

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Amar TELIDJI - Laghouat -  
Faculté des Sciences  
Département des Sciences Agronomiques

جامعة عمار ثليجي - الأغواط -  
كلية العلوم  
قسم العلوم الفلاحية



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

***En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agronomie  
Option : Production et amélioration des plantes***

***Thème***

***Contribution à l'étude de la mycorhization chez  
quelques plantes fixatrices des dunes cas de la  
région de Guennor Essebaihi wilaya de Laghouat***

**Présenté par : HAIMOUD Benalia**

**Encadré par : M BEN CHETTOUH Ahmed  
M GOUZI Hicham.**

**Maître-assistant B.  
Maître de conférence A.**

## **Remerciement**

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à M A. Benchettouh et M H. Gouzi de m'avoir dirigé, guidé et conseillé tout au long de ce travail. J'exprime également mes remerciements à tous les membres du jury pour avoir accepté d'examiner et d'évaluer mon travail. Enfin, que tous mes enseignants aussi bien de mon cursus scolaire qu'universitaire soient remerciés.

*A ma familles, mes amis, et  
à tous ceux qui me connaissent,  
je dédie ce modeste travail.*

*Ben alia*

## Résumé

Après (16) seize relevés floristique réalisés dans la région de **GuennourEssebahi**, on a recensé 53 espèces existantes –avec un taux de recouvrement spécifique variable pour chacune-inclus 14 vivaces et 39 annuelles ;donc il ya une bio diversité floristique importante et un recouvrement végétale de 54%. parmi les espèces vivaces la sélection de six espèces est faite pour contribuer à l'étude de la mycorhization chez ces espèces .

Le résultat de notre travail est la présence des association endomycorrhizienne à vésicule chez toutes les espèces par un taux de mycorhization variable d'une espèce à l'autre et la constatation qu'il n ya pas une corrélation entre le recouvrement et la mycorhization.

**Mots clés :** relevés floristique, **GuennourEssebaih**, vivaces, éphémères, recouvrement, mycorhization, endomycorrhizienne à vésicule.

## Abstract

After (16) sixteen floristics surveys of the region of **GuennourEssebahi**, there were 53 existing species-with a variable specific recovery rate of each one- included 14 perennial and 39 annual, so there is a major floristic diversity and plant recovery of 54%. among perennial species the selection of six is made to contribute to the study of mycorrhiza in these species.

The result of our work is the presence of vesicular random mycorrhizian association in all species by a variable rate of mycorrhiza from a species to another , and finding that there is no correlation between recovery and mycorrhiza.

**Keywords:** floristics surveys, **GuennourEssebahi**, perennials, ephemera, recovery, mycorrhiza, endomycorrhizal.

## ملخص

النتائج المحققة عن (16) كشفا نباتيا بمنطقة فنور الصبايحي ، أحصت 53 سلالة نباتية بنسب تغطية متفاوتة - منها 14 دائمة و 39 سنوية ووجدنا أن هناك تنوعا نباتيا معتبرا و تغطية نباتية بنسبة تقدر بـ 54% .

وقصد دراسة العلاقة التعايشية بين جذور النباتات و الفطريات اخترنا ستة سلالات نباتية دائمة لدراستها، فوجدنا أن كل هذه السلالات لديها علاقة تعايشية فطرية جذرية داخلية ذات حويصلة وذلك بنسب مختلفة من سلالة لأخرى كما لم نسجل أية علاقة بين نسبة التغطية النباتية و نسبة العلاقة التعايشية الفطرية الجذرية لكل سلالة .

**الكلمات الدلالية:** كشفا نباتيا، فنور الصبايحي، دائمة سنوية، دائمة، سنوية، تغطية، علاقة تعايشية فطرية جذرية داخلية ذات حويصلة .

**Liste des figures**

Figure 1 : Les différents types de la mycorhization.....	20
Figure 2 : Localisation de la région d'étude.....	27
Figure 3 : Les espèces vivaces existantes dans la région d'étude.....	46
Figure 4 : La relation entre le taux d'inoculation mycorhizienne et le taux de recouvrement.....	48

## Table des illustrations

Planche 1 : délimitation géographique de la steppe en Algérie .....	13
Tableau I : Evolution de l'occupation du sol steppique entre 1985 et 2000.....	15
Tableau II : L'état des parcours steppiques en 2005 .....	16
Tableau III : Effectif du cheptel en régions steppiques (10 <sup>3</sup> têtes).....	20
Planche 2 : Exploitation permanente des parcours naturels par une charge animale croissante.....	21
Planche 3: les racines mycorhizées.....	24
Planche 4 : Les hyphes d'un champignon éctomycorhizienne.....	25
Planche 5 : L'endomycorhize.....	26
Planche 6 : les différents types de la mycorhization.....	27
Planche 7 : Echange des éléments nutritifs.....	28
Planche 8 : coupe longitudinale d'une mycorhize d'épica.....	29
Figure 1 : Localisation de la région d'étude.....	32
Planche 9 : Sennagh ( <i>Lygeum spartum</i> ).....	34
Planche 10 : L'Astragale ( <i>Astragalus armatus</i> ).....	35
Planche 11 : Le retame ( <i>Retama reatam</i> ) .....	36
Planche 12 : Le Methnane ( <i>Thymelaea microphylla</i> ).....	37
Planche 13 : L'htab ( <i>Salsola vermiculata</i> ).....	38
Planche 14 : l'Atriplex ( <i>Atriplex halimus</i> ).....	40
Planche 15 : délimitation de l'aire minimale.....	41
Planche 16 : Le lavage des racines par l'eau distillé.....	43
Planche 17 : Le découpage des racines en fragments.....	43
Planche 18 : L'éclaircissement des fragments racinaires avec le KOH 10%.....	44
Planche 19 : L'éclaircissement avec le H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	44
Planche 20 : l'éclaircissement avec l'acide lactique.....	45
Planche 21 : La coloration par le fushine acide .....	45
Planche 22 : La préparation pour l'observation microscopique.....	46
Schemal : explication de la méthode de lecture.....	47
Tableau IV : les espèces existantes dans la région d'étude et leurs familles.....	50
Tableau V : Le taux de recouvrement spécifique des espèces vivaces étudiées .....	51

Planche 23 : Association endomycorhizienne à vésicules obtenue chez <i>Retama</i> <i>reatam(x40)</i> .....	51
Représentation graphique 01 : les espèces vivaces existantes dans la région d'étude.....	52
Tableau VI: le taux de mycorhization des espèces étudiés dans les trois répétitions réalisés dans le laboratoire.....	52
Représentation graphique 02 : la relation entre le taux d'inoculation mycorhizienne et le taux de recouvrement.....	53

**Liste des tableaux**

Tableau I : Evolution de l'occupation du sol steppique entre 1985 et 2000.....	8
Tableau II : L'état des parcours steppiques en 2005 .....	9
Tableau III : Effectif du cheptel en régions steppiques (10 <sup>3</sup> têtes).....	14
Tableau IV : Les taux de recouvrement des espèces recensées.....	45
Tableau V : Le taux de recouvrement spécifique des espèces vivaces étudiées.....	46
Tableau VI : Le taux de mycorhization des espèces étudiés.....	47

**Table des matières**

Dédicaces.....	I
Remerciements.....	II
Liste des figures.....	III
Liste des planches.....	IV
Liste des tableaux.....	V
Liste des abréviations.....	VI
Introduction.....	1
<b>PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
<b>CHAPITRE I : APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA STEPPE.....</b>	<b>4</b>
I.1.Généralités.....	5
I.2.La steppe en Algérie.....	6
I.2.1.Localisation et limites.....	6
I.2.2.Conditions pédoclimatiques.....	6
I.2.2.1.Le Sol.....	6
I.2.2.2.Le climat.....	7
I.2.3.Occupation du sol.....	7
I.3.Causes de déséquilibre de la steppe en Algérie.....	9
I.3.1.Causes naturelles.....	9
I.3.1.1. Problème de salinité des sols.....	10
I.3.2. Causes anthropiques.....	11
I.3.2.1. Evolution de la population steppique.....	12
I.3.2.2. Surpâturage.....	13
I.3.2.3. Défrichement des parcours et pratiques culturales.....	14
<b>CHAPITRE II : GENERALITES SUR LA MYCORHYZATION.....</b>	<b>16</b>
II.1. Historique.....	17
II.2. Définition.....	17
II.3. Les types de mycorhizes.....	18
II.3.1. L'ectomycorhize.....	18
II.3.2. Les éctendomycorhizes.....	19
II.3.3. L'endomycorhize.....	19
II.4. Fonctions de la mycorhize.....	20
II.4.1. Un échange d'éléments nutritifs vitaux.....	21
II.4.2. Protection contre les polluants.....	22
II.4.3. Autres fonctions des mycorhizes.....	23
<b>DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE</b>	
<b>CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>26</b>
III. Matériel.....	27
III.1 But de l'étude.....	27
III.2.Présentation de la commune de Sidi Makhlouf.....	27
III.3.Les plantes steppiques examinées.....	28
III.3.1. Sennagh.....	28
III.3.1.1.Classification.....	28
III.3.1.2. Description.....	29
III.3.1.3. Ecologie.....	29
III.3.1.4. Utilisation.....	29
III.3.2. L'Astragale.....	29

III.3.2.1. Classification.....	30
III.3.2.2. Situation.....	30
III.3.2.3. Description.....	30
III.3.3. Le rétame.....	30
III.3.3.1. Classification.....	31
III.3.3.2. Description.....	31
III.3.4. le Methnane.....	32
III.3.4.1. Classification.....	32
III.3.4.2. Description.....	32
III.3.5. l'htab.....	32
III.3.5.1. Classification.....	33
III.3.5.2. Description.....	33
III.3.6. L'Atriplex.....	34
III.3.6.1. Classification.....	34
III.3.6.2. Origine.....	34
III.3.6.3. Description.....	35
III.3.6.4. Conditions écologiques.....	35
III.3.6.5. Mise en culture de l'Atriplex.....	35
III.3.6.6. Production.....	36
III.3.6.7. Utilisation.....	36
III.4. L'étude floristique.....	36
III.4.1. La méthode d'échantillonnage.....	36
III.4.2. Mise en évidence de la mycorhization.....	37
III.4.2.1. Produits chimiques et colorants utilisés.....	37
III.4.2.2. La méthode utilisée pour la mise en évidence.....	37
III.4.3. Calcul de pourcentage de colonisation des endomycorhizes.....	41
<b>CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION</b> .....	43
IV.1. Résultats.....	44
IV.1.1. Résultats de l'étude floristique.....	44
IV.2.2. Résultats de la mise en évidence de la mycorhization.....	47
IV.2. Discussion.....	49
<b>CONCLUSION</b> .....	
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	
<b>ANNEXES</b> .....	

## **Introduction**

A vocation essentiellement pastorale, les régions steppiques algériennes connaissent aujourd'hui une forte tendance à la dégradation qui se traduit par la réduction du potentiel biologique et la rupture des équilibres écologiques et socioéconomiques.

Plusieurs travaux relatifs aux écosystèmes steppiques (Capot Rey, 1953; Quezel, 1965; Celles, 1975; Djebaili, 1978; Le Houérou et al, 1979; Pouget, 1980; Le Houérou, 1985; Djellouli, 1990) s'accordent pour délimiter ces écosystèmes; au Nord par l'isohyète 400 mm/an et 100 mm/an au Sud. Ils déterminent la surface steppique de 20 millions ha.

Ce territoire steppique a subi une intense désertification qui a des effets nocifs sur l'environnement; la production végétale naturelle risque de régresser davantage et les espèces d'intérêt pastoral se raréfient et leur production décroît. Par ailleurs, ces régions qui se reposent sur des sols pauvres en éléments nutritifs, connaissent une irrégularité climatique accentuée marquée par une amplitude thermique élevée entre l'été et l'hiver et une faible pluviométrie annuelle. (Nedjraoui, 2003).

Pour cela, des politiques adoptées par l'Etat Algérien qui a pour but de fixer l'habitation dans ces régions, d'améliorer les ressources pastorales et aussi de lutter contre la désertification.

Parmi ces politiques, on cite la création de la Haute Commissariat de Développement des Steppes (HCDS) à la fin de 1981 (Bensouiah, 2003). Cet organisme étatique a réalisé des plusieurs projets tels que: les puits, les retenues caulinaires, les seguiats, les techniques de **DRS**, les mises en défens, la plantation fourragère et l'installation des plaques de l'énergie solaires dans les zones rurales.

La mise en défens a pour but de lutter contre la désertification et d'améliorer les parcours dégradés, cette technique a été confrontée par plusieurs projets de fixation des dunes d'une façon mécanique (technique de maillage) et biologique avec l'introduction des espèces capables d'améliorer les ressources pastorales tel que les *Atriplexaie*.

L'HCDS a créé des *Atriplexaies* tout au long de la région steppique parmi lesquelles, notre région d'étude qui est la réserve de Guennour Essebaihi fondée en 2006. Cette zone se situe au nord de la commune de Sidi Makhlouf et s'étend sur une surface de 600 hectares (D.F. Laghouat, 2014).

Les plantes des milieux steppiques ont une morphologie et une physiologie adaptées au milieu dans lequel elles croissent (Williams, Aldon, 1976) et l'association mycorhizienne semble y jouer un rôle primordial (Miller, 1979 ; Reeves *et al.*, 1979 ; Diem *et al.*, 1981 ;

Bethlenfalvay et *al.*, 1984 ; Fortas, Chevalier, 1992 ; Lopez-Sanchez, Honrubia,1992 ;Nouaïm, Chaussod,1994) (Chafi et Fortaz, 1999).

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 étudier la richesse floristique de la région de Guennour Essebaihi et de mettre en évidence les mychorizes au niveau des plantes qui constituent d'une part un aliment pour le cheptel et d'autre part un moyen de fixation des dunes.

Notre approche s'articule autour de quatre chapitres :

I- Aperçue bibliographique sur la steppe.

II- Généralités sur la mycorhization.

III-Matériel et méthodes.

IV-Résultats et discussions.

# **Chapitre I**

## *Aperçue bibliographique sur la steppe*

### **I.1. Généralités**

Le terme steppe indique ; une formation végétale constituée de plantes xérophiiles herbacées ou ligneuses, le plus souvent en touffes espacées, qui croissent sous un climat continental sec en été ou un climat tropical semi-aride. (George 1984).

Une autre définition du steppe .est une formation discontinue de végétaux de petite taille, adaptés aux milieux secs, souvent herbacés, des régions méditerranéennes subarides, des régions tropicales ou de celles de climat continental à hivers très froids et à étés très secs. (George 1984).

### **I.2. La steppe en Algérie**

En Algérie, l'équilibre de l'écosystème steppique a été pour longtemps assurer par une harmonie très rigide entre l'homme et le milieu dans lequel il vit. Cet équilibre a été à l'origine des pratiques humaines ancestrales qui pouvaient assurer la durabilité et la régénération des ressources naturelles. Cependant, ce territoire qui fut l'espace du nomadisme et des grandes transhumances, a subi des modifications profondes ces dernières décennies, par l'apparition de nouvelles pratiques, étrangères au mode de vie des populations steppiques. La conséquence de ces modifications étant une dégradation de plus en plus importante ressentie à tous les niveaux du territoire steppique (Nedjraoui et Bedrani ,2008).

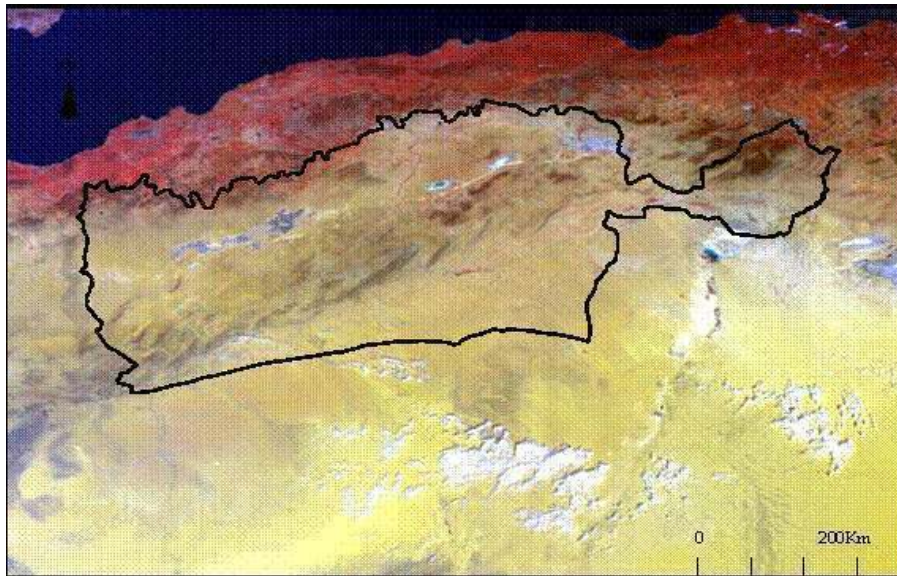
Les steppes algériennes constituent l'espace privilégié de l'élevage ovin extensif. Ces parcours naturels qui jouent un rôle fondamental dans l'économie agricole du pays sont soumis à des sécheresses récurrentes et à une pression anthropique croissante : surpâturage, exploitation de terres impropres aux cultures. Depuis plus d'une trentaine d'années, ils connaissent une dégradation de plus en plus accentuée de toutes les composantes de l'écosystème (flore, couvert végétal, sol et ses éléments, faune et son habitat). Cette dégradation des terres et la désertification qui en est le stade le plus avancé, se traduisent par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibres écologique et socio-économique (Nedjmi ,2012).

Les tendances actuelles dans les steppes arides et semi-arides sont la régression des espèces pérennes ou à cycle long au profit des annuelles ou des plantes à cycle court. Les plantes herbacées pérennes ont fortement régressé, alors que les peuplements graminéens annuels n'ont pas sensiblement changé. On observe une augmentation de l'hétérogénéité dans la répartition du couvert herbacé, avec l'apparition d'une structure "en mosaïque".

Ces phénomènes traduisent à la fois les effets des successions d'années sèches et ceux du surpâturage (Bensouiah ,2006).

### I.2.1. Localisation et limites

D'une superficie estimée à environ 20 millions d'hectares, les steppes algériennes constituent un ensemble géographique dont les limites sont définies par le seul critère bioclimatique. Elles sont situées entre les isohyètes 100 et 400 mm, et se localisent entre deux chaînes montagneuses en l'occurrence, l'Atlas tellien au Nord et l'Atlas saharien au Sud.



Source : Image satellite spot végétation Avril 1999

Planche1 : délimitation géographique de la steppe en Algérie

### I.2.2. Conditions pédoclimatiques

#### I.2.2.1. Le Sol

Les sols steppiques sont peu profonds et pauvres en matières organiques, caractérisés par une forte sensibilité à l'érosion et à la dégradation. Les bons sols sont destinés à une céréaliculture aléatoire et se localisent dans les dépressions, les lits d'oued, les dayas et les piémonts de montagne du fait que leur endroit permet une accumulation d'éléments fins et d'eau.

Les principaux types de sols selon la CPCS (1967) sont les suivants (Le Houérou, 2006):

- Les sols minéraux bruts d'érosion,
- Les sols peu évolués d'apport éolien et d'apport alluvial,
- Les sols calcimagnésiques,

- Les sols halomorphes,
- Les sols iso humiques.

### **I.2.2.2. Le climat**

Les steppes se caractérisent par un climat de type méditerranéen avec une saison estivale sèche et chaude alternant avec une saison hivernale pluvieuse, fraîche sinon froide. Diminution et irrégularité accrue des pluviosités, augmentation des températures et de la longueur des périodes de sécheresse estivale rendant encore plus difficiles les conditions de développement des plantes avec un bilan hydrique déficitaire .

En général, la pluviométrie moyenne annuelle est faible (entre 100 et 400 mm/an) et sa répartition est irrégulière dans le temps et dans l'espace. Les pluies se caractérisent par leur brutalité (averses) et leurs aspects orageux. Ces deux phénomènes favorisent l'érosion hydrique. Le régime thermique des steppes est du type continental. Selon la classification faite par Le Houérou (2004) (Hatimi, 1988), l'Algérie steppique reste dans sa plus grande partie comprise entre les isothermes +1°C et +3°C, l'amplitude thermique annuelle est généralement supérieure à 20°C. Une autre caractéristique du climat steppique est le vent violent. En effet, celui de l'hiver occasionne des dégâts; celui de l'été venant du Sahara (sirocco), est le plus catastrophique; est un vent chaud qui souffle de 20 à 30 jours par an et a des effets dégradants sur la végétation.

Ces variations de précipitations et de températures ont des conséquences sur l'état de la végétation, et par conséquent sur la conduite du cheptel et la vie des éleveurs qui remédiaient autrefois à ces contraintes par de longs déplacements (transhumance). Ces déplacements épargnaient le surpâturage des parcours fragilisés et peu productifs. Mais cette pratique a diminué considérablement ses dernières décennies et elle a été remplacée par la sédentarisation des éleveurs.

### **I.2.3. Occupation du sol**

Les 20 millions d'hectares que compte les steppes se répartissent en parcours, terres improductives, forêts, maquis et cultures marginales (Tab. I). L'importance que représente la part des parcours (soit plus de 80% de la superficie totale des steppes en 2000) est liée à la vocation de cet espace pastoral. En termes d'évolution de l'occupation du sol, on constate une augmentation de la superficie des parcours dégradés et donc une régression de la superficie des parcours palatables.

D'autre part, on constate une augmentation de la superficie des cultures marginales au détriment des superficies des parcours palatables (Nedjraoui et Bedrani,2008).

Tableau I : Evolution de l'occupation du sol steppique entre 1985 et 2000

Désignation	1985		2000	
	Superficie (millions d'ha)	Part (%)	Superficie (millions d'ha)	Part (%)
Parcours palatables	10	50	8,7	43,5
Parcours dégradés	5	25	7,5	37,5
Terres improductives	2,5	12,5	0,1	0,5
Forêts et maquis	1,4	7	2,1	10,5
Cultures marginales	1,1	5,5	1,6	8
Total	20	100	20	100

Source : le Houérou,2006

La végétation steppique est de très inégale valeur, tant pour sa composition floristique que par sa densité (Le Houérou,1996). Si on impute les zones de cultures, les forêts et les zones improductives, il nous reste 15 millions d'hectares de végétation steppique qu'occupent les parcours. La végétation steppique est dominée par l'Alfa (*Stipa tenacissima*) qui occupe 4 millions d'hectares, suivie par le Chih (*Artimisea herba alba*) avec 3 millions d'hectares, puis le Sennagh (*Lygeum spartum*) et le Guettaf (*Atriplex halimus*) en association, avec respectivement 2 et 1 million d'hectares. Le reste est occupé par des associations diverses (*Aristida pungens*, *Thymelaea microphylla*, *Retam areatam*, *Artemisia campestris*, *Arthrophytum scoparium* et *Peganum harmala*) (A.Hatimi,1988).

Selon Djbaili (1984) la combinaison des facteurs pédoclimatiques et la répartition spatiale de la végétation fait ressortir trois types de steppes (Le Houérou,1996):

- La steppe graminéenne à base d'Alfa (*Stipa tenacissima*) (fig. 2) et/ou de Sparte (*Lygeum spartum*) que nous trouvons dans les sols argileux à texture plus fine. Sur les sols sableux, nous trouvons la steppe à Drinn (*Aristida pungens*);

- La steppe à chamaephytes représentées par l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) qui occupe les sols à texture fine.
- La steppe à halophytes ou crassuléscentes qui occupe les terrains salés. On y trouve *Atriplex halimus*, *Salsola vermiculata* et *Suaeda fruticosa*.

Les indicateurs de la dégradation des ressources végétales sont multiples. Ils se manifestent surtout à travers la diminution du taux de recouvrement et le changement du cortège floristique par la diminution des espèces pérennes productives au profit des espèces annuelles à faible biomasse. Le constat à faire est que la plus grande part des parcours steppiques se trouve soit dégradée, soit dans un état avancé de dégradation. Les statistiques officielles nous montrent que la part des parcours steppiques relativement bons s'élève à 20% .

Tableau II : L'état des parcours steppiques en 2005 .

Etat des parcours	Superficie (millions d'ha)	(%)	Production (UF/ha)
Dégradés	6,5	43,3	30
Moy. dégradés	5,5	26,7	70
Bons	3	20	120
Total	15	100	220

Source : le Houérou, 2001

### I.3. Causes de déséquilibre de la steppe en Algérie

Face à l'accroissement de la population humaine et animale sur un espace vital de plus en plus réduit, on assiste actuellement à une surexploitation de ce qui reste des parcours steppiques. La dégradation des parcours est issue de l'interaction de deux types de facteurs.

Des facteurs naturels liés aux conditions du milieu physique en général, et des facteurs socio-économiques, anthropiques qui favorisent une action anarchique de l'homme sur l'écosystème.

#### I.3.1. Causes naturelles

Les facteurs naturels qui sont à l'origine de la dégradation des parcours steppiques sont fortement liés à la fragilité de l'écosystème de ces zones. L'action combinée des facteurs climatiques et édaphiques font que les parcours sont soumis à une dégradation accentuée par le phénomène de l'érosion (Le Houérou, 2004).

Les risques d'érosion éolienne et hydrique sont forts en steppes arides en raison de la violence des événements climatiques et de la faible protection du sol par la végétation.

L'importance du recouvrement végétal est à la fois une conséquence de l'érosion et un indice de risque érosif, que l'on peut associer à des indices d'érodibilité pour faire des prédictions (Nedjraoui et Bedrani,2008).

Les écosystèmes steppiques sont marqués par une grande variabilité interannuelle des précipitations. Les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviosité annuelle, avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse persistante. L'action de l'érosion éolienne accentue le processus de désertification. Elle varie en fonction de l'importance du couvert végétal (Nedjmi et Homaida,2006).

Les steppes algériennes sont marquées par une grande variabilité interannuelle des précipitations. En outre, les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviosité annuelle, avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse persistante (Nedjmi,2012).

Dans un milieu ouvert où la végétation a un recouvrement inférieur à 30%, l'action du vent opère un tri en emportant les fines particules telles que le limons et les argiles et laisse sur place des sols squelettiques à dominance d'éléments grossiers présentant un faible pouvoir de rétention d'eau, qui ne peut favoriser la remontée biologique. Ce type d'érosion provoque une perte de sol 150 à 300 t/ha/an, dans les steppes défrichées (Le Houérou,2002).

L'érosion hydrique est due en grande partie aux pluies torrentielles qui, sous forme d'orages violents désagrègent les sols peu épais, diminuent leur perméabilité et leur fertilité. Les éléments fins, l'humus et les éléments minéraux sont emportés par le ruissellement qui provoque la formation de rigoles et de ravines entaillant profondément la surface du sol. Comme conséquence directe de ce phénomène d'érosion, un volume de 50 à 250 tonnes par hectare et par an de terre sont ainsi entraînées par le ruissellement sur les sols dénudés à forte pente (Le Houérou,2004).

#### **I.3.1.1. Problème de salinité des sols**

Plus de 95% des sols des régions arides sont soit calcaires, gypseux ou salsodiques (Nedjraoui et Bedrani,2008). Du fait des hautes températures qui sévissent pendant une longue période de l'année, les précipitations subissent après leur infiltration, une forte évaporation entraînant la remontée vers la surface du sol, des particules dissoutes qui se concentrent en croûtes et stérilisent le sol. On trouve deux types de dépressions salées aux niveaux des régions arides et semi-arides dont les termes vernaculaires sont Chott et Sebkh (Le Houérou,1995); la différence entre ces deux noms réside dans le mode d'alimentation.

Les sebkhas sont sous la dépendance d'apport des eaux de crues et les Chotts sont alimentés respectivement par les apports de ruissellement et aussi par les nappes artésiennes profondes arrivant jusqu'en surface par des sources et/ou des suintements. Les Chotts seraient de véritables «machines évaporatoires», en période pluvieuse normale (hiver, printemps) une couche d'eau de quelques centimètres, saturée en sel (300-400g/l) recouvre la surface, laissant après évaporation des dépôts surtout de chlorure de sodium, parfois exploitables. Après de fortes pluies, les Chotts peuvent constituer de véritables lacs de plusieurs mètres de profondeurs; quelques mois après, l'évaporation très forte assèche complètement la surface. Le vent balayant cette surface desséchée et dénudée peut, dans certaines conditions, entraîner des particules argileuses et des cristaux de sels (chlorure de sodium, gypse) qui s'accumulent en bordure de la dépression (Le Houérou,2001 et Nejraoui,2002). Tout autour de ces systèmes, la présence d'une nappe phréatique plus ou moins salée et inégalement profonde contribue à la formation de sols halomorphes (Djebaili,1984)

### **I.3.2. Causes anthropiques**

L'équilibre des écosystèmes naturels a été fortement perturbé au cours des récentes décennies dans la plupart des régions arides et semi-arides sous l'effet de la modification des systèmes d'exploitation du milieu liée à la transformation des conditions socio-économiques et à l'évolution des techniques de production (Bensouiah,2006). En effet, suite à l'accroissement démographique et à la sédentarisation d'une partie croissante de la population, on assiste à une extension rapide de l'agriculture au détriment des meilleures zones pastorales dont la végétation naturelle est détruite par des moyens mécaniques de plus en plus puissants. Cette destruction est également aggravée par l'accroissement de la pression animale sur les surfaces pastorales de plus en plus réduites et par le prélèvement des produits ligneux destinés à la satisfaction des besoins en combustibles (HCDS ,2005). Ces différents phénomènes ont contribué à accroître la fragilité des écosystèmes, à réduire leur capacité de régénération et à diminuer leur potentiel de production.

Dans les zones les plus vulnérables, la surexploitation des ressources naturelles renouvelables a eu pour effet de favoriser différents processus de dégradation conduisant à une progression rapide de la désertification. L'économie de ces zones est basée sur l'élevage extensif des ovins, ainsi que la culture sporadique de céréales en sec (Nedjraoui et Bedrani,2008) . Le problème majeur auquel l'élevage fait face dans ces zones est la rareté et l'irrégularité des ressources alimentaires. La production animale des ruminants

dans les zones arides se caractérise par des crises périodiques dues à des disettes résultant de la sécheresse (Bensouiah,2003).

Compte tenu de l'état de dégradation des écosystèmes naturels et de la forte pression humaine et animale qui s'exerce sur ces écosystèmes, la reconstitution du couvert végétal ne peut plus être assurée dans la plupart des cas par les mécanismes naturels de régénération et nécessite le recours à des techniques récentes d'aménagement et de gestion des terres. Ces techniques se basent sur l'utilisation judicieuse des eaux de pluie et la plantation d'espèces ligneuses contribuant aussi bien à l'accroissement de la production qu'à la protection des sols contre l'érosion(Nedjmi et Homaida,2006).

La dégradation des parcours steppiques due aux phénomènes naturels est amplifiée par la pression croissante que l'homme et ses troupeaux exercent sur ces écosystèmes, ce qui accélère le processus de dégradation des végétations steppiques. La sédentarisation des éleveurs, la situation du foncier ainsi que celle du marché de la viande et des céréales incitent au développement des formes d'exploitation dite minière des steppes(LeHouérou,2006,1995).

### **I.3.2.1. Evolution de la population steppique**

Le nomadisme et notamment la transhumance (Achaba-Azzaba) constitue la principale activité pastorale qui découle des facteurs historiques économiques et sociaux. C'est une forme d'adaptation à un milieu contraignant où l'offre fourragère est marquée par une discontinuité dans le temps et dans l'espace. Ces déplacements, s'effectuant en été vers les zones telliennes (Achaba) et en hivers vers les parcours présahariens (Azzaba), allègent la charge sur les parcours steppiques leur permettant ainsi de se régénérer(Aidoud et al,2006).

Une forte croissance démographique est enregistrée durant la dernière moitié du siècle. La population de la steppe qui était de neuf cents milles habitants en 1954, est estimée à plus de sept (07) millions d'habitants en 1999 (Poujet,1980). La transhumance ou déplacement de grande amplitude (Azaba; transhumance d'été vers les chaumes des zones telliennes ou Achaba; transhumance d'hiver vers les piémonts Nord de l'Atlas Saharien) qui permettait dans le passé une utilisation rationnelle des ressources naturelles, ne concerne plus que cinq (5%) de la population steppique (Boumezbeur et Ben hadje,2003). Le reste de la population est devenu semi-sédentaire. Les pasteurs ont modifié leur système de production en associant culture céréalière, élevage et sédentarisation (Nedjmi,2012). La principale conséquence de cette transformation du mode de gestion des parcours est la surexploitation des ressources biologiques et la dégradation des terres. L'équilibre social

et biologique se trouve fortement perturbé par l'intensification des besoins engendrés par la croissance démographique et la mutation de la population steppique, dont une grande partie a rejoint d'autres secteurs d'activités. La diminution de la population vivante en zones éparses et la baisse de la population nomade traduisent l'importance de la sédentarisation qu'ont vécue les steppes ces dernières années. Il ressort que, la croissance démographique et la sédentarisation de plus en plus importante ont eu comme conséquences l'augmentation de la pression sur les ressources et l'intervention anarchique de l'homme. La pression humaine continue est à l'origine de l'important déséquilibre écologique des zones steppiques.

### **I.3.2.2. Surpâturage**

Le souci majeur de tout pasteur en milieu steppique, est le désir permanent d'accroître l'effectif de son cheptel, avec une diversification des espèces animales. Ainsi, si les ovidés et les caprinés constituent les deux composantes majeures des troupeaux, l'effectif des camélidés reste également à considérer, en particulier sur les formations végétales halophiles de la steppe algérienne. Cette composition des troupeaux se traduit par une incontestable pression animale sur la végétation steppique du milieu aride, élargissant de fait le spectre d'acceptabilité et d'appétibilité des espèces pastorales.

L'exploitation permanente des pâturages naturels, utilisant une charge animale nettement supérieure au potentiel de production des parcours, a pour effet de réduire leur capacité de régénération naturelle (fig. 3). L'effectif du cheptel pâturant en zones steppiques et dont la composante prédominante est l'espèce ovine (environ 83% du cheptel), n'a cessé d'augmenter depuis 1968. La croissance accélérée de l'effectif a pratiquement triplé le troupeau ovine en l'espace de trente (30) ans. De 5.600.000 têtes en 1968, le cheptel ovine passe à 18.000.000 de têtes en 2003 (Tab. III).

Il ressort donc selon le Tab. III, que l'effectif du cheptel pâturant sur la steppe, a subi une croissance vertigineuse depuis 1968. La superficie des parcours a en revanche subi une régression considérable, en particulier sous l'effet du défrichement pour la céréaliculture. De ce déséquilibre, résulte une augmentation de la charge pastorale, communément désignée par surpâturage.

Tableau III : Effectif du cheptel en régions steppiques (10<sup>3</sup>têtes)

Cheptel	1968	1999	2003
Ovins	5 600	15 000	18 738
Caprins	300	1 400	3 186
Bovins	120	240	1 464
Camelins	100	100	333
Equidés	250	750	-
Total	6 370	17 490	23 721

Source : Direction de Statistique Agricole et des Systèmes d' Informations, 2003

Il y a surpâturage quand l'effectif du bétail est trop nombreux par rapport à la surface pâturée ou bien y est maintenu trop longtemps, les bonnes espèces prennent un aspect chétif et rabougri avant de disparaître et sont remplacées par des espèces moins appréciées par le bétail, puis ces dernières sont à leur tour sursaturées et certaines d'entre elles disparaissent, jusqu'à l'obtention d'un sol quasi nu très vulnérable à l'érosion.



Source : Nedjimi, 2010

Planche 2 : Exploitation permanente des parcours naturels par une charge animale croissante

### I.3.2.3. Défrichement des parcours et pratiques culturales

Dans le souci de combler le déficit alimentaire du cheptel, causé par la sécheresse, les éleveurs des steppes, ont opté pour les céréales par le défrichement des parcours. Or, les terres steppiques sont réputées pour être squelettiques.

La conséquence du labour sur de telles terre s'est l'augmentation de leur risque de dégradation par érosion (hydrique ou éolienne) (Nedjraoui et Bedrani ,2008,HCDS ,2005).

Au cours des années 70, l'extension de la céréaliculture fut caractérisée par la généralisation de l'utilisation du tracteur à disques pour le labour des sols à texture grossière fragile. Les labours par ces derniers constituent en un simple grattage de la couche superficielle accompagné de la destruction quasi totale des espèces pérennes. Ces techniques de labour ont aussi une action érosive, détruisant l'horizon superficiel et stérilisant le sol, le plus souvent de manière irréversible (Aidoud et *al*,2006).

La superficie labourée en milieu steppique est estimée à plus de 02 millions d'hectares (Poujet,1973), la plus grande partie de ces terres se situe sur des sols fragiles en dehors des terres favorables des fonds d'oueds ou de Dayates. La technique de labour utilisée est une technique particulièrement érosive. L'utilisation de la charrue à disque ou le cover-crop pour un labour superficiel des sols à texture grossière, se justifie par son coût moins élevé pour des agro-pasteurs soumis à des aléas climatiques importants et donc obligés de minimiser leurs coûts du fait de la faible probabilité qu'ils ont d'obtenir une récolte correcte. En effet, cette culture épisodique détruit les plantes vivaces qui sont remplacées par des espèces annuelles incapables de retenir le sol ( Floret et *al*,1992).

Les faibles rendements obtenus (2 à 5 qx/ha) sont loin de compenser la perte de sol qui en résulte et les nuisances générées (Bensouiah,2008).

## **Chapitre II**

### ***Généralités sur la Mycorhization***

## II.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).

## II.2. Définition



Source : Egli et Brunner ,2002

Planche 3: Les racines mycorhizées

La 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.

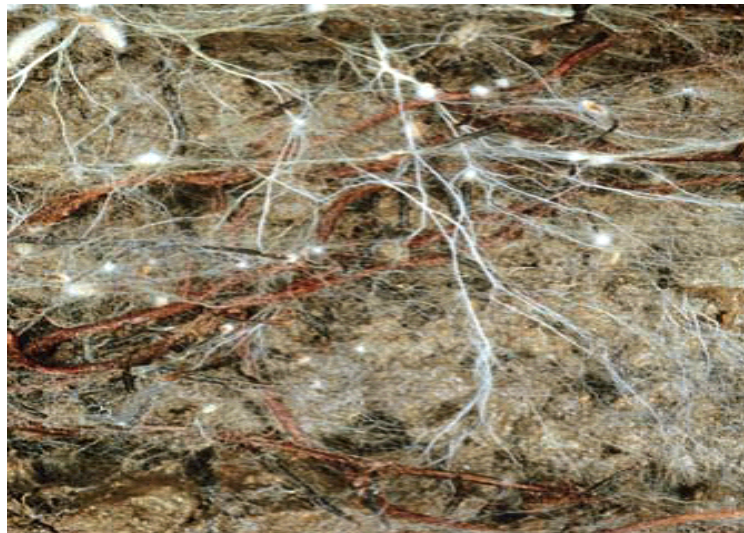
Les champignons ne sont pas tous des champignons mycorhiziens. De fait, certains ne forment pas de symbiose avec les plantes. On parle alors de champignons saprophytes ou pathogènes, selon qu'ils se nourrissent de cellules végétales mortes ou vivantes. Tout comme ces autres champignons, les mycorhiziens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

### II.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'écendomycorhizes

#### II.3.1. L'ectomycorhize



Source. :Egli et Brunner ,2002

Planche 4 : Les hyphes d'un champignon éctomycorhizienne

L'écendomycorhize naît de la rencontre entre des hyphes d'un champignon mycorhizien et des racines d'une 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 éctomycorhizes, les hyphes s'infiltrer 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.

### II.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.

### II.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.

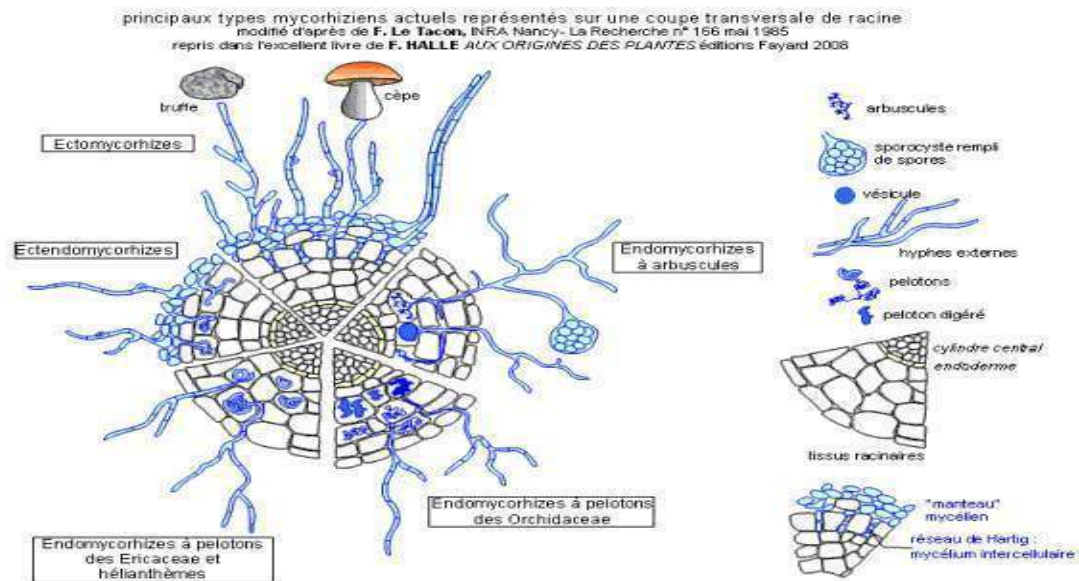
Cette association se retrouve principalement chez les plantes cultivées, mais aussi chez certains arbres forestiers dont l'if et l'érable à sucre ainsi que plusieurs petites plantes des sous-bois.



Source: Moïse et al.2003

Planche 5 : L'endomycorhize

On peut résumer les différents types de la mycorhization par la planche 6.



Source ;Le Tacon ,1985

Figure1: Les différents types de la mycorhization

#### II.4. Fonctions de la mycorhize

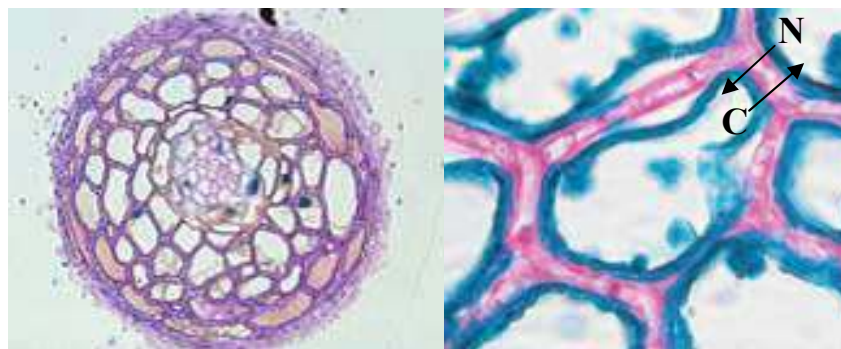
Les effets bénéfiques de la symbiose racinaire sont assurés par la phase intra-racinaire du champignon et par la présence d'hyphes extra-racinaires de faible diamètre, se ramifiant dans le sol et jouant un rôle essentiel dans l'acquisition du phosphore. Elles évoluent à grande distance et atteignent 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 .

#### II.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

Planche 6: Echange des éléments nutritifs

Ce réseau est composé d'un épais tissu fongique qui s'installe entre les cellules racinaires et les radicules, 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

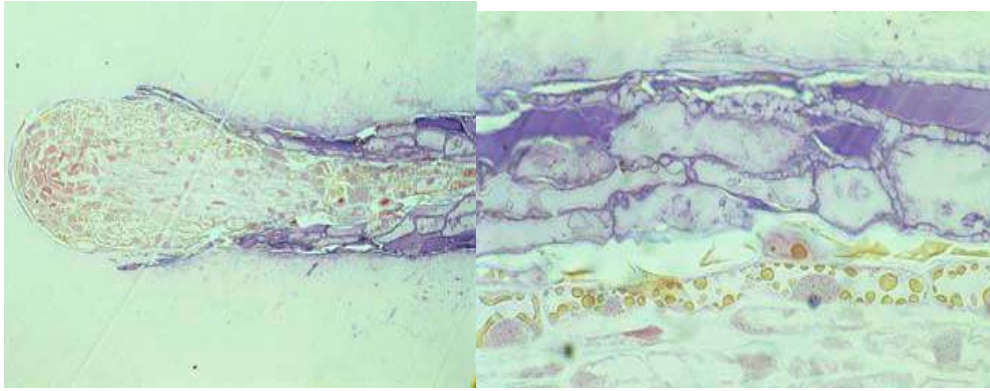
forme de poly phosphates à longue chaîne, ou granules de poly phosphates, qui sont stockés dans les cellules fongiques sous forme solide.

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)

#### **II.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<sup>e</sup> 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 (Planche 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.



Source : Egli et. Brunner ,2002

Planche 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.

#### II.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 III**

### ***Matériel et méthodes***

### III. Matériel

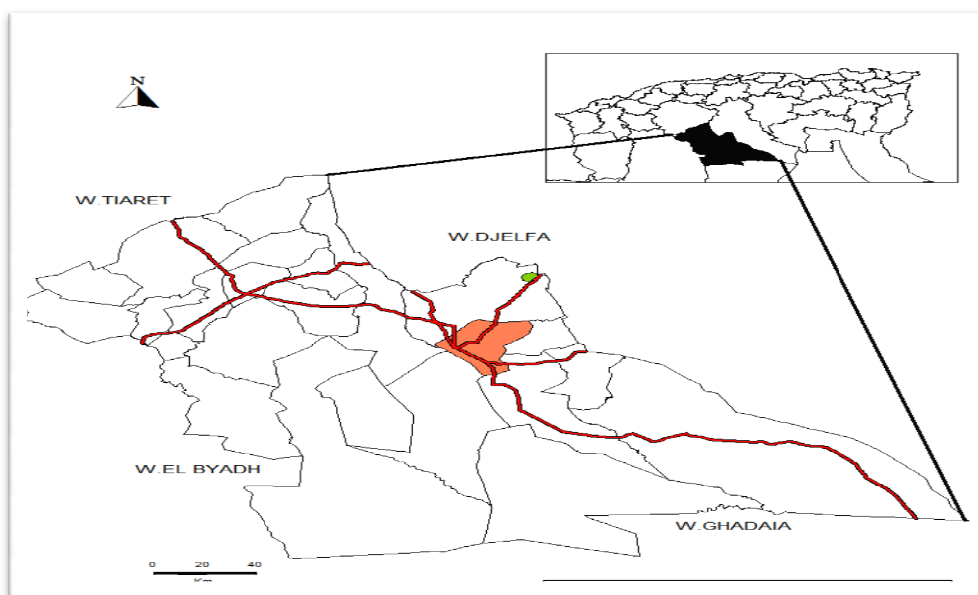
#### III.1. But de l'étude

Dans cette approche expérimentale, on va aborder au premier lieu une étude floristique afin d'évaluer la richesse floristique, en suite à l'aide de quelques plantes fixatrice des dunes et de leurs intérêt fourragère existantes au sein de région d'étude, nous essayons de mettre en évidence le type de la mycorhization associée à ces plantes.

Notre problématique est partie d'un constat vécu ;

- Evaluer la richesse floristique de la région d'étude (compter le recouvrement) ?
  - Est-ce que les plantes sélectionnées présentent des associations mycorhiziennes et de quel type et avec quel taux ?
  - Est-ce qu'elle existe une corrélation entre le taux de recouvrement et la mycorhization pour chacune des espèces sélectionnées ?.

#### III.2. Présentation de la commune de Sidi Makhoulouf



Originale, 2014

Figure 2 : Localisation de la région d'étude

La commune de Sidi Makhoulouf est le chef lieu de la Daira, rattachée administrativement à la wilaya de Laghouat (Fig 2). elle s'étend sur une superficie totale de 142 000 hectares (Houyou et al, 2013).

Au niveau régional, elle appartient à la région de planification Hauts Plateaux Centre qui regroupe les wilaya de : M'sila, Djelfa et Laghouat.

La commune de Sidi Makhoulouf est caractérisée par un climat semi aride à hiver frais avec une pluviométrie annuelle très faible de 131,8 mm /an (O.M. Laghouat, 2013).

Les vents soufflent durant toute l'année, c'est un paramètre important. Pour les températures on remarque les contraintes suivantes : froid en hiver et chaleur en été. Ces conditions climatiques sont contraignantes au développement de la végétation et des cultures.( Houyou et *al*,2013).

Dans ce travail nous prenons la région de GuennourEssebaihi qui était mise en défend en 2009 par la haute commissariat de développement du steppes(HCDS 2009).

### **III.3.Les plantes steppiques examinées**

Pour réaliser cette étude sur la mycorhization, on a sélectionné six (06) espèces existantes dans notre région à cause de leurs aptitude de fixer les dunes d'une part et d'autre part de leurs qualité fourragère.

#### **III.3.1. Sennagh**

Les steppes à lygeum occupent 2 millions d'hectares et sont localisées dans les étages bioclimatiques serni-aride frais, souvent sur des croûtes calcaires plus ou moins profondes.sa productivité fourragère moyenne a été évaluée à 150 UF/ha/an. (Benchrik et Lakhdhari,2012)

Nom Français: Le Sparte;

Arabe: Sennagh

Nom scientifique: *Lygeumspartum*

##### **III.3.1.1.Classification**

Règne: *Plantae*

Division: *Magnoliophyta*

Classe: *Liliopsida*

Ordre: *Poales*

Famille: *Poaceae*

Genre: *Lygeum*

Espèce: *Lygeumspartum*



Originale, 2014

Planche8:Sennagh (*Lygeum spartum*)

### III.3.1.2. Description

C'est une plante herbacée vivace rhizomateuse, atteinte jusqu'à un mètre de hauteur, ses tiges vert au blanc jaunâtre, les grosses branches à la base recouverte d'écailles.

Les feuilles atteinte jusqu'à 50 cm de long sont enroulées, réduisant ainsi la perte d'eau par transpiration. Ils sont raides, unciforme, dur et résistant, Les fleurs forment un épi couvert de longs poils soyeux entouré d'une gaine de 3 à 9 cm.

L'inflorescence constituée par une sparte remplaçant les glumes à l'intérieur de laquelle se trouvent 2 - 3 épillets connais à la base pour former un tube recouvert de longs poils soyeux(Benchrik et Lakhdhari,2012).

### III.3.1.3. Ecologie

Le groupement à sparte occupe les sols argileux et un peu salés. Ce groupement peut être accompagné par *Suaedavermiculata*, *Atriplexparvifolia* ...etc.

Le sparte tolère des conditions extrêmes de sécheresse, de salinité et de températures.

### III.3.1.4. Utilisation

Dans l'industrie du papier a des utilisations similaires à Sparte, mais d'une qualité technique inférieure.(Benchrik et Lakhdhari,2012)

### III.3.2. L'Astragale

L'analyse chimique de l'Astragale montre qu'il est formé de :

- 6.3 % de la matière sèche est une matière minérale .
- 38.1 %de la matière sèche est une matière cellulosique.
- 10.9 %de la matière sèche est une matière azotée totale .

L'Astragale a une valeur fourragère de 0.21 UF/Kg de matière sèche .(Boussaid et al,2004).

Nom Français: L' Astragale;

Arabe: guendale.

Nom scientifique: *Astragalusarmatus*

### III.3.2.1. Classification

Règne: *Plantae*

Division: *Magnoliophyta*

Classe: *Magnoliopsida*.

Ordre: *Fabale*

Famille: *Fabaceae*

Genre: *Astragalus*

Espèce: *Astragalusarmatus*.

### III.3.2.2. Situation

Espèce méditerranéenne présentée dans la zone pré désertique du Sahara septentrional à une taille varie de 50 cm à 1 mètre



Originale,2014

Planche9 : L' Astragale (*Astragalusarmatus*)

### III.3.2.3. Description

Arbuste très dense à rameaux dressés. Feuilles fraîches bien vertes avec de nombreuses petites folioles, les feuilles forment d'abord un bouquet serré puis elles s'éloignent de la tige, sèchent, les folioles tombent, il ne reste plus qu'une longue épine.

Les fleurs blanches sont nombreuses tout autour de la tige, le calice poilu est renflé, il contiendra ensuite le fruit.(Benchrik et Lakhdhari,2012)

### III.3.3. Le rétame

Le Rétame a une valeur fourragère de 0.65 UF/Kg de matière sèche soit 516.88 UF/Ha en hiver .

La composition chimique de rétame est formée de :

- 5.16 % de la matière sèche est une matière minérale .
- 27.26 %de la matière sèche est une matière cellulosique.
- 9.62 %de la matière sèche est une matière azotée totale (Bousaid et *al*,2004).

Le Rétame(*Retamareatam*) est une bonne espèce fixatrice de dunes .(Benchrik et Lakhdhari,2012)

Nom Français: Le retame ;

Arabe: erretam.

Nom scientifique: *Retamareatam*

### III.3.3.1. Classification

Règne: *Plantae*

Division: *Magnoliophyta*

Classe: *Magnoliopsida*.

Ordre: *Fabale*

Famille: *Légumineuse*

Genre :*Retama*

Espèce: *Retamareatam*.

### III.3.3.2. Description

Espèce saharo-arabique commune au sahara septentrional, également en Palestine et Syrie. De taille varie de 1 à 2 mètres.



*Originale,2014*

Planche 10: Leretame (*Retamareatam*)

Arbrisseau à l'aspect de genêt à longs rameaux verts crénelés et couverts de petits poils blancs soyeux. Les rameaux deviennent jaune en vieillissant.

Feuilles linéaires petites sur les jeunes rameaux en hiver et tombant très vite à la saison chaude ce qui permet à la plante de résister à la sécheresse car elle offre peu de surface pour l'évaporation(Benchrik et Lakhdhari,2012).

Fleurs blanches en grappes de 5 à 10 fleurs, le calice est pourpre. Le fruit est une gousse ovoïde terminée par un bec (Benchrik et Lakhdhari,2012).

Plante excellente fixatrice de dune. Existe en ;Afrique subtropicale (ouest de l'Afrique du nord), Europe occidento-meridionale, Asie subtropicale (Asie Mineure), naturalisé ailleurs (Californie). Pentes rocheuses, friches, rocailles(Benchrik et Lakhdhari,2012).

### III.3.4. leMethnane

Le Methnane a une valeur fourragère de 0.51UF/Kg de matière sèche soit 40.51UF/Ha en hiver (Bousaid et al,2004).

Nom Français :Thymelée ou passerine à petites feuilles;

Arabe: Methnane .

Nom scientifique: *Thymelaeamicrophylla*.

#### III.3.4.1.Classification

Règne: *Plantae* .

Division: *Magnoliophyta*.

Classe: *Magnoliopsida*.

Ordre: *Malvales*.

Famille: *Thymelaeaceae*

Genre:*Thymelaea* .

Espèce: *Thymelaeamicrophylla*.



Originale,2014

Planche11:LeMethnane (*Thymelaeamicrophylla*)

#### III.3.4.2. Description

Sous-arbrisseau persistant et pubescent (haut : 20-70 cm). Feuilles alternes, lancéolées (long : 5-8 mm, large : 1 mm), à l'apex obtus. Fleurs aux sépales ailés (diam : 7-10 mm), groupées en en épis axillaires paniculiformes.(Benchrik et Lakhdhari,2012)

### III.3.5. l'htab

L'Htab a une valeur fourragère non identifiée .

La composition chimique de Htab est formée de :

- 20.8 % de la matière sèche est une matière minérale .
- 24.4 %de la matière sèche est une matière cellulosique.
- 10.9 %de la matière sèche est une matière azotée totale (Bousaid et al,2004)

Nom Français; Arabe: Elhtab .

Nom scientifique: *Salsolavermiculata*.

### III.3.5.1. Classification

Règne: *Plantae* .

Division: *Magnoliophyta*.

Classe: *Magnoliopsida*.

Ordre: *Malvales*.

Famille: *Chenopodiaceae*.

Genre: *Salsola*.

Espèce: *Salsolavermiculata*



Originale,2014

Planche 12 : L'htab (*Salsolavermiculata*)

### III.3.5.2.Description

Sous arbrisseaux ligneux à tige très ramifiée, feuilles très petites (1 - 4 mm) ovoïdes, éparses et distantes sur les rameaux effilés canes cents. Fleurs glomérules par 2 - 5 à l'aisselle des feuilles et bien plus longues qu'elles, jaunâtre à lobes courtes.(Benchrik et Lakhdhari, 2012)

L'Htabest rencontré dans les Hauts plateaux, l'Atlas Saharien et dans le Sahara septentrional (plante endémique du Nord de l'Afrique)

Il est employé à cause de ses propriétés thérapeutiques (Benchrik et Lakhdhari,2012).

En Tunisie, les feuilles sont utilisées en cataplasme dans le traitement des blessures et de diverses dermatoses : érysipèle, cancer de la peau, boutons et abcès.

La décocté des feuilles est signalé comme purgatif, alors qu'il passe aussi pour être efficace dans le traitement de la stérilité et l'ictère, cette plante est signalée toxique (Boukef, 1986), à Djelfa ;En bain végétal, le décocté des feuilles est utilisé pour traiter l'alopécie, la gale et les mycoses.(Benchrik et Lakhdhari, 2012).

Il est aussi utilisé par voie orale, car le décocté des racines est préconisé pour soulager les douleurs abdominales et éliminer l'aérocolie(Chehma,2005).

### III .3.6. L'Atriplex

La valeur fourragère de l'A triplex halimus a été estimée par Schmidsburr, en 1972 à Ouasseltia (Tunisie); à 0,56 UF/kg MS. Celle donnée par Le Houérou et al, en 1983, varie de 0,25 à 0,30 UF/kg MS. Sa teneur en protéine brute varie de 12 à 18 % par kilogramme de matière sèche. Ces valeurs font des Atriplex d'excellents aliments du complément pour les rations pauvres en protéine.

Un mouton peut consommer jusqu'à 2 kg MS/j et parfois plus (Brinis,2011)

L'atriplex a une grande utilité car il conserve le sol contre l'érosion et la désertification.

Nom Français: l' Atriplex;

Arabe: G'taf .

Nom scientifique: *Atriplexhalimus*.

#### III.3.6.1. Classification

Règne: *Plantae* .

Division: *Magnoliophyta*.

Classe: *Magnoliopsida*

Ordre: *Malvales*.

Famille: *Chenopodiaceae*

Genre: *Atriplex*.

Espèce: *Atriplexhalimus*

#### III.3.6.2. Origine

Plante originaire du sud de l'Europe, c'est une espèce spontanée occupant de vastes aires dans les pays du Nord africain et du Proche et Moyen-Orient. Elle se trouve également dans certains pays européens tels que ceux de la région méditerranéenne.(Brinis, 2009).



Originale, 2014

Planche 13 : l'Atriplex (*Atriplexhalimus*)

### III.3.6.3. Description

C'est un arbuste qui se développe en touffe très dense ayant un aspect blanc argenté. Les rameaux, dressés, portent des feuilles alternées et assez grandes. Les fleurs monoïques, de couleur jaunâtre, sont réunies en épis. (Benchrik et Lakhdhari, 2012)

### III.3.6.4. Conditions écologiques

Cette espèce est spontanée dans les étages bioclimatiques semi-arides à près sahariens. Ses exigences climatiques sont les suivantes:

- précipitation moyenne annuelle de 150 à 1000 mm;
- M: 30,3 à 30,8°C; -m: 6,8 à 7/7°C.

Elle résiste bien à la sécheresse et au froid même à des minima absolus de l'ordre de -10°C

C'est une espèce halophyte peu exigeante en matière de sol. Elle occupe les sebkhas et les bords des oueds. Elle s'accommode bien aux sols marneux et limoneux compacts et profonds. Elle peut se développer également sur des encroûtements gypso-calcaires à un étage bioclimatique Semi-aride, et présaharien avec l'altitude de 0 à 1500 m. (Brinis, 2009)

### III.3.6.5. Mise en culture de l'Atriplex

La transplantation des plants obtenus en pépinière peut se faire, selon Le Houérou, d'Octobre à mars en ligne avec des écartements de 5 x 2 m, soit une densité de 1000 pieds/ha. Il est conseillé de planter à chaque fois 2 à 3 jeunes plants par trou (profondeur du trou : 50 à 60 cm). Il est préférable, selon Sarakbi (in FAO, 1989) que les plants en pépinière soient obtenus à partir des graines que des boutures. Les plants obtenus des graines ont une racine principale plus verticale et le temps d'obtention des plants transplantables est plus court.

### III.3.6.6. Production

La production est très variable suivant le milieu. Le Houérou estime la production d'*Atriplexhalimus* entre 1000 et 2000 UF/ha/an (Chehema, 2005).

### III.3.6.7. Utilisation

- Ses rameaux feuillés constituent une réserve fourragère de bonne qualité pour le cheptel ovin vivant en steppe.

### III.4.L'étude floristique

On utilise l'échantillonnage systématique linéaire avec la méthode de l'aire minimale pour faire des relevés parce que :

- On peut obtenir une bonne précision parce que la méthode permet de répartir l'échantillon dans l'ensemble de la liste.
- Les données peuvent être biaisées à cause de la périodicité.

Mon but est de démontrer la richesse floristique de la région et la sélection des plantes étudiées pour la mise en évidence de la mycorhization et d'étudier la corrélation entre le taux de recouvrement et le taux de mycorhization de chaque espèce.

#### III.4.1.La méthode d'échantillonnage

- Délimiter l'aire minimale qui est une carrée de 100m<sup>2</sup> de surface à l'aide d'une corde



Planche14: Délimitation de l'aire minimale

Originale, 2014

- Citer les espèces existantes.
- Tracer la ligne de lecture.
- A l'aide d'une boussole déterminer la direction de lecture.

- Tender la décimètre sur la ligne de lecture.
- Fixer la décimètre a l'aide des deux piquets sur la ligne de lecture.
- Projeter l'aiguille ;pour chaque maille de lecture de 10 cm.
- Marquer les résultats dans les tableaux.

#### **III.4.2.Mise en évidence de la mycorhization**

La méthode de la mise en évidence est celle de Phillips et Haymann (1970), Cette méthode a subit des modifications par Kormanick et al( 1980) et Krishna et Bagyaraj (1983) ; ces modifications concernant la coloration par le fushine acide aulieu de bleu de trypan 0.05% . Ce dernier est considéré colorant cancérigène ( Abourouh,1996).

La quantification de la mycorhization sous microscope optique nous a permit d'estimer les taux d'inoculation mycorhizienne de chaque espèce ; puis nous essayons d'avoir la corrélation entre le taux de recouvrement et la mycorhization chez chaqu'une des espèces étudiées.

##### **III.4.2.1.Produits chimiques et colorants utilisés**

Compte tenu du but poursuivi visant à observer et à identifier l'association mycorhizienne chez les plants examinés , on devra rassembler tous le matériel dont on a besoin (verreries et produits chimiques): Béchers de 100 ml, Boites Pétris, lames et lamelles machette bien aigüillé,règle graduée ou stylo, microscopique optique menu d'un appareil photo, Plaque chauffantes graduée (+ 90 ° C),l'eau distillée et récipients en verre ... etc, potasse du sodium (KOH) à 10%, l'eau oxygénées alcalin à 10 vol, acide lactique 10%, fuschine acide 0,1%, des gouttes de Glycérine. On note que la fuschine acide a été préparé juste avant l'expérience à base des produits chimiques suivants: 100 ml de lactophénol de 0,5 g de fuschine acide poudre.

##### **III.4.2.2.La méthode utilisée pour la mise en évidence**

- Le lavage des racines par l'eau distillé :

*Originale, 2014*

Planche15:Le lavage des racines par l'eau distillé

- Le découpage des racines en fragments de 1 cm de longueur :

*Originale, 2014*

Planche16:Le découpage des racines en fragments

- Le rinçage des fragments racinaires plusieurs fois par l'eau distillé.
- La mise des fragments racinaires dans bécher dans le KOH à 10% sur une plaque chauffante ; à 90<sup>0</sup> C pour le blanchissement des tissus racinaires jusqu'à l'ébullition :



*Originale, 2014*

Planche 17: L'éclaircissement des fragments racinaires avec le KOH 10%

- Le rinçage des fragments racinaires plusieurs fois par l'eau distillé.
- L'éclaircissement des tissus racinaires avec le H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (l'eau alcalin).



*Originale, 2014*

Planche 18: L'éclaircissement des tissus racinaires avec le H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

- Le rinçage des fragments racinaires plusieurs fois par l'eau distillé.
- La mise des fragments racinaires dans bécher en acide lactique de concentration 10% pendant Cinq minute (5 mn).





Originale, 2014

Planche 21 : La préparation des fragments racinaires pour l'observation microscopique

- Laisser les préparations pour l'observation microscopique pendant une durée de 24h. Pour les endomycorhizes, l'observation microscopique est faite avec un grossissement de 40 à 200 fois. Kormanick et Mc Graw (1982) (Abourouh, 1996).

Pour chaque espèce étudiée on réalise trois (3) répétitions (3 lames pour l'observation microscopique).

#### III.4.3. Calcul de pourcentage de colonisation des endomycorhizes

Le pourcentage (P) de colonisation des endomycorhizes est calculé selon la technique d'éclaircissement et de coloration de Philips et Hayman (1970), à l'aide de l'équation suivante:

$$P = (PI/n) \times 100$$

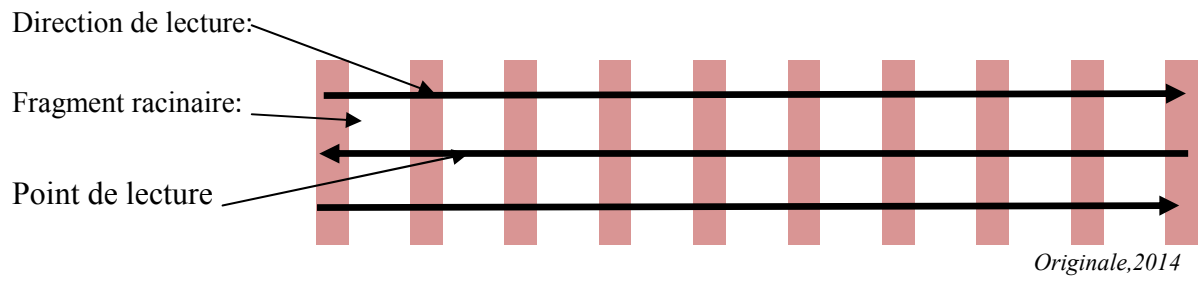
Avec:

PI: les points infectés;

n: nombre des points totale

Durant l'observation microscopique, on registre les résultats de façon binaire (1-0), 1 pour l'existence de la mycorhization et 0 pour l'absence dans un seul fragment racinaire.

L'orientation de lecture se fait comme suit :



Schema1 :explication de la méthode de lecture

## **Chapitre IV**

### ***Résultats et discussion***

## IV.1. Résultats

On cite les résultats de notre travail comme suit

### IV.1. 1. Résultats de l'étude floristique

Les espèces existantes dans la région d'étude sont mises en deux groupes

#### Espèces annuelles

*Anthemis arvensis, Artemisia compestris, Calendula aegyptica, Conyza bonariensis, Achinops pinosus, Hedipnoi scretica, Senecio gallicus, Astragalus cruciatus, , Noaea micronata, Cleome arabica, Daucus carota, Hellanthenium lippi, Hordeum minimum, Schismus herbatus, Stippa parviflora, Malcolnia aegyptica, Malva parviflora, Picris albida, Plantago albicans, Raseda lutea, Aaronsonia leptophylla, Adonis aestivalis, Aetheorrhiza bulbosa, Allium ampeloprasum, Asphodelus acaulis, Astragalus marioticus, Bromus ribens, Calendula aegypticaca, Carduus chevallieri, Carrichtera annua, Cistanche phelyped, Cistanche violacea, Citrullus colocynthis, Cleome amblyocarpa, Echium arenarium, Alyssum gnanatense, Anthyllis vulneraria, Atractylis humilis, Eruca vesicaria.*

#### Espèces vivaces

*Ammoides pusilla, Steppa tinacissima, Anabasis articulata, Artemisia compestris, , Atriplex halimus, Lygeum spartum, Salsola vermiculata, Retama reatam, Thymelaea microphylla, Atriplex halimus, Astragalus armatus, Artemisia herba alba, Ziziphus lotus.*

On résume les résultats de seize(16) relevés floristiques par le tableau suivant :

Tableau IV : Les taux de recouvrement des espèces recensées

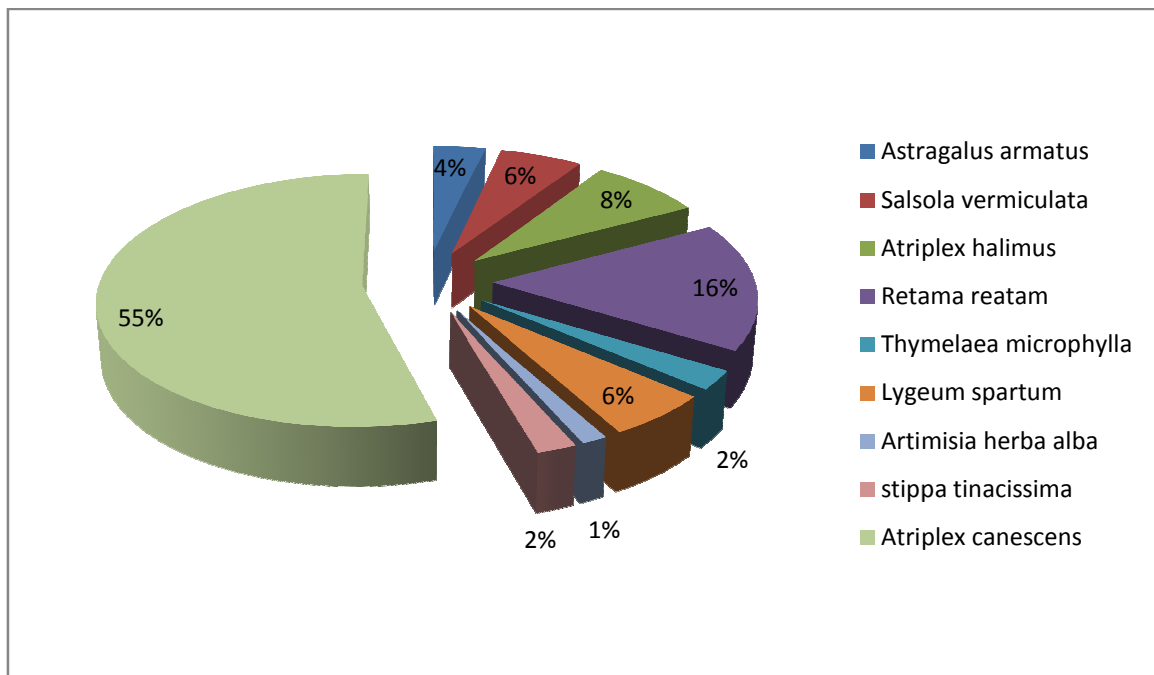
Famille	Espèces	Taux de recouvrement (%)
<i>Amarranthaceae</i>	<i>Allium roseum</i>	02
<i>Asteraceae</i>	<i>Anthemis sarvensis, Artemisia compestris, Calendula aegyptica, Conyz abonariensis, Achinops spinosus, Hedipnois cretica, Senecio gallicus</i>	3.93
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus sarmatus, Astragalus cruciatus</i>	1.75
<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Atriplex canescens, Salsola vermiculata, Noaea micronata, Atriplex halimus</i>	23.87
<i>Capparidaceae</i>	<i>Cleome arabica</i>	0.25
<i>Apiaceae</i>	<i>Daucus carota</i>	0.75
<i>Cistaceae</i>	<i>Hellanthemum lippi</i>	0.1875
<i>Poaceae</i>	<i>Hordeum minimum, Legeum spatium, Schismus herbatus, Stippa parviflora, Stippa tinacissemata</i>	7.5
<i>Brassicaceae</i>	<i>Malcolnia aegyptica</i>	0.625
<i>Malvaceae</i>	<i>Malva parviflora</i>	0.375
<i>Zygophyllaceae</i>	<i>Peganum harmala</i>	0.625
<i>Compositiferae</i>	<i>Picris albida</i>	0.75
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago albicans</i>	0.125
<i>Resedaceae</i>	<i>Raseda lutea</i>	0.3125
<i>Légumineuse</i>	<i>Retama reatam</i>	5.75
<i>Thymeleaceae</i>	<i>Thymelaea microphylla</i>	0.875

Originale, 2014

Tableau V : Le taux de recouvrement spécifique des espèces vivaces étudiées

Espèce	Taux de recouvrement (%)
Senagh : <i>Lygeums partum</i>	02
Elhtab : <i>Salsola vermiculata</i>	02
Retame : <i>Retama reatam</i>	05.75
Methnane: <i>Thymelaea microphylla</i>	0.875
Atriplex : <i>Atriplex halimus</i>	02.75
Astragale : <i>Astragalusarmatus</i>	01.25

Originale,2014



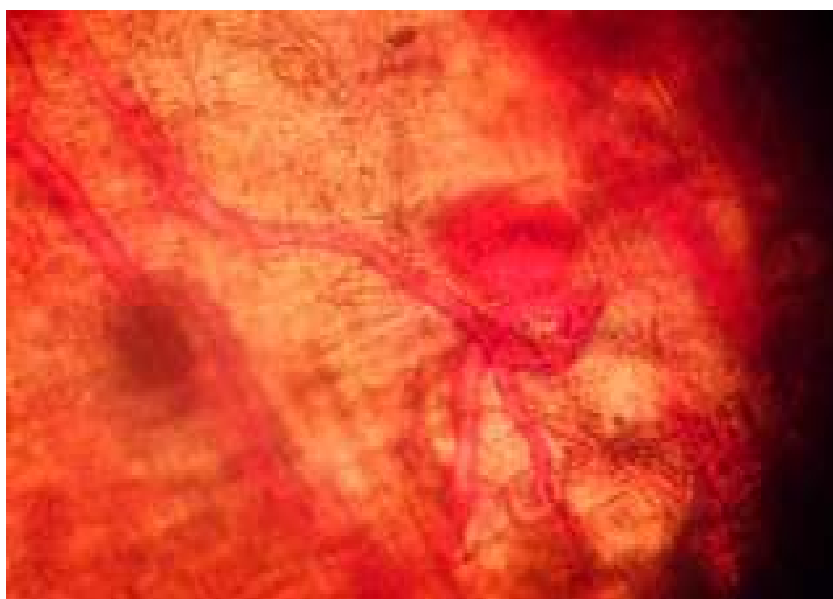
Originale,2014

Figure 3 : Les espèces vivaces existantes dans la région d'étude.

#### IV.2. 2. Résultats de la mise en évidence de la mycorhization

Pour bien distinguer les différentes formes de l'association endomycorhizienne chez les plantes étudiées. On doit faire un examen microscopique de dix fragments racinaires légèrement écrasés- chacun de 1 cm- disposés entre la lame et la lamelle avec un grossissement de quatre cents fois (G×400).

Cette observation se fait uniquement pour identifier le type d'association endomycorhizienne représenté seulement par des vésicules sphériques et des hyphes intracellulaires .



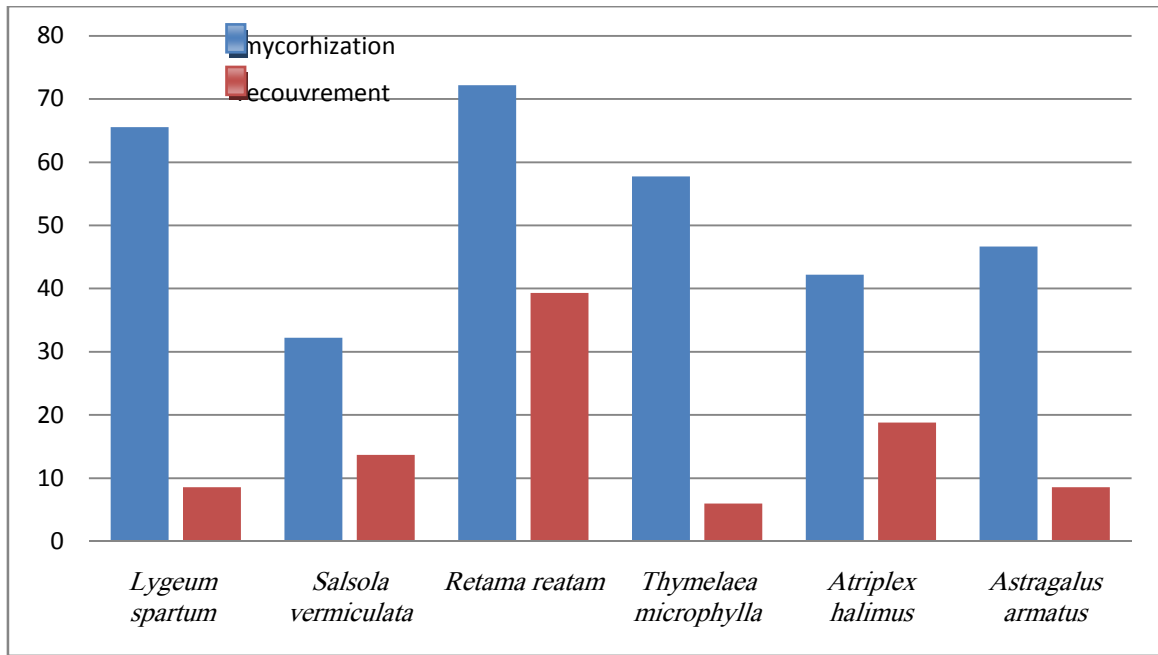
Originale,2014

Planche 22 : Association endomycorhizienne à vésicules obtenue chez *Retama reatam*(Gx400)

Tableau VI : le taux de mycorhization des espèces étudiés

Espèce Répétitions	Senagh	Elhtab	Retame	Methnane	Atriplex	Astragale
1 <sup>er</sup> (%)	63.33	23.33	70	46.66	40	23.33
2 <sup>ème</sup> (%)	66.66	30	83.33	66.66	63.33	53.33
3 <sup>ème</sup> (%)	66.66	43.33	63.33	60	23.33	63.33
Moyen(%)	65.55	32.22	72.22	57.77	42.22	46.66

Originale,2014



Originale, 2014

Figure 4 : la relation entre le taux d'inoculation mycorhizienne et le taux de recouvrement

## IV.2. Discussion

La richesse floristique d'un territoire est le nombre total d'espèces qu'il renferme, cette richesse floristique est en général d'autant plus élevée que la surface du territoire est plus grande, mais croît naturellement moins vite que la superficie considérée.

On constate une nette diversification de la flore steppique par la présence de 54 espèces. D'après Aïdoud (1989), la richesse floristique en zone aride dépend essentiellement des espèces annuelles, des conditions du milieu et de la corrélation de l'ensemble des caractères (climat, édaphisme et exploitation).

On constate que le taux de recouvrement est de (54%), et l'identification des taxons a été faite à partir de la flore de Maire (1952), de Quezel et Santa (1962-1963), Ozenda (1977). Nous avons pu identifier ainsi 54 taxons représentés par 20 familles. (Tableau IV). (Benaradj et al, 2012)

Elle est caractérisée systématiquement par le cortège floristique suivant composé de 20 familles, 49 genres et 53 espèces.

D'après la Représentation graphique 01, la composition floristique de cette station est dominée principalement par la famille des *Chenopodiaceae* (23.87%) qui est la plus cosmopolite avec 3 genres et 4 espèces, suivis par les *Poaceae* (7.5 %) avec 4 genres et 5 espèces, puis respectivement en troisième et quatrième position la famille des *Légumineuse* (5.75 %) avec 1 genre et 1 espèce, les *Asteraceae* (3.93 %) avec 6 genres et 7 espèces, suivies par les familles des *Amaranthaceae* (2 %) (1 genre et 1 espèce) *Thymelaeaceae* et *Brassicaceae* (1 genre et 1 espèce),

Il existe d'autres familles présentées seulement par une seule espèce comme : les Rhamnacées, les *Plantaginaceae*, les *Cistaceae*, avec un taux de recouvrement très faible.

Lorsque notre région est méditerranéenne située dans l'étage bioclimatique arides, ses sols sont hétérogènes -généralement calcaire- ce qui provoque une salinité importante (Plassard, 1996).

Les données climatiques de la région montrent qu'il y a une grande durée 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...) pour cela on a sélectionné à base d'étude floristique six (06) espèces pour la mise en évidence de la mycorhization ; On obtient les résultats suivants :

- Avec l'observation microscopique (x40), toutes les espèces mises en évidence présentent une association endomycorhizienne à vésicule. (Planche 20). on remarque l'existence des hyphes avec ou sans vésicule.

Ces résultats sont confirmés par l'étude de Chafi et Fortas surtout pour le Methnane (*Thymelaea mycrophylla*) et le Senagh (*Lygeum spartum*) (Chafi et Fortas.1999).

- Pour les résultats de quantification de la mycorhization ,on utilise la méthode de point de lecture sur les racines écrasées et on obtient des taux de mycorhization différent d'une espèce à l'autre :

Le Retam (*Retama retam*) est plus mycorhizé à cause de sa morphologie qui influe directement sur le taux de mycorhization , plus les racines sont développés et ramifiées plus la mycorhization est fréquente parce que l'efficacité de systèmes racinaires mycorhizés est due principalement à une extension de la surface d'absorption et du volume de sol prospecté grâce aux hyphes fongiques. 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 développent 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. L'efficacité des souches pourrait être au moins en partie fonction de leur capacité à former rapidement un réseau important d'hyphes extra-racinaires .on inoculant l'oignon avec 4 espèces de champignons endomycorhiziens, Sanders *et al.* (1977) ont constaté que les 3 espèces efficaces produisaient des quantités équivalentes d'hyphes extra-racinaires, alors que la quatrième, peu efficace entraînant un faible pourcentage d'infection et produisait un peu d'hyphes extra-racinaires et le Senagh :*Lygeum spartum* présente un taux de mycorhization de 65.55 % ; cette espèce se forme d'une sparte avec un système racinaire fine et dense ; ce qui explique un pourcentage élevé ; cette sparte subit des conditions climatiques et pédologiques difficiles car elle vive sur les sols légers ( généralement sableux) ces conditions favorisent au plantes des stress salins et hydriques donc la plante doit développe un système racinaire capable de fournir l'alimentation hydrique ,minérale et organique .

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 et plusieurs synthèses bibliographiques ont été publiées sur ce sujet (Dommergues et Mangenot,1970 ; Gianinazzi-Pearson, 1982 ; Planchette, 1982 ; Strullu, 1991).

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 (Tinker, 1984). Il n'est pas exclu que la nutrition azotée puisse aussi être améliorée sous l'effet de la mycorhization.(Nouaim et Chaussaud,1996).

Le Methnane : *Thymelaea microphylla* qui marque un taux de mycorhization de 57.77% peut être du au stress salin ou hydrique qui subit cette espèce car la sélection et l'arrachage des plantules étudiées étaient fait en début de mois de Mai (05-05-2014) pendant une période sèche qui a subit la région d'étude.

La disponibilité de l'eau dépend avant tout des apports , c'est à dire de la hauteur des précipitations et de la proportion de ces apport qui s'infiltré 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 la capacité de rétention. 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% de la capacité de rétention. Ces expériences ont aussi montré une relation entre la mycorhization et l'efficacité de l'eau chez le sorgho : pour une humidité du sol correspondant à 50% de la capacité de rétention il faut 1722 ml d'eau pour produire 1g de poids secchez 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 unecorrélation 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(Nouaim et Chaussod,1996)

L'Astragale : *Astragalus armatus*, avec un taux de mycorhization de 46.66% due à la morphologie de cette plante explique ce taux peu diminué par rapport aux autres espèces ; elle possède des épines avec des feuilles composées des petites folioles allongées sur la tige lignifiée .ce qui abaisse la transpiration en période humide . les observations microscopiques montrent l'absence d'association mycorhizienne car dans cette période (début de mois de Mars 2014 ) la région d'étude subit des précipitations de 12 mm.

Safir et al.(1971)furent les premiers à démontrer, sur soja, que les plantes mycorhizées avaient une résistance racinaire au transport de l'eau plus faible que les plantes non mycorhizées. La différence de prélèvement de l'eau était éliminée en ajoutant une solution fertilisante aux plants non mycorhizés. Ces auteurs en concluaient que l'effet sur le transport de l'eau est du à une augmentation du statut nutritionnel chez les plantes

mycorhizé .à 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 Safiret *al.* par le fait que les plants de soja mycorhizés se développent rapidement et les changements attribués aux mycorhizes peuvent être dus à d'autres facteurs comme la croissance rapide des parties aériennes. Ils ont suggéré que l'effet de la mycorhization s'exerce sur l'équilibre hormonale racine - partie aérienne. Leur hypothèse est basée sur le fait que durant un stress hydrique ou osmotique, des changements dans les équilibres hormonaux endogènes ont lieu, les cytokinines des racines diminuent et la quantité d'acide abscissique dans les feuilles augmente. Ils concluaient que l'association mycorhizienne joue davantage au niveau de la régulation stomatique qu'au niveau de la conductivité des racines puisque la résistance des racines est identique chez les deux lots, mycorhizés et non mycorhizés.

Pour confirmer cette hypothèse, Levy et Syvertsen (1983) ont repris l'expérience pour étudier l'effet de l'état mycorhizé ou non sur la conductivité des racines durant et après le stress hydrique. Ils ont utilisé des plants de *Citrus* et une souche de *Glomus intraradices* et ont supplémenté les non mycorhizés par une fertilisation en phosphore pour éliminer l'éventuel effet de cet élément. Tous les plants avaient la même taille et toutes les feuilles avaient une concentration en phosphore voisine de 0.1% adéquate pour *Citrus*. La nutrition minérale et la surface foliaire ne pouvaient donc pas être responsables des différences observées. Pourtant, ces auteurs ont trouvé que la mycorhization augmentait la transpiration aussi bien dans le régime normal qu'en cas de stress hydrique, et que la quantité de racines fines actives était plus importante chez les mycorhizés, donnant un rapport parties aériennes / racines plus bas que chez les non mycorhizés. Le potentiel foliaire mesuré après trois cycles de stress hydrique était plus bas que celui des plants non stressés: Il est possible, selon Levy et Syvertsen, que les racines actives abondantes et le taux élevé de transpiration chez les plants mycorhizés épuise l'eau plus tôt que les plants non mycorhizés, causant un stress hydrique plus important. Levy et Syvertsen concluaient la physiologie des feuilles que sur la conductivité des racines. Ils admettent cependant que dans leur expérience ils ont utilisé des petits pots. Pour des plantes *Citrus*, et qu'un confinement des racines chez les mycorhizés a pu avoir lieu, réduisant la concentration en oxygène autour des racines et diminuant la vigueur des racines mycorhizées. (Nouaim et Chaussod. 1996).

D'un taux de mycorhization de 42.22% que marque l'Atriplex : *Atriplexhalimus*, cette espèce a une composition chimique fortement salée (sels élevés) ce qui explique le faible taux de mycorhization mais pas comme Elhtab : *Salsolavermiculata* qui a un taux de 32.22%. on peut expliquer ces résultats par l'effet de la pression osmotique. ces deux espèces (*Salsolavermiculata et Atriplexhalimus*) sont des espèces halophytes qui s'adaptent au milieu salin .elles ont une grande tolérance au salinité ; D'après Hamza (1980) les plantes qui s'adaptent à la salinité se manifestent par des formes tels que :

- Faible allongement des organes aériennes et souterraines et leur ramification.
- Une raccourcissement des entre-nœuds
- Une diminution de la surface foliaire (Brinis,2011)

Le métabolisme des plantes de milieu fortement salé est lié à une résistance à la déshydratation par :

- L'adaptation de son potentiel osmotique afin de rétablir les relations hydriques .
- Un control efficace des flux ioniques intra-tissulaires et intracellulaires ,Chretien (1992).(Brinis,2011)

Ces manifestations sont la cause principale pour la diminution de taux de mycorhization chez les espèces halophytes .

On constate qu'il n ya pas une corrélation entre le recouvrement et le taux de mycorhization de chacune des espèces étudiées parce que le recouvrement varie selon les critères morphologiques de la partie aérienne , cependant la mycorhization varie selon la morphologie de la partie souterraine ; ces deux paramètres varient selon la nature du sol (texture, composition chimique ) et l'exigence de l'espèce .

Pour confirmer cette constatation l'insuffisance bibliographique m'a limité .

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

Pour identifier et quantifier les mycorhizes chez quelques espèces sélectionnées selon leurs qualité fourragère et leur aptitude de fixer les dunes de sable; On a réalisé une étude floristique au sein de la région de Guennour Essebaihi.

Les résultats issus à partir de seize (16) relevées floristiques montrent que le taux de recouvrement végétatif est de 54/ représenté par un cortège floristique composé de 53 espèces dont 14 vivaces et 39 annuelles avec un taux de recouvrement spécifique variable d'une espèce à l'autre.

Parmi les espèces vivaces ;On a examiné six espèces(*Lygeum spartum* , *Salsola vermiculata* , *Retama reatam* ,*Thymelaea microphylla* , *Astragalus armatus* , et *Atriplex canescens* ) au laboratoire pour la mise en évidence de la mycorhization.Les résultats obtenus indiquent que tous les espèces examinées présentent une association endomycorhizienne à vésicule avec un taux d'inoculation variable pour chacune des espèces .

La comparaison du taux de recouvrement avec le taux d'inoculation endomycorhizienne chez chaque espèce montre qu'il n'ya pas une corrélation entre le recouvrement et la mycorhization.