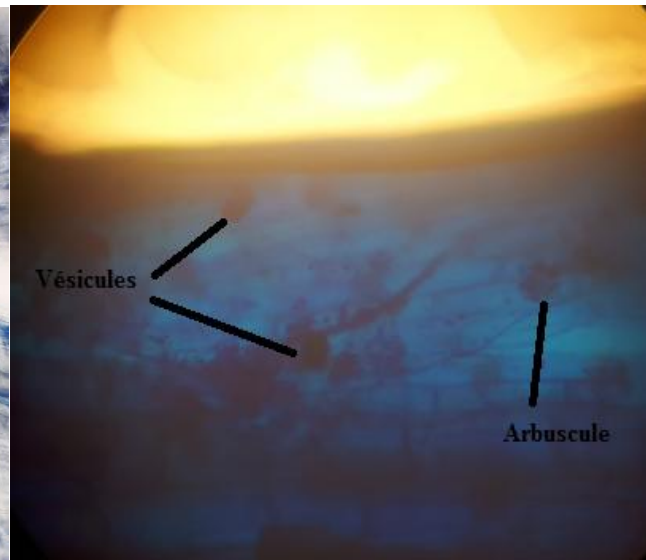
8.5. Vésicules intraradiculaires

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. (Fig.24.25).



Source ;(Sanguin et al. 2016).

Figure 24. observation microscopique de Vésicules intraradicales.

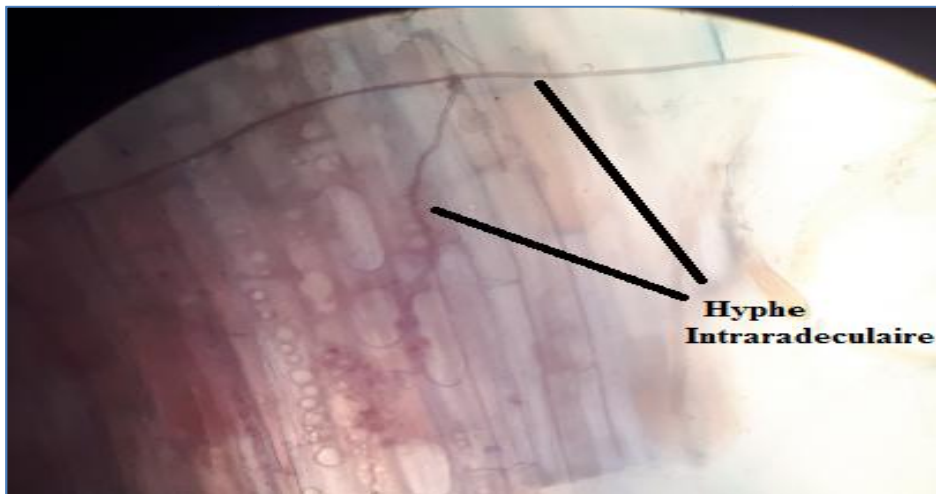


Source ;original 2018

Figure 25. observation microscopique des Vésicules intraradicales

8.6. Hyphes intraradiculaire

Les hyphes peuvent se ramifier à des angles aigus ou obliques ou être enroulés près des points d'entrée. (Fig.26)



Source. Originale 2018

Figure 26. Observation microscopique des Hyphes intraradicales

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 gloïdes (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.

- Caractéristiques du genre *Rhizophagus*

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

- Les spores gloïdes 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 gloïdes. 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 gloïdes, 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.

9. 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 le 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 (figure 24.25). On remarque, également, l'existence des arbuscules et des hyphes avec vésicules.

Dans notre étude sur *Le Juniperus phénicie* on a obtenu qu'il 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.

Pour les résultats de quantification de la mycorhization de notre étude sur *le juniperus phinécie*, on utilise la méthode de point de lecture sur les racines écrasées et on obtient des taux de mycorhization forte de 74.40% avec plus de 50% des arbres étudiées sont mychorisées, ce taux peut être dû au la sécheresse. On a monté la production d'un réseau important d'hyphes extra-racinares de différent capacité de production des arbres à des autres. On a monté que Les mychorizes jouent un role tres important dans la croissance et l'amélioration de la nutrition de le junipérus phénicie.

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-racinares 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-racinares, alors que la quatrième espèce, peu efficace entraînant un faible pourcentage d'infection et produisait un peu d'hyphes extra-racinares.

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 mais 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: *Thymelaeamicrophylla* 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'efficience 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.

Safiretal. (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 Safiretal.(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 hormone 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 contrôle 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).

Conclusion

Conclusion

Pour identifier et quantifier les mycorhizes chez le *juniperus phinécie* ; On a réalisé une étude floristique au sein de la tation de (BARRICH).

Les résultats issus à partir de quarante huit (48) relevées floristiques montrent que Les individus recensés se répartissent en 16 familles, 27 genres et 28 espèces La famille des Poaceae est la plus représentée par (05) genres. L'examen de Le spectre biologique simple montre que Les plantes annuelles occupent près de 32% des types biologiques présents. Parmi les espèces annuelles ; *Brachypodium distachyon et galium aparine*

L'examen des résultats de l' Indice de diversité de Shannon-Weiner (H') affirme que les herbacés vivaces sont les plus diversifiée

L'examen des résultats Indice d'équitabilité de Pielou (J') affirme une homogénéité très faible, cette résultat est expliquée par la répartition de la roche mère,

Les analyses des résultats de mesure de l'indice de richesse de Margalef affirment la richesse floristique élevée de la station étudiée.

L'examen des résultats de l'indice de simpson montre que l'existence d'une ababndace dans les trois sites étudiée dans notre station

Pour les résultats de quantification de la mycorhization de notre étude sur les racines de *le juniperus phinécie*, on à utilisé la méthode de point de lecture sur les racines écrasées et résultats obtenus indiquent que plus de 50% des arbres examinées sont notamment mycorhizées et présentent taux de mycorhization avec une moyenne de 74.40%, ce taux peut être dû au stress salin ou hydrique qui subit cette espèce.

Sous l'objectif de réaliser une obseravtion microscopique 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 et Arbuscules intracellulaires

Référence

Bibliographique

- AAFI A et al ., 2010** - Etude chimique et biologique des huiles essentielles de *Juniperus phœnicea ssp lycia* et *Juniperusphœnicea ssp. Turbinata* du Maroc.
- ABED S., 1982**-Lithostratigraphie et sédimentologie du Jurassique moyen et supérieur du Djebel Amour (Atlas saharien). Thèse 3^{ème} cycle, Univ. de Pau. 242 p.
- AGESTE M., 1960** - La flore forestière "les végétaux ligneux qui croissent spontanément en France et des essences importants de l'Algérie. IIème édition ancienne maison Griblot et Cie, N, Grosjean, Successeur. 353p.
- AIDOUD A., 1989**- Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés des Hautes Plaines Algéro-Oranaises. Fonctionnement, évaluation et évolution des ressources végétales. Th. Doct., Univ. Sci. Tech. H. Boumediene, Alger, 240 p.
- AIT YOUSSEF M.,2006** - Plantes médicinales en Kabyle .P 177-179.
- BARBERO M., 1990** - Méditerranée : bioclimatologie, sclérophyllie, sylvigénèse. *EcologiaMediterranea* ; XVI : 1-12.
- BENABID A., 1984** - Etude phytoécologique des peuplements forestiers et préforestiers du Rif centre-occidental (Maroc), Trav. Inst. Sc., Sb. bot.N°34, Rabat, 64 p.
- BENABID A., 1984**- Etude phytoécologique des peuplements forestiers et préforestiers du Rif centre-occidental (Maroc), Trav. Inst. Sc., Sb. bot.N°34, Rabat, 64 p.
- 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.
- BONNIER ., 1990**. La grande flore en couleurs . Tome IV. Ed Belin ,paris , p 1353-1355.
- BOUDY ., 1950** . Guide de forrestier en Afrique du Nord.Tome IV, paris , p 274-278.
- BOULET L.,2007** - Notes sur la technique traditionnelle d'extraction du goudron végétal .Projet Mashrq & Mghreb III Algeria.
- BRAUN-BLANQUET J., 1964**-Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer-Verlag, Wien and New York, 865 p.
- BRAUN-BLANQUET J., 1964**- Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer-Verlag, Wien and New York, 865 p.
- CHAUMENTON.E.P., 1945** - Flore médicinale .Vol 5.Edition Panckoucke. université comploteuse p 184 .
- CHAUMONT M et PAQUIN C., 1971**- Carte pluviométrique de l'algérie à 1/50.000 Phytoécologie du hodna (direction H.N. LE HOUEROU) Pub. Fao, Rome, 154 P et 2 cartes. Collection ROSELT/O.S.S. contribution Technique n°15. Contributions, Tunis : 2004. 63 p.
- DAGET P. et POISSONET J., 1991**- Prairies et pâturages, méthodes d'étude. Montpellier, France, Institut de Botanique, 354 p.
- DAGET P. et POISSONET J., 1997**- Biodiversité et végétation pastorale. *Revue Elev. Med. vet., 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.
- Dajoz, R., 2006** -Précis d'écologie.8ème Ed. Paris : Gautier-Villars.503p.

DELPECH R et al.,1985- Typologie des stations forestières, vocabulaire. Inst. Dével. Fores., Minist. Agr., Direction des forêts, 243 p.

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 phytosociologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse doctorat es-science, Université de Montpellier, 229 p.

DJEBAILI S., 1984- Steppe algérienne. Phytosociologie et écologie. OPU, Ben-Aknoun, Alger. 177 p.

DURANTON J et al.,1982- Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche. Ed. CERDAT, Paris, 401 p.

Faurie, C et al.,2003-Ecologie approche scientifique et pratique.5^eédition. Paris : Lavoisier 407p.

FRANK P., 1986 - la végétation de Afrique, IRD, Edition 1986,169.

GHAZI A. et LAHOUATI R., 1997- Algérie 2010. Sols et ressources biologiques. Inst.

GILLET F., 2000- LA PHYTOSOCIOLOGIE SYNUSIALE INTEGREE. *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'études quantitatives de la végétation. Masson et Cie. Paris. 314 p.

GUINOCHET M., 1973- Phytosociologie. Ed. Masson, Paris, 227 p.

GUL B., WEBER D. J. and KHAN M. A., 2001- Growth, ionic and osmotic relations of an *Allenrolfea occidentalis* population in an inland saltplaya of the Great Basin Desert. *J. Arid Environ.*, 48: 445-460.

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.

KAABECHE M., 1990- Les groupements végétaux de la Région de Bou-Saada. Essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb. Th. Doct. esScs., Univ. Paris-Sud., Fac. Scs, Orsay, 134 p.

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

Klaus R ., 1991 - Les plantes d'Afrique du Nord.

KOUIDRI M.,2013- Contribution à l'étude de l'avifaune nicheuse de la région de l'Atlas saharien. Doc. Bio. Animale ; Univ. BadjiMokhtar Annaba.

LE HOUÉROU H. N. 1993- Salt-tolerant plants for the aridregions of the Mediterraneanisoclimatic zone. In: Lieth H, Masoon A Al, eds. *Towards the rational use of highsalinitytolerant plants*, vol. 1. Dordrecht, the Netherlands, Kluwer : 403-422.

LE HOUÉROU H. N., 1969- La végétation de la Tunisie steppiques (avec référence au Maroc, à l'Algérie et à la Lybie). *Ann. Ins. Nat. Rech. Agro.*, Tunis, 42 (5), 624 p.

Le Houérou H. N., 1995 - Bioclimatologie et biogéographie des steppes aride du Nordde l'Afrique- Diversité biologique, développement durable et désertisation. Options

- LEMEE G., 1967-** Précis de la biogéographie. Masson et Cie, 285 p.
- LONG G., 1974-** Diagnostic phytoécologique et aménagement de territoire. Masson et Cie, Paris : 22 - 252.
- MANDAI J.-P.,2005** - Découverte de très vieux genévriers de Phénicie (*Juniperus phœnicea*) dans les gorges de l'Ardèche . *J.Bot.Soc.Bot.France* p 29 : 53- 62.
- MATHIEU .A.,1897** - *Flore forestière*. 4ème édition, (revue par P. Fliche. Paris). médit, (10):pp 1-397 Nat. Etudes de Stratégie Globale. 45p.
- O.N.M, 2013.** Office National de Météorologie. Wilaya de Laghouat. 5 p.
- OZENDA P., 1982-** Les végétaux dans la biosphère. Ed. Doin éditeurs, Paris, 431 p.
- PREVOST P., 1999** : Les bases de L'agriculture. Ed. Technique et documentation, Paris, 243 p.
- Quezelet al., 1998** . Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales.
- QUEZEL P & MEDAIL F.,2003** - Ecologie et biogéographie de la forêt du bassin méditerranéen .Edition scientifiques et médicales Elsevier SAS .Paris, pp, 28-125,571.
- RAMADE F., 2008** - Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Ed. Dunod, Paris, 737 p.
- RAMEAU et al.,2008** - Flore forestière française .Volume 3.Paris, p 2421.
- SAUVAGE C., 1963-** Le quotient pluviothermique d'EMBERGER, son utilisation et la représentation géographiques de ses variations au Maroc. Ann. Serv. Phys. Gl. Météorol. de l'Inst. Sci. Chérif.: 11-23.
- SCAMONI A. and PASSARGE H., 1963-** Einführung in die praktische Vegetationskunde. Jena, 236 p.
- SEINGUE A., 1985** - La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes, éditions maisonneuve et la rose, deuxième version, Paris, p 215-221.
- STASSI V et al.,1996** - The antimicrobial activity of the essential oils of four *Juniperus* species growing wild in Greece *flavour and fragrance* , p 71-74.
- TEIBI M., 1992** - Contribution à l'étude de l'estimation de biomasse aérienne d'un taillis de chêne vert (*Quercus ilex*) et de deux Genévriers : oxycèdre, Genévrier de Phénicie dans la région de Kasserou .Mém.Ing.Agro.Uni.Batna.80p.
- UNESCO, 1960-** Les Plantes Médicinales des Régions Arides. Recherches sur les Zones Arides, Paris, 99 p.
- WALTERS B. B., 2006-** Local mangrove planting in the Philippines: are fisherfolk and fishpond owners effective restorationists?, *Restoration Ecology*, 8: 237–246.
- WESTHOFF V., 1965-** Plantengemeenschappen. In: 'Het leven der planten'. 2e druk Zeist-Arnhem : 288–349.
- STAMBOLI. M., 2004** -Contribution à l'étude hydrogéologique de l'Atlas Saharien (l'exemple de Djebel Amour). Thèse Doctorat : Université Oran, 310 p.