

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
جامعة عمار ثليجي بالأغواط  
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم  
FACULTE DES SCIENCES  
قسم البيولوجيا  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



## Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

**Filière :** Sciences Biologiques

**Option :** Écologie végétale et environnement steppes et

Oasis

**THEME**

---

Étude du comportement biologique de l'espèce *Astragalus armatus* dans deux types de sol dans la wilaya de Laghouat cas de Sidi Makhlouf et Elhouaita

---

**Devant le jury :**

**Promotrice :** MALLEM Hamida

**Président:** BOUMADIEN Abdelmadjid

**Examinatrice:** OMRANI Ouarda

**Présenté par :**

- BENGUECHIA Sarah
- MIZAT Rekaia

Soutenu publiquement le :1 juin 2017.

**Étude du comportement biologique de l'espèce Astragalus armatus dans deux types de sol dans la wilaya de Laghouat cas de Sidi Makhlouf et Elhouaita.**

**Résumé**

Sous l'effet du surpâturage, la steppe Algérienne a tendance à être envahie par des espèces à faibles valeurs pastorales. Parmi ces espèces, l'Astragalus armatus a fait l'objet de notre étude, nous avons visé à comprendre le comportement de cette espèce dans deux types de sols dans la wilaya de Laghouat. Des échantillons de la végétation et du sol sous-jacent de cette espèce ont été prélevés dans la station de Sidi Makhlouf et la station d'Elhouaita. Au laboratoire nous avons fait des analyses physiques et chimiques du sol et des analyses physiologiques et biochimiques de l'A. armatus. Nous avons enregistré que le sol accumulé sous l'astragale de la station Elhouaita a présenté une texture sableux-limoneuse par ailleurs une texture limoneux sableuse pour la station de Sidi Makhlouf ; les analyses chimiques du sol de cette dernière ont montré un teneur plus riche en matière organique ( 1.93%) que celui d'Elhouaita (0.74%). Pour les analyses biochimiques et physiologiques d'A. armatus dans les deux stations n'ont pas montré une différence pour le taux de proline et la teneur en chlorophylle, l'astragale semble être non stressé dans les deux milieux. Les autres paramètres (azote, sucres totaux et la matière sèche) ont été plus élevés chez A. Armatus dans la station de Sidi Makhlouf que celui d'Elhouaita. L'A. armatus a présenté un meilleur comportement dans un sol limoneux sableux et plus riche en matière organique.

**Mot-clé :** Steppe - dégradation -Astragalus armatus -sol - Laghouat

**Study of the behavior of the species Astragalus armatus in two types of soil in the wilaya of Laghouat cases of Sidi Makhlouf and Elhouaita.**

**Summary**

Under the effect of overgrazing, the Algerian steppe tends to be invaded by species with low pastoral values. Among these species, Astragalus armatus was the subject of our study, we aimed to understand the behavior of this species in two types of soils in the wilaya of Laghouat. Samples of the underlying vegetation and soil of this species were taken from the Sidi Makhlouf station and the Elhouaita station. In the laboratory we made physical and chemical analyzes of soil and physiological and biochemical analyzes of Astragalus armatus. We have recorded that the soil accumulated under the Astragalus armatus of the Elhouaita station has exhibited a sandy-loamy texture, on the other hand, a sandy loamy texture for the Sidi Makhlouf station; the chemical analyzes of the soil of the latter showed a higher content of organic matter (1.93%) than that of Elhouaita (0.74%) For the biochemical and physiological analyzes of A. Armatus in both stations did not show deference to proline level and chlorophyll content, Astragalus appears to be unstressed in both media. The other parameters (nitrogen, total sugars and dry matter) were higher in A. Armatus in the Sidi Makhlouf station than in Elhouaita. The Astragalus armatus exhibited a better behavior in a sandy loam soil rich in organic matter.

**Keyword:** Steppe - degradation -Astragalus armatus -sol - Laghouat

**دراسة سلوك نبات Astragalus armatus في نوعين مختلفين من التربة في ولاية الأغواط حالة سيدي مخلوف و الحويطة.**

**ملخص**

تحت تأثير الرعي المكثف، السهوب الجزائرية غزتها نباتات ذات قيمة رعية منخفضة. نذكر منها Astragalus armatus و هو موضوع دراستنا، نحن نهدف إلى فهم سلوك هذا النوع في نوعين من التربة في ولاية الأغواط.

تم أخذ عينات من النبات والتربة من هذا النوع من منطقة سيدي مخلوف و منطقة الحويطة. في المختبر أجرينا التحاليل الفيزيائية والكيميائية للتربة والتحليلات الفسيولوجية والبيوكيميائية للـ Astragalus armatus ووجدنا ان التربة المترامية تحته في منطقة سيدي مخلوف ذات بنية طميية رملية و في مطقة الحويطة التربة ذات بنية رملية طميية. التحليل الكيميائي للتربة أظهر ان نسبة المحتوى العضوي لسيدي مخلوف (1.93%) أكثر من حويطة (0.74%) , وبالنسبة للتحليل الكيميائي الحيوي والفسيولوجي للـ Astragalus armatus لم يظهر أي اختلاف في البرولين و البيخضور في كلا المنطقتين بالنسبة للعوامل الأخرى (النيتروجين والسكريات الكلية والمادة الجافة) فهي بنسبة أعلى في سيدي مخلوف أكثر منه في الحويطة. Astragalus armatus سلوكه أفضل في التربة الطميية الغنية بالمواد العضوية.

**الكلمات المفتاحية:** السهوب - تدهور - Astragalus armatus - تربة - الأغواط



## Remerciements

*Nous remercions Dieu « ALLAH » le miséricordieux de nous avoir donnée foi, volonté Et courage pour atteindre nos objectifs.*

*Nous tenons à exprimer nos sincères gratitudes à Mme **Maalem Hamida** maitre assistante à l'université de Laghouat. Pour son savoir, sa patience ces conseils, ces encouragements, sa disponibilité et ses énergies.*

*Nos vifs remerciements sont adressés aux membres de jury pour vouloir accepter de juger notre travail et de donner plus de valeur à ce document.*

*Nous remercions tous les étudiants de 2<sup>ème</sup> année master Écologie végétale.*

*Sans oublier d'émettre notre remerciement les plus sincères à tous les professeurs de spécialité et du cycle d'étude.*

*Nous remercions également toutes les personnes, ayant contribué de près ou de loin à la Réalisation de ce travail.*

*Benguechia Sarah  
Mizat Rekaia*



# Dédicace

*Le présent travail est dédié à mes très chers parents pour leurs sacrifices*

*A mes très chères sœurs Douja et Houda .*

*A mes chères frères Ilyess et Tahar.*

*A tous La famille, Benguechia et Rezgallah*

*A mes chers : Houda, Fatima, Khaoula, Khaouthar, Asma, Meriem, Hadda.*

*Et A tous mes amies*

*Sarah*



# Dédicace



*Merci Allah (mon dieu) de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi mon père.*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon coeur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore.*

*A mes frères : MOUHAMMED, MILODE, AISSA et mes sœurs :*

*FATIMA, HALIMA, ASSIA, IMANE*

*Et mes amies : SAFIA, ZEINEB, REKAIA, TERKIA, KAIRA, SARAH, MERIEM, HADA*

*Et tous mes amis et mes collègues.*



Rekaia Mizat

## Liste des tableaux

Titre	Page
<b>Tableau 1</b> : Historique de la classification infra-générique du genre <i>Astragalu</i> L...	4
<b>Tableau 2</b> : Valeur nutritive de l' <i>Astragalus armatus</i> en milieu semi-aride et aride de l'Afrique du nord .....	7
<b>Tableau 3</b> : précipitation moyennes mensuelles de Laghouat (2006-2015).....	16
<b>Tableau 4</b> : Températures moyennes mensuelles de Laghouat (2006-2015).....	16
<b>Tableau 5</b> : Moyenne mensuelle de la vitesse du vent enregistré durant les années (2006-2015) de la région Laghouat.....	17
<b>Tableau 6</b> : Humidité moyennes mensuelles et de Laghouat (2006-2015) .....	17
<b>Tableau 7</b> : Les fractions granulométriques des sols des stations Elhouaita et Sidi Makhoulf (moyenne $\pm$ écart type).....	31
<b>Tableau 8</b> : Caractéristiques chimiques du sol sous <i>Astragalus armatus</i> dans les deux stations Elhouaita et Sidi Makhoulf (moyenne $\pm$ écart type).....	33
<b>Tableau 9</b> : Résultats d'étude physico-chimique de la plante d' <i>Astragalus armatus</i> dans les deux stations Elhouaita et Sidi Makhoulf (moyenne $\pm$ écart type).....	39

## Liste des figures

Titre	Page
<b>Figure 1.</b> La répartition géographique de la plante <i>Astragalus armatus</i> .....	9
<b>Figure 2.</b> Carte de la situation géographique de la wilaya de Laghouat et les stations d'étude....	13
<b>Figure 3.</b> Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Laghouat (2006-2015).....	18
<b>Figure 4.</b> Le climatogramme pluviométrique d'Emberger de la wilaya de Laghouat.....	20
<b>Figure 5.</b> Le triangle texturale montrant la texture des sols des deux stations .....	32
<b>Figure 6.</b> Pourcentage de la matière sèche et de Carbone du sol de l' <i>Astragalus armatus</i> dans les deux stations Elhouaita et Sidi Makhoulf .....	34
<b>Figure 7.</b> Le pH du sol d' <i>Astragalus armatus</i> dans les deux stations Elhouaita et Sidi Makhoulf .....	36
<b>Figure 8.</b> Taux de conductivité électrique du sol d' <i>Astragalus armatus</i> dans les deux stations Elhouaita et Sidi Makhoulf .....	37
<b>Figure 9.</b> Pourcentage de l'azote du sol d' <i>Astragalus armatus</i> dans les deux stations Elhouaita et Sidi Makhoulf .....	38
<b>Figure 10.</b> La teneur en sucres totaux pour l' <i>Astragalus armatus</i> de deux stations Elhouaita et Sidi Makhoulf.....	41
<b>Figure 11.</b> Pourcentage d'azote pour l' <i>Astragalus armatus</i> de deux stations Elhouaita et Sidi Makhoulf.....	42
<b>Figure 12.</b> Le pourcentage de la matière sèche d' <i>Astragalus armatus</i> dans les deux stations Elhouaita et Sidi Makhoulf.....	43

## Liste des Photos

Titre	Page
<b>Photo 1.</b> <i>Astragalus armatus</i> .....	7

## Liste des abréviations

**%** : Pourcentage

**µg/g MF** : microgramme par gramme de matière fraîche

**A. armatus**: *Astragalus armatus*

**An**: Année

**C** : Température en degré Celsius

**C%** : Taux de Carbone

**C.E** : Conductivité électrique

**Ca %** : Taux de calcaire

**Ca**: Calcium,

**Cm** : Centimètre

**g**: Gramme

**H%** : Taux d'humidité

**h**: Heure

**Ha** : Hectare

**K**: Potassium,

**Km** : Kilomètre

**M<sup>3</sup>** : Mètre cube

**M** : Mètre

**m/s** : Mètre par seconde

**MA**: Matière Azoté

**MAD** : Matière Azoté digestible

**Max** : Maximum

**MC**: Matière cellulosique

**MG** : Matière Grasse

**Min** : Minimum

**ml**: Millilitre

**MM** : Matière minérale

**mm** : Millimètre

**MO** : Matière organique (%)

**N %** : Teneur en azote

**Na**: Sodium

**O.N.M** : Office Nationales Météorologique

**P** : Phosphore

**P** : Pluviométrie

**UF** : Unité fourragère

## Table des matières

Résumé: .....	I
Remerciements: .....	II
Dédicaces: .....	III
Liste des tableaux:.....	IV
Liste des figures: .....	V
Liste des photos.....	VI
Liste des abréviations :.....	VII
Table des matières.....	VIII
Introduction.....	1

### **Première partie: Aperçu bibliographique** **Chapitre I: Généralités sur le genre *Astragalus***

I.1- Le genre <i>Astragalus</i> .....	4
I.2- Historique de la classification du genre <i>Astragalus</i> .....	4
I.3 - Systématique du genre <i>Astragalus</i> L.....	5
I.4- Description botanique du genre <i>Astragalus</i> L .....	5
I.5- Répartition géographique du genre <i>Astragalus</i> .....	5
I.5.1 - Le genre <i>Astragalus</i> en Algérie.....	6
I.6- Importance économique et usages traditionnels.....	6
I.7- Intérêt pastorale.....	7
I.8.1 -L'espèce <i>Astragalus armatus</i> .....	8
I.8.1- Description botanique.....	8
I.8.2- Répartition géographique.....	8
I.8.3- Mode d'adaptation.....	9
I.8.4- Utilisation en médecine.....	10

### **Chapitre II: Présentation de la région d'étude**

II. 1- Situation géographique de Laghouat.....	12
II.1.1- Situation géographique de Haouita.....	12
II.1.2- Situation géographique de Sidi Makhoulf.....	12
II.2- Hydrographie et hydrologie.....	14
II.3- Pédologie.....	14
II.3.1- Nature de sols.....	14
II.3.2- Le relief.....	15
II.4- Le climat.....	15
II.4.1-Précipitations.....	15
II.4.2- Température.....	16
II.4.3- Le vent.....	16
II.4.4- Humidité relative de l'air.....	17
II.2.5- Diagramme ombrothermique de GAUSSEN.....	18
II.4.6- Indice d'aridité de Martonne.....	18
II.4.7- Le climatogramme pluviométrique d'Emberger.....	19

### **Deuxième partie:**

### Chapitre III: Matériel et Méthodes

III. 1- L'objectif.....	22
III.2- Méthodologie de travail.....	22
III.2.1-Méthode de prélèvement des échantillons.....	22
III.2.2- Les paramètres étudiés.....	22
III.2.3- Les analyse de sol.....	22
III.2.3.1-L'analyse granulométrique.....	22
III.2.3.2-Dosage de matière organique.....	22
III.2.3.3-Mesure de pH.....	22
III.2.3.4-Conductivité électrique.....	24
III.2.3.5- Estimation de l'humidité.....	24
III.2.3.6-Le calcaire total (Ca CO <sub>3</sub> ).....	24
III. 2.3.7-Dosage d'Azote total (N).....	24
III.2.4-Les analyse de végétation.....	26
III.2.4.1- Estimation de matière sèche.....	26
III.2.4.2-Dosage des sucres totaux.....	26
III.2.4.3- Proline.....	27
III.2.4.4- Dosage de chlorophylle totale.....	28
III.2.5 -Analyse statistique.....	28

#### Troisième partie:

### Chapitre IV: Résultats et discussions

IV.1- Résultats des analyses physiques et chimiques du sol.....	31
IV.1.1. -L'analyse granulométrique.....	31
IV.1.1.2- Propriétés chimiques du sol.....	32
IV.1.1.2.1- Dosage du Carbone et de la matière organique.....	34
IV.1.1.2.2-Dosage de calcaire.....	35
IV.1.1.2.3- Le pH.....	35
IV.1.1.2.4- La conductivité électrique.....	36
IV.1.1.2.5- La teneur en azote sol.....	37
IV.1.1.2.6- L'humidité de sol.....	38
IV.1.2- Résultats des paramètres biométriques et biochimiques de la plante <i>Astragalus armatus</i>	39
IV. 2.1-Chlorophylle.....	39
IV.2.2-La proline.....	40
IV.2.3- Sucres totaux.....	40
IV.2.4- La teneur en azote total.....	41
IV.2.5- La matière sèche.....	43
Conclusion: .....	44
Références bibliographiques	
Annexe	



# **Introduction**

## INTRODUCTION

---

### INTRODUCTION

*Astragalus* L. constitue un genre complexe à grande richesse spécifique (3 000 espèces). Cette complexité vient de la forte différenciation morphologique et de la large répartition géographique du genre (Zarre et Azani, 2013). En Afrique du Nord, on comptabilise près de 105 taxons (Dobignard et Chatelain, 2010-2013).

En Algérie, le genre *Astragalus* est représenté par 40-45 espèces annuelles et vivaces appartenant à 18 sections, qui couvrent des aires géographiques très diversifiées comprenant les régions côtières, les hauts plateaux et les régions sahariennes (Quézel et Santa, 1962). Certaines espèces jouent un rôle dans l'alimentation du bétail (Belkassoui et al., 2007).

Bien que: L'*Astragalus armatus* soit considérée comme étant une espèce marquant la dégradation, elle peut contribuer, ne serait-ce que de façon partielle, au processus de restauration de l'équilibre écologique dans ces milieux dégradés (Chaieb, 1997). C'est une plante appréciée et broutée en grandes quantités par les dromadaires (Ozenda., 1991).

Beaucoup de travaux ont été réalisés montrant la prolifération de l'*Astragalus armatus* dans les parcours steppiques (Floret et Pontanier, 1982), d'autres auteurs ont démontré les propriétés médicinales de cette plante (Voisin, 1987). et l'aspect fourrager pour les dromadaires (Ozenda, 1991).

Il est à noter que peu de travaux marquant la relation plante sol pour cette espèce, à cet effet nous sommes intéressés à l'étude phytochimiques et le comportement de l'espèce *Astragalus armatus* dans la wilaya de Laghouat dans deux régions différentes.

L'objectif de notre travail de recherche est d'étudier quelques milieux à prolifération remarquable de cette espèce, il s'agit de comparer entre le sol occupé par cette espèce, et ce dans deux zones Elhouaita et Sidi Makhlouf.

La problématique posée est :

Es ce qu'il y a une relation entre les facteurs physico-chimiques des sols et l'espèce de l'*Astragalus armatus*, plus précisément es ce qu'il y'a un effet sol plante ou un effet plante sol pour cette espèce.

Afin de reprendre à cette question, notre étude comporte trois parties distinctes, qui se présentent comme suit :

-La première partie de notre travail a été consacrée à une synthèse bibliographique, qui comporte des généralités sur le genre *Astragalus*, l'espèce *Astragalus armatus*, et la présentation de la région d'étude.

-La seconde partie a été réservée aux matériels et aux méthodes utilisées pour la réalisation de ce travail.

## **INTRODUCTION**

---

- Dans la troisième partie nous présentons les résultats obtenus et leurs interprétations,  
Enfin nous terminons par une conclusion générale.

# **Chapitre I**

## **Généralités sur le genre *Astragalus***

### I.1. Le genre *Astragalus*

Le genre *Astragalus*, qui fait partie de la famille des Fabacées, est un ensemble de plus de 3 000 espèces (Scherson et *al.*, 2008) à fort taux de diversification, de spéciation et d'endémisme (Sanderson et Wojciechowski, 1996) et dont l'origine probable est l'Eurasie, régions situées entre les montagnes du sud-ouest asiatique et le plateau de l'Himalaya (Podlech, 1986 ; Lock et Simpson, 1991). Deux centres de diversification qui sont l'Eurasie et l'Amérique du Nord ont été identifiés par (Wojciechowski et *al.*, 1999).

Le genre est réparti partout dans le monde avec une prédominance dans la région de l'Asie du sud (1 500 espèces), en Europe (500 espèces), en Amérique du Nord (500 espèces) et en Amérique latine, tout le long de la cordillère des Andes où on dénombre 150 espèces (Zarre et Azani, 2013).

Dans les pays du bassin méditerranéen, 500 espèces ont été décrites dont une centaine sont localisées en Afrique du Nord (Dobignard et Chatelain., 2010-2013).

### I.2. Historique de la classification du genre *Astragalus*

La délimitation et la subdivision du genre *Astragalus* sont à ce jour très confus vu la ressemblance des caractères morphologiques de ce taxon, ce qui a pour conséquence une classification très complexe du genre (Wojciechowski et *al.*, 1999; Kazempour Osaloo et *al.*, 2005 ; Zarre et Azani, 2013).

Cependant, Zarre et Podlech (1997) décident, après évaluation des différences morphologiques et anatomiques de réintégrer ces espèces dans le genre *Astragalus* tableau 1.

**Tableau 1.** Historique de la classification infra-générique du genre *Astragalus* L

	De Candolle (1802)	Bunge (1869)	Boissier (1872)	Barneby (1964)	Podlech (1982)	Podlech et Zarre (2013)
Nombre de sections	18	105	91	93	-	136
Nombre d'espèces	244	964	758	368	-	2398
Aire géographique	Monde	Monde	Asie et Afrique	Amérique du nord	Eurasie	Eurasie

### I.3. Systématique du genre *Astragalus* L

Le chemin menant au genre *Astragalus* est le suivant (Lock et Schrire., 2005) :

**Régne :** Plantae

**Sous-règne :** Tracheobionta

**Division :** Magnoliophyta

**Classe :** Magnoliopsida

**Sous classe :** Rosidae

**Ordre :** Fabales

**Famille :** Fabaceae

**Sous famille :** Papilionoideae

**Tribu :** Galegeae

**Sous tribu :** Astragalinae

**Genre :** *Astragalus*

### I.4. Description botanique du genre *Astragalus* L

Selon la flore de (Quézel et Santa ,1962), les Astragales sont des plantes herbacées annuelles ou vivaces à feuilles composées imparipennées généralement stipulées à plus de 3 folioles. Les fleurs sont hermaphrodites à périanthe double. Le Calice est caduque ou persistant, tubuleux en cloche, à 5 sépales subégales ou inégales.

La corolle est papilionacée dont les pétales sont généralement onguiculés. L'étendard est dressé, la carène égalant souvent les ailes, Les étamines sont au nombre de 10, à filets didelphes soudés en un tube staminal fendu, contenant au sommet un ovaire pluri ovulé à ovules sur 2 rangs. Le fruit est une gousse de forme variée, le plus souvent sec, pluriloculaire à 2 loges plus ou moins complètes par intro flexion de l'une des sutures, déhiscente ou indéhiscente.

### I.5. Répartition géographique du genre *Astragalus*

Le genre *Astragalus* est représenté dans le monde par plus de deux milles espèces Localisées dans l'hémisphère nord du globe terrestre (James et *al.*, 1980 ; Lamnaouer,1990. in BEL- Kassaoui, 2007).

Dans les pays du bassin méditerranéen cinq cents espèces ont été décrites dont une cinquantaine en Afrique du Nord (Johandiez et *al.*, 1932 ; Raynaud, 1982 in BEL- Kassaoui, 2007).

Au Sahara Algéro-Marocain une quinzaine d'espèces ont été identifiées (Ozenda., 1958), 1200 espèces, la plus grande partie des régions tempérées quelques-uns des climats plus chauds de l'hémisphère Nord (GATIN, 1965).

La croissance des espèces du genre *Astragalus* se produit de l'automne au printemps .Elles demeurent vertes pendant l'hiver quand l'herbe est peu disponible (Colegate et *al.*, 1985 in BEL- Kassaoui, 2007).

### **I.5.1. Le genre *Astragalus* en Algérie**

Le genre *Astragalus* est assez bien représenté en Algérie (Quézel et Santa, 1962). En effet, la flore algérienne comporte 40 espèces d'Astragales (45 taxons en comptant les sous espèces). Ces espèces se divisent en espèces annuelles et vivaces qui colonisent plusieurs types d'habitats et appartiennent à différentes aires de répartition (Quézel et Santa, 1962).

### **I.6. Importance économique et usages traditionnels**

Du point de vue économique et industriel, certaines espèces (*A. gummifer* Labill, *A. Microcephalus* Willd, *A. strobiliferus* Royle ex Benth) sont utilisées comme source de gomme adragante, substance largement utilisée dans l'industrie pharmaceutique et dans la production de divers produits alimentaires comme les crèmes glacées, les lotions, les spiritueux et les gommes à mâcher (Gentry, 1957 ; Zarre, Mobarakeh, 2000).

En médecine traditionnelle, les plantes sont utilisées depuis des millénaires par les Hindous et les Chinois (Chaudhary et *al.*, 2008). En Inde, la pâte de feuilles est utilisée pour réduire le taux de sucre dans le sang (Anonyme, 1985), alors que les racines sont mâchées par les femmes pour stimuler la lactation. D'autres études bibliographiques ont confirmé qu'*A. malacophyllus* Benth. ex Bunge présente des activités antituberculeuses, antitussives et de purification du sang (Verbeken et *al.*, 2003).

En Chine, les racines d'Astragales sont utilisées comme tonique, pour le traitement du diabète et des néphrites (Chaudhary et *al.*, 2008). Elles sont également utilisées pour la régénération des tissus, la cicatrisation des plaies et la fabrication de médicaments visant à renforcer le système immunitaire après les traitements anticancéreux (Gao et *al.*, 2001 ; Duan et Wang, 2002 ; Mcculloch et *al.*, 2006 ; Tin et *al.*, 2007).

Outre ces valeurs médicinales, un grand nombre d'Astragales est utilisé pour l'alimentation du bétail à l'exemple d'*Astragalus nuttalianus* Speg., *Astragalus cicer* L. (Belkassoui, 2007).

D'autres espèces sont toxiques pour certains animaux d'élevage (bovins et ovins) et de la faune sauvage (James et Van Kampen, 1974 ; Majak et Cheng, 1983; El Hamidi et Leipold, 1989). Ces dernières sont classées en trois catégories selon la nature du principe toxique qu'elles renferment (James et Shupe, 1986):

- Les espèces accumulatrices de sélénium (James et *al.*, 1983).
- Les espèces productrices de produits nitrés (Ebrahimzadeh et *al.*, 1999 ; Niknam, 2002).
- Les espèces renfermant des alcaloïdes indolizidiques (James et *al.*, 1980 ; Croninet *al.*, 1981).

### I.7. Intérêt pastorale

Le genre *Astragalus* est largement représenté au niveau du bassin méditerranéen, plusieurs espèces d'intérêt différent poussent dans différents milieux.

Certains taxons, par leur morphologie (épineuse), et d'autres par leur toxicité arrivent à se maintenir dans les parcours soumis au surpâturage. Outre l'intérêt pastoral de certains taxons, les espèces de ce genre peuvent être une source de gènes d'adaptation à certains milieux. *Astragalus armatus* à titre d'exemple est une plante appréciée et broutée en grandes quantités uniquement par les dromadaires (Ozenda, 1991).

**Tableau 2.** Valeur nutritive de l'*Astragalus armatus* en milieu semi-aride et aride de l'Afrique du nord

MM	MC	MA	MG	MAD	UF / Kg	P	Ca	K	Na
%	%	g/kg	%	g/kg Ms	Ms	%	%	%	%
6.3	38.1	12.9	3.4	65	0.21	0.14	0.98	0.49	0.09

(Florel et pontanier, 1982; Ben M'hamed, 1990)

**MM** : Matière minérale, **MA**: Matière Azoté, **MC**: Matière cellulosique **P**: Phosphore

**MAD** : Matière Azoté digestible, **MG** : Matière Grasse, **UF** : Unité fourragère,

**K**:Potassium, **Na**: Sodium

## I.8. L'espèce *Astragalus armatus*

### 1.8.1. Description botanique

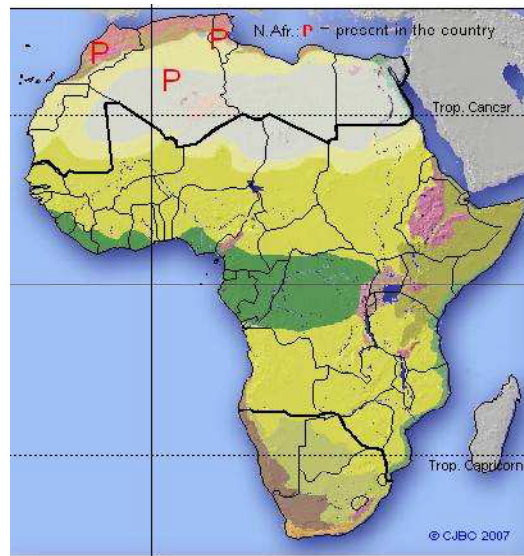
C'est une chaméphyte, très rameuse, pouvant atteindre 1 mètre de hauteur. Cette espèce est très épineuse, le rachis des feuilles se transforme en épine acérée après la chute des folioles. Les pétioles deviennent durs et aigus. Les folioles petites très caduques, rameaux écailleux et glabres. La floraison a lieu à la fin de l'hiver et se poursuit jusqu'à la fin du printemps. On souligne chez cette espèce l'importance de la reproduction : Un individu adulte peut former jusqu'à 1500 fleurs (Sahara Nature)



**Photo 1.** *Astragalus armatus* (originale 2017)

### 1.8.2. Répartition géographique

L'espèce *Astragalus armatus* grandissant en Afrique du Nord. C'est une espèce endémique, elle se trouve en Algérie, en Maroc et en Tunisie (Greuter et *al.*, 1989).



**Figure 1.** La répartition géographique de la plante *Astragalus armatus*  
(Source : Greuter et *al.*, 1989)

**Genre et espèce :** *Astragalus armatus*

**Famille :** Leguminosae.

**Nom vernaculaire :** Guettèt / Kded

**Nom français :** Astragale vulnérant

### I.8.3. Mode d'adaptation

*Astragalus armatus* est une plante à feuilles composées pennées et dont les folioles tombent et le rachis devient épineux : dans ce cas, il ne s'agit pas d'une modification saisonnière mais définitive. En plus en été, on observe un arrêt de la végétation avec une chute totale des folioles. Ces deux modes permettent à la plante de réduire la surface foliaire et donc de diminuer les pertes d'eau par transpiration (Chaieb, 1997).

Ce taxon présente quelques particularités éco physiologiques selon (Chaieb, 1997) qui favorisent sa prolifération rapide sur la steppe :

- Bonnes aptitudes germinatives en milieu naturel
- Puissance de son enracinement apte à valoriser les faibles réserves hydriques du sol, et importance de la phytomasse peu palatable produite.

Toutefois, bien qu'*Astragalus armatus* soit considérée comme étant une espèce marquant la dégradation, cette plante peut contribuer, ne serait-ce que de façon partielle, au processus de restauration de l'équilibre écologique dans ces milieux dégradés. Le piégeage du sable et la reconstitution du voile éolien par les touffes très développée entraînent une

amélioration du bilan hydrique du sol et favorisent la germination d'espèces jusqu'alors raréfiées.

Enfin, son aptitude à fixer de l'azote atmosphérique contribue à améliorer la fertilité du sol (Chaieb, 1997).

#### **I.8.4. Utilisation en médecine**

En Afrique du Nord, cette Plante est utilisée pour traiter la toux, l'asthme, l'arthrite, l'anémie et la paralysie. En outre, cette plante contient des poly phénols qui sont efficaces pour la soulagement de la fatigue et anti-âge (Bouaziz et *al.*, 2009).

Khalfallah et *al* (2014) ont récemment rapporté huit glycosides de flavonol chez *Astragalus armatus* qui sont connus pour être efficaces dans la prévention de l'athérosclérose vasculaire en favorisant la minéralisation.

En Tunisie, *Astragalus armatus* est généralement utilisé comme un tonique, En outre, c'est un indicateur de désertification des zones arides causées par le surpâturage (Khalfallah et *al.*, 2014).

A Ghardaïa, l'écorce et les graines d'*Astragalus armatus* sont fréquemment utilisés pour le traitement de différents types de blessures et des problèmes d'estomac, la douleur la fièvre et la constipation (Voisin, 1987).

Les parties aériennes fraîches broyées d'*Astragalus armatus* sont utilisées pour traiter les morsures de serpents et de scorpions dans le sud du Maroc (application locale) (El Rhaffariet Zaid, 2002).

## **Chapitre II**

### ***Présentation de la région d'étude***

## II.1. Situation géographique de Laghouat

La wilaya de Laghouat (figure 2) s'étend sur une superficie de 25052 Km elle se situe à 400 km au sud de la capital Alger, ces coordonnées : 33° 48 'N ,02° 53 E.

Elle est limitée au Nord et à l'Est par la wilaya de Djelfa, au Nord – Ouest par les wilayas de Tiaret et El-Bayad et au sud par wilaya de Ghardaïa(D.P.A.T.2008).De par sa position géographique et ses caractéristiques climatiques, la Wilaya de Laghouat fait partie du groupe des neufs Wilayat pastorales du pays ainsi que des Wilayat du Sud (Andi, 2015).

Dans notre étude, nous avons choisis deux zones : la zone de Elhouaita et la zone de Sidi Makhlof.

### II.1.1. Situation géographique d'Elhouaita

La région d'Elhouaita (figure 2) est située à environ 40 Km au Sud-Ouest de la ville de Laghouat sur les bordures Sud de Djebel Mehales et plaine Oued M'saad. Elle est limitée au Nord par la commune de Tadjmout, à l'Est par la commune de Hassi R'mel, à l'Ouest par la commune d'Ain Medhi, au Sud la commune de Tadjrouna, elle est caractérisée par des altitudes moyennes qui ne dépassent pas 900 m.

### II.1.2. Situation géographique de Sidi Makhlof

La deuxième zone d'étude se situe entre Laghouat et Djelfa, à 40 kilomètres au Nord du chef-lieu de la wilaya de Laghouat (Figure 2). Il situe au point géographique: 34°08'00''latitude Nord, 3°01'00''longitude Est, sur une altitude de 978 mètres.

La commune de Sidi Makhlof est le chef-lieu de la Daira, rattachée administrativement à la wilaya de Laghouat (Fig4). 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 wilayas de : M'sila, Djelfa et Laghouat.

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

**Figure 2.** Carte de la situation géographique de la wilaya de Laghouat et les stations d'étude (Elhouaita et Sidi Makhlof).

Source: (Arour, 2014).



## **II.2. Hydrographie et hydrologie**

Le réseau hydrographique est fortement influencé à la fois par les variations saisonnières et interannuelles de la pluviométrie et le relief formant un cloisonnement topographique (Halitim, 1998). Dans la région de Laghouat les ressources en eaux superficielles sont localisées dans l'Atlas Saharien, leur faible importance est liée à l'irrégularité du régime pluviométrique et à la forte évaporation. Les principaux Oueds sont : Oued M'zi, Oued Touil, et Oued Medsous. Les deux zones (Nord-Ouest) sont traversées par trois Oueds dont le plus important est l'Oued M'zi. Son tour va du Nord-Ouest vers le Sud-Est. Il y a lieu d'ajouter l'existence de plusieurs sources qui constitueraient un apport considérable pour l'agriculture si toute fois leurs captages sont réalisés (C.D.F, 2008).

## **II.3. Pédologie**

### **II.3.1. Nature de sols**

Les sols de wilaya sont en majeure partie d'apport alluvial typique sur croûte calcaire peu évolués à texture légère à teneur faible en matière organique présentant ainsi des contraintes pour l'agriculture (C. D. F, 2009).

D'après Pouget (1980), la plupart des sols steppiques sont caractérisées par la présence d'accumulation calcaire réduisant la profondeur de sol utile. Ils sont généralement pauvres en matière organique et sensible à la dégradation. Les bons sols dont la superficie est limitée se situent au niveau des dépressions (sols d'apport alluvial), soit linéaire et constituée par les lits d'Oueds soit fermée (Dayas).

La région de Laghouat se distingue principalement par trois grands ensembles l'un se caractérise par les piedmonts de l'Atlas saharien, le second par la plaine alluviale de l'Oued M'Zi et l'autre par un plateau à surface plane avec une charge caillouteuse en surface. Ces sols sont généralement peu profonds.

Les roches mères de ces sols sont le plus souvent constituées par des formations marneuses et calcaire ce qui explique la richesse de ces sols en sels solubles et en calcaire (Khadraoui, 2004).

### II.3.2. Le relief

C'est l'ensemble des inégalités de la structure terrestre, liées à la tectonique et sculptées par l'action combinée de l'eau, du gel et du vent (Aidoud ,1984),

La Wilaya se distingue par deux zones distinctes :

- 1- La zone de l'Atlas Saharien caractérisée par des altitudes allant de 1.000 à 1.700 m avec des pentes de 12,5 à 25 %. Cette zone au Nord-Ouest de la Wilaya (régions d'Aflou et Brida). Elle est constituée de vieux massifs forestiers d'une superficie de : 47.095 ha, de nappes alfatières couvrant une superficie de 315.125 ha ainsi que de pacages et parcours d'une superficie de 1.531.766 ha.
- 2- La zone des Hauts plateaux et de plateaux Sahariens caractérisée par des altitudes allant de 700 à 1.000 m et des pentes de 0 à 3 %. Cette zone est constituée de vastes étendues steppiques d'une superficie de 1.900.000 ha dont une grande partie a été dégradée sous l'effet des sécheresses prolongées (Andi., 2015).

### II.4. Le climat

Le climat est l'un des facteurs les plus déterminants du milieu naturel, notamment dans le développement du couvert végétal. Pour tenter une approche climatique et bioclimatique, il est d'usage de considérer les deux éléments essentiels pour la végétation, la pluviosité et la température, nous considérant également d'autres éléments climatiques, tel le vent, et l'humidité.

#### II.4.1. Précipitations

Elle constitue un facteur écologique d'importance fondamentale (Ramade, 2003).

Les précipitations englobent la pluie, la neige, la rosée, le brouillard, et la grêle c'est-à-dire toutes les chutes d'eau arrivant au sol.

Cette quantité d'eau s'exprime en mm, elle correspond à une hauteur d'eau qui arriverait sur une surface à un volume de  $10 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Elles se mesurent à l'aide du pluviomètre (Prévoist, 1999).

Selon Dajoz (2006), L'eau représente de 70 à 90 % des tissus de beaucoup d'espèces en état de vie active. L'approvisionnement en eau et la réduction des pertes constituent donc des problèmes écologiques et physiologiques fondamentaux. Les moyennes mensuelles des précipitations de la région de Laghouat entre 2006 à 2015, exprimées en (C°) elles sont représentées dans (le tableau 03).

**Tableau 3:** Précipitation moyennes mensuelles de Laghouat (2006-2015)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
P (mm)	6,056	9,043	10,813	10,526	9,299	7,631	5,12	9,445	22,934	27,32	14,453	7,451	11,67

Source: ONM d'El-Khaneg(2017)

Nous remarquons que Le mois le plus frais est Octobre avec 27.32mm et le mois le plus sec est Juillet avec une moyenne de 5.12mm

#### II.4.2. Température

Selon Prevost (1999), La température a une influence considérable sur la végétation ; elle est l'élément climatique le plus important dans l'air de répartition de la végétation, sur globe.

Selon Ramade (2003), la température un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métabolique et conditionne de ce fait la répartition de totalité des espèces et des communautés d'être vivant la biosphère.

Les moyennes mensuelles des températures de la région de Laghouat entre 2006 à 2015, exprimées en (C°) elles sont représentées dans (le tableau 04).

**Tableau 4.** Températures moyennes mensuelles de Laghouat (2006-2015)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
T M (°C)	8,4	9,55	13,45	18,14	22,76	27,98	32,19	31	25,47	19,85	12,79	8,83	19,20

Source: ONM d'El-Khaneg (2017)

Le mois le plus froid est janvier avec une moyenne de 8.4°C et le mois le plus chaud est Juillet avec une moyenne de 32.19°C.

#### II.4.3 Le vent

Le vent est le mouvement au sein d'une atmosphère. Les vents sont globalement provoqués par un réchauffement inégalement réparti à la surface de la planète provenant du rayonnement d'énergie solaire, et par la rotation de la planète. Sur Terre, ce déplacement est essentiel à l'explication de tous les phénomènes météorologiques (Houerou, 1991).

Le vent agit soit directement par une action mécanique sur le sol et les végétaux, soit indirectement en modifiant l'humidité et la température (Ozenda, 1983).

Le vent se caractérise par sa direction et par sa vitesse (Prevost, 1999), il exerce une grande influence sur les êtres vivants. La vitesse moyenne du vent dans la région de Laghouat durant la période 2006-2015 est de 3.65 m/s. Le mois qui enregistre les vents les plus violents est le mois d'avril 4,67 m/s

**Tableau 5.** Moyenne mensuelle de la vitesse du vent enregistré durant les années (2006-2015) de la région Laghouat

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	moy
vent (m/s)	2,97	3,96	3,99	4,67	4,42	4,19	3,66	3,47	3,51	2,87	3,162	2,94	3,651

Source: ONM d'EKhaneg(2017)

#### II.4.4. Humidité relative de l'air

D'après Prevost (1999), l'humidité de l'air ou l'état hygrométrique de l'air représente la production de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère par rapport à la quantité maximale qui peut être fixée à la température considérée.

L'humidité dépend de plusieurs facteurs, de la quantité d'eau tombée, du nombre de jours de pluies, de la forme de ces précipitations (orage ou pluie fine) de la température, des vents et de la morphologie de la station considérée (Faurie et *al.*, 2003).

L'humidité varie beaucoup au cours de la journée comme au cours de l'année, le maximum se produit vers le lever du soleil et le minimum aux environs de 12h.

L'humidité peut influencer fortement sur les fonctions vitales des espèces (Dreux, 1980).

Dans (le tableau 6), nous résumons les moyennes mensuelles de l'humidité

**Tableau 6.** Humidité moyennes mensuelles et de Laghouat (2006-2015)

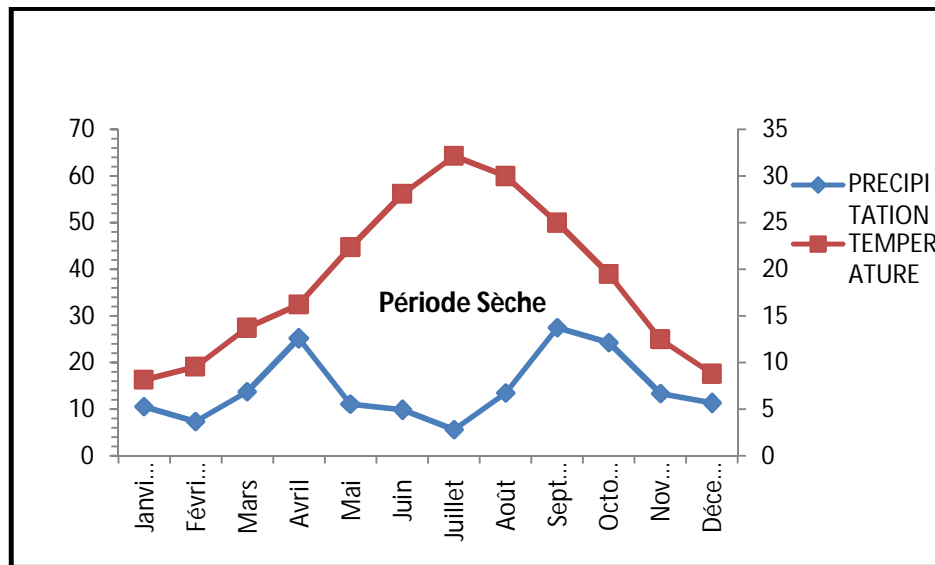
Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
H%	64,3	58	49	41,5	38,1	34,9	27,4	30,5	44,5	53	61,6	65,4	47,35

Source: ONM d'El-Khaneg(2017)

Nous remarquons que le maximum de l'humidité de l'air apparaît au mois de Décembre avec **65.14 %** et le minimum de l'humidité est au mois de juillet avec **27.4%**

### II. 2.5. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN

D'après Dalage et Metalle (2000), le diagramme ombrothermique est un graphique représentant les paramètres d'un climat de la région par la super position des figures exprimant l'une les précipitations et l'autre les températures.



**Figure 3.** Diagramme ombrothermique de GausSEN de la région de Laghouat (2006-2015)

Le diagramme ombrothermique (Figure 3) de la région d'étude (Laghouat) montre l'existence d'un seul période au cours de l'année, une période sèche, qui s'étend de mois de Janvier jusqu'au mois de Décembre.

### II.4.6. Indice d'aridité De Martonne

D'après Ozenda (1982), le climatologue de Martonne, proposa le premier indice d'aridité (I) selon lequel on peut distinguer plusieurs classes climatiques, un climat très sec ( $I < 10$ ), un climat sec ( $10 < I < 20$ ), un climat humide ( $20 < I < 30$ ) et un climat très humide ( $I > 30$ ).

Il est exprimé par le rapport de la précipitation annuelle (P) à la température moyenne (T) auquel on ajoute 10, suivant la formule ci-dessous :

$$I = \frac{P}{(T+10)}$$

Cet indice a donné une valeur de 6,60 pour la région de Laghouat, donc son climat durant la période s'étalant de l'année 2006 à 2015 est très sec.

#### **II.4.7. Le climatogramme pluviométrique d'Emberger**

Le climatogramme d'Emberger permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude, il est représenté en abscisse par la moyenne des minimas des températures du mois le plus froid et en ordonnées par le quotient pluviométrique Q2 (Emberger, 1955) ; mais actuellement on calcule le quotient pluviométrique d'Emberger (Q) selon la formule modifiée par Stewart (1969).

$$Q=3,43 \times [P/ (M-m)]$$

Q : Le quotient pluviométrique d'Emberger.

P : Pluviométrie moyenne annuelle exprimée en mm.

M : moyenne des températures maxima du mois le plus chaud exprimé en °C.

m : moyenne des températures minima du mois le plus froid exprimé en °C.

Le quotient pluviométrique Q2 est calculé pour une moyenne de 10 ans allant de 2006 jusqu'à 2015 ; donc on a : **Q2=15.13**.

D'après les données climatiques de la région de Laghouat (2006-2015), l'emplacement de cet indice sur le climatogramme d'EMBERGER, nous a permis de situer Laghouat dans l'étage bioclimatique saharien à hiver frais (figure 4).

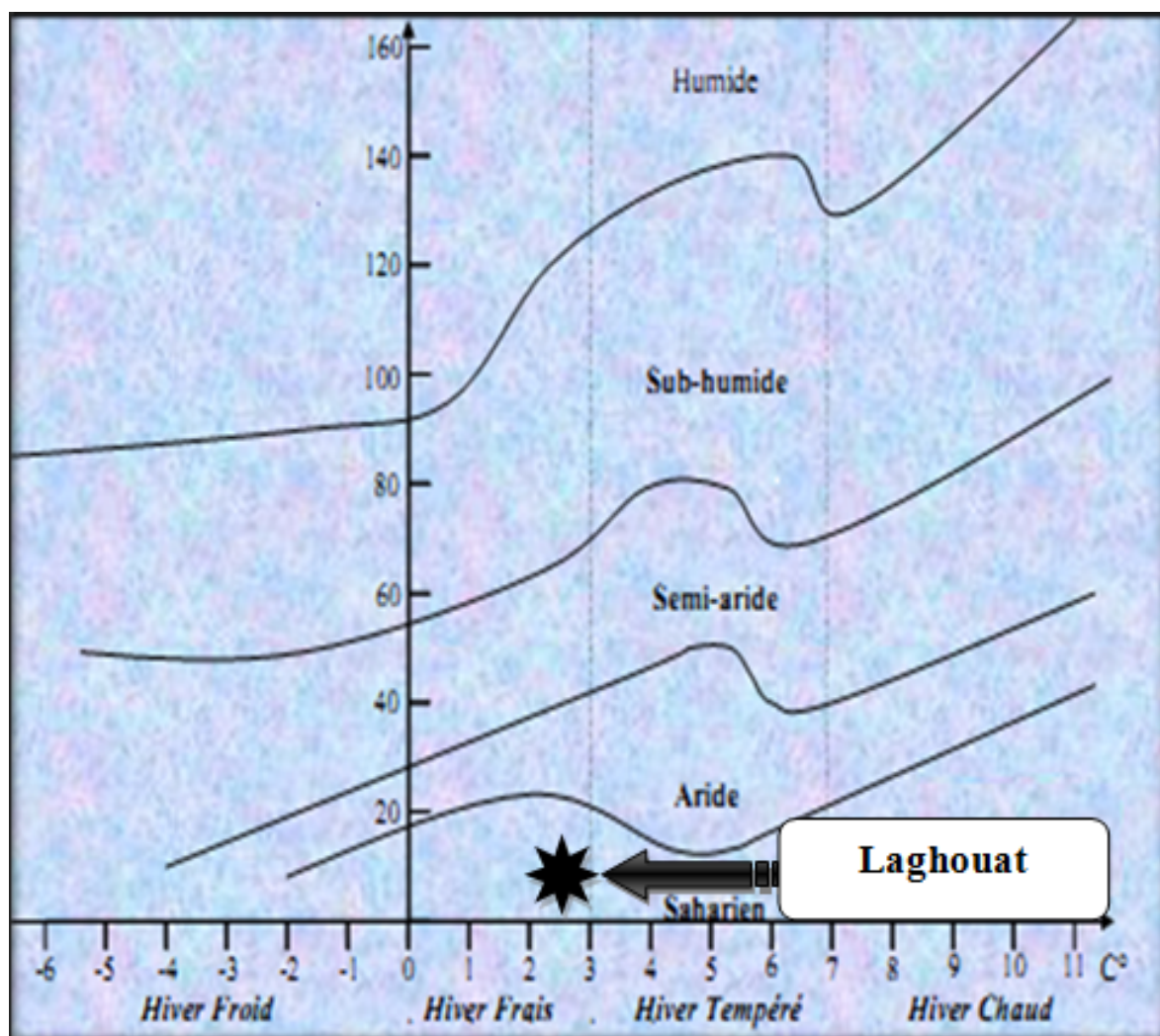


Figure 4. Le climatogramme pluviométrique d'Emberger de la wilaya de Laghouat

A decorative purple scroll border frames the text. The border has a double-line appearance and features ornate scrollwork at the corners and ends.

# **Chapitre III**

## **Matériel et Méthodes**

### III.1. L'objectif

L'objectif de notre travail est l'étude du comportement d'*Astragalus armatus* dans différents milieux naturels.

Nous avons adopté une démarche méthodologique basée sur la Comparaison entre *Astragalus armatus* dans Sidi Makhoulouf et *Astragalus armatus* dans Elhouaita.

### III.2. Méthodologie de travail

A fin d'atteindre notre objectif, nous avons suivi les démarches suivantes :

#### III.2.1. Méthode de prélèvement des échantillons

- Pour les plantes :

Nous avons prélevés des rameaux avec les feuilles, Nous avons choisi 6 plantes aléatoirement

- Pour le sol :

Le prélèvement du sol est effectué dans chaque station aléatoirement, à l'aide d'une tarière et à une profondeur de 20-30 cm pour les deux stations et en dessous de chaque plante.

Pour l'acheminement des échantillons de la station au laboratoire, les possibilités envisageables sont:

- ✓ Mettre les échantillons dans des sachets en plastique bien fermés pour conserver leur humidité
- ✓ Pour les analyses physico-chimiques de sol, les échantillons sont séchés à température ambiante où laboratoire, en suite tamisés à 2 mm, a fin d'obtenir la terre fine.

#### III.2.2. Les paramètres étudiés

Pour avoir une idée sur les propriétés du sol occupé par *Astragalus armatus*, nous avons opté pour l'étude les paramètres suivants :

- L'analyse granulométrique
- Le taux de matière organique (MO%)
- Mesure de pH
- Conductivité électrique (CE ms/cm)
- Estimation de l'humidité (H%)
- Dosage de carbone organique (C%)
- Le calcaire total (CaCO<sub>3</sub> %)
- Dosage d'Azote total (N %)

Les paramètres étudiés pour la végétation :

- Sucres totaux (  $\mu\text{g/g}$  MF)
- Proline (  $\mu\text{g/g}$  MF)
- Chlorophylle (  $\mu\text{g/g}$  MF)
- L'Azote total (N %)

### III.2.3. Les analyses de sol

#### III.2.3.1.L'analyse granulométrique

La granulométrie a été effectuée par tamisage pour les éléments grossiers du sol et par sédimentation pour détermination les éléments fins.

#### III.2.3.2.Dosage de matière organique

Détermination du Carbone organique par calcination, la méthode de calcination permet de déterminer la quantité totale de la matière organique au niveau de l'échantillon de terre. La calcination a été effectuée dans un four à moufle à  $550^{\circ}\text{C}$  pendant 5 heures.

La détermination de la quantité du sol par combustion est équivalente à la combustion de la matière organique pour but de calculer les flux des nutriments et le bilan de masse, a partir de la formule suivante on détermine la quantité de la matière organique

$$\text{MO} = \text{PS} - \text{MM}$$

Mais pour la détermination de la quantité du Carbone organique (CO) nous avons utilisé la formule suivante :

$$\text{CO}\% = \text{MO}\% / 1.72$$

Avec :

MO : Matière organique

PS : poids sec

MM : matière minérale

CO : Carbone organique

#### III.2.3.3. Mesure de pH

Le pH est mesuré au pH-mètre sur une solution (terre/eau, 1/5, Soltner, 1989).On met

10g de sol dans 50 ml d'eau.

#### III.2.3.4. Conductivité électrique

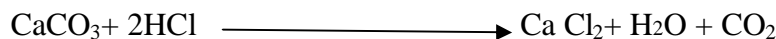
La conductivité électrique est mesurée au conductimètre. Elle traduit la concentration saline totale de la solution (Aubert, 1978). Elle est estimée à 10 g/25ml.

#### III.2.3.5. Estimation de l'humidité

L'humidité est la teneur en eau du sol, estimée par la différence du poids après séchage à l'étuve à 105°C pendant 48h (VIEILEFON, 1979 in SMAILLI, 2010).

#### III.2.3.6. Le calcaire total (Ca CO<sub>3</sub>)

Le dosage de calcaire s'effectue par la méthode volumétrique (Calcimètre de BERNARD). Nous avons utilisé la propriété du carbonate de calcium à se décomposer sous l'action d'un acide, en eau et gaz carbonique ce dernier est recueilli dans un tube gradué en ml.



D'après (Baize, 1988) le taux du calcaire total est donné par biais de la formule suivante :

$$\text{CaCO}_3 \text{ total (\%)} = \frac{V_E}{P_E} \times \frac{P_T}{V_T} \times 100$$

$V_E$  (ml) = volume CO<sub>2</sub> produit par X g de CaCO<sub>3</sub> contenu dans un poids  $P_E$  de sol

$V_T$  (ml) = volume CO<sub>2</sub> produit par 0.3g de CaCO<sub>3</sub> pur et sec

$P_E$  (g) = poids de la prise d'essai de terre, en gramme

$P_T$  (g) = poids pour réaliser le témoin à blanc (0.3g de CaCO<sub>3</sub>)

#### III.2.3.7. Dosage d'Azote total (N)

Selon la méthode de KJELDHAL, l'azote des composés organiques est transformé en azote ammoniacal ; sous l'action de l'acide sulfurique concentré porté à ébullition, se comporte comme oxydant. Les substances organiques sont décomposées : le carbone se dégage sous forme de gaz carbonique, l'hydrogène donne de l'eau et l'azote est transformé en azote ammoniacal.

Ce dernier est fixé immédiatement par l'acide sulfurique sous forme de sulfate

d'ammonium. Pour accroître l'action oxydante de l'acide sulfurique, on élève sa température d'ébullition en ajoutant du sulfate de cuivre et du sulfate de potassium ; qui jouent le rôle de catalyseurs. La matière organique totalement oxydée la solution contenant le sulfate d'ammonium est récupérée. On procède ainsi au dosage de l'azote ammoniacal par distillation (AUBERT, 1978).

## A. Mode opératoire

### Minéralisation

L'échantillon (5g de sol / 2g végétation) est introduit dans le tube de minéralisation (matras de 250ml) puis sont ajoutés, ce qui suit:

- 7g de sulfate de potasium ( $K_2SO_2$ )
- 7ml d'acide sulfurique
- 5ml peroxyde d'hydrogen
- Après avoir homogénéisé le contenu du matras, positionner le collecteur de fumées sur les matras et activer le scrubber. Les matras sont ensuite transférés sur le minéralisateur préchauffé à 300°C

La minéralisation dure 60 mn, le minéralisât doit être limpide et exempt de matière non digérée. Après le refroidissement (15 à 20mn), le tube de minéralisation est placé sur le support du distillateur.

### - Distillation

Le contenu du matras est dilué avec 50ml d'eau distillée, puis alcaliniser avec 50 ml de soude à 35%.

La distillation est récupérée dans un erlen Meyer de 250ml, contenant 25 ml d'acide borique ( $H_3BO_3$  à 4%) destiné à fixer l'ammoniac

### - Titrage acido-basique

L'ammoniaque piégée par l'acide borique contenu dans l'erlen Meyer est titrée par un acide (HCl à 0,2N). L'ammoniaque augmente le pH de la solution et la quantité d'HCl rajoutée pour revenir au pH initial, détectée par l'utilisation d'un indicateur coloré (la couleur vire du bleu au rose, photo 6), est proportionnelle à la quantité d'ammoniaque.

## B. Calcul

La teneur d'azote (N) exprimée par la formule suivant :

$$N\% = V \times 0.14 / PE$$

**V** : Volume d'acide sulfurique

**PE** : Prise d'essai

La teneur en Matières Azotées Totales est obtenue par la multiplication de la teneur en azote par un facteur de 6.25 :

$$MAT\% = V \times 0,14 \times 6,25 / PE$$

### III. 2.4. Les analyse de végétation

#### III.2.4.1. Estimation de matière sèche

La matière sèche de la plante *Astragalus armatus* dans les deux stations a été estimée par la différence du poids après séchage à l'étuve à 105°C pendant 48h (VIEILEFON, 1979 in SMAILLI, 2010).

#### III.2.4.2. Dosage des sucres totaux

Le dosage des sucres totaux solubles est réalisé par la méthode de (Robyt et White, 1987).

##### A. Principe

Les oses sont stables en milieu acide. Les furfurals et ses dérivés ont la propriété de se condenser avec le phénol pour former des complexes marrons.

##### B. Mode opératoire

La procédure suivie dans cette analyse consiste à analyser les sucres solubles dans la matière fraîche par la méthode phénol-acide sulfurique.

Elle consiste à prendre 100 mg de matière fraîche, placées dans des tubes à essais, on ajoute 5 ml de méthanol 80 % sont d'abord ajoutés à la matière fraîche puis l'ensemble est chauffé au bain marie à 70°C pendant 30 minutes. 1 ml de l'extrait est ensuite prélevé auquel on ajoute 1 ml de phénol 5% et 5 ml d'acide sulfurique concentré (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Après agitation et refroidissement on détermine l'absorbance au spectrophotomètre UV-Visible à une longueur d'onde de 640 nm. Les valeurs sont ensuite reportées sur la courbe

d'étalonnage établie par des solutions de glucose allant de 0 à 1g/l afin de déterminer les concentrations C exprimées en gramme par litre de solution d'extraction (g /l).

Nous avons ensuite appliqué la formule suivante en vu d'exprimer les concentrations C'en mg par gramme de matière fraîche :

$$C'=(C \times V \times P^{-1}) \times 1000$$

Avec :

C : Concentration dans la solution d'extraction en g /l

V : Volume d'extraction (10 ml)

P : Prise d'essai en mg

### III.2.4.3. Proline

#### A. Dosage de Proline

Le dosage de la proline a été réalisé par la méthode de Troll et Lindsay (1955) mise au point par Dreier et Göring (1974).

#### B. Principe

La proline est l'un des vingt principaux acides aminés qui entrent dans la constitution des protéines. La proline est facilement oxydée par la ninhydrine. C'est sur cette réaction que se base le protocole de mise en évidence de la proline dans les échantillons foliaires (El Jaafari, 1993).

#### C. Mode opératoire

Elle consiste à prendre 100 mg de matière fraîche dans des tubes à essai contenant 2ml de méthanol à 40%. Le tout est chauffé à 85°C dans un bain-Marie pendant 60 mn. (Les tubes sont bien fermés pendant le chauffage pour éviter la volatilisation de l'alcool) .Après refroidissement, on prélève 1ml d'extrait auquel il faut ajouter :

-1 ml d'acide acétique ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )

-25 mg de ninhydrine ( $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_4$ )

-1 ml de mélange contenant :

-120 ml d'eau distillée

-300 ml d'acide acétique

-80 ml d'acide orthophosphorique ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ .d=1.7).

La solution obtenue est portée à ébullition pendant 30 mn à 100°C, la solution vireau rouge.

Après refroidissement, 5 ml de toluène sont rajoutés à la solution qui est agitée, deux phases se séparent (une phase supérieure à la couleur rouge contient la proline et une

phase inférieure transparente sans proline). Après avoir éliminé la phase inférieure, on détermine la densité optique (Do) à l'aide d'un spectrophotomètre sur une longueur d'onde de 528 nm. Les valeurs obtenues sont converties en taux de proline par le biais d'une « courbe étalon », préalablement établie à partir d'une série de solution de concentration en proline connue.

Cette courbe est utilisée pour déterminer les teneurs en proline dans les feuilles des plantes. (proline « µg/100mg MF ») L'expression de la concentration C' en mg/ g MF est obtenue par la formule suivante :

$$C' = C \times V \times P^{-1}$$

Avec :

C : Concentration obtenue dans la solution d'extraction (µg /ml)

V : Volume d'extraction (4 ml)

P : Prise d'essai (mg)

#### III.2.4.4. Dosage de chlorophylle totale

La teneur des feuilles en chlorophylles totale (mg/g MF) est déterminée selon la méthode de Torrecillas et *al.* (1984). Environ 100 mg de feuilles fraîches et saines sont pesées et mises dans 5 ml d'acétone à 80%.

Elles sont laissées 72 heures à l'obscurité et à une température de 4 °C. La densité optique (DO) de l'extrait est mesurée à 645 nm et 663 nm moyennant un spectrophotomètre UV-Visible.

Les équations suivantes établies par Kinney (1941) et Arnon (1949), ont été utilisées pour calculer la teneur en chlorophylle totale :

$$\text{Chlorophylle totale} = 20,2 \times \text{DO} (645 \text{ nm}) + 8,02 \times \text{DO} (663 \text{ nm})$$

Avec :

DO : La densité optique

#### III.2.5. Analyse statistique

Les résultats pour les différents paramètres mesurés ont été traités à l'aide d'un logiciel statistique Minitab17, le test Anova à un seul facteur étudié au seuil de 5% a été réalisé. Le test Fisher a été fait pour démontrer les différents groupes statistiques.

Avec :

$P \leq 0,05$  différence significative

$P \leq 0,01$  différence hautement significative

$P \leq 0,001$  différence très hautement significative

$P > 0,05$  différence non significative

A decorative purple scroll border frames the text. The border consists of a double-line purple outline with rounded corners and small scroll-like details at the top and bottom edges.

## **Chapitre IV**

### **Résultats et Discussions**

## IV.1. Résultats des analyses physiques et chimiques du sol

### IV.1.1. L'analyse granulométrique

L'analyse granulométrique réalisée pour les échantillons (6 échantillons d'Elhouaita et 6 échantillons de Sidi Makhloof) prélevés nous a permis d'obtenir les résultats représentés dans le tableau 07 :

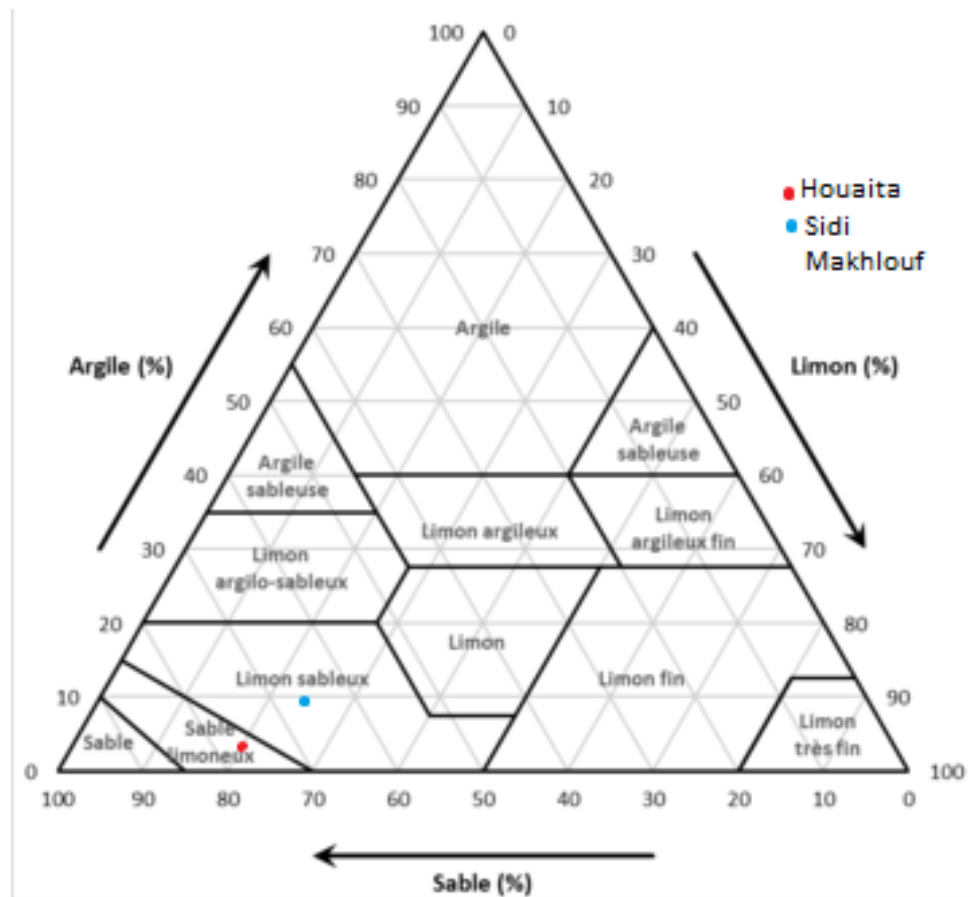
**Tableau 7.** Les fractions granulométriques des sols des stations Elhouaita et Sidi Makhloof (moyenne  $\pm$  écart type)

Fractions minérales du sol	N	Stations de prélèvements		P $\leq$ 0.05
		Sidi Makhloof	Elhouaita	
Sable %	6	67.217 $\pm$ 1.364	73,33 $\pm$ 8,16	0,1
Limon %	6	22.77 $\pm$ 3.28	20,56 $\pm$ 8,80	0,57
Argile %	6	10 $\pm$ 3.64	6.00 $\pm$ 3,90	0,104

L'analyse de la variance révèle une différence non significative ( $P > 0.05$ ) pour le sable, l'argile et le limon.

Parmi les constituants du sol, les analyses granulométriques des échantillons des sols prélevés dans les deux stations indiquent la dominance de sable plus de 60% pour la région de Sidi Makhloof et plus de 70% pour la région d'Elhouaita avec une proportion de limon et d'argile.

D'après les données du tableau (7) et avec la projection des différentes classes granulométriques sur le triangle textural (figure 5), les textures des sols des sites étudiés sont limoneux sableux pour le site de Sidi Makhloof et sableux limoneux pour le site d'Elhouaita



**Figure 5.** Le triangle texturale montrant la texture des sols des deux stations

Les résultats obtenus nous ont permis de dire que, *l'Astragalus armatus* pousse dans deux types de texture : sableux limoneux et limoneux sableux.

#### IV.1.1.2. Propriétés chimiques du sol

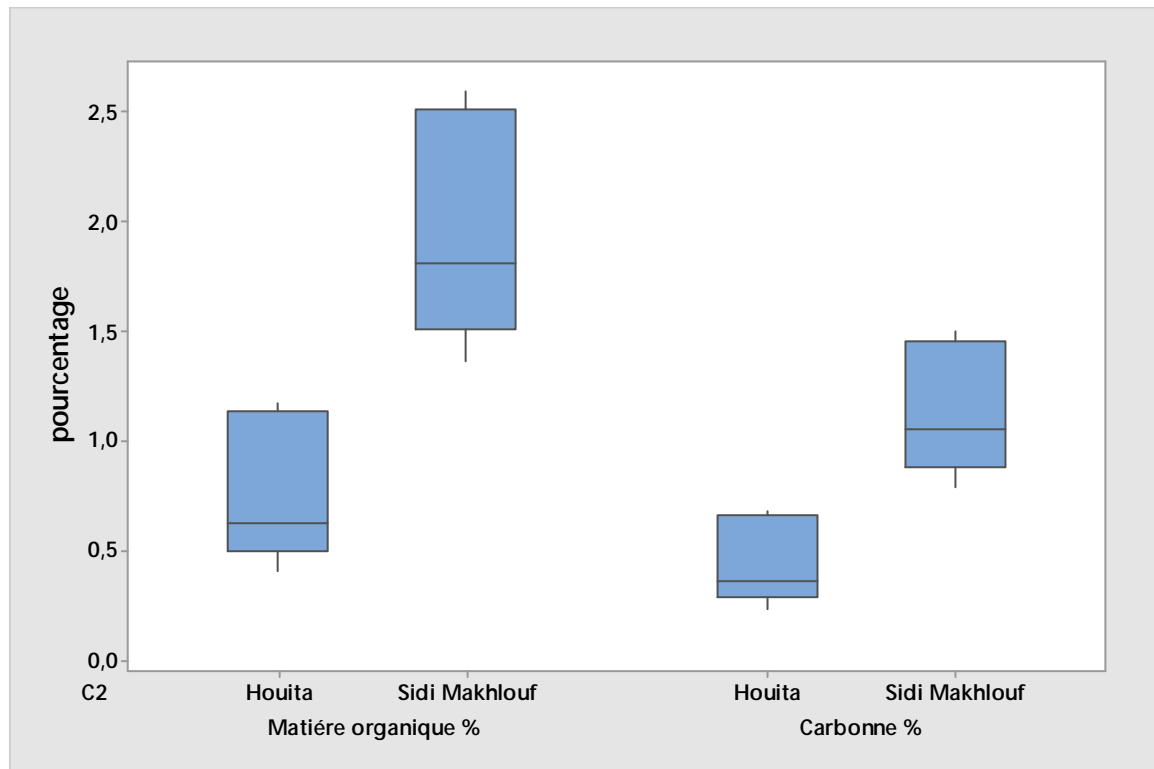
Les résultats obtenus à partir des analyses physico-chimiques des échantillons prélevés au niveau des deux stations (Elhouaita et Sidi Makhoulouf) sont représentés dans le tableau 8.

**Tableau 8.** Caractéristiques chimiques du sol sous *Astragalus armatus* dans les deux stations Houita et Sidi Makhlouf (moyenne  $\pm$ écart type)

Les paramètres physicochimiques du sol	N	Stations de prélèvement		P $\leq$ 0.05
		Sidi Makhlouf	Houita	
H %	6	0,73 $\pm$ 0,257	0,92 $\pm$ 0,1659	0,16
N%	6	0.00934 $\pm$ 0,00458 (b)	0.12 $\pm$ 0,0302 (a)	<u>0,00</u>
C%	6	1,127 $\pm$ 0,298 (a)	0,4344 $\pm$ 0,1869(b)	<u>0,001</u>
MO%	6	1,938 $\pm$ 0,512(a)	0,747 $\pm$ 0,322 (b)	<u>0,001</u>
pH	6	6.84 $\pm$ 0,280 (b)	7,8 $\pm$ 0,257 (a)	<u>0,000</u>
C.E ms/cm	6	0.34 $\pm$ 0,258	0.25 $\pm$ 0,0661	0,4
CaCO3 %	6	2.53 $\pm$ 0,902	2.63 $\pm$ 0,879	0,87

#### IV.1.1.2.1. Teneur en Carbone et en matière organique des sols des deux stations

Les résultats du dosage du Carbone et de la matière organique sont résumés dans la figure 6:



**Figure 6.** Pourcentage de la matière sèche et de Carbone du sol de l'*Astargalus armatus* dans les deux stations ElHouaita et Sidi Makhoulf

L'analyse de la variance ( $P=0.001$ ) révèle une différence très hautement significative entre les deux stations

Selon Belkheiri (2000), les sols à teneur en matière organique  $<0.5\%$  sont des sols très pauvre en matière organique, et les sols de  $0.5$  à  $1.5\%$  sont pauvre en matière organique donc :

Le sol de Sidi Makhoulf est pauvre en matière organique et le sol d'Elhouaita est très pauvre en matière organique.

Selon Khadraoui (2004), la région de Laghouat est caractérisée par un sol peu évolué, à texture légère à teneur faible en MO (C.D.F., 1998).

Les résultats obtenus (figure 9 et tableau 8) montrent que le sol de la station Sidi Makhlouf contient plus de Carbone (moy = 1,12%) que le sol d'Elhouaita (moy=0.43%)

#### IV.1.1.2.2. Le calcaire totale

Le calcaire total est la proportion globale de ( $\text{CaCO}_3$ ) présente dans la terre. Les dosages du calcaire total donnent les résultats dans le tableau 8.

L'analyse de la variance ( $P=0.87$ ), révèle une différence non significative.

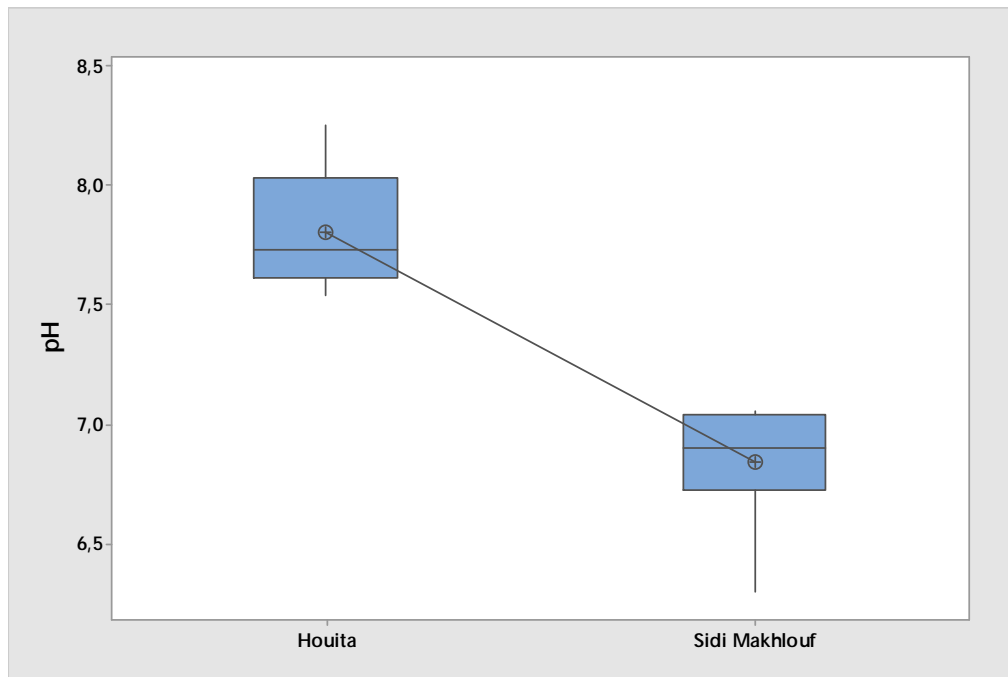
En observant, les résultats obtenus (tableau 8), nous pouvons dire que les deux sites d'étude sont peu calcaire ( $\text{CaCO}_3 < 5$ ) (Annexes 03) (Baize, 1988).

D'après Halitim (1998), les sols dans la zone aride d'Algérie sont généralement des sols calcaires. Les sols de la région de Laghouat sont généralement peu profonds, les roches mères de ces sols sont le plus souvent constituées par des formations marneuses et calcaires, ce qui explique leur richesse en sels solubles et en calcaires (khadraoui, 2004).

Nous constatons que les échantillons de sols sous l'*Astragalus armatus* présentent un taux de calcaire faible  $< 5\%$ , pour les deux stations.

#### IV.1.1.2.3. Le pH

Les mesures de pH des sols des deux stations indiquent les résultats suivants (figure 7).



**Figure 7.** Le pH du sol d'*Astragalus armatus* dans les deux stations ElHouaita et Sidi Makhlouf .

L'analyse de la variance ( $P=0.00$ ) révèle une différence très hautement significative entre les deux stations

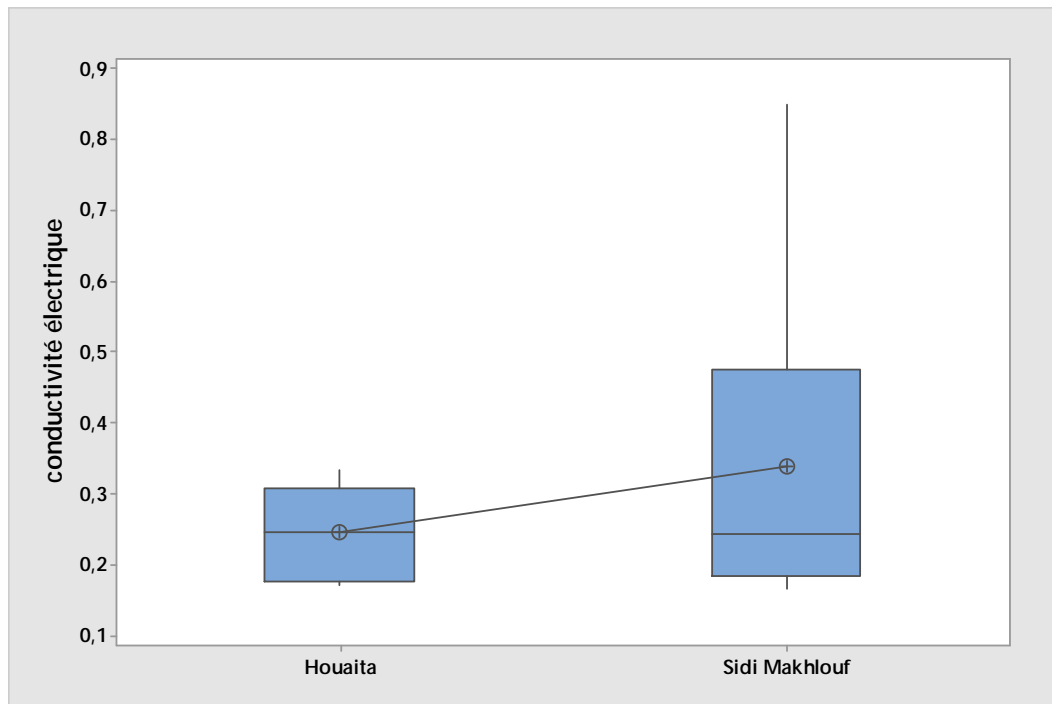
Les résultats obtenus montrent que le sol d'Elhouaita est classé de pH basique (7.5 à 8.5) et le sol de Sidi Makhlouf est classé neutre (6.5 à 7.5) (Annexes 02). Nous constatons que, l'*Astragalus armatus* peut croître dans des sols à pH neutre et alcalin.

#### IV.1.1.2.4. La conductivité électrique

L'analyse de la variance ( $P= 0.4$ ) révèle une différence non significative pour les résultats de la conductivité électrique.

A la lumière des résultats obtenus (tableau 8), la conductivité électrique des sols des sites étudiées et selon l'échelle de la salinité des sols citée par (Aubert, 1978, Annexe 01), les deux sols sont : des sols non salés.

L'*Astragalus armatus* se développe dans des sols non salés.

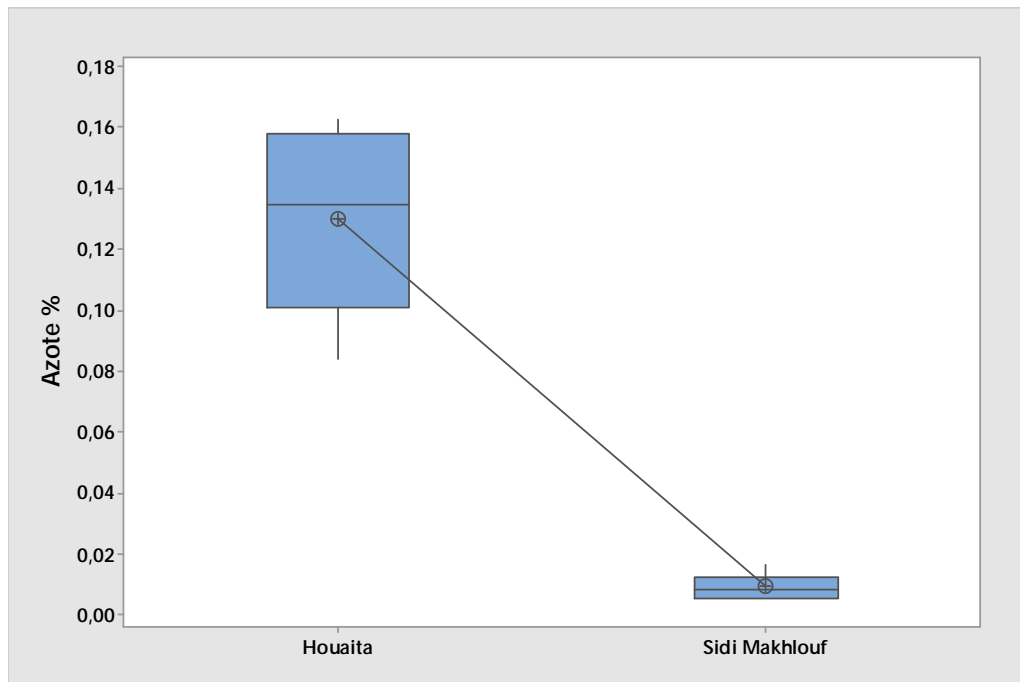


**Figure 8.** Taux de conductivité électrique du sol d'*Astragalus armatus* dans les deux stations Elhouaita et Sidi Makhlouf .

#### IV.1.1.2.5. La teneur en azote du sol

Les résultats des analyses du taux de l'azote du sol dans les stations d'étude sont représentés dans la figure 9 et le tableau 8.

L'analyse de la variance ( $P=0.00$ ) pour ce paramètre, révèle une différence très hautement significative.



**Figure 9.** Pourcentage de l'azote du sol d'*Astragalus armatus* dans les deux stations Elhouaita et Sidi Makhlouf .

Nous constatons que la teneur en azote du sol dans la région d'Elhouaita (moy= 0.12%) est plus élevée que dans Sidi Makhlouf (moy=0.009%).

Le sol de la station d'Elhouaita est moyennement pauvre en matière azotée, celui de la station de Sidi Makhlouf est très pauvre en matière azotée (< 0.05%, Annexe 5).

Les plantes de la famille des légumineuses établissent des symbioses fixatrices d'azotes atmosphériques avec des bactéries du sol communément appelées rhizobium (Requena et al., 2001). L'*Astragalus armatus* a une aptitude à fixer de l'azote atmosphérique dans le sol ce qui contribue à améliorer la fertilité du sol (Chaieb, 1997).

Le faible taux enregistré de l'azote est bien expliqué car le taux de la matière organique est aussi pauvre.

#### IV.1.1.2.6. L'humidité de sol

D'après les données du tableau 8.L'analyse de la variance ( $P=0.16$ ) révèle une non significative pour la teneur en eau des sols des deux stations.

Le sol de la station d'Elhouaita (moy=0.9%), et de la station de Sidi Makhlouf (moy=0.7%), sont des sols sec à très faible humidité, ceci pourrait être expliqué par les faibles précipitations enregistrés dans la période de prélèvement ( fig 6 , chapitre II). La texture a teneur sableuse a aussi un effet sur la faible rétention de l'eau.

## IV.2. Résultats des paramètres biométriques et biochimiques de la plante *Astragalus armatus*

Les résultats obtenus à partir des analyses des échantillons de la partie aérienne d'*Astragalus armatus* prélevés au niveau des deux stations (Elhouaita et Sidi Makhoulf) sont représentés dans le tableau 9.

**Tableau 9.** Résultats d'étude physico-chimique de la plante d'*Astragalus armatus* dans les deux stations Elhouaita et Sidi Makhoulf (moyenne  $\pm$ écart type).

Paramètres biochimiques du végétale	N	Stations de prélèvements		P $\leq$ 0.05
		Sidi Makhoulf	Elhouaita	
N%	6	1,093 $\pm$ 0,300 (a)	0,661 $\pm$ 0,245 (b)	<u>0,021</u>
Sucres ( $\mu$ g/gMF)	6	3.411 $\pm$ 1,368 (a)	1,451 $\pm$ 1,048 (b)	<u>0,009</u>
Proline ( $\mu$ g/gMF)	6	0,012 $\pm$ 0,00595	0.010 $\pm$ 0,00315	0,53
Chlorophylle ( $\mu$ g/gMF)	6	13.47 $\pm$ 3,90	17,7 $\pm$ 6,75	0.36
Matière Sèche %	6	69,87 $\pm$ 3,25 (a)	60,54 $\pm$ 3,76 (b)	<u>0,001</u>

### IV.2.1. Chlorophylle

Les résultats d'analyses biochimiques des échantillons des végétaux (Tableau9) montrent que dans les deux stations le taux de la chlorophylle de l'*Astragalus armatus* est presque identique. L'analyse de la variance ( $P = 0.36$ ) révèle une différence non significative.

Donc la synthèse des pigments chlorophylliens chez *Astragalus armatus* ne semble pas influencée par le type du sol.

Lorsque la plante subit un stress, le niveau de Chlorophylle diminue, affectant la coloration de la plante et ralentissant ses activités de croissance (Karima *et al.*, 2012).

### IV.2.2. La proline

D'après les résultats d'analyses du taux de la proline (Tableau9), chez la plante dans les deux stations de prélèvement, L'analyse de la variance ( $P=0.53$ ) révèle une différence non significative.

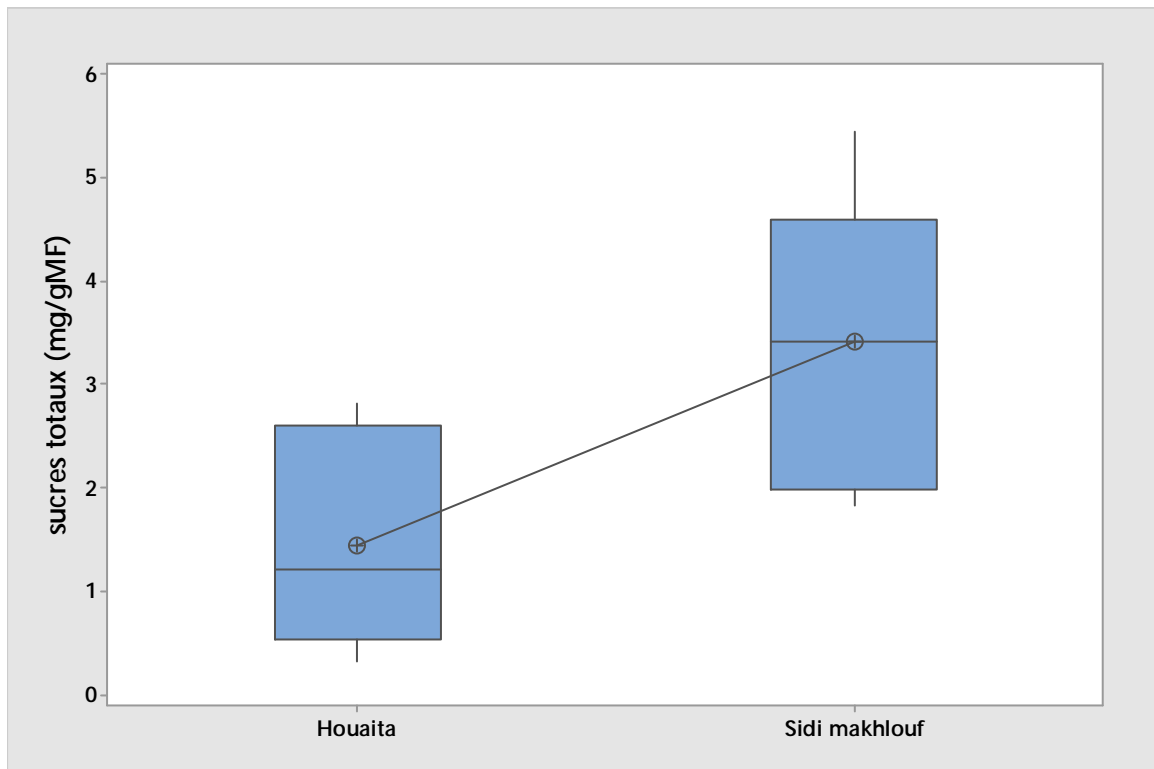
Nous constatons que le taux de proline pour l'*Astragalus armatus* de deux stations est presque le même (moy =0.010  $\mu\text{g/gMF}$  pour Elhouaita, moy=0.012  $\mu\text{g/gMF}$  pour Sidi Makhlouf).Le type de sol n'a pas influencé ce paramètre.

Plusieurs auteurs ont montré que l'augmentation de la teneur en proline est reliée directement à l'application du stress hydrique (Cechin et *al.*, 2006). L'accumulation de la Proline a été démontrée chez de nombreuses espèces et dans différentes situations de stress (osmotiques, hydriques, thermiques) (Blum., 1996). Plus le niveau de stress appliqué augmente plus les teneurs en proline deviennent plus marquées (Savouré et *al.*, 1995).

### IV.2.3. Sucres totaux

Les résultats d'analyses biochimiques des échantillons des végétaux (Tableau9, figure 10) montrent que dans les deux stations le taux des sucres est différent.

L'analyse de la variance ( $P=0.009$ ) révèle une différence hautement significative.



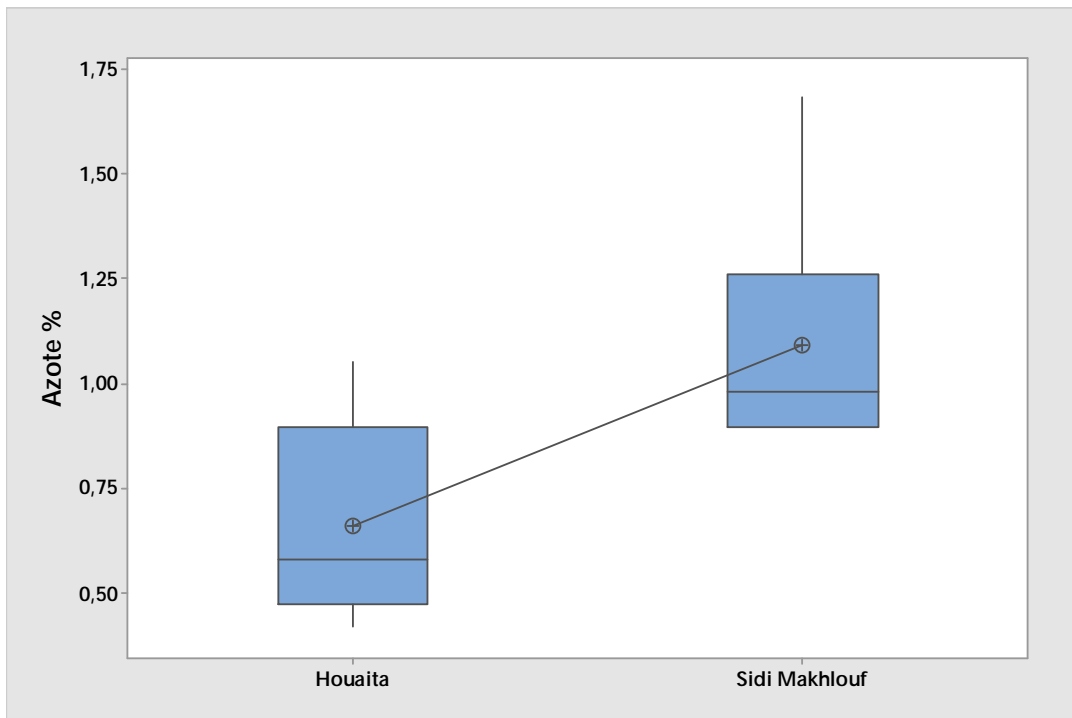
**Figure 10.** La teneur en sucres totaux pour l'*Astragalus armatus* de deux stations Elhouaita et Sidi Makhlof.

D'une manière générale l'*Astragalus armatus* de Sidi Makhlof contient une teneur (moy=3.43  $\mu\text{g/gMF}$ ) plus importante que celui d'Elhouaita (moy=1.53  $\mu\text{g/gMF}$ )

Les sucres solubles protègent les membranes contre la déshydratation, en condition de déficit hydrique, Les plantes stressées ont réagi par l'augmentation des quantités de sucres solubles au niveau de leurs cellules (Hireche, 2006).

#### IV.2.4. La teneur en azote total

Les résultats (tableau9, figure 11) d'analyses du pourcentage d'azote des plantes des deux stations d'échantillonnages, ont montré une différence significative  $P= 0.02$ .



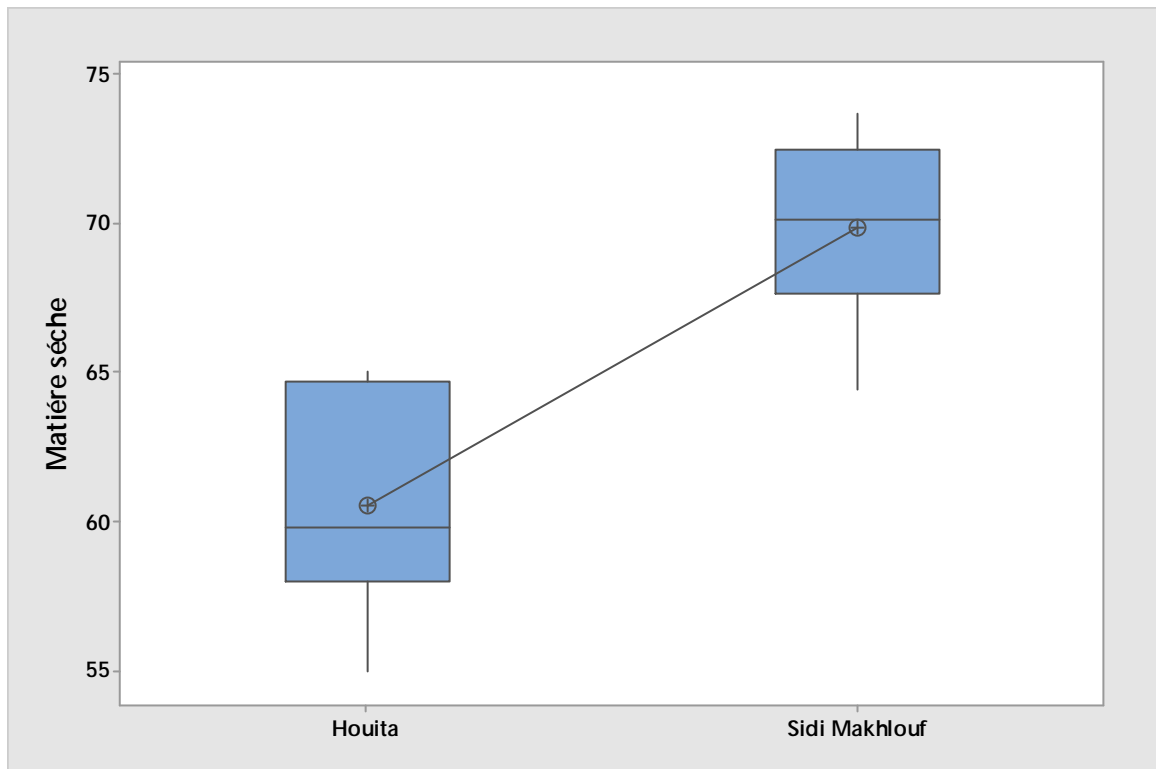
**Figure 11.** Pourcentage d'azote pour l'*Astragalus armatus* de deux stations Elhouaita et Sidi Makhoulf.

On remarque que la teneur en azote de l'*Astragalus armatus* (moy=0.09%) de la station du Sidi Makhoulf est élevée par rapport d'Elhouaita (moy = 0.66%).

Nos résultats sont similaires avec les résultats de (Florel et Pontanier, 1982; Ben M'hamed, 1990) qui ont présenté la valeur de N%= 1.29% chez l'*Astragalus armatus*.

#### IV.2.5. La matière sèche

Selon nos résultats (figure 12) et (tableau8), nous observons une différence en teneur de la matière sèche entre l'*Astragalus armatus* dans les deux stations, l'analyse de la variance  $P=0.001$  révèle une différence très hautement significative.



**Figure 12.** Le pourcentage de la matière sèche d'*Astragalus armatus* dans les deux stations Elhouaita et Sidi Makhlouf.

Nous remarquons aussi que la matière sèche chez l'*Astragalus armatus* de Sidi Makhlouf (moy=69.87 %) est plus élevée que d'Elhouaita (moy=60.54 %)

Ces différences observées peuvent s'expliquer par la variation des conditions climatiques et édaphiques (POUGET, 1980).

Il apparaît bien que l'*Astragalus armatus* se comporte plus bien dans le sol de Sidi Makhlouf que de celui d'Elhouaita, en faisant la liaison entre les résultats du sol, ce comportement est due probablement à la teneur plus élevée en matière organique du sol dans cette station.



# **Conclusion**

## CONCLUSION

---

### CONCLUSION

Dans notre travail nous nous sommes intéressés à l'*Astragalus armatus*, une chamaephyte de la famille des Fabacées. Considérée comme étant une espèce marquant la dégradation, dans la région de Laghouat (Sidi makhoulouf, Elhouaita) qui a un climat à étage saharien à hiver frais.

La problématique du travail concernant cette espèce était de reconnaître le comportement biologique de cette espèce et les caractéristiques texturales et chimiques des sols où *Astragalus armatus* se développe.

Pour cela nous avons effectué une analyse granulométrique et des analyses chimiques des sols (le pH, la conductivité électrique, le calcaire total, la matière organique, l'azote et l'humidité) et des analyses physicochimiques de la plante (la teneur en eau, la proline, le taux des sucres totaux, chlorophylle, l'azote) pour les deux stations.

D'après nos résultats et discussions nous pouvons conclure que :

*Astragalus armatus* peut se développer dans différentes textures (Sidi Makhoulouf limoneux sableux et Elhouaita sableux limoneux).

*Astragalus armatus* peut se développer généralement dans des sols neutres et alcalins, selon l'échelle de la salinité nous avons constaté que *Astragalus armatus* se développe dans des sols non salins.

En ce qui concerne le calcaire total les 2 sites sont peu calcaires il semble que l'*Astragalus armatus* peut se développer dans des sols peu calcaires.

Pour la matière organique le sol des deux sites est pauvre en matière organique

L'humidité du sol de deux stations est faible de 0.9% pour Elhouaita et 0.7 pour Sidi Makhoulouf, donc *Astragalus armatus* est apte à valoriser les faibles réserves hydriques du sol et est une plante xérophile

Pour l'étude phytochimique sur l'*Astragalus armatus* :

Le taux de chlorophylle chez l'*Astragalus armatus* est le même dans les 2 stations donc il n'y a pas de perturbation de pigments due aux types de sol

Pour la proline n'y a pas de stress la concentration est presque la même

## CONCLUSION

---

Le taux de sucres la teneur de la protéine de l'*Astragalus armatus* de la station du Sidi Makhlouf est élevée par rapport d'Elhouaita.

La matière sèche chez l'*Astragalus armatus* dans Sidi Makhlouf est plus élève que dans Elhouaita.

En fin on conclure que ce taxon présente quelques particularités éco physiologiques qui favorisent sa prolifération rapide sur la steppe, l'*Astragalus armatus* est Apte à valoriser les faibles réserves hydriques du sol, son aptitude à fixer de l'azote atmosphérique contribue à améliorer la fertilité du sol, elle peut contribuer, ne serait-ce que de façon partielle, au processus de restauration de l'équilibre écologique dans la steppe.



# **Références bibliographiques**

## Les références bibliographique

**A.N.D.I. 2015**, agence nationale de développement de l'investissement 2015

**AIDOU A. ET LOUNIS F., 1984** : Contribution à la connaissance des groupements de sparte (*Lygeumspartum*) des Hauts plateaux du sud oranais. Etude phytoécologiques et syntaxonomiques. Thèse Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle, USTHB, Alger. 256 p.

**ANONYME, 1985**. The Wealth of India (Revised) 1: 476-477. Publication & Information Directorate, CSIR, New Delhi, India.

**AROOUR E, 2014** : découpage administratif Algérie. Carte géographique.Laghouat :<http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/10/cartegeographiqueLAGHOUAT.html> [Consulté le 20/05/2017].

**AUBERT, G. 1978**. Methodes d'analyses des sols. Marseille: C.h.A.D.R. 188 p.

**BAISE D., 1988** : Guide des analyses courantes en pédologie. Ed. I.N.R.A. Paris, 172p.

**BELKEIRI, O.2000**. Travaux pratiques d'agro pédologie. Centre universitaire de Djelfa.09p.

**BELLAHCEN O, GUEZZOUN N., 2012** : caractérisation hydro- édaphique et floristique des zones humides de la région de Ouargla, cas de lac Hassi Ben Abdallah, Oum El Ranneb et chott Ain El Beida. Mémoire magister, U. k. M Ouargla. 8-19p.

**BEN M'HAMED M., 1990**- Forage shrubs in North Africa- Studies of the green Belt of North Africa, ALESCO, Tunis, Tunisie, 233.

**BLUM A., 1996** - Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. Edit. Plant Growth Regul, Vol. 20. pp 135 -143.

**BOUAZIZ M, DHOUB A, LOUKIL S, et al., 2009**. Polyphenols content antioxidant and antimicrobial activities of extracts of some wild plants collected from the south of Tunisia African Journals of Biotechnology, 8 (2009), pp. 7017–7027

**C.D.F, 2008**:Présentation du sous-secteur des forets. Wilaya de Laghouat ; P 33.

**CECHIN I, ROSSI S.C., OLIVEIRA V.C. & FUMIS T.F., 2006**. Photosynthetic responses and proline content of mature and young leaves of sunflower plants under water deficit.*PHOTOSYNTHETICA* .44 (1): 143-146p.

**CHAIEB, M.** (1997) Comportement biologique comparé d'*Astragalus armatus* Willd. Subsp. *tragacanthoides* (Desf) M et de *Rhanterium suaveolens* Desf sur la steppe sableuse dégradée de la zone aride tunisienne.

**CHAUDHARY L.B., RANA T.S., ANAND K.K., 2008.** Current status of the systematics of *Astragalus* L. (Fabaceae) with special reference to the Himalayan species in India. *Taiwania*, 53: 338-355.

**COLEGATE S. M., PETTER DORLING P. R. ET HUX TABLE C. R (1985):** The isolation and determination of a toxic principle from, *swansona canescens*. *Biochem. J.*, 191 : 649- 651p.

**CRONIN E.H., WILLIAMS M.C., OLSEN J.D., 1981.** Toxicity and control of Kelsey milkvetch. *J. Range Manag.*, 34: 181-183.

**DAJOZ R. (2006).** Précis d'écologie .8e Ed. DUNOD, Paris ,631p.

**DOBIGNARD A., CHATELAIN C., 2010-2013.** Index synonymique et bibliographique de la flore. Ed. Conservatoire et Jardin Botaniques, Genève. <http://www.villege.ch/musinfo/bd/cjb/africa/> [consulté le 10/10/2014].

**DREIER. W. ET GÖRING, M, 1974.** Der einfluss hoher salzkonzentration auf verschieden physiologische parameter von maiswurzeln. *Win Z. der HU Berlin, Nath. Naturwiss. R.*,vol 23 : pp 641-644.

**DREUX P., (1980).** Précis d'écologie .Ed .Presse universitaire de France, Paris, 213 p.

**DUAN P., WANG Z.M., 2002.** Clinical study on effect of *Astragalus* in efficacy enhancing and toxicity reducing of chemotherapy in patients of malignant tumor. *Zhongguo Zhong Xi Yi Jie He Za Zhi*, 22: 515-7.

**EBRAHIMZADEH H., NIKNAM V., MAASSOUMI A.A., 1999.** Nitro compounds in *Astragalus* species from Iran. *Biochem. Syst Ecol*, 27: 743-751.

**EL HAMIDI M., LEIPOLD H.W., 1989.** Poisoning of Sheep by *Astragalus lusitanicus* in Morocco: Field and Experimental Studies. *J Vet Med Series A*, 36: 115-121.

**EL RHAFFARI, L. AND ZAID, A. (2002).** Pratique de la phytothérapie dans le sud-est du Maroc (Tafilalet) : Un savoir empirique pour une pharmacopée rénovée. Des sources de savoir aux médicaments du futur, in : 4ème Colloque Européen d'Ethnopharmacologie, Paris, IRD Editions, institut de Recherche pour le Développement, Société française d'ethnopharmacologie, 1, 293-318.

**FAURIE C., FERRA CH. MEDORI P. DEVAUX J., ET HEMPTIME JL. 2003.** Ecologie approche scientifique et pratique .5e Ed. Lavoisier, Paris, 407p.

**FLORET, C. ET PONTANIER, R . (1982).** L'aridité en Tunisie présaharienneT rav. Et doc. ORSTOM. Paris n": 150, 544 p.

**GAO X.P., ZHAO W.X., ZHANG Z.L., 2001.** Effect of huangqi zengmian powder on interstitial response in patients with esophageal cancer at peri-operational period. Zhongguo Zhong Xi Yi Jie He Za Zhi, 21:171-3.

**GATIN C.L 1965 :** Dictionnaire de botanique.Edi. Kraus Reprint ,Paris, 847p.

**GENTRY H.S., 1957.** Gum Tragacanth in Iran. Econ Bot, 11: 40-63.

**GREUTER, W., H. M. BURDET & G. LONG (ED.) 1989. MED-CHECKLIST-** Conservatoire & Jardin botaniques de la Ville de Genève. 4-35

**HAKIMA BEL-KASSAOUI 2007 :** Doctorat de l'Université Mohammed V.238p.

**HALITIM, A.1998.** Les sols des régions arides d'Algérie. Editeur OPU, Algérie, 384p.

**HIRECHE., 2006.** Répense de la luzerne *Médicago sativa* (L) au stress hydrique et à la profondeur du semis. Thèse de Magister.Univ. *EL Hadj Lakhdar*. Batna :83 p.

**HOUYOU Z. , DELLAL A ET BOUTMEJET A 2003.** Analyse du mode de travail du sol dans la steppe centrale algérienne, 14th International Soil Conservation Organization Conference. Marrakech, Morocco,

**JAMES L.F., HARTELY W.J., WILLIAMS M.C., VAN KAMPEN K.R., 1980.** Field and experimental studies in cattle and sheep poisoned by nitrobearing *Astragalus* or their toxins. Am J Vet Res, 41: 377- 382.

**JAMES L.F., HARTELY W.J., WILLIAMS M.C., VAN KAMPEN K.R., 1980.** Field and experimental studies in cattle and sheep poisoned by nitrobearing *Astragalus* or their toxins. Am J Vet Res, 41: 377- 382.

**JAMES L.F., SHUPE J.L., 1986.** Selenium accumulators. In current Veterinary Therapy, Food animal practice 2, Howard J.L., ed. Philadelphia, WB Saunders : pp 394-396.

**JAMES L.F., VAN KAMPEN K.R., 1974.** Effect of protein and mineral supplementation on potential locoweed (*Astragalus* spp.) poisoning in sheep. J Am Vet Med Assoc, 164: 1042-1043.

**JAMES L.F., VAN KAMPEN K.R., HARTLEY W.J., 1983.** *Astragalus bisulcatus*: a cause of selenium or Locoweed poisoning. Vet. Hum. Toxicol., 25 (2) : 86- 89.

**JOHANDIEZ E., MAIRE R., 1932:** Catalogue des plantes du Maroc .Tome 2.

**KARIMA K., LOUHICHI B., 2012.** Réponse Physiologique au Stress Hydrique de Variétés de Blé Tendre (*Triticum Aestivum* L.) Cultivées en Algérie

**KAZEMPOUR OSALOO S.H., MAASSOUMI A.A., MURAKAMI N., 2005.** Molecular systematics of the Old World *Astragalus* (Fabaceae) as inferred from nr DNA ITS sequence data. *Brittonia*, 57: 367-381.

**KHADRAOUI A. 2004.** Eaux et sols en Algérie (Gestion et impact sur l'environnement).Ed. Houma, Ourgla Algérie, 393 p.

**KHALFALLAH, A., KARIOTI, A., BERREHAL, D., KABOUCHE, A., LUCCI, M., BILIA, A.R. AND KABOUCHE, Z. (2014).** A new flavonol triglycoside and other flavonol glycosides from *Astragalus armatus* Willd. (Fabaceae). *Records of Natural Products*, 8, 12-18.

**LAMNAOUER D 1990 :** Intoxication d'origine végétale chez le mouton au Maroc. Association nationale des vétérinaires du Maroc. Bulletin de liaison n° 1.

**LOCK J.M., SCHRIRE B.D., 2005.** Tribe Galegeae, in: Lewis, G., Schire, B., Mackinder, B. and Lock, M. (eds.) *Legumes of the world*. Royal Botanic Gardens, Kew.

**LOCK J.M., SIMPSON K., 1991.** *Legumes of West Asia, a check list*. Royal Botanical Gardens, Kew.

**MAJAK W., CHENG K.J., 1983.** Recent studies on ruminal metabolism of 3-nitropropanol in cattle. *Toxicon*, 3 (Suppl.): 265- 268.

**MCCULLOCH M., SEE C., SHU X.J., BROFFMAN M., KRAMER A., FAN W.Y., GAO J., LIEB W., SHIEH K., COLFORD J.M. JR., 2006.** *Astragalus*-based Chinese herbs and platinum-based chemotherapy for advanced non-small-cell lung cancer: metaanalysis of randomized trials. *J Clin Oncol*, 24:419-30.

**OZENDA P 1958 :** Flore du Sahara septentrional et central. Edi. CNRS, Maroc : 298p.

**PODLECH D., 1986.** Taxonomic and phytogeographical problems in *Astragalus* of the Old World and South West Asia. *Proc Roy Soc*, 89: 37-43.

**POUGET, M., 1980,** Les relations sol -végétation dans les steppes sud algéroises, Document N°116, ORSTOM, Bondy, 555p.

**PREVOST P ., 1999.** Les bases de l'agriculture .Ed .Technique et documentation ,Paris 243p.

**QUEZEL P., SANTA S., 1962.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (Tome 1). Editions du C.N.R.S. France.

**RAMADE F., 2003.** Eléments d'écologie (Ecologie fondamentale ).3ème Ed .DUNOD Paris ,690p.

**RAYNAUD C 1982 :** Eléments pour une flore pratique du Maroc, légumineuses, tribu des galegea. Ecole Nationale Forestière des Ingénieurs. Salé. Maroc.

**REQUENA, N. PEREZ-SOLIS, E. AZCON-AGUILAR, C. JEFFRIES, P.ET BAREA J-M. 2001)** management of indigenous plant-microbe symbioses aids restoration of desertified ecosystems applied and environmental microbiology. P.495-498.

**ROBYT. J. R ET WHITE. B. J , 1987.** Biochemical Techniques: Theory and Practice, Waveland Press, Prospect Heights, IL : pp 330-332

**SAHARA NATURE** [Consulté le 12/02/2015]. Disponible à partir de: <http://www.saharanature.com/plantes.php?plante=astragalus%20armatus&aff=nom>

**SANDERSON M.J., WOJCIECHOWSKI M.F., 1996.** Diversification rates in a temperate legume clade: Are there so many species of *Astragalus* (Fabaceae)? Amer J Bot, 83: 1488-1502.

**SAVOURÉ A., JAOUA S., HUA XUEJUN., ARDILES W., VAN MONTAGU M. & VERBRUGGEN N., 1995.** Isolation, characterization, and chromosomal location of a gene encoding the DELTA

**SCHERSON R.A., VIDAL R., SANDERSON M.J., 2008.** Phylogeny, biogeography and rates of diversification of New World *Astragalus* (Leguminosae) with an emphasis on South American radiations. Am J Bot, 95: 1030-1039.

**SMAILI., 2010 :** Contribution à l'étude de la relation sol, eau, végétation dans la région d'Ouargla (cas de Chott Oum Ranneb). Mém, Ing. UKM. Ouargla, 80p.

**SOLTNER D., 1989 :** Les bases de la production végétale. Tome 1. Le sol. 17<sup>ème</sup> Ed. C.S.T.A. Angers, 276p.

**VERBEKEN D., DIERCKX S., DEWETTINCK K., 2003.** Exudate gums: occurrence, production and application. App Microbiol Biotechnil, 63: 10-21.

**VIEI LEFON., 1979:** Contribution à l'amélioration de l'étude analytique des sols gypseux. Document de l'ORSTOM, Paris, sér. Pédo, (17), PP 195-201.

**VOISIN, A. 1987.** Utilisation des plantes médicinales dans le souf au 19ème siècle. Le Sahara, 1er trimestre, 100 pp. 25-28.

**WOJCIECHOWSKI M.F., SANDERSON M.J., HU J.M. 1999.** Evidence on the monophyly of *Astragalus* (Fabaceae) and its major subgroups based on nuclear ribosomal DNA ITS and chloroplast DNA trnL intron data. *Syst Bot*, 24: 409-437.

**ZARRE M.S., AZANI N., 2013.** Perspectives in taxonomy and phylogeny of the genus *Astragalus* (Fabaceae): a review. *P Bio Sci*, 3: 1-6.

**ZARRE M.S., PODLECH D., 1997.** Problems in the taxonomy of tragacanthic *Astragalus*. *Sendtnera*, 4: 243-250.

**ZARRE-MOBARAKEH S., 2000.** Systematic revision of *Astragalus* sect. *Adiaspastus*, sect. *Macrophyllium* and sect. *Pterophorus* (Fabaceae). *Englera*, 18: 1-219.

## Annexes

### Échelles de la classification des quelques paramètres

#### Annexe 01

Échelles de la salinité de l'extraite aqueux au 1/5 (AUBERT, 1978).

C.E (Ds/m) à 25°C	Degrés de salinité
< 0,6	Sol non salé
0,6 < C.E < 1,2	Sol peu salé
1,2 < C.E < 2,4	Sol salé
2,4 < C.E < 6	Sol très salé
> 6	Sol extrêmement salé

#### Annexe 02

Échelles de pH de l'extraite aqueux au 1/5 (SOLTNER, 1989).

pH 1/5	Classes
5 à 5,5	Très acide
5,5 à 5,9	Acide
6 à 6,5	Légèrement acide
6, 6 à 7,2	Neutre
7,3 à 8	Alcaline
>8	Très alcaline

#### Annexe 03

Échelles de calcaire total (BAISE, 1988).

Calcaire total	Nom de classe
< 1	Non calcaire
Ca CO <sub>3</sub> < 5	Peu calcaire
5 < Ca CO <sub>3</sub>	Modérément calcaire
25 < CaCO <sub>3</sub>	Fortement calcaire
50 < CaCO <sub>3</sub> < 80	Très calcaire
> 80	Excessivement calcaire

## Annexes

### Annexe 04

Classe de matière organique (BELLAHCEN et GUEZZUON, 2012).

Matière organique (%)	Caractérisation
$\leq 1$	Très pauvre
$1 < M.O \leq 2$	Pauvre
$2 < M.O \leq 4$	Moyenne
$> 4$	Riche

### Annexe 05

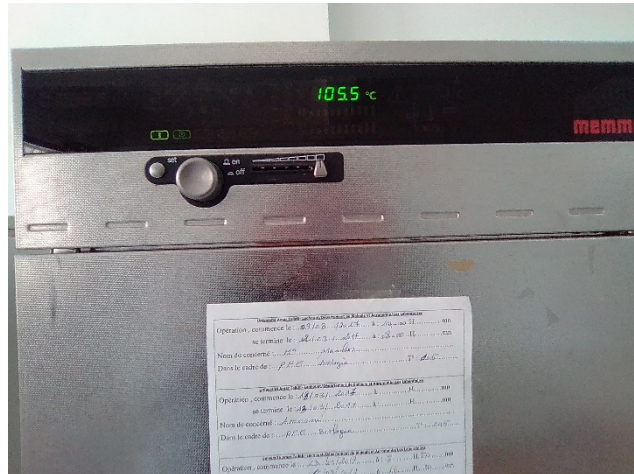
Classifications des sols suivant leur teneur en matière azoté (calvet et vellemín, 1986)

MA %	Nature du sol
$< 0.05$	Très pauvre en MA
0.05 à 0.1	Pauvre en MA
0.1 à 0.15	Moyennement pauvre en MA
0.15 à 0.25	Riche en MA
$> 0.25$	Très riche en MA



Four à moufle

## Annexes



Séchage à l'étuve (originale 20017)



Les matras



Distillateur



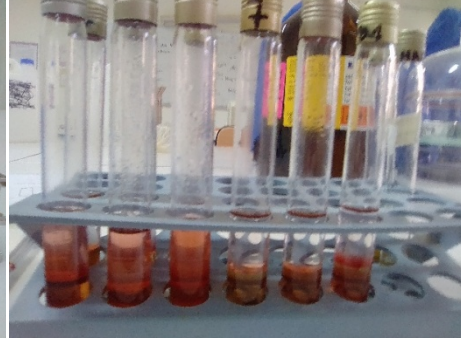
Titrage acido-basique

## Annexes

---



Dosage des sucres totaux



Dosage de Proline



Préparation des feuilles pour la Dosage de chlorophylle totale