

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 Biologie

جامعة عمار ثليجي - الأغواط -

كلية العلوم

قسم البيولوجيا



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Option : Ecologie végétale et environnement
Steppes et oasis

Thème

*Mise en évidence de la mycorhization
chez Artemisia herba alba Asso.
provenance de la region Mankeb Ben
Hamed, wilaya de Djelfa (Algérie)*

Encadré par : M. BENCHATOUH ahmed.
M. GOUZI Hichem.

Réalisé par: AYACHI zohra
GUENFOUD fatma

Membre de jury: M. CHAIBI Rachid
M. YOUSFI Mostafa

JUIN 2014

Remerciements

Nous remercions en premier lieu, Dieu pour toutes ses bénédictions qui nous entourent : le guide par le bon chemin de l'Islam et l'offre de tous les moyens de vivre, d'étudier et de faire du bien pour le bien-être des autres pour un lendemain plus meilleur.

Nous remercions infiniment notre encadreur et notre grand frère M .Benchetouh Ahmed pour l'effort fourni, les conseils prodigués, sa patience et sa persévérance dans le suivi et surtout sa qualité humaine.

Nous voulons remercier énormément M. Gouzi Hichem pour toute l'aide qui nous a apportée et sans quoi ce travail n'a pas vu le jour.

Nous remercions aussi les membres du jury qui ont bien voulu accepter, et ce malgré leurs lourdes responsabilités, d'évaluer ce modeste travail.

Nous remercions également, le chef de département de biologie

Mr : Chaibi Rachid pour toute aide, assistance, conseil et disponibilité de répondre à tout appel en cas de besoin en matière de développement.

Nos remerciements vont également à tout les enseignants.

Nous tenons à remercier le docteur : El habib chafi Mohamed qui a déplacé de l'Université d'Oran pour la vérification et l'application de ce travail.

Et M. Azzaoui Mohamed de Tiaret, pour leur aide et soutien lors de la réalisation de ce travail.

Nous n'oublions pas à remercier toute personne, non citée, ayant contribué de loin ou de près à la réalisation du présent travail.

Fatma, Zohra

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A ma chère mère pour son soutien et ses sacrifices durant mes études et dans chaque étape de ma vie.

A mon cher père qui m'a beaucoup aidé, conseillé et encouragé.

A mon mari Youcef pour compréhension et son aide et à toute sa famille surtout à ma belle mère.

A mes chers frères Youcef, Thameur et à mes chères sœurs, Aya, Lyna, Et à ma cousine qui je la compte parmi mes sœurs Soumia, pour leur amour et leur soutien moral.

A ma chère amie et copine et collègue de travail que j'aime très fort :Zohra Ayachi pour son aide, son amour et son encouragement incessants.

A ma grande-mère maternel, oncles et tantes, cousins et cousines.

A mes amies :Soumia Benbertal, Sarah Gana , Khadidja Gourine,

Hiba Benchohra.

A mes collègues de travail à l'université :Khadidja Ghenem, Zhor Laagoun , et Mohamed Ghermaoui.

A mon chef de travail au niveau de la direction des services agricoles

Mr : Ouaalen Mohamed ,pour ces conseils.

Je n'oublie pas mes enseignants et mes enseignantes tous un par un.

FATMA

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A ma chère mère et mon cher père pour leur soutien et leurs sacrifices durant mes études et dans toute ma vie.

A mon cher frère Brahim, et mes chères sœurs :Khaira , Zineb , Soumia , pour leur amour.

Je dédie ce travail aussi à ma copine Fatma et à toute sa famille maternelle surtout sa grande mère : Hadja Omlkhir.

Ainsi à toute la famille Guenfoud.

Je n'oublie pas mes collègues de travail où je débute par mon chef

Mr : Ouaalen Mohamed.

Et puis à toutes les filles au bureau surtout Katiya.

ZOHRA

Résumé

MISE EN EVIDENCE DE LA MYCORHIZATION CHEZ *Artemisia herba alba* Asso.
PROVENANCE DE LA REGION MANKEB BEN HAMED, WILAYA DE DJELFA
(ALGERIE)

Résumé: Les plantes des milieux steppiques ont une morphologie et une physiologie adaptées au milieu dans lequel elles croissent. L'Armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso.) est une plante herbacée steppique appartient à la famille des *Asteraceae*, elle est utilisée dans la médecine traditionnelle et dans l'alimentation animale.

Le but de notre travail est la mise en évidence de la symbiose mycorhizienne chez *Artemisia herba alba* Asso. provenance de la région de Mankeb Ben Hamed, Wilaya de Djelfa.

La méthode de Kormanick et *al.* (1980) a été adoptée afin de pouvoir identifier la structure endomycorhizoïenne associée avec les racines de la plante-hôte (*Artemisia herba alba* Asso.).

Les résultats microscopiques obtenus nous ont permis de déduire que l'Armoise blanche présente des endomycorhizes à vésicules et arbuscules. Le taux de mycorhization diffère d'un endroit à l'autre avec une inoculation moyenne de 45,17%.

Mots clés: *Artemisia herba alba* Asso., Mankeb Ben Hamed, endomycorhizes, milieu steppique.

ملخص

ان النباتات السهبية لها بنية مورفولوجية وفيزيولوجية متكيفة مع الوسط الذي تعيش فيه. الشيح (*Artemesia herba alba* Asso.) هو نبات عشبي سهبي ينتمي الى عائلة *Asteraceae*، ويستعمل في الطب التقليدي وفي التغذية الحيوانية.

الهدف من هذا العمل هو تمييز نوع التعايش الفطري- النباتي (الاندوميكوريزيا) لدى نبات شيح منشأ منطقة منكب بن حامد ولاية الجلفة.

طريقة (Kormanick et al., 1980) اتبعت من اجل التعرف على البنية الاندوميكوريزيا المجتمعة مع جذور النبات المضيف (*Artemesia herba alba* Asso.).

- النتائج الميكروسكوبية المتحصل عليها سمحت لنا بان نستنتج ان نبات الشيح يظهر اندوميكوريزات ذات حوصلات و شجيرات. مقدار التجمع الفطري – النباتي في هذه الحالة هو بمعدل 45.17 % و يختلف من مكان الى اخر.

الكلمات المفاتيح :

Artemesia herba alba Asso.، منكب بن حامد، المناطق السهبية .

Abstract

DEMONSTRATION OF MYCORRHIZAL *Artemisia herba alba* asso. FROM THE REGION MANKEB BEN HAMED, WILAYA OF DJELFA (ALGERIA)

Abstract: The plants of the steppe mediums have morphology and a physiology adapted to the medium in which it grows. The white Armoise (*Artemisia herba alba* Asso.) is a steppe herbaceous plant belonging to the family of the *Asteraceae* it's used in traditional medicine and in animal feeds.

The object of our work is to put evidence of the endomycorrhizal symbiosis at the *Artemisia herba alba* Asso. Provenance from the region Mankeb Ben Hamed, state of Djelfa

The method of Kormanik and al., (1980) was adopted in order to be able to identify the endomycorrhizal structure associated with the roots of the host-plant (*Artemisia herba alba* Asso.).

The microscopic results enable us to show that the white Armoise presents endomycorrhizas with gall and arbuscular.

The rate of mycorrhization varies from place to place with an average inoculation of 45,17%.

Key word: *Artemisia herba alba* Asso., Mankeb Ben Hamed, endomycorrhizas, steppe mediums.

Liste des abréviations

MA : Mycorhizes à Arbuscules.

MAV : Mycorhizes à Arbuscules et à vésicules.

M-m : Température maximale – Température minimale (indice de continentalité).

F : Fragment.

pH : Potentiel hydrogène.

Ix : Indice xérothermique.

PI : Point Infectés.

P : Précipitations

n : Nombre de fragments.

HCDS : Haut Commissariat de Développement des Steppes.

ONM : Office National Météorologique.

Liste des figures

Figure 01 Description botanique d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso.....	04
Figure 02: Système racinaire d' <i>Artemisia herba alba</i>	06
Figure 03: Localisation de la zone d'étude.....	15
Figure 04: Méthode de comptage de l'association endomycorhizienne	21
Figure 05: Diagramme Ombrothermique de la station Djelfa (2000 -2013.....	23

La liste des Planches

Planche 01 : Touffes d'Armoise blanche dans leur aire naturelle.....	03
Planche 02: La plante d' <i>Artemisia herba-alba</i>	05
Planche 03: Plant d' <i>Artemisia herba alba</i> testé.....	18
Planche 04: Les fragments racinaires d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso.....	18
Planche 05: Méthode du blanchiment des fragments.....	19
Planche 06: Acidification par l'acide lactique.....	19
Planche 07: Imbibition des fragments racinaires dans le glycérol.....	20
Planche 08: Préparation des lames à l'observation microscopique.....	24
Planche 09: Examen microscopique d'une racine d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso×400 ..	24

La liste des tableaux

Tableau 01: Caractéristiques physico-chimiques de la zone d'étude.....	16
Tableau 02: Pluviométrie mensuelle de la station (2000 – 2013)	22
Tableau 03: Températures mensuelles de la région (2000 – 2013)	22
Tableau 04 : L'indice xérothermique de la zone (2000 - 2013)	23
Tableau 05 : Résultats d'observation dans la lame n° 1 de l'endroit I	25
Tableau 06 : Résultats d'observation dans la lame n° 2 de l'endroit I	25
Tableau 07 : Résultats d'observation dans la lame n° 3 de l'endroit I.....	25
Tableau 08 : Résultats d'observation dans la lame n° 1 de l'endroit II.....	25
Tableau 09 : Résultats d'observation dans la lame n° 2 de l'endroit II.....	25
Tableau 10 : Résultats d'observation dans la lame n° 3 de l'endroit II.....	26
Tableau 11 : Résultats d'observation dans la lame n° 1 de l'endroit III.....	26
Tableau 12 : Résultats d'observation dans la lame n° 2 de l'endroit III.....	26
Tableau 13 : Résultats d'observation dans la lame n° 3 de l'endroit III.....	26
Tableau 14 : Résultats globales de pourcentage de colonisations des plantes.....	27

Table des matières

Liste des abréviations.....	I
Liste des figures.....	II
Liste des planches.....	III
Liste des tableaux	IV
Introduction.....	01

Première partie : Données bibliographique **Chapitre I Généralités sur l'Armoise blanche**

I. Généralités.....	02
I.1. Caractères d'Armoise blanche.....	02
I.2-Origine et distribution.....	02
I.2.1- Dans le monde.....	02
I.2.2- En Algérie.....	02
I.3- Position systématique de l'espèce	03
I.4- Espèce polymorphe.....	03
I.5- Groupe floristique d'Armoise blanche.....	04
I.6. Description botanique	04
I.7- Description Morphologique.....	05
I.7.1- Tiges.....	05
I.7.2- Feuilles.....	05
I.7.3- Capitules et Fleurs.....	05
I.7.4- La graine.....	06
I.7.5- Système racinaire	06
I.8- Importance.....	06
I.8.1- Intérêts fourragères.....	06
I.8.2- Intérêts Alimentaires.....	07
I.8.2- Intérêts Médicinales.....	07
I.8.3- Intérêts Pharmacologiques.....	07
I.8.4- Intérêts Ecologiques.....	07
I.9- Evolution phrénologique de l'espèce.....	08

Chapitre II : Généralités sur les mycorhizes

II. Généralités.....	09
II.1. Définition.....	09
II.2. Classification des mycorhizes.....	09
III.2.1. Les ectomycorhizes.....	09
III.2.2. Les ectendomycorhizes.....	10
III.2.3. Les mycorhizes Arbusculaires.....	10
III.3. Rôle des mycorhizes.....	12
III.3.1. Rôle des mycorhizes dans la nutrition et la protection de la plante.....	12
III.3.2. Rôle des mycorhizes dans l'évolution et le fonctionnement des écosystèmes...	13
III.3.3. Rôle des mycorhizes en agriculture.....	14

Deuxième partie : Matériel et méthodes	
Chapitre III : Matériel et Méthodes	
III.1- Matériel.....	15
III.1.1-Site d'étude.....	15
III.1.2- Matériel végétal.....	16
III.1.3- Matériel du laboratoire.....	17
III.2- Méthodes.....	17
III.2.1- Méthode d'évaluation des facteurs stationnels.....	17
III.2.1.1-L'indice de continentalité.....	17
III.2.1.2-L'indice xérothermique.....	17
III.2.1.3- Le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953).....	18
III.2.2- Mise en évidence de l'association mycorhizienne.....	18
III.2.2.1- Elimination du support sol et préparation des fragments racinaires.....	18
III.2.2.2- Dépigmentation.....	19
III.2.2.3- Coloration par la fuschine acide.....	20
III.2.2.4-Préparation des fragments racinaires colorés pour l'observation microscopique.....	20
III.2.3- Technique de comptage des endomycorhizes dans les fragments racinaires écrasés.....	21
III.2.4-Calcul de pourcentage de colonisation des endomycorhizes.....	21
Troisième partie : Résultats et discussions	
Chapitre IV : Résultats et discussions	
IV.1- Résultats.....	22
IV.1.1- Résultats pédoclimatiques	22
IV.1.1.1- Analyses climatiques.....	22
IV.1.2- Analyse du phosphore	23
IV.1.3- Résultats microscopique de la mise en évidence des endomycorhizes.....	24
IV.1.3.1- Résultat microscopique.....	24
IV.1.3.2- Résultats du dénombrement de l'association endomycorhizienne.....	24
4.1.3.3- Comptage de colonisation endomycorhizienne.....	26
IV.2- Discussion.....	27
Conclusion.....	30
Références bibliographique.....	31
Annexes	

Introduction

De tous les temps, les plantes ont occupé une place prépondérante dans la vie de l'homme. Toutes les civilisations connues ont utilisé les plantes soit sauvages soit cultivées pour se nourrir, se défendre, se vêtir ou se soigner. Ces utilisations se sont diversifiées au fil des temps pour s'adapter aux besoins. Les plantes médicinales ont connu les mêmes modifications. Jusqu'au début du 20^{ème} siècle, presque tous les médicaments étaient à base de plantes (Sanon et *al.*, 2006).

Ces plantes ne vivent pas toutes seules. Longtemps on a pensé le contraire, mais maintenant, on sait presque toutes les plantes vertes grandissent et prospèrent en étroite association avec des microorganismes vivants dans le sol. Ces microorganismes sont des bactéries ou des champignons qui vivent en étroite association avec les racines de ces plantes, d'un point de vue étymologique ces interactions peuvent être nommés «symbiose» (Lee et *al.*, 2009).

Dans le règne végétal, parmi les symbioses les plus importantes, on distingue les endosymbioses racinaires formées entre les plantes et certains microorganismes telluriques. Au cours de ces interactions, les micro-organismes fournissent au végétal hôte des composés nécessaires à leur croissance en retour la plante fournit des composés carbonés issus de la photosynthèse.

Par leur importance médicinale et agro-pastorale, l'Armoise blanche (en particulier la famille des Astéracées) constituent un enjeu à caractère stratégique pour les pays de l'Afrique du nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Lybie et voir même l'Espagne) et ceux de l'Asie (Irak, Arabie Saoudite et l'Iran) en particulier.

En Algérie, cette Armoise occupe une place importante et constitue avec les autres faciès végétatifs l'épine dorsale du système agro-pastorale dans les régions arides et semi-arides. Dans notre travail le but est avoir la contribution à la mise en évidence de la micorhization d'*Artemisia herba alba* Asso. Au Mankeb Ben Hamed Djelfa.

Dans ce contexte notre travail s'articule autour de deux principales parties :

- La mise en évidence des endomycorhizes et leurs aspects microscopiques.
- Étude du taux de mycorhization d'Armoise blanche.

I. Généralités

I.1. Caractères d'Armoise blanche

Armoise blanche est une plante vivace steppique abondante sur les hauts plateaux, elle est consommée par les troupeaux et constitue de ce fait un excellent parcours. Elle se trouve généralement sur croûte calcaire, à sol non salé plus ou moins imperméable et dans les secteurs plus ou moins humide (Pouget, 1980).

Armoise blanche occupe les sols à texture fine. Leurs conditions écologiques générales sont les suivantes:

- ✓ Bioclimats: Principalement aride frais et semi-aride frais comme aux pieds des Djebels.
- ✓ Lithologie; Généralement les croûtes calcaires.
- ✓ La profondeur du sol variable de 5 à 40 cm, la profondeur moyenne est comprise entre 10 à 15 cm (Djebaili 1984).

Armoise blanche à une odeur caractéristique, forte et aromatique. Les pousses végétatives apparaissent généralement en hiver, la floraison débute en octobre et se termine en novembre, la fructification et la dissémination en décembre, la germination a lieu après une dormance d'une année et la récolte se fait au printemps et en été.

I.2-Origine et distribution

I.2.1- Dans le monde

Armoise blanche se développe dans les zones bioclimatiques qui vont de la partie supérieure semi-aride à la partie inférieure Subsaharienne. C'est une plante caractéristique du Moyen-orient et d'Afrique du Nord.

I.2.2- En Algérie

Artemisia herba alba Asso. (Armoise blanche) est une espèce de la famille des *Asteraceae* de l'Afrique du Nord. Elle est très répandue sur les hauts plateaux (Quezel et al., 1962-1963) dans l'étage bioclimatique semi-aride frais (Djebaili, 1984). Dans les steppes, principales zones de parcours de l'élevage ovin nomade, elle alterne avec des formations à Alfa (Battandier, 1902) et occupe environ trois millions d'hectares (Djebaili, 1984).

I.3- Position systématique de l'espèce

Règne:Plantae

Sous-règne:Tracheobionta

Division:Magnoliophyta

Classe:Magnoliopsida

Sous-classe:Asteridae

Ordre:.....Asterales

Famille:Asteraceae

Genre:.....*Artemisia*

Espèce :.....*Artemisia herba alba* Asso.



Source: (Benchettara et al.,2011)

Planche 01 : Touffes d'Armoise blanche dans leur aire naturelle

I.4- Espèce polymorphe

Artemisia herba alba Asso., Chih en berbère et en arabe, appartient à la plus vaste famille du règne végétal des Asteraceae ou des Composée. Cette famille comprend plus de 1000 genres et 1500 espèces repartis sur toutes les conditions et dans les milieux tempérés du globe (Benchettara et al., 2011).

I.5- Groupe floristique d'Armoise blanche

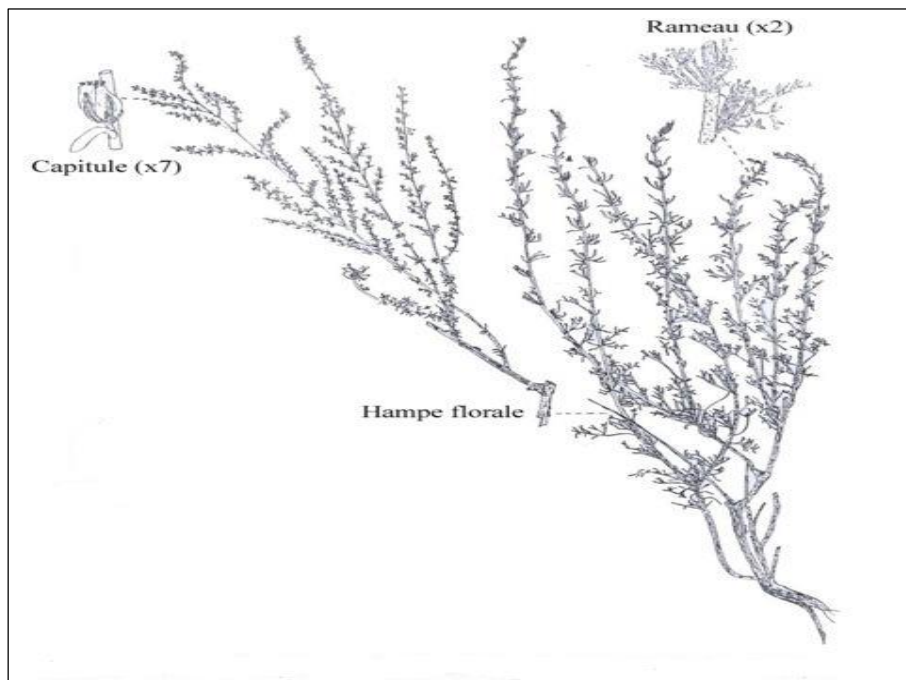
Sur le plan floristique, Armoise blanche constitue un groupement avec:

- *Stipa tenacissima* L.,
- *Peganum harmala*
- *Salvia verbenaca*
- *Lygeum spartum*,

Elle se développe en touffes bien individualisées. La partie épigée peut être séparée en deux catégories : une partie ligneuse et la partie verte constituée de pousses de l'année qui, avant leur lignification, sont très claires d'où le nom de l'espèce. Ces pousses portent des feuilles de taille et des formes très variables. Ce polymorphisme lié à l'adaptation remarquable de l'espèce à la sécheresse. Sur les terrains surpâturés, cette plante se présente en touffes de taille réduite et fragmentée.

I.6. Description botanique

Armoise blanche est une plante vivace à tiges ligneuses et ramifiées, de 30 à 50 cm, très feuillées avec une couche épaisse. Les feuilles sont petites, sessiles, pubescentes et ovoïdes. L'involucre est à bractée imbriquée. Le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleurs jaunâtres par capitule toutes hermaphrodites (Benchettara et al, 2011).



Source: (Benchettara et al., 2011)

Figure 01 : Description botanique *Artemisia herba alba* Asso.



Planche 02: La plante *Artemisia herba alba* Asso. (Originale, 2014).

I.7- Description Morphologique

I.7.1- Tiges

Les tiges sont ligneuses et ramifiées pouvant atteindre 70cm de haut, beiges, très feuillées, à rameaux de l'année très tomenteux (Negre, 1962).

I.7.2- Feuilles

Elles sont très polymorphes (Aidoud, 1988), peuvent être grises argentées ou bien blanches, tomenteuses. Les feuilles inférieures sont pétiolées et les supérieures sont sessiles (Negre, 1962).

I.7.3- Capitules et Fleurs

Selon Ozenda (1991), les capitules sont petits, ovoïdes, pauciflores en général, autogames et renfermant, généralement 2 à 8 fleurs. Ils présentent des fleurs écailleuses du périclave sur plusieurs rangs, les internes linéaires vertes, plus ou moins velues sur dos, très scarieuses et transparentes tout autour, les externes plus petites (Negre, 1962). Le réceptacle est nu (Quezel et *al.*, 1962-1963). La floraison a lieu en automne, et la dispersion des graines se fait à partir du mois de décembre. Les fleurs sont toutes hermaphrodites (Battandier et *al.*, 1902). Les bractées externes de l'involucre orbiculaires sont opaques et

pubescentes, les intérieures sont oblongues, brillantes et glanduleuses (Quezel et *al.*, 1962-1963). La corolle est insérée très obliquement sur l’ovaire (Battandier et *al.*, 1902).

I.7.4- La graine

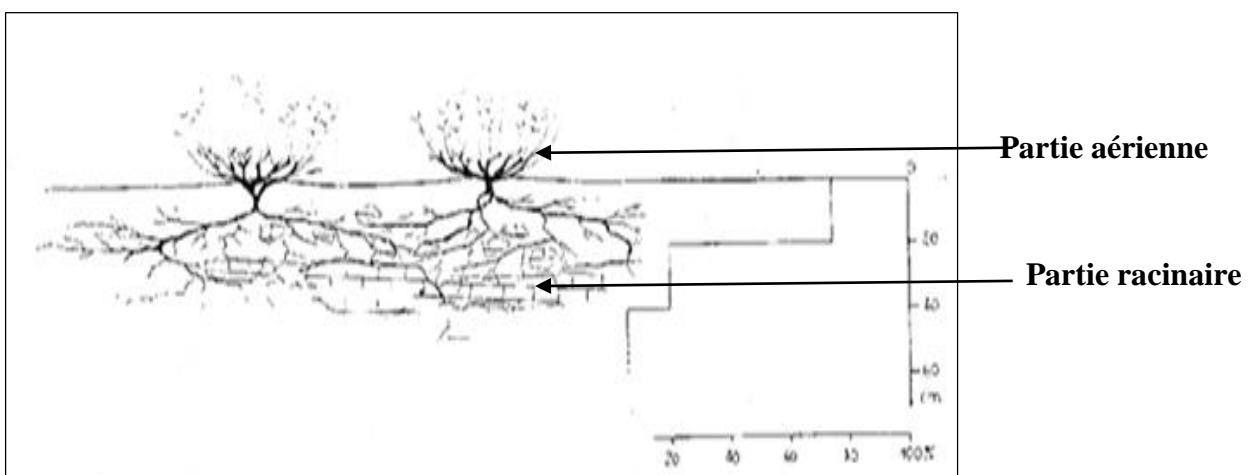
Le fruit est un Akène coiffés latéralement par périanthe et lisse (Negere, 1962). La taille des graines ne dépasse pas 0.3 mm. Au contact de l’eau la graine développe une masse mucilagineuse qui lui permet de se fixer dans le sol (Kaul et *al.*, 1974 in Tarfaoui, 2012).

I.7.5- Système racinaire

La racine pivotante de l’Armoise pénètre en général très peu en profondeur. Elle se coude ou se ramifie à environ 10 cm (Aidoud, 1988). Les racines deviennent de plus en plus grêles en profondeur.

La biomasse racinaire diminue cependant très vite avec la profondeur et très peu de racines se retrouvent à partie de 50 cm. Cette biomasse représente chez *Artemisia herba alba* Asso. environ 38% du total (Benchettara et *al.*, 2011).

Chez l’*Artemisia herba alba* Asso. le transport de l’eau des racines aux tiges se fait selon un modèle dit « d’ascension sectorielle en détour ».



Source : Benchettara et *al.*, 2011.

Figure 02 : Système racinaire pour *Artemisia herba alba* Asso.

I.8- Importance

I.8.1- Intérêts fourragères

La steppe à Armoise blanche est souvent considérée comme un meilleur parcours (Nedjraoui, 2004). La phytomasse d'une steppe à armoise blanche, en bon état de conservation, est de l'ordre de 900 à 1100 Kg/ha (Aidoud et *al.*, 1988).

D'après Nedjraoui et *al.*, (1982) ; in Ferchichiet *al.*, (2004), la valeur énergétique de l'armoise blanche, très faible en hiver (0,2 à 0,4 UF/Kg MS), augmente rapidement au printemps (0,92 UF/Kg MS) pour diminuer de nouveau en été (0,6 UF/Kg MS). En automne les pluies de septembre, provoquent une nouvelle période de croissance et la valeur énergétique augmente de nouveau (0,8 UF/Kg MS).

I.8.2- Intérêts Alimentaires

En alimentation, *Artemisia herba alba* Asso. sert à l'aromatisation de certaines boissons notamment le café et aussi ses huiles essentielles sont utilisables dans l'industrie alimentaire.

Elles sont très utilisées en parfumerie et cosmétologie pour leur pouvoir antiseptique et aromatisant même si leur commercialisation pose de sérieux problèmes à ce jour, à cause de la diversité de leur composition chimique (Benchettara et *al.*, 2011).

I.8.2- Intérêt Médicinal

En médecine, cette plante a des activités telles que: l'activité antibactérienne, antifongique, antihelminthique ou vermifuge et antiseptique. L'armoise blanche est administrée également dans tous les refroidissements, elle est aussi utilisée contre les troubles hépatiques et les vertiges (Benchettara et *al.*, 2011).

I.8.3- Intérêt Pharmacologique

En pharmacopée populaire, elle continue à occuper une place importante. Elle est appliquée comme remède contre la toux, les troubles intestinaux, le rhume, la rougeole, les faiblesses musculaires, la goutte, les aphtes, les mycoses et contre les piqûres d'insectes et de scorpions (Benchettara et *al.*, 2011).

I.8.4- Intérêt écologique

Le rôle écologique d'Armoise blanche pour la préservation de la steppe Algérienne n'est pas à démontrer. Elle est considérée comme l'une des meilleures espèces candidat pour la réhabilitation des écosystèmes dégradés en bioclimat

méditerranées (Ben Salem et *al.*, 2006). Elle possède une importance écologique en raison de son aptitude à coloniser zones marginales.

Selon les travaux de Boukrich et *al.* (2006), *Artemisia herba alba* Asso. possède la capacité d'absorption des métaux lourds (cuivre et zinc). Elle constitue un moyen de lutte naturel contre l'érosion et la désertification.

I.9- Evolution phénologique de l'espèce

Le Floc'h (1969; in Benchettara et *al.*, 2011), définit la phénologie comme étant « l'étude des relations entre la périodicité des phénomènes morphologiques, celles des variables écologiques actives plus particulièrement les variables climatiques ». Pour l'armoise blanche, les observations effectuées ont porté sur:

- La germination et la croissance de pousses de l'année.
- Le développement des feuilles et des rameaux.
- La floraison et la fructification.

II. Généralités

II.1. Définition

Le terme mycorhize d'origine grecque signifie champignon-racine (*mukēs*=champignons, *rhiza*=racine). Ainsi un mycorhize est une association entre la racine d'une plante et un champignon filamenteux. C'est donc l'ensemble qui constitue le mycorhize (Harley et Smith, 1983).

Cette association de mutualisme joue un rôle prépondérant dans le fonctionnement des écosystèmes végétaux. Elle est caractérisée par un échange bidirectionnel généralement bénéfique tant pour la plante photosynthétique que pour le champignon (Jakobsen, 1995).

D'une part, la mycorhize satisfait les besoins du partenaire fongique en composés carbonés synthétisés par la plante hôte photosynthétique et d'autre part, elle permet à la plante hôte de bénéficier d'une meilleure nutrition minérale grâce au réseau d'hyphes extra-radicales constituant la phase extra matricielle qui s'étend bien au-delà de la zone du sol explorée par les racines, (Smith, 1997).

II.2. Classification des mycorhizes

La classification des mycorhizes est basée sur le type de champignon associé, selon que celui-ci est asepté, c'est-à-dire Zygomycète de l'ordre des Glomales, ou septés, est alors Ascomycète ou Basidiomycète d'après Smith et Read, (2008). On distingue trois principaux groupes d'associations:

III.2.1. Les ectomycorhizes

Ce type de mycorhize concerne 13 à 15% des plantes vasculaires et se rencontre chez une grande majorité des Gymnospermes et un grand nombre d'Angiospermes, Dicotylédones principalement chez les espèces ligneuses forestières. Les partenaires fongiques sont des champignons supérieurs généralement macroscopiques Ascomycètes et surtout Basidiomycètes (Harley and Smith, 1983; Smith and Read, 2008 ; Fortin *et al.*, 2008).

Les ectomycorhizes sont formées par trois composants essentiels:

La gaine ou manteau fongique qui entoure les radicelles en modifiant leur morphologie, ainsi les poils absorbants sont inexistantes.

-Les hyphes entre les espaces des cellules subéreuses et des cellules périphériques du parenchyme cortical constituant le réseau de Hartig.

-Un réseau d'hyphes extra-radicales se développe à partir du manteau fongique dans la rhizosphère de façon très importante appelé réseau extra-matriciel (Mosse, 1973; Smith and Read, 2008). Dans le réseau mycélien l'espèce fongique impliquée forme parfois des cordons mycéliens constitués d'hyphes accolés les uns aux autres constituant des rhizomorphes associés ou non à des sclérotés, structure résultant de l'organisation d'hyphes mycéliens en pseudotissu (Peterson et al., 2004). Ce réseau extra-matriciel constitue une partie importante du système mycorhizien car il permet une exploration très étendue du sol et par la même occasion augmente la surface d'échange du système racinaire (Nicolson, 1959 et Mosse, 1981).

III.2.2. Les ectendomycorhizes

Une ectendomycorhize présente à la fois les caractères structurales des ectomycorhizes et des endomycorhizes. Cependant elles présentent une morphologie semblable à une ectomycorhize simple ou dichotomique. En effet il y a présence du manteau fongique relativement mince, du réseau de Harting et une formation de pelotons d'hyphes intracellulaires ce type de mycorhize a été observé principalement dans deux genres de la famille des pinacées *Pinus* et *Larix* (Peterson et al., 2004). Cependant Founoune (2001) les a également observés chez d'autres genres tels que *Casuarina*, *Eucalyptus*, *Populus*, *Quercus* et *Acacia* (principalement d'origine australienne).

Les champignons qui forment ce type de mycorhize sont pour certains, classés dans les ordres Des Pezizales (*Wilcoxina*, *Sphaerosporella*) et des Leotiales (*Phialophora*, *Chloridium*) de la classe des Ascomycètes. D'autres sont regroupés dans un groupe nommé *E-strain* dont on ne connaît pas les stades sexués (Peterson et al., 2004), raison pour laquelle certains les classent parmi les Deutéromycètes (Fortin et al., 2008).

III.2.3. Les mycorhizes Arbusculaires

Les mycorhizes arbusculaires (MA), sont appelées anciennement endomycorhizes à vésicules et arbuscules. C'est une association symbiotique ubiquiste, rencontrée de l'arctique aux tropiques et donc plus répandue dans le règne végétal. Elles sont présentes aussi bien dans le milieu naturel que chez les plantes cultivées, agricoles, horticoles ou forestières. On les rencontre même chez les plantes Cryptogames: Bryophytes et Ptéridophytes (Gerdeman, 1968; Harley et Harley, 1987; Fortin et al., 2008). Contrairement aux ectomycorhizes et ectendomycorhizes, les champignons impliqués ne provoquent pas de changement morphologique évident au niveau du mycorhize. Cependant

cette symbiose provoque un changement global sur tout le système racinaire (Hooker et *al.*, 1992 ; Berta et *al.*, 1995 ; Faidi, 1999).

La taxonomie des champignons mycorrhizogènes à arbuscules (MA) ne reposait que sur la base de la description morphologique des spores et des sporocarpes permettant de les classer dans les Zygomycètes, dans l'ordre des endogonales, famille des Endogonacées (Koide et Mosse, 2004) cependant, une analyse phylogénétique beaucoup plus récente basée sur les séquences nucléotidiques du gène de l'ARN 18S de la petite sous unité ribosomal a permis de retirer le groupe des MA du phylum polyphylétique Zygomycota et de les classer dans le phylum des Glomeromycota. Ainsi, ils sont classés dans les Glomeromycètes en quatre ordres: Archeosporales, Diversisporales, Glomerales et Paraglomerales (Schüssler et *al.*, 2001), dont huit familles et treize genres. Cette classification est cependant actuellement contestée et il semblerait que les MA appartiennent bien au groupe paraphylétique des Zygomycota (Lang et *al.*, 2009 ; Lee et *al.*, 2009).

Un mycorhize à arbuscules est formée par trois composants essentiels: des structures fongiques inter et intra cellulaires dans le cortex racinaires et le mycélium extraracinaire constituant la phase extramatrielle, qui se développe de façon très importante dans le sol (Smith et Read, 2008).

Les endomycorhizes à arbuscules (MA) se caractérisent par un développement du champignon à l'intérieur de la racine et ne sont généralement pas visibles à l'œil nu. Parmi ces associations endomycorhiziennes, on peut trouver:

* **Les mycorhizes à arbuscules** qui concernent des plantes très variées (Angiospermes, Gymnospermes, Fougères, Lycopodes et Bryophytes). Le symbiote fongique qui s'associe à ces plantes appartient au phylum des Glomeromycota (Schüssler, 2001);

* **Les mycorhizes des Ericacées** qui sont restreintes à l'ordre des Ericales, le champignon est généralement un Ascomycète. Les hyphes se développent dans les cellules épidermiques et forment des pelotons;

* **les mycorhizes des Orchidées** résultent d'une association entre un champignon de la famille des Basidiomycètes avec les plantes de la famille des Orchidées. Les hyphes forment des amas dans les cellules corticales.

Toutes les structures intracellulaires formées par les MA sont entourées par la membrane plasmique de la cellule hôte qui augmente de façon très importante sa surface, en s'invaginant, constituant une membrane périarbusculaire (Bonfante et Perotto, 1995).

A partir de mycorhize de la phase extramatricielle s'étend en un important réseau mycélien, envahissant le sol, dans toutes les directions pouvant atteindre, des kilomètres de longueur (Fortin et *al.*, 2008). C'est à niveau que se forme pour beaucoup d'espèces des spores.

III.3. Importance des mycorhizes

III.3.1. Rôle des mycorhizes dans la nutrition et la protection de la plante

D'après Fortin et *al.* (2008), la présence des mycorhizes modifie et engendre généralement six fonctions principales: l'absorption des éléments minéraux, l'absorption de l'eau, l'activité hormonale, l'agrégation des sols, la protection contre les organismes pathogènes et la résistance aux stress environnementaux.

Les champignons mycorhizogènes sont connus pour faciliter l'absorption de plusieurs éléments minéraux par les végétaux auxquels ils sont associés (Smith et Gianinazzi, 1988) notamment ceux qui sont peu mobiles et qui sont présents en faible quantité dans la solution du sol tels que: le phosphore, le soufre, le potassium, le zinc, le calcium et le magnésium (Bouhired, 1984). D'après Plenchette (1982), la meilleure nutrition phosphatée des plantes mycorhizées est la conséquence de 2 mécanismes: une exploitation du sol par les hyphes fongiques qui s'étendent au-delà de la zone d'épuisement de la plante et une absorption intense près de la racine, due à la plus grande surface absorbante des hyphes fongiques. Certains travaux montrent que les MA assimilent une autre source de phosphore non utilisable par les plantes seules non mycorhizées (Bolan et Robson 1987).

Le réseau mycélien de la mycorhizosphère solutionne le problème avec une exploration plus grande du volume, ainsi la plante mycorhizée dispose de plus d'énergie pour fabriquer ses parties aériennes:tige, feuilles, fleurs et fruits (Fortin et *al.*, 2008).

Des travaux récents démontrent clairement que le mycélium fongique intervient en synergie avec les microorganismes du sol dans la décomposition de la matière organique, donnant ainsi accès à des éléments minéraux emprisonnés dans les résidus végétaux ou animaux (Fortin et *al.*, 2008).

L'amélioration de la nutrition hydrique des plantes est prouvée via cette matrice extra cellulaire qui explore un plus grand volume de sol (Smith et Read, 2008; Augé, 2001). En effet, le fin mycélium des champignons peut aller puiser l'eau dans de petits interstices et agrégats du sol qui ne sont pas accessibles aux racines. La plante hôte résisterait semble-t-il au stress hydrique, par un signal déclenché par le champignon symbiotique permettant une fermeture plus rapide des stomates de sa partie aérienne (Fortin et *al.*, 2008).

Les champignons mycorrhizogènes quant à eux tirent un grand profit des composés carbonés que la plante synthétise par le biais de la photosynthèse (Garbaye, 1988). D'après Fortin et *al.* (2008), les injections d'auxine favorisent le transfert des sucres de la racine vers le champignon.

De nombreux résultats indiquent par ailleurs, un effet bio-protecteur des mycorhizes en réduisant ou même en inhibant l'effet de certains agents phytoparasites (Boullard, 1968).

III.3.2. Rôle des mycorhizes dans l'évolution et le fonctionnement des écosystèmes

Les mycorhizes les plus anciennes ont été trouvées dans le rhizome des premières plantes vasculaires du Dévonien. Il s'agit des MA présentant des arbuscules parfaitement conservées dans les sédiments fossiles d'*Aglaophyton major*, espèce disparue, il y a environ 450 millions d'années (Duhoux et Nicole, 2004).

Les Mycorhizes arbusculaires ont joué un rôle déterminant dans la sédentarisation des végétaux dans le milieu terrestre après la vie aquatique. Ceci a eu un impact incontournable sur la spéciation en coévolution des plantes vasculaires. Les MA ont aussi un impact déterminant sur la genèse des sols et sur l'évolution des écosystèmes terrestres (Brundrett, 2002).

Les mycorhizes jouent également un rôle dans l'établissement, le développement et la stabilité des écosystèmes terrestres. En effet, l'existence d'arbres adultes colonisés par des MA entraîne le développement du réseau d'hyphes mycéliens, qui va favoriser la contamination de nouvelles plantules juvéniles de la même d'autres espèces différentes se trouvant dans le voisinage (Simard et Durall, 2004). En outre, les symbioses mycorrhiziennes favorisent la co-existence entre plusieurs espèces végétales dans ces écosystèmes (Sanon et *al.*, 2006).

III.3.3. Rôle des mycorhizes en agriculture

L'usage des mycorhizes en agriculture doit être considéré comme une stratégie proactive à la lutte biologique. Connaissant l'impact conjugué des mycorhizes sur le rendement des cultures et comme agent de lutte biologique, leur introduction systématique dans les régions de production vise l'obtention de bénéfices relatifs à la production et à la protection des végétaux.

La restauration du complexe plante-mycorhize dans les sols, soit par inoculation directe ou par transplantation de plantes pré-mycorhizées, permettrait le rétablir et surtout de

conserver à long terme cet équilibre et ce potentiel pour la production et la protection des cultures. De plus, l'usage des mycorhizes s'accommode tout à fait des stratégies proactives déjà pratiquées pour certaines productions, tels que la rotation des cultures et le labour minimal. Une fois rétabli, le potentiel mycorhizien d'un sol peut perdurer durant de nombreuses années sans apport excessif ou onéreux de fertilisants et de pesticides, ce qui entraîne à moyen terme une économie non négligeable du coût de production, une meilleure conservation des terres, de la qualité des cultures et une réduction de l'usage de pesticides (Dalpé, 2005).

III.1- Matériel

III.1.1- Site d'étude

La zone d'étude appelée Mankeb Ben Hamed, est située dans le versant sud à 10 km du Barrage vert (Massif forestier à base de *Pinus hapensis*) de la wilaya de Djelfa entre la latitude 34° 19' 1" et 34° 22' 6" Nord et la longitude 2° 51' 11" et 2° 53' 23" Est (Figure 3). Elle s'étend sur une surface de 19,8 km² environ.

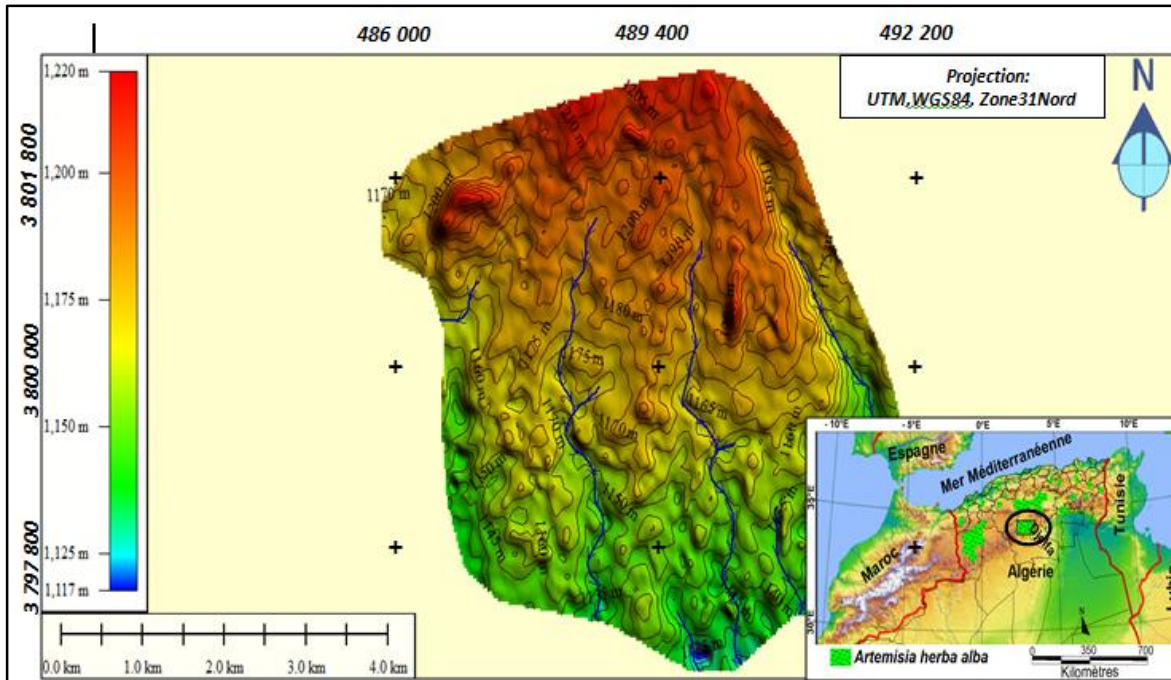


Figure 3: localisation de la zone d'étude (Originale, 2014).

La région d'étude est caractérisée par cinq types de sol qui sont:

- *Sols bruns sur limons marneux et argileux dans le secteur Nord-est;
- *Sols bruns sur dépôt d'alluvion et de ruissellement, ce type de sol se rencontre notamment dans les dépressions et sur les terres submersibles;
- *Sols bruns sur croûte calcaire, ce type de sol se rencontre au sud de la région. Il présente une texture sablo-limoneuse ou sableuse avec un fort pourcentage de cailloux à partir de 20 cm de profondeur;
- *Sols bruns fragmentaires, ce type de sol également bien représenté notamment sur les monts de montagnes à roches mères souvent gréseuses et affleurantes;

*Sols érodés, il s'agit de sols peu répondus localisées sur les terrasses soumises à l'érosion et sur les versants à forte pente. Ils présentent une texture sableuse en mélange avec des agrégats des éluvions de roches.

Le tableau ci-dessous indique les propriétés physico-chimiques du sol de la zone l'étude.

Tableau 1: Caractéristiques physico-chimiques de la station de Mankeb Ben Hamed

Paramètres analysés	Les valeurs
pH	7,11
Carbone	0,662
Azote	0,026
Rapport C/N	25,5
CaCO ₃ actif	2,14
CaCO ₃ Total	12,21
Sable	67 %
Limon	21%
Argile	12%
Texture	Limono-sableuse

Source: Laboratoire des sciences du sol d' HCDS (2012)

III.1.2- Matériel végétal

Les principaux végétaux rencontrés dans la région d'étude d'après Djebaili, (1984) sont:

***Groupement à *Stipa tenacissima* et *Launaea canthoclada*;**

***Groupement à *Stipa tenacissima* et *Lygeum spartum*,** ce groupement est très répandus, répartis sur différents types de sols notamment les sols bruns sur croute calcaire ou marno-gypseuse et les sols bruns fragmentaires. La texture du sol est le plus souvent sablo-limoneuse;

***Groupement à *Lygeum spartum*,** il est répandu surtout dans la partie Nord-ouest, sur sols bruns sablo-limoneux, tantôt sur croute calcaire ou marno-gypseuse;

***Groupement à *Artemisia herba alba* Asso et *Stipa Parviflor*,** se rencontre sur le sol brun riche en limons, situé dans les dépressions, exceptionnellement il se trouve sur les reliefs à la suite de défrichement;

***Groupement à *Atemisia compestris* et *Echiochilon fruticosum*,** est localisé, sur les sols sableux dans sa partie aval, soit sur les friches récentes situées dans les dépressions riches en alluvions.

Notre étude portera sur les plantes d'Armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso.) récoltées de la région Mankeb Benhamed, Wilaya de Djelfa. Les plantes ont été choisies de manière aléatoire durant le mois d'Avril 2014.

III.1.3- Matériel du laboratoire

Compte tenu du but poursuivi visant à observer, à identifier et à compter l'association mycorhizienne chez les plants d'*Artémisia herba alba* Asso., on devra rassembler tous le matériel dont on a besoin (verreries et produits chimiques): Bêchers de 100 ml, boites pétris, lames et lamelles, machette bien aiguillé, règle graduée ou stylo, microscope optique muni d'un appareil photo, plaque chauffantes graduée (+ 90 ° C), l'eau distillée et récipients en verre, potasse du sodium (KOH) à 10%, l'eau oxygénées alcalin à 10 vol, acide lactique 10%, fuschine acide 0,1%, des gouttes de glycérol. 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. L'acide lactique, la fuschine acide, la glycérine, le KOH et le NaOH sont fournis par Sigma Aldrich. Les autres réactifs sont d'un grade analytique.

III.2- Méthodes

III.2.1- Méthode d'évaluation des facteurs stationnels

III.2.1.1- L'indice de continentalité

Cet indice moyen interannuel, appelé également l'indice de continentalité, permet de préciser l'influence maritime ou au contraire continentale d'une région donnée. La classification thermique des climats proposée est basée sur cette amplitude (Nasr et *al.*, 2000 in Benchettara et *al.*, 2011):

- ✓ Climat insulaire : $M-m < 15^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Climat littoral : $15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Climat semi-continentale : $25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Climat continentale : $M-m > 35^{\circ}\text{C}$

III.2.1.2- L'indice xérothermique I_x

Pour calculer l'indice xérothermique on a utilisé l'équation suivante

$$I_x = P / M$$

P: Total des précipitations estivales en mm.

M: moyenne des maxima thermiques estivaux en °C.

III.2.1.3- Le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953)

Selon Bagnouls et Gaussen (1953), une période sèche est définie comme étant celle durant laquelle la moyenne des précipitations (en mm) est inférieure au double de la moyenne des températures (en C°).

III.2.2- Mise en évidence de l'association mycorhizienne

Afin de déterminer le type d'association mycorhizienne au niveau des racines de plantes d'*Artemisia herba alba* Asso, des observations microscopiques sont effectuées sur des fragments racinaires préparés selon la méthode de Kormanick et *al.*, 1980 ; in Chafi et *al.*, (1999).

III.2.2.1- Elimination du support sol et préparation des fragments racinaires

Des racines secondaires fines de l'Armoise blanche sont soigneusement lavées par trempage dans l'eau de robinet afin d'éliminer le support sol.



Planche 3: Plant d'*Artemisia herba alba* Asso. testé (Original, 2014)

Les racines sont ensuite découpées en petits fragments de 1cm de longueur puis rincer avec de l'eau distillée plusieurs fois.



Planche 4: Les fragments racinaires d'*Artemisia herba alba* Asso. (Original, 2014)

III.2.2.2- Dépigmentation

Les fragments racinaires sont mis dans un bécher contenant du KOH 10% qui est porté à 90°C pendant une heure, ceci pour blanchir les racines.

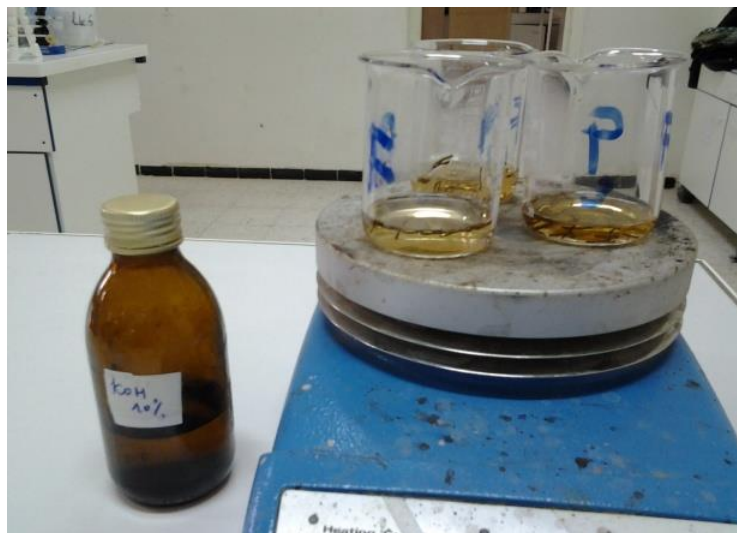


Planche 05: Méthode du blanchiment des fragments racinaires d'*Artemisia herba alba* asso. dans le KOH à 10%(Original, 2014)

Les fragments racinaires sont ensuite rincés trois fois avec l'eau distillée puis blanchis par trempage dans une solution d'eau oxygéné alcaline à 10vol.

Après rinçage par l'eau distillée, les fragments sont mis dans l'acide lactique 10% pendant 5 minutes.



Planche 06: Acidification des fragments racinaires par l'acide lactique 10%(Original, 2014)

III.2.2.3- Coloration par la fuschine acide

Les fragments racinaires récupérés sont colorés par la fuschine acide 0,1% à 90°C pendant une heure.

III.2.2.4-Préparation des fragments racinaires colorés pour l'observation microscopique

Les racines colorées sont mis dans du glycérol pendant 24 heures.



Planche 07:Imbibition des fragments racinaires dans le glycérol (Original, 2014)

Dix fragments racinaires sont déposés et écrasés soigneusement entre lame et lamelle. Cette étape est répétée trois fois pour chaque plant testé d'*Artemisia herba alba* Asso.



Planche 08:Préparation des lames à l'observation microscopique (Original, 2014)

III.2.3- Technique de comptage des endomycorhizes dans les fragments racinaires

On compte dans ce cas, sous le microscope à un grossissement optique (G×400), les points se trouvent sur le long des fragments racinaires écrasés légèrement et disposés entre lame et lamelle à l'aide de cette technique, on observe que les points colorés en rouge (effet de l'acide fuschine) ceux situés sur les cellules corticales et non sur le tissu vasculaire (xylème et phloème).

Les structures observées sont représentées seulement par arbuscules, vésicules ou des hyphes.

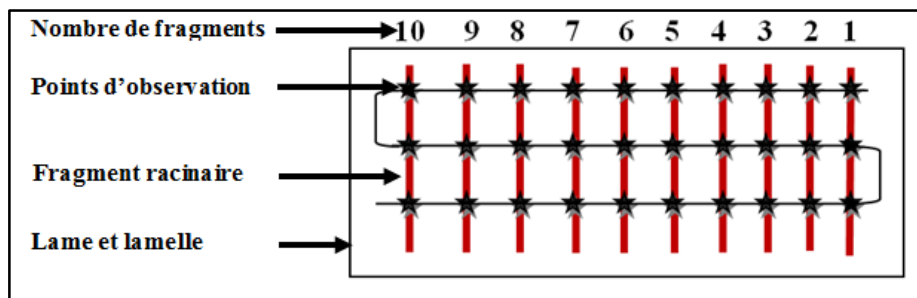


Figure 04: Méthode de lecture de l'association endomycorhizienne (original, 2014)

III.2.4- Calcul de pourcentage de colonisation des endomycorhizes

Le pourcentage de colonisation des endomycorhizes est calculé selon la technique d'éclaircissement et de coloration de Philips et Hayman (1970; in Chafi et *al.* 1999) à l'aide de l'équation suivante:

$$\text{Pourcentage de colonisation (\%)} = \frac{\text{PI}}{\text{n} \times 3} \times 100$$

Avec:

PI: les points infectés;

n: nombre des fragments par lame.

IV.1- Résultats

IV.1.1- Résultats pédoclimatiques

IV.1.1.1- Analyses climatiques

Le climat (pluviométrie et températures, en particulier) est l'élément écologique le plus important compte-tenu de sa très grande variabilité spatio-temporelle.

a. Pluviométrie

L'étude de la variabilité annuelle des pluies de la région de Djelfa pour la période (2002-2013) montre que, le maximum des précipitations annuelles se concentre surtout en automne et en hiver (octobre et avril) et marque une régression en été (juillet) avec un cumul interannuel atteint 288,3 mm (Tableau 2).

Tableau 02: Pluviométrie mensuelle de la station de Djelfa (2000 – 2013)

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
P(mm)	26,3	23,6	22,3	33,6	26,6	13,5	13,1	21,8	27,6	29,5	27,2	23,2	288,3

P (mm) : Précipitations en millimètres

Source: O.N.M. de Djelfa (2013)

La distribution pluviométrique annuelle dans la région de Djelfa à travers les saisons est assez irrégulière, entraînant ainsi un impact défavorable sur le développement et la croissance des plantes vivaces et semble influencée par des situations géographiques diverses et liées aux paramètres orographiques et plus particulièrement l'altitude et l'éloignement à la mer.

b. Température

La température est l'un des éléments fondamentaux conditionnant l'estimation du bilan hydrique d'une région donnée; c'est aussi un facteur nécessaire à l'apport de l'énergie synthétique pour la matière vivante chez les plantes chlorophylliennes.

Tableau 3: Températures mensuelles (°C) de la région de Djelfa (2000 – 2013)

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Aût.	Moy.
Max.	9,9	11,3	15,7	19,0	24,0	30,5	34,7	27,1	21,7	14,4	10,5	33,5	21,0
Moy.	5,0	6,1	9,8	12,8	17,3	23,1	27,1	20,8	16,0	9,5	6,1	26,1	15,0
Min.	0,1	0,9	3,9	6,5	10,7	15,7	19,4	14,5	10,2	4,6	1,7	18,6	8,9
Apt.*	9,8	10,4	11,8	12,5	13,3	14,8	15,3	12,6	11,5	9,8	8,8	14,9	12,1

Apt.: écart entre la valeur maximale et minimale*

Source: ONM de Djelfa, 2013

Les données de températures figurées dans le tableau ci-dessus montre que, les températures moyennes mensuelles sont maximales au cours de la période de Mai à Octobre (saison chaude) et atteint leur maximum pendant le mois de Juillet avec une valeur

de 27,1°C. Les températures moyennes mensuelles sont minimales au cours de la période du mois de Novembre à Avril (saison froide) atteignant une valeur de 5°C en Janvier (Tableau 3).

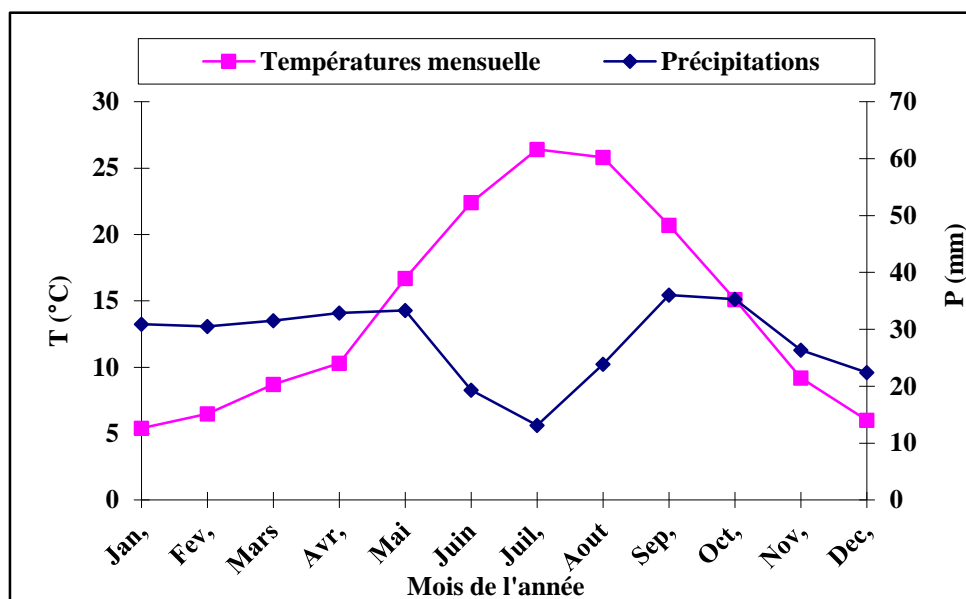


Figure 05: Diagramme Ombrothermique de la station de Djelfa (2000 - 2013)

c. indice de continentalité

D'après le calcul des écarts thermiques, Cet indice permet de situer notre zone d'étude dans un climat de type insulaire ($M-m = 12,1\text{ }^{\circ}\text{C}$).

d. indice xérothermique

La valeur de l'indice xérothermique obtenue au niveau de la zone d'étude est de 1,5 (Tableau 04) traduisant un été sec et des pluies estivales qui se font de plus en plus rares. Cette valeur correspond au développement de certaines espèces steppiques rencontrées dans notre zone d'étude, à savoir: *Stipa tenacissima L.*, *Launaea canthoclada*, *Lygeum spartum*, *Artemisia herbe alba Asso.*, *Stipa Parviflor*, *Atemisia compestris* et *Echiochilon fruticosum*.

Tableau 04 : L'indice xérothermique de la zone d'étude (2000 - 2013)

Station	P (mm)	M (°C)	I _x
Djelfa	48,4	32,9	1,5

IV.1.2- Analyse du phosphore

D'après les analyses du phosphore qu'en a entamer au laboratoire du l'université d'Ibn Khaldoun à Tiaret (voir annexe), le résultat est le suivant: **182 g/l**.

IV.1.3- Résultats microscopiques de la mise en évidence des endomycorhizes

IV.1.3.1- Résultats microscopiques

D'après Miller et *al.* (1992), une racine est considérée endomycorhizée lorsqu'on note la présence des arbuscules, vésicules et / ou des hyphes intracellulaires.

L'examen microscopique de dix fragments racinaires issus de trois sites différents, qui sont disposés entre lame et lamelle et légèrement écrasés, se fait tout d'abord par le grossissement $\times 100$.

Ce dernier, a pour but de connaître l'assise cellulaire de la racine inoculée. Ensuite, le grossissement $\times 400$, nous a permis de bien distinguer les différentes formes de cette association mycorhizienne (vésicules, arbuscule ou hyphes).

Cette association à l'intérieure des cellules corticales se fait uniquement par des endomycorhizes qui sont représentés par des hyphes qui se terminent par arbuscules et des vésicules (Planche 09). Cette structure est rencontrée exclusivement chez les endomycorhizes, d'où le nom des endomycorhizes à vésicules et arbuscules (VA).

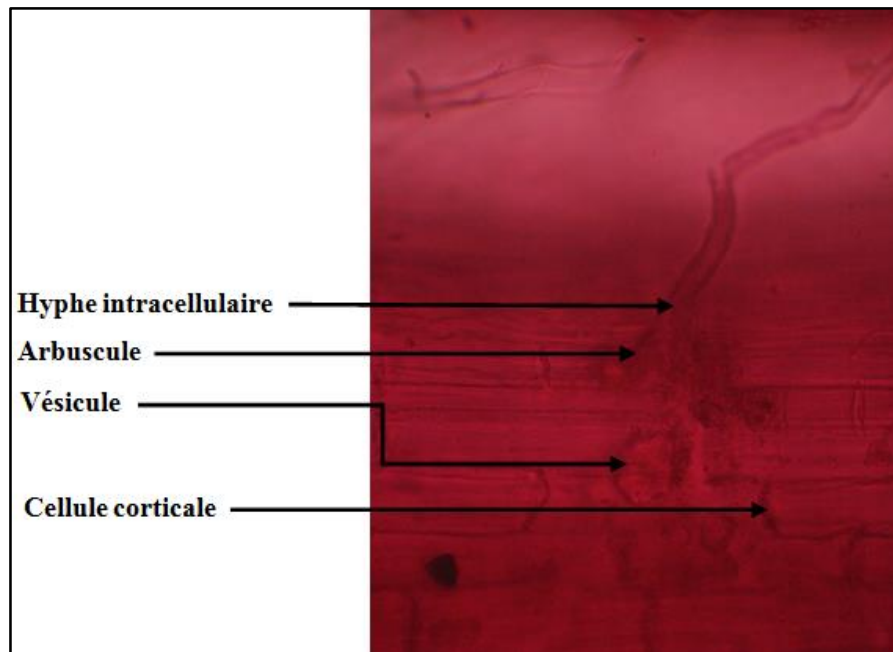


Planche 09: Examen microscopique d'une racine d'*Artemisia herba alba* Asso $\times 400$ (Original, 2014)

IV.1.3.2- Résultats du dénombrement de l'association endomycorhizienne

Après les observations microscopiques des fragments racinaires examinés on passe au dénombrement de la colonisation endomycorhization à l'aide du G $\times 400$. Ce comptage est basé sur le nombre des points rouges observés le long des trois passages continus effectués

sur les dix fragments racinaires de 1 cm. Ces points rouges sont des arbuscules, vésicules et/ou des hyphes intracellulaires.

Les résultats de chaque lame des trois plantes d'*Artimisia herba alba* Asso. sont figurés dans les tableaux suivants tel que F:fragment, P:point :

Plante du site n°1

Tableau 5: Résultats d'observation dans la lame n° 1

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
P1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
P2	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
P3	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0

Tableau 6: Résultats d'observation dans la lame n° 2

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
P1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
P2	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0
P3	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0

Tableau 7: Résultats d'observation dans la lame n° 3

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
P1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
P2	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
P3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Plante du site n°2

Tableau 8: Résultats d'observation dans la lame n° 1

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
P1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1
P2	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1
P3	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0

Tableau 9: Résultats d'observation dans la lame n° 2

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
P1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1
P2	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1
P3	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0

Tableau 10: Résultats d'observation dans la lame n° 3

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
P1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
P2	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
P3	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0

Plante du site n° 3

Tableau 11: Résultats d'observation dans la lame n° 1

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
P1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1
P2	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1
P3	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0

Tableau 12: Résultats d'observation dans la lame n° 2

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
P1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
P2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
P3	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0

Tableau 13: Résultats d'observation dans la lame n° 3

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
P1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
P2	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
P3	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0

4.1.3.3- Comptage de colonisation endomycorhizienne

Selon la formule de Phillips et Haymann (1970; in Chafi et *al.*, 1999) citée dans le chapitre matériel et méthodes on a obtenu les résultats mentionnés dans le tableau 14.

Tableau 14 : Résultats globaux de pourcentage de colonisation des plantes

n° de plante	n° de lame	% de colonisation/ lame (x_i)	% de colonisation/ plante	% de colonisation/ zone d'étude ($X_{moy} = \sum x_i/n_i$)
Plante 1	L1	50		
	L2	46,66	46,66	
	L3	43,33		
Plante 2	L1	53,33		
	L2	56,66	52,21	45,17
	L3	46,66		
Plante 3	L1	33,33		
	L2	33,33	36,66	
	L3	43,33		

IV.2- Discussion

Dans cette approche nous avons pu mettre en évidence l'existence des associations symbiotiques chez l'Armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso.).

Les résultats des analyses pédoclimatiques montrent que la station d'étude est pauvre en matière organique, riche en calcaire, légèrement alcalin avec une minéralisation relativement lente, à une texture limono-sableuse et une forte concentration en phosphore.

Cette station est caractérisée par un climat méditerranéen appartient à un étage bioclimatique semi-aride avec cumul annuel de 288,3 mm de précipitations et un écart thermique atteint une valeur de 12,1 °C entre l'hiver et l'été.

Chafi et *al.*, (1999) conduisant une étude sur les mycorhizes des plantes des zones arides algériennes montrent que, les taux d'infections endomycorhiziennes relevés, au cours de l'année, pour des espèces du genre *Artemisia* permettent de constater un développement plus important de ces infections au printemps et en été qu'en automne et en hiver.

Les résultats microscopiques effectués sur des racines d'*Artemisia herba alba* Asso., nous permettent d'observer la présence des hyphes qui se terminent par des arbuscules et des vésicules. Ces structures bien visibles au microscope optique sont ramifiées et distinctes aux grossissements x400. Il s'agit donc, des mycorhizes de type des endomycorhizes à vésicules et arbuscules.

Ces résultats microscopiques sur le genre *Artemisia* sont en accord avec des résultats obtenus par Rapparini (2007); Golubski (2011); Delian *et al.*, (2011). Cette structure fongique nommée par Gallaudi (1905) arbuscules.

L'analyse statistique portée sur le taux de l'association endomycorhizienne chez l'espèce d'*Artemisia herba alba* Asso. à l'aide du test Tukey nous permet de constater qu'il y a une différence significative entre les plantes récoltés à partir de trois sites différents. La plante du site 3 présente un taux endomycorhizienne relativement faible (36,66 %), alors que, chez la plante du site 1, le taux est de 46,66%. Le taux relativement élevé est enregistré chez la plante du site 2 avec une valeur de 51,10%. Ceci peut être expliqué par l'effet des facteurs abiotiques du milieu d'étude, tel que l'hétérogénéité flagrante de leurs caractères physiques (pente, expositions, taux d'humidité, type du sol... etc).

Cependant, les taux des endomycorhizes des racines observées, dans notre étude, paraissent proches à ceux enregistrés par Diagne *et al.*, (2003) sur le genre d'*Acacia* au Sénégal (entre 39 et 56%) et ainsi que par Planchette *et al.*, (1982). Certains auteurs, comme par exemple, Diagne *et al.*, 2003; Hettricket *al.* (1992) confirment que, le taux d'inoculation par ce type de mycorhize n'est pas nécessaire d'atteindre un niveau élevé pour être bénéfique à la plante, particulièrement dans les régions semi-arides (observent également que la croissance des plants n'est pas forcément liée au degré de colonisation de leurs racines par des Vésicules et Arbuscules).

Javotet *al.*, (2007) ont noté que, autour des racines et des poils absorbants, une zone appauvrie en phosphate se crée car le phosphate étant très peu mobile, une fois absorbé par les racines, il met du temps à être remplacé. Les champignons VA permettent d'augmenter le volume de sol exploré et de dépasser cette zone d'appauvrissement grâce à leur mycélium extra-racinaire composé d'hyphes très fins et bien plus longs que les poils absorbants (environ 100 fois plus).

Les plantes vasculaires possèdent par ailleurs deux possibilités pour récupérer les nutriments en particulier le phosphate dans l'environnement, la voie directe et la voie symbiotique. En effet, Harrison *et al.*, (1995); Maldonado-Mendoza *et al.*, (2001) ont déduit que, les champignons VA sont capables de dégrader des molécules organiques du sol pour libérer du Pi et possèdent des transporteurs de Pi à haute affinité leur permettant ainsi de récupérer efficacement du phosphate dans l'environnement. Le phosphate prélevé est alors accumulé dans les vacuoles où il est rapidement transformé en polyphosphates. Il peut alors être transporté à travers les hyphes non septés du champignon jusqu'à l'intérieur des racines où les polyphosphates sont hydrolysés. Javotet *al.* (2007) montrent que, les

phosphates libérés sont alors transmis aux plantes sous forme de Pi au niveau des arbuscules.

Conclusion

Ce travail a permis de mettre en évidence la présence des champignons endomycorhizes à vésicules et arbuscules dans des racines d'Armoise blanche. Cette association mycorhizienne semble avoir un rôle majeur dans la physiologie des plants dans le milieu steppique d'où les conditions pédologiques sont défavorables (sécheresse accentuée et précipitations faibles).

Dans notre travail, la mycorhization présente une inoculation variée d'un endroit à l'autre (le premier site à une inoculation de 46,66%, le deuxième site à 51,10%, alors que le taux d'inoculation pour le troisième site est de 36,66%, en estimant une moyenne de 45,17% sur l'ensemble de notre zone d'étude). Cette différence est due aux plusieurs facteurs biotiques et abiotiques du milieu.

D'après cette approche on a constaté que, les mycorhizes ont des rôles importants principalement:

- Meilleure nutrition hydrique et minérale en particulier en phosphate.
- Une meilleure résistance aux stress abiotiques et biotiques.
- L'association symbiotique entre les champignons MA et les plantes est dite mutualiste, c'est-à-dire que les deux partenaires tirent profit de l'interaction. Les champignons MA (biotrophes obligatoires) reçoivent de la plante des éléments carbonés issus de la photosynthèse.

Annexe

Dosage du phosphore assimilable (Méthode OLSEN)

1. Réactifs

*bicarbonate de sodium, NaHCO_3 , 0,5 M : 21 g /l dissoute dans H_2O distillée.

*charbon actif.

*Molybdate d'ammonium $(\text{NH}_4)_6 \text{MO}_7 \text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: 7,5 g dissoute dans 15ml de l'eau dist chaude .après refroidissement on a ajouté 17ml d'HCL conc. Et puis on a ajusté avec du l'eau dist jusqu'à 500ml.

*solution concentrée de chlorure d'étain. $\text{SnCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$: 5g dans 12,5 ml d'HCL concentré.

*solution diluée de chlorure d'étain :1 ml dans 33 ml d'eau distl.

*solution de phosphore standard : 0,4393 g KH_2PO_4 . + 500 ml d'eau distl en agitant puis en ajustant à 1L+ 2 gouttes de toluène pour éviter l'activité .

*solution diluée de phosphore : 20 ml de la solution standard ajusté à 1L avec de l'eau distillé.

2.Mode opératoire

- Mettre dans un erlenmeyer de 250 ml, 5 g de terre fine, une cuillère de charbon actif (pour bien filtrer) et 100 ml de la solution d'extraction (NaHCO_3 à 0,5 M).
- Agiter exactement 30 minutes avec un agitateur mécanique (15 tours par minute).
- Filtrer, refiltrer une deuxième fois sur le même filtre si la solution n'est pas claire. Agiter l'erlenmeyer avant de verser toute la solution.
- Pipetter 5 ml du filtrat dans une fiole de 25 ml.
- Ajouter 5 ml de la solution de molybdate d'ammonium. Agiter, lorsque tout le dégagement du CO_2 sera terminé. Laver le col de la fiole avec de l'eau distillée pour éviter le contact de la solution de SnCl_2 avec la solution concentrée de molybdate d'ammonium.
- Diluer le contenu avec de l'eau distillée à 22 ml environ.
- Ajouter 1 ml de la solution diluée de SnCl_2 , remplir avec de l'eau distillée à 25 ml et agiter tout de suite.
- Comparer la couleur des échantillons de terre avec la gamme étalon ou mesurer l'extinction de la solution avec un colorimètre.....minutes après avoir ajouté la solution de SnCl_2 utiliser une longueur d'onde du colorimètre de 660 nm.

3. Gamme étalon

- Pipetter de 1 jusqu'à 25 μg P de la solution diluée de phosphore dans des fioles de 25 ml.
- Ajouter 5 ml de NaHCO_3 dans chaque fiole.
- Ajouter 5 ml de molybdate d'ammonium dans chaque fiole. Agiter et laver le col de la fiole avec de l'eau distillée. Diluer à 22 ml environ.
- Ajouter 1 ml de SnCl_2 dilué pour faire apparaître la couleur.
- Remplir à 25 ml avec de l'eau distillée et agiter tout de suite.

4. Courbe de gamme

Porter en abscisse la concentration en P et en ordonnée l'extinction mesurée avec l'appareil.

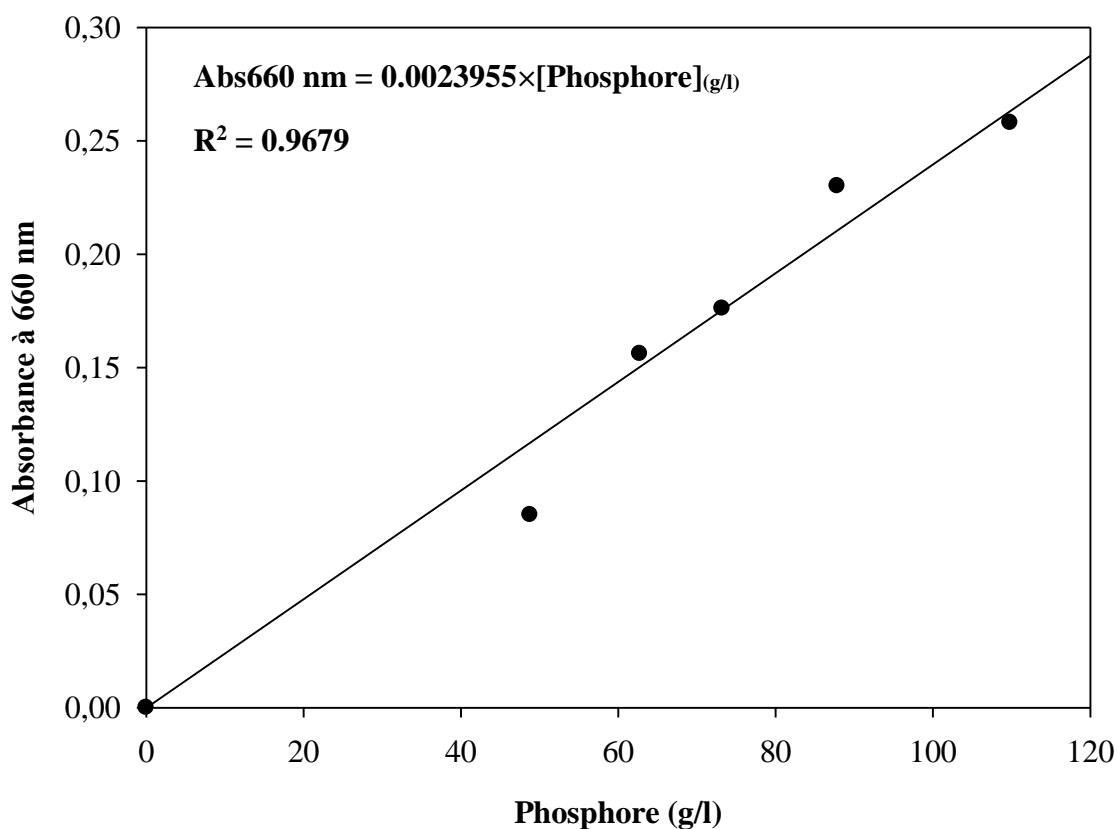


Figure 1: Courbe d'étalonnage du Phosphore

5-Calcul

- Avec l'échantillon, on a une certaine extinction qui peut nous donner sur la courbe déjà tracée (courbe de gamme) une concentration en P.

- De 100 ml solution d'extraction, on a pris 5 ml du filtrat ce qui fait le 1/20. Puisque on a opéré sur 5 g de terre $\rightarrow 5/20=0,25$ g de terre. Donc pour 1 g de terre, il faut multiplier le résultat par 4 (trouvé sur la courbe).
- Les résultats sont en ppm=partie par million ($=\mu\text{gP/g}$ de terre $=\text{mg P/kg}$ de terre) parce que la concentration en P est en μg et on a procédé sur 1 g de terre.

Tableau 1 : de la gamme d'étalonnage des tubes préparés

Tube	00		01		02		03		04		05		06		07		08		09		Solution mère	
ED/SE (ml)	ED	SE	ED	SE	ED	SE	ED	SE	ED	SE	ED	SE	ED	SE	ED	SE	ED	SE	ED	SE	ED	SE
Absorbance	0,024		0,109		0,100		0,095		0,180		0,200		0,254		0,282		0,275		0,341		0,431	

Calcul de concentration du phosphore

$$(0,109/0,0023955) \times 4 = 182 \text{ g/l}$$



Planche 1: Préparation de la gamme d'étalonnage (Originale, 2014).

Références bibliographiques

- Aidoud A., 1988. Les écosystèmes steppiques à armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso.):Caractèresgénéraux.*Biocénose:Bulletind'écologie terrestre.CRBT.Alger.Tome3.N° 12*, année 1988.
- Antonio J., Golubski T., 2011. Pedobiologia - International Journal of Soil Biology
Pedobiologia 54 . 209– 216.
- Auger M., 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis
Mycorrhiza 11:3-42.
- Battandier A., Trabut L., 1902. Flore Analytique et Synoptique de l'Algérie et de la Tunisie. Vue GIRALT, Imprimeur – Editeur. Rue des colons, 17, Mustapha. Alger 226p.
- Ben salem F., Ouledbegacem A., Rached Z., Mars M., Neffati M., 2006. Effet de la densité de plantation sur la phytomasse et le rendement en huiles essentielles *Artemisia herba alba* Asso. Sipam, JerbaTunisia "abstracts". Résumé 179p.
- Benchettara A., Bentahar A., Remili F., 2011.Contribution à l'étude phytoécologique et de la diversité floristique d'une steppe à *Lygeumspartum* et *Artemisia herba-alba*-Asso dans la zone de Ain elibel (W.Djelfa). Mémoire Master II. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene(USTHB).46p.
- Berta, G. Trotta,A. Fusconi, A. Hooker, J.E. Munro, M. Atkinson, D. Giovanetti, M. Morini, S. Fortuna, P. Tisserant, B.Gianinazi-Pearson, V. and Gianinazzi, S.1995.Arbuscular mycorrhizal induced changes to plant growth and root system morphology in *Prunus cerasifera*. *Tree Physiol.* 15: 218-293.
- Bolon N.S. and Robson A.D. 1987. Effets of vesicular-arbuscular mycorrhiza on the availability of iron phosphate to plants. *Pant and Soil* 99, 401-410.
- Bonfante P., and Perotto., 1995. Strategies of arbuscular mycorrhizal when infecting host cells. *New phytol.* 130: 3-21.
- Bouhired, L. 1984.Influence dans le temps de différentes doses de phosphore sur la croissance de l' *Allium porrum* et le développement d'un champignon endomycorhizien.Thèse de 3^{ème} cycle. Soutenu à l'Université Laval.

Références bibliographiques

- Boukrich H., Neatiff M., Abdelly C., 2006. Comparaison en rendements en huiles essentielles de différentes accessions *Artemisia herba alba* Asso de la Tunisie. sipam2006. JerbaTunisia "abstracts" Résumé 140p.
- Boullard, B. 1968. Quelques conseils pour l'étude des mycorhizes. Première partie: la collecte du matériel. Extrait du bulletin de la société de Normandie, Set 10.3: p43-49.
- Brundrett M.C. 2002. Coevolution of roots and mycorrhizas of plants. *New Phytologist*, 154:275-304.
- D.Mousain –Paula matumot o-pintr o-H.quiquam poix. *Le rôle des mycorhizes dans la nutrition phosphatée*. Rev. For. Fr. XLIX -n°sp. 1997.
- Dalpé Y.2005.Les mycorhizes:un outil de protection des plantes mais non une panacée. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ottawa (Ontario), Canada KIA 0C6.
- Diagne O. et Ingleby K. 2003. Ecologie des champignons mycorhiziens arbusculaires infectant *Acacia raddiana*. In : Un arbre au désert. Paris, IRD Editions, 205-228.
- Djebaili S., 1984. Diagnostic phytosociologie de la végétation naturelle des hautes plaines et de l'Atlas saharien, Algérien Biocénose. Bull. Ten. Tome2, P : 256.
- Duhoux E., et Nicole N. 2004. Association et interaction chez les plantes. IRD Edition P:56-59.
- El Habib chafi M., Fortaz Z. 1999. Les Mycorhizes des zones arides Algérienne. bois et forêts des tropiques, 1999, N° 262 (4). Université d'Es Sénia ORAN, ALGERIE.
- Elena D., Adrian C., Lenuța C., Elena S, 2011. Dual plant host effects on two arbuscular mycorrhizal fungi.
- Faidi-Haouya, H. 1999.Etude de la morphologie et de l'Histo-anatomie du système racinaire du Palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) en relation avec la symbiose endomycorhizienne à vésicules et arbuscules. Thèse de magister soutenue à l'INA d'EL HARACH, P: 27-29.
- Ferchichi A.,Chaieb C.,Ferjani E.,2004.Caractérisation de la variabilité du comportement

Références bibliographiques

- phytologique de certaines populations d'Artimisia herba-alba du sud Tunisien. *CIHEAM-IAMZ 2004*. 489 P. (*Cahiers Options Méditerranéennes*;v. 62).
- Fortin, J.A.Christian Plenchette, Yves Piche., 2008. Les mycorhizes, La nouvelle révolution verte. Édition multi monde.138p.
- Founoune H.2001. La symbiose ectomycorhizienne des Acacias australiens en Afrique de l'Ouest:impact sur le développement de la plante hôte.186 p.
- from the extra-radical mycelium of an arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices*
- Galloudi. 1905. Études les Mycorhizes Endotrophs. *Rev Gen Bot* 17 : 5-500.
- Garbaye J.1988. Biologie interactions in the rhizosphere. *Experientia* 47:370-375.
- Gerdemann G.W., 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. *Ann Rev. Phytopathol.* 6: 397-418.
- Glomus versiforme*. *Nature* 378: 626–9.
- Harley J.L.,Smith S.E., 1983.Mycorrhizas symbiosis. Academic press. London. New-York. 483p.
- Harley J.L.and Harley, E. L. 1987.Mycorrhizas symbiosis. Academic press, London, New-York. 483p.
- Harrison MJ, van Buuren ML. 1995. A phosphate transporter from the mycorrhizal fungus
- HCDS. 2012.Djelfa.
- Hetrick BDA, Wilson GWT et Cox TS 1992. Mycorrhizal dependency of modern wheat varieties,
- Hooker J.E. Munro, M., and Atkinson, D. 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi induced alteration in poplar root system morphology. *Plant and Sol.* P:145, 207-214.
- interactions : *MPMI* 14: 1140–8.
- is regulated in response to phosphate in the environment. *Molecular plant-microbe*

Références bibliographiques

- Jakobsen, I. 1995. Transport of phosphorus and carbon in arbuscular Mycorrhizas. In: Mycorrhizas: Structure, function, molecular biology and biotechnology. Springer 305-332.
- Javot H, Pumplin N, Harrison MJ. 2007. Phosphate in the arbuscular mycorrhizal symbiosis: transport properties and regulatory roles. *Plant, cell & environment* 30: 310–22.
- Koide, R.T. Mosse, B. 2004. A history of research on arbuscular mycorrhiza. *Mycorrhiza* 14: 145-163.
- landraces and ancestors. *Canadian Journal of Botany* 70: 2032-2040.
- Lang B.F., Hijri M., 2009. The complete *Glomus intraradices* mitochondrial genome sequence- a milestone in mycorrhizal research. *New Phytologist*. 183:3-6.
- Lee J, Young JPW. 2009. The mitochondrial genome sequence of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* isolate 494 and implications for the phylogenetic placement of *Glomus*. *New Phytologist*. 183:200-211.
- Maldonado-Mendoza IE, Dewbre GR, Harrison MJ. 2001. A phosphate transporter gene
- Miller, R.M. et Jastrow, J.D. (1992). Extraradical hyphal development of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in a chronosequence of prairie restorations. Dans : *Mycorrhizas in ecosystems*, Read, D.J., Lewis, D.H., Fitter, A.H. et Alexander, I.J. (éds), CAB International, pp. 171 -176.
- Mosse B., 1973. Advance in the study of vesicular arbuscular mycorrhiza. *Ann. Rev Phytopathol.* 11: 171-196.
- Mosse B., 1981. V.A.M research for tropical agriculture. Research bulletin 194, (Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Humain Ressource). University of Hawaii 82p.
- Nedjraoui D., 2004. Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. *CIHEAM-IAMZ, 2004. 489P. Cahiers Options Méditerranéennes; v. 62)*

Références bibliographiques

- Negre R., 1962. Petite flore des régions arides du Maroc occidental. Tome II. CNRS. Paris
7 édition. 566 p.
- Nicolson T.H., 1959. Mycorrhizas in the Gramineae. I-Vesicular-arbuscular endophyte,
with special reference to the external phase. Trans.Brit.Mycol.Soc.p: 42, 421-438.
- ONM 2013. Rapport pluviométrique.
- Ozenda P., 1991. Flore et végétation du Sahara. 3eme édition. CNRS Edition. Paris. 662 p.
- Peterson, L.R., Massicotte, Hugues. B., Melville, Lewis.H.2004. Mycorrhizas: Anatomy
and Cell Biology. NRC research press. Ottawa 2004. P: 1-3, 147-153.
- Plenchette C., 1982. Les endomycorhizes à vésicules et arbuscules, un potentiel à exploiter
en agriculture. Rev. Phytoprot., 63 (2): 68-108.
- Pouget M., 1980. Les relations sol-végétation dans les steppes sud-Algéroises. Ed
.ORSTOM, Paris , 569 p.
- Quezel P., Santa S., 1962-1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques
méridionales. Tome II. Centre Nationale de la Recherche Scientifique. Paris 7.
- Rapparini ,2007 Arbuscular mycorrhizae: an overview South Western Journal of Vol. 2,
No.2, Horticulture, Biology and Environment pp.167-192.
- Sanon A, Martin P., Thioulouse J., Plenchette C., Spichiger R., Lepage M., Duponnois
R.2006. Displacement of an herbaceous plant species community by mycorrhizal
and non-mycorrhizal *Gmelina arborea*, an exotic tree, grown in a microcosm
experiment. *Mycorrhiza* 16: 125-132.
- Schüssler A, Gehrig H, Schwarzott D, Walker C. 2001. Analysis of partial Glomales SSU
RNA gene sequences: Implications for primer design and phylogeny. *Mycological
Research* 105.
- Simard S.W., Durall D.M.2004. Mycorrhizal networks: a review of their extent, function,
and importance. *Canadian Journal of Botany* 82: 1140-1165.

Références bibliographiques

- Smith S .E., and Gianinazzi-pearson V. 1988.Physiological interactions between symbionts in vesicular mycorrizal plants. Ann. Rev. Plants Physiol Plant Mol.Biol. 39:221-224.
- Smith, S.E., and Read, D.J., 2008. Mycorrhizal symbiosis. Second edition. Academic press.
- Tarfaoui S., 2012.Dénombrement Chromosomique *l'Artemisia herba-alba* Asso. de Ouad Sdeur (Djelfa), Mémoir Master, Université des sciences et de la Technologie d'ORAN Mohamed Boudiaf, 43 p.