

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

Etude diachroniques du comportement de deux espèces *Retama raetam* et *Astragalus armatus* dans la région de Laghouat cas de "Sidi Makhlouf "

Présenté par :

Sahraoui Meriem

Mokhtari Hadda

Rapporteur : Mallem Hamida

Co-Rapporteur : Houyou Zohra

Soutenu publiquement le : 25/05/2017.

Résumé

Dans le cadre de la lutte contre la désertification et la dégradation des sols steppiques en régions arides .La relation plante sol à été étudié en choisissant deux plantes légumineuses fixatrices des sables *Retama raetam* et *Astragalus armatus*. Des échantillons de la végétation et du sol sous jacent ont été prélevés dans la zone de Bakhdech (Sidi Makhoulf) Wilaya de Laghouat durant deux périodes (automne, printemps), et analysé au laboratoire. Les analyses chimiques du sol sous les deux espèces n'ont pas montré une différence entre les deux espèces, par ailleurs l'accumulation des limons chez *A.armatus* (22.77 %) est plus élevée que celle de *R.raetam* (12.22 %), Par contre *R.raetam* accumule plus des sables (74.44 %) que *A.armatus* (67.21 %).Les analyses biométriques, biochimiques et physiologiques des deux espèces entre les deux périodes automnale et printanière ont démontré que le taux de la proline a augmenté chez les deux espèces dans la période printanière et sa signifie que les deux plantes ont été sous un stress hydrique durant la période printanière. Les autres paramètres (Matière sèche, dimensions des plantes) n'ont pas montré de différence significative. Par ailleurs les sucres totaux, le taux de la chlorophylle et l'azote ont été plus élevés dans la période automnale qui semble être favorable pour la croissance de ces deux plantes.

Mots clés : dégradation – sol - *Astragalus armatus* - *Retama raetam* -stresse hydrique – steppe.

Abstracts

In the framework of the fight against desertification and degradation of steppique soils in arid area .The relationship plant soil has been studied by choosing two leguminous plants sands fixing *Retama raetam* and *Astragalus armatus*. Samples of the vegetation and of the underlying soil have been levied in the area of Bakhdech (Sidi Makhoulf) wilaya of Laghouat during two periods (fall, spring), and analyzed in the laboratory. The chemical analyzes of the soil under the two species have not shown a difference between the two species, by elsewhere the accumulation of silt in the *A.armatus* (22.77%) is higher than that of *R.raetam* (12.22%), by against *R.raetam* accumulates more of sands (74.44%) that the *A.armatus* (67.21%).The Biometric analyzes, biochemical and physiological for this two species between the two periods fall and spring have demonstrated that the rate of the proline has increased among the two species in the spring period and thats mean the two plants face a water stress during the spring period. The other parameters (material dries, dimensions of plants) have not shown significant difference. By elsewhere the total sugars, the rate of chlorophyll and nitrogen have been higher in the fall period which seems to be favorable to the growth of these two plants

Mots clés : dégradation – soil - *Astragalus armatus* - *Retama raetam* – water stress – steppe.

المخلص

في اطار مكافحة التصحر وتدهور الاراضي السهبية في المناطق الجافة تمت دراسة العلاقة بين التربة والنبتة وذلك باختيار نوعين من النباتات البقولية وذلك لتميزهما بخاصية تثبيت الرمال (*Retama raetam*) (القندال *Astragalus armatus*) تم أخذ عينات من النباتة والتربة لكل نوع من منطقة بقداش الواقعة في سيدي مخلوف ولاية الاغواط وذلك خلال فصلين (الخريف والربيع) وتحليلها في المختبر، اثبتت النتائج المحصل عليها من خلال التحاليل الكيميائية للتربة لكل نوع عدم وجود اي اختلاف بينهما، ومن جانب اخر لاحظنا ان نسبة الطمي المتراكم عند نباتة القندال بقيمة (22.77 %) اكبر بكثير من الطمي المتراكم عند نباتة الرتم وذلك بقيمة (12.22 %) ، اما فيما يخص نسبة الرمال المتراكمة نلاحظ ان نباتة الرتم سجلت اكبر قيمة (74.44 %) مقارنة بنبتة القندال بقيمة (67.21 %) ، اكدت التحاليل البيومترية والبيوكيميائية والفزيولوجية للنبتتين خلال الفترتين الربيعية والخريفية ارتفاع في كمية البرولين خلال الفترة الربيعية وذلك بالنسبة للنبتتين ويفسر هذا الارتفاع بوجود اجهاد مائي خلال الفترة الربيعية ، اما فيما يخص (المادة الجافة وابعاد النباتة) فلم نسجل أي اختلاف ، بينما سجلت اعلى نسبة في كمية السكريات المجملة والكلوروفيل والازوت في الفترة الخريفية وهذا ما ساعد على نمو النباتتين في هذه الفترة

الكلمات المفتاحية : التدهور – التربة – الرتم – القندال – السهوب – الاجهاد المائي

Dédicaces

Je dédie Ce modeste travail

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices

Leurs amours, leurs tendresses, leurs soutiens et

leurs prières tout au long de mes études

A mes chères sœurs, Hadjira, Zahra, Amina, Zineb

Pour leurs encouragements permanents, et leurs

soutiens moral

A mon cher frère Laid, et mon neveu Moumen

A mes oncles et mes tantes

A mes cousins et cousines

A Mon encadreur Mme Mallem Hamida

A mes amies et surtout Kadidja, Misso, Fella

A ma belle chérie et binôme Hadda

Et à tout le groupe de l'option d'écologie végétale,

Et environnement steppes et Oasis 2016/2017

Meriem

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à:

*A la bougie de ma vie, la fleur de mes jours, ma mère qui
veille avec amour et tendresse à notre éducation.*

A mon père qui a sacrifié sa vie pour notre instruction

A mes très chères sœurs

A mes oncles et mes tantes

A mes cousins et cousines

A mon encadreur Mme Mallem Hamida

Et toute ma famille: Mokhtari

Et toutes mes amies spécialement, Zohra, Saida, Soumia,

Romaissa, Misso

A ma belle chérie et binôme Meriem

*A toutes mes Amies de la promotion écologie végétale
environnement steppes et Oasis 2016/2017*

Hadda

Remerciements

Avant toute chose, nous remercions Allah, le tout puissant, de nous avoir donné la force et la patience pour achever ce travail.

Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements et notre vive reconnaissance à Madame Mallem Hamida enseignante à l'université Amar Telidji Laghouat, pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique. Sa disponibilité, ses conseils et surtout la confiance qu'elle nous a accordée pour réaliser ce travail.

Nous remercions Madame Houyou Zohra docteur à l'Université Amar Telidji pour son aide et son conseil tout au long de notre travail.

Nous tenons à remercier vivement les membres de jury pour avoir accepté de juger et de donner plus de valeur à notre travail.

Nous remercions aussi les membres du laboratoire de biologie, facultés des sciences de la nature et de la vie Université Amar Telidji Laghouat, département de biologie, et ceux de département de génie civile

Nous remercions vivement tous nos enseignants et toute personne qui a contribué à notre formation.

Meriem et Hadda

Table des Matières

Titre	Page
Résumé	
Dédicace	
Remerciement	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	1
Partie 1 : Synthèse bibliographique	
Chapite I : Généralités sur la steppe algérienne	
I. Définition de la steppe	4
I.1. Les caractéristiques de la steppe algérienne	4
I.2. Cadre physique	4
I.3. Le milieu physique	5
I.3.1. Le climat	5
I.3.1.1. La pluviométrie	5
I.3.1.2. La température	6
I.3.1.3. Hydrographie et ressources hydriques	6
I.3.1.4. La végétation steppique naturelle	6
I.3.1.5. Les sols	7
I.3.1.6. La population humaine	7
I.3.1.7. Le cheptel	7
I.3.1.8. Occupation des terres et ressources fourragères	8
I.3.2. Etat de la steppe Algérienne	8
I.3.2.1. La dégradation de la steppe algérienne	9
I.3.2.2. Les facteurs de dégradation des écosystèmes steppiques	9
Chapitre II : Généralité sur l'<i>Astragalus armatus</i> et <i>Retama raetam</i>	
II.1. <i>Retama raetam</i>	14
II.1.1. Historique	14
II.1.2. Taxonomie	15
II.1.3. Description de l'espèce de <i>Retama raetam</i>	16
II.1.3.1. Morphologie	16

Table des Matières

II.1.3.2. Présentation de <i>Retama raetam</i>	17
II.1.3.3. Distribution géographique	17
II.1.4. Capacité symbiotique des retames	18
II.1.5. Intérêt des retames	18
II.2. <i>Astragalus armatus</i>	20
II.2.1. Historique	20
II.2.2. Taxonomie	20
II.2.3. Description botanique	21
II.2.4. Répartition géographique du genre <i>Astragalus</i>	21
II.2.5. Mode d'adaptation	22
II.2.6. Toxicité du genre <i>Astragalus</i>	22
II.2.7. Intérêt du genre <i>Astragalus armatus</i>	23

Partie 2 : Etude expérimentale

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude 24

I.1. Situation géographique de la commune de Sidi Makhlouf	24
I.2. Occupation des terres de commune de Sidi Makhlouf	25
I.3. Cadre climatique	25
I.3.1. Précipitations	25
I.3.2. Températures	25
I.3.3. Humidité relative de l'air	26
I.3.4. Le vent	27
I.4. Indice d'aridité	27
I.5. Synthèse climatique de la région	28

Chapitre II. Matériels et méthodes 31

II.1. travail de terrain	31
II.1.1. prélèvement des échantillons in situ	31
II.1.2. prélèvement du sol	31
II.1.3. Echantillonnage et mesurer les paramètres biométriques	31
II.2. Analyse au laboratoire	31
II.2.1. Méthodes d'analyses du végétale	31
II.2.1.1. Paramètres biométriques	31
II.2.1.1. 1. Matière sèche	32
II.2.1.2. Paramètres biochimiques	32

Table des Matières

II.2.1.2.1. Dosage de la proline « mg/gMF »	32
II.2.1.2.2. Dosage des sucres totaux « mg/gMF »	33
II.2.1.2.3. Dosage de la chlorophylle	33
II.3. Les analyses physiques et chimiques du sol	34
II.3.1. Analyse granulométrique	34
II.3.2. Détermination de l'humidité du sol	34
II.3.3. Mesure du potentiel hydrogène (pH)	35
II.3.4. La conductivité électrique (mS/cm)	35
II.3.5. Le taux de la matière organique	35
II.3.6. Dosage du calcaire total (CaCO ₃)	36
II.3.7. Dosage d'azote total	37
II.3.8. Détermination de phosphore totale	37
I.3.9. Dosage du potassium	38
II.4. Analyses des données	38
Chapitre III : Résultats et discussion	39
III.1. Caractéristiques du sol de la région d'étude	39
III.1.1. Evaluation de l'effet de l'espèce sur le sol étudié (Automne)	39
III.1.1.1. Paramètres physiques du sol	39
III.1.1.2. Paramètres chimique du sol	41
III.1.2. Evaluation du comportement saisonnière des deux espèces (<i>Retama raetam</i> et <i>Astragalus armatus</i>)	42
III.1.2.1. Paramètres biométriques	42
III.1.2.2. Paramètres biochimiques	45
Discussions	50
Conclusion	56
Références bibliographique	58
Annexes	63

Liste des tableaux

Tableau	Titre	page
1	les effectifs des animaux d'élevage national et de la zone steppique (Madre, 2008).	7
2	Répartition générale des terres de la commune de Sidi Makhoulf.	25
3	précipitations moyenne mensuelle de la période (1996-2016) de la région de Laghouat.	25
4	températures moyenne mensuelle de la période (1996-2016) de la région de Laghouat.	26
5	L'humidité relative mensuelle enregistrée de la période (2005-2016).	26
6	Moyenne mensuelle de la vitesse de vent enregistrée durant année (2006-2015).	27
7	Série de tamis de maille décroissante.	34
8	proportions granulométrique du sol occupé par <i>Astragalus armatus</i> et <i>Retama raetam</i> .	39
9	Caractéristiques chimiques du sol sous <i>Astragalus armatus</i> et <i>Retama raetam</i> .	41
10	Résultats des paramètres biométriques de <i>Retama raetam</i> et <i>Astragalus armatus</i> durant les deux saisons.	42
11	Résultats des paramètres biochimique de <i>Retama raetam</i> et <i>Astragalus armatus</i> durant les deux saisons.	45

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Délimitation des steppes algérienne (Nedjraoui, 2002).	4
2	Aspect de <i>Retama raetam</i> au niveau de région de Bakhdech (Sidi Makhlouf ; originale, 2017).	15
3	Répartition géographique de l'espèce <i>de Retama raetam</i> (site web1).	17
4	Aspect de l' <i>Astragalus armatus</i> au niveau de région de Bakhdech (Sidi Makhlouf ; originale, 2017).	20
5	Répartition géographique de l'espèce <i>Astragalus armatus</i> (site web2).	21
6	localisation de Sidi Makhlouf (Site Web).	24
7	Aspect de parcours de Bakhdech (Sidi Makhlouf ; originale, 2017).	24
8	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la période (1996-2016) de la région de Laghouat.	28
9	Climagramme pluviothermique d'Emberger pour la région de Laghouat.	30
10	taux du sable accumulé dans le sol sous les deux espèces.	39
11	pourcentage de limon chez les deux espèces.	40
12	le poids frais chez les deux espèces dans les deux saisons (print,aut)	43
13	La hauteur chez les deux espèces dans les deux saisons (print, aut)	44
14	la concentration de la proline en (mg/gMF) chez les deux espèces dans les deux saisons (print, aut).	46
15	la concentration des sucres totaux en (mg/gMF) chez les deux espèces dans les deux saisons (print, aut).	47
16	la teneur en chlorophylle en (mg/gMF) chez les deux espèces dans les deux saisons (print, aut)	48
17	pourcentage d'azote chez les deux espèces dans les deux saisons (print, aut)	49

Abréviation

Abréviation	Signification
km	Kilomètre
m	Mètre
°C	Degrés Celsius
ha	Hectare
m ³	Mètre au cube
MS	Matière sèche
UF	Unité fourragère
mm	Millimètre
HCDS	Haut-commissariat pour le Développement de la Steppe
D.P.S.B.	Direction De Programmation Et Suivi Du Budget
g	Gramme
l	Litre
cm	Centimètre
km ²	Kilomètre au carré
mg	Milligramme
MF	Matière fraîche
min	Minute
ml	Millilitre
Do	Densité optique
nm	Nanomètre
µm	Micromètre
mS	Millisiemens
Print	Printemps
Aut	Automne
N%	Matière azoté
MN	Matière minérale
P	Phosphore
K	Potassium
As	<i>Astragalus armatus</i>
Re	<i>Retama raetam</i>

Introduction

Introduction

Depuis ces dernières décennies, les hautes plaines steppiques subissent des dégradations qui s'accroissent d'une année à une autre, dans l'état initial le milieu physique (climat – sol) et la végétation sont en état d'équilibre qui reste relativement précaire dans les régions arides, au niveau de la steppe algérienne le mouvement de la désertification provient de la steppe en équilibre qui aurait par dégradation permis l'avancé du désert (**Akkouche, 2011**).

Actuellement la dégradation est plus en plus accentuée, différents spécialistes notamment (**Djebaili, 1978**) et (**Floret et Pontanier, 1982**) s'accordent à dire que les surfaces pastorales et surtout leurs potentiels écologiques notamment de production ont régressé de manière spectaculaire. Cette dégradation dérive de l'interaction de plusieurs paramètres : Des facteurs naturels liés en général aux conditions climatiques, et leur influence sur le milieu physique (sécheresse, érosion éolienne, ...), des pressions anthropiques intensifiées qui dépassent le plus couramment les capacités du milieu (surpâturage, labours anarchiques, défrichement,...) (**Zouidi, 2013**). Pour cette raison, les travaux de (**Pouget, 1980**) ; (**Nedjraoui, 1981**) ; (**Aidoud, 1983**) ; (**Achour, 1983**) ; (**Aidoud et Lounis, 1984**) et (**Benrebaha, 1984**) ont contribué Fortement à l'amélioration de l'état de connaissance sur la caractérisation, le fonctionnement et la dynamique des écosystèmes steppiques.

L'Algérie possède une des flores les plus diversifiées et les plus originales du bassin méditerranéen. Cette flore compte près de 3 744 espèces réparties dans près de 150 familles (**Quezel et santa, 1963**) parmi lesquelles près de 653 espèces sont endémiques. Ce potentiel de plantes médicinales constitue des milliers d'espèces présentant divers intérêts, est très peu exploré du point de vue chimique et pharmacologique. Parmi ces 150 familles, La famille des Légumineuses est la plus importante. C'est la Famille végétale qui fournit le plus grand nombre d'espèces utiles à l'homme, qu'elles soient Alimentaires, industrielles ou médicinales. Cette famille des légumineuses est sur le plan agricole importante et est spontanée ou cultivée dans le monde entier à des fins diverses, notamment la production de nourriture et de fourrage, comme les engrais verts, ou l'assurance du sol pour réduire l'érosion (**Chen et col, 1995**).

Parmi les légumineuses Le genre *Astragalus* présenté par des plantes fleurissantes, contient plus de 2500 espèces, la plupart du temps pérennes. Ce genre est réparti dans des régions climatiques méditerranéennes, le long des côtes Pacifiques de l'Amérique du Sud du Nord et, en Europe méridionale et l'Afrique du Nord (**Saoudi, 2008**).

Toutefois, bien qu'*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

Introduction

de l'équilibre écologique dans ces milieux dégradés. Le piégeage du sable et la reconstitution du voile éolien par les touffes très développées entraînent une amélioration du bilan hydrique du sol et favorisent la germination d'espèces jusqu'alors raréfiées (**Chaieb, 1997**).

Les rétames sont aussi des Légumineuses arbustives, occupant les zones arides, semi-arides et côtières, qualifiées de plantes fixatrices de dunes, leur nom dérive du nom biblique (ROTEM) qui fut changé par les arabes en (R'tem) ou (retam) qui possédant à la fois des intérêts pharmacologiques et écologiques, (**Zohary, 1962 ; Shallaby et al., 1972**).

Selon **Mittler (2002)**, *Retama raetam* s'adapte bien aux conditions les plus extrêmes, elle développe un mécanisme moléculaire qui lui permet de résister aux changements climatiques (manque de nutriments et stress hydrique) et cela en entrant dans une phase de dormance partielle, en supprimant l'expression de certains gènes, grâce à une enzyme de défense qui est l'ascorbate peroxydase. Les rétames sont des espèces fixatrices de dunes, grâce à leur système racinaire très développé, selon (**Zohary, 1962**), les racines de *Retama raetam* pénètrent jusqu'à 20m de profondeur dans le sol.

Les travaux d'**El bana (2003)** en Egypte, **Danin (1996)** en Palestine et **Guerrache et al (2014)** en Algérie ont bien démontré le rôle de *retama raetam* dans la fixation du sable et l'amélioration des caractéristiques chimiques du sol ainsi que l'augmentation de la diversité floristiques des zones ensablées et dégradées.

Vu la Dominance de ces deux espèces dans la steppe algérienne en particulier selon les études de **Daamache et Talbi (2012)** à Laghouat. La relation plante sol des même espèces a déjà été étudiée par **Chorana (2012)** et **Taibi (2015)**, par ailleurs l'étude du comportement saisonnier n'a pas été abordé. L'objectifs de notre travail était d'étudier d'un côté les comportements physiologiques des deux espèces (*Retama raetam* et *Astragalus armatus*) dans deux saisons (automne et printemps), et ce afin d'évaluer la meilleur saison pour chacune, et d'un autre coté, d'étudier d'éventuels effets plantes sur les paramètres physiques et chimiques du sol de la région de Bakhdech (Sidi Makhoulf) Wilaya de Laghouat.

Pour cela notre travail s'articule autour de deux parties, la première est composée de deux chapitres. Dans le premier chapitre nous avons fait une synthèse bibliographique sur la steppe algériennes et dans le deuxième chapitre nous avons exposé des généralités sur les deux espèces (*Retama raetam* et *Astragalus armatus*). Dans la deuxième partie, nous avons détaillé le cadre physique de notre site d'étude ; les aspects méthodologiques et les matériels utilisés ; les résultats et leurs interprétations sont contournés dans le dernier chapitre de cette partie. Et enfin nous terminerons par une conclusion générale et les perspectives.

Chapitre I : Généralités sur La steppe algérienne

I.1. Définition de la steppe

La steppe, en région méditerranéenne, est une formation basse et ouverte, dominée par des xérophytes en touffes, laissant paraître le sol nu dans des proportions variables. En fonction du végétal dominant, qui peut être herbacé (graminée) ou ligneux (sous-arbrisseaux), il est possible de reconnaître différents types de steppes qui peuvent exister en formation pures ou en mélange (**Le Houerou, 1995**).

I.2. Les caractéristiques de la steppe algérienne

En Algérie les milieux steppiques, sont marqués par une grande diversité paysagère en relation avec une grande variabilité des facteurs écologiques. Régions à vocation pastorale, la population est composée essentiellement de pasteurs-éleveurs, anciennement nomades pour la plupart, avec une forte tendance à la sédentarisation aujourd'hui (**Aidoud, 1994**).

I.3. Cadre physique

La steppe Algérienne est située entre les isohyètes 400mm au Nord et 100mm au Sud, formant un ruban 1000 Km de long sur une largeur de 300 Km à l'ouest et au centre, réduit à moins de 150Km à l'Est (**Halem, 1997**).

Elle s'étend sur une superficie de 20 millions d'hectares, entre la limite Sud de l'Atlas Tellien au Nord et celle des piémonts Sud de l'Atlas Saharien au Sud, répartie administrativement à travers 08 wilayas steppiques et 11 wilayas agro-pastorales totalisant 354 communes (**Ministère de l'Agriculture, 1998**).

En Algérie, malgré l'absence de délimitations exactes, on estime la superficie steppique à 20 millions d'hectares, ce qui représente une part de près de 8.5 % du territoire national (**Hadouche, 2009**).

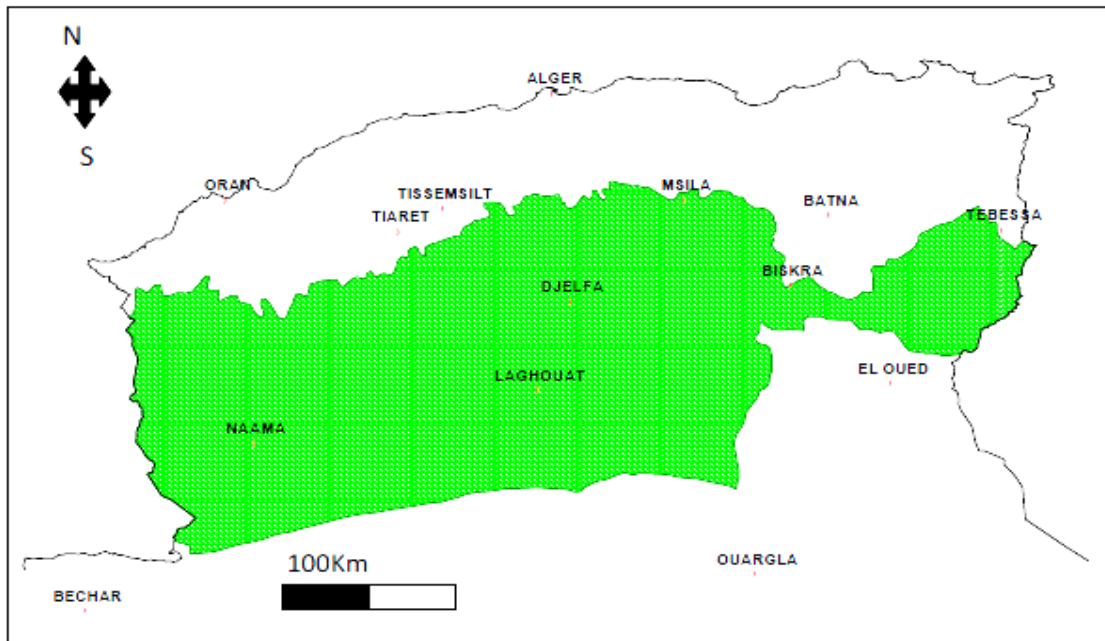


Figure 1 : Délimitation des steppes algérienne (Nedjraoui, 2002)

Dans le schéma classique de l'Algérie du nord, les zones steppiques se situent directement au sud des chaînes telliennes et au nord des chaînons les plus méridionaux de l'Atlas saharien.

I.3. Le milieu physique

I.3.1. Le climat

I.3.1.1. La pluviométrie

Sur la steppe, non seulement il pleut peu, mais encore il pleut mal. Les pluies y sont très irrégulières et tombent sous forme de grosses averses. La pluviométrie moyenne annuelle de l'ordre de **250 mm/an** est faible.

Selon (Khelil, 1997), les précipitations subissent une baisse vers l'Ouest (Ain Sefra) par suite de la présence du grand Atlas marocain, elles augmentent progressivement vers le centre (El Bayadh, Aflou, Djelfa) puis diminuent vers Boussaâda et M'sila dominées par l'influence de l'enclave saharien du Hodna. Elles diminuent encore plus vers le piémont sud de l'Atlas Saharien (Laghout) décroissent rapidement dès que l'on s'éloigne de la flexure sud atlasique vers le Sud. Les massifs montagneuses dont les monts des Ouled Naïl et Djebel Amour sont relativement plus arrosées, ils sont les plus favorisés avec des précipitations dépassent 400 mm/an et où les crêtes reçoivent jusqu'à 600 mm/an.

I.3.1.2. La température

La température joue un rôle important dans la vie des végétaux et des animaux. Il s'agit surtout des températures extrêmes. Le régime thermique de la steppe est de type continental, l'amplitude thermique annuelle est généralement supérieure à 20°C d'après (Le Houerou, 1977), cité par (Khelil, 1997). Les gelées de la saison froide inhibent la poussée de la végétation, ce qui amène les éleveurs à se déplacer vers les parcours sahariens à température plus chaude (Azzaba).

Les températures très élevées de la saison estivale inhibent également le développement de la végétation, ce qui amène les éleveurs cette fois à se déplacer vers le Nord pour gagner les plateaux céréaliers (Achaba).

I.3.1.3. Hydrographie et ressources hydriques

Le réseau hydrographique est fortement influencé à la fois par les variations saisonnières et interannuelle de la pluviométrie et aussi le relief de la steppe. (Khelil, 1997). La plupart des oueds de la steppe sont irréguliers, secs en été avec toutefois des crues violentes le plus souvent en début et à la fin de l'hiver, et parfois en été. Ces crues causent beaucoup des problèmes d'érosion des terres et aussi de perte non négligeable de nombre de têtes des animaux qui pâture. La plupart des oueds de la steppe ne poursuivent jamais leurs cours jusqu'à la mer et se perdent dans les grandes dépressions et chotts.

Dans les régions steppiques les ressources hydriques sont faibles, peu renouvelables et inégalement réparties. Selon (Madr, 2008), les ressources hydriques sont constituées par :

➤ Les eaux superficielles provenant des précipitations orageuses et qui représentent un volume annuel de **40 milliards de m³** dont une infime partie est mobilisée par des ouvrages, l'essentiel des apports disparaît par évaporation et infiltration.

➤ Les eaux souterraines dont le potentiel est évalué à **1,4 milliard de m³** et qui constitue la seule ressource fiable, utilisée pour les besoins humaines, l'abreuvement du cheptel et l'irrigation des cultures.

I.3.1.4. La végétation steppique naturelle

Les steppes algériennes sont dominées par 4 grands types de formations végétales : les steppes graminéennes à base d'alfa (*Stipa tenacissima*) et de sparte (*Lygeum spartum*) qui constituent des parcours médiocres et les steppes chamaephytiques à base d'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) dont les valeurs pastorales sont très appréciables et de Hamada scoparia localisées sur les regs. Des formations azonales sont représentées par les

espèces psammophiles et les espèces halophiles de bonnes valeurs fourragères (Nedjraoui, 2002)

I.3.1.5. Les sols

Les sols est un milieu cohérent dont les propriétés s'expliquent par son histoire, les conditions de son environnement et souvent aussi par l'action humaine. Les sols steppiques sont pauvres et fragiles à cause de la rareté de l'humus et de leur très faible profondeur. Adapté au régime climatiques aride, ils sont généralement peu évolués, moins profonds et parfois inexistant. Ils sont caractérisés par une évolution beaucoup plus régressive que l'inverse, c'est-à-dire la morphogenèse qui l'emporte sur la pédogenèse (Hadouche, 1998). Selon (Pouget, 1980), La plus part des sols steppiques sont caractérisés par la présence d'accumulation calcaire réduisant la profondeur de sol utile ; ils ont généralement pauvre en matière organique et sensibles à la dégradation.

I.3.1.6. La population humaine

La population steppique représentait 11% de la population algérienne totale au dernier recensement de la population et de l'habitat(R.G.P.H) effectué en 1987.

Une forte croissance démographique est enregistrée durant la dernière moitié du siècle. La population de la steppe qui était de 900 milles habitant en 1954, est estimée à plus de 07 millions d'habitants en 1999 (HCDS, 2005).

Selon **Bedrani (1994)**, nous signalons que cette dernière est passée du simple au plus que le double en l'espace de 20 ans. Elle passe en effet, de 1024777 à 2520207 habitants entre 1996 et 1987. La population steppique se caractérise par un taux de croissance supérieur à celui de la population algérienne totale. Entre 1966 et 1987, le taux de croissance du premier est 59,33% tandis que pour la seconde il est de l'ordre de 48,83%.En effet, « du fait de la ruralité de la population steppique, sa croissance a été plus rapide que celle déjà considérable, de la population totale

I.3.1.7. Le cheptel

L'effectif du cheptel présentant dans la steppe s'élève à 10 804 261 de têtes. En premier lieu les ovins avec 9 413 342 têtes, soit 87 % du cheptel, et en dernier lieu les camelins avec 22 065 têtes, soit 0,2% (MADR, 2006). Le tableau n°1 nous montre la répartition des effectifs des principaux animaux de la zone steppique.

Tableau 1 : les effectifs des animaux d'élevage national et de la zone steppique en 2006

Espèce Effectifs	Ovin	Caprin	Bovin	Camelin	Equin	Total
Effectif national	19 615 730	3 754 590	1 607 890	286 670	238 870	25 503 750
Effectif de la zone steppique	9 413 342	1 162 375	171 237	22 065	35 242	10 804 261
Pourcentage de la steppe(%)	48%	31%	10,60%	7,70%	14,80%	42,40%

Source : MADR, 2008

I.3.1.8. Occupation des terres et ressources fourragères

Selon le HCDS en 2008, les 20 millions de parcours steppiques se répartissent ainsi 15 millions d'hectares de parcours palatables dont :

- 3 millions d'hectares en bon état
- 5,5 millions d'hectares moyennement dégradés
- 6,5 millions d'hectares dégradés
- 5 millions d'hectares qui se distribuent ainsi :
- 1,1 millions d'hectares de terres de cultures
- 1,4 millions d'hectares de forêts et maquis
- 2,5 millions d'hectares de terres improductives (zones ensablées ou salines).

L'estimation du potentiel fourrager que recèle la steppe en l'absence d'études fiables et globales reste problématique. Différentes approches ont été tentées et ont abouti aux estimations suivantes :

- ✓ L'approche bibliographique qui permet d'estimer la production fourragère annuelle à l'hectare en fonction de l'état des parcours et des formations végétales dominantes aboutit à une estimation de l'ordre de 3 milliards d'UF.

I.3.2. Etat de la steppe Algérienne

Selon **Bensouiah (2003)**, en Algérie, la dégradation des zones steppiques se manifeste avec gravité. C'est là où les ressources pastorales constituent la principale source de revenu pour 3,6 millions d'habitants. Les steppes algériennes ont été soumises à une dégradation croissante qui touche essentiellement la ressource « parcours ». Conséquence, la superficie des parcours steppiques dégradés ou en voie de dégradation ne cesse d'augmenter.

I.3.2.1. La dégradation de la steppe algérienne

Depuis une trentaine d'année, l'écosystème steppique a été complètement bouleversé, dans sa structure que dans son fonctionnement à travers sa productivité primaire.

La dégradation des parcours est issue de l'interaction de deux types de facteurs. Des facteurs naturels liés aux conditions du milieu physique en général, et des facteurs socio-économiques anthropiques qui favorisent une action souvent une intervention anarchique de l'homme sur l'écosystème

I.3.2.2. Les facteurs de dégradation des écosystèmes steppiques

Face à l'accroissement de la population humaine et animale sur un espace vital de plus en plus réduit, on assiste actuellement à une surexploitation de ce qui reste des parcours steppiques. La dégradation des parcours est issue de l'interaction de deux types de facteurs. Des facteurs naturels liés aux conditions du milieu physique en général, et surtout des facteurs socio-économiques, anthropiques qui favorisent une action anarchique de l'homme sur l'écosystème.

✚ Les facteurs naturels

Les facteurs naturels qui sont à l'origine de la dégradation des parcours steppiques sont intimement liés à la fragilité de l'écosystème de ces zones. L'action combinée des facteurs climatiques hostiles développement intensif qu'une végétation pérenne et les facteurs édaphiques liés à la structure et à la texture des sols font que les parcours sont soumis à une dégradation irréversible accentuée par le phénomène de l'érosion (**Le Houerou, 1995**).

Les écosystèmes steppiques sont marqués par une grande variabilité interannuelle des précipitations. Les années passées ont connu une diminution notable de la pluviosité annuelle ce qui a accéléré le phénomène de l'érosion éolienne suivant la densité du couvert végétal. Dans un milieu ouvert où la végétation a un recouvrement inférieur à 30%, l'action du vent opère un tri en emportant les fines particules telles que le limons et les argiles et laisse sur place des sols squelettiques à dominance d'éléments grossiers présentant un faible pouvoir de rétention d'eau, qui ne peut favoriser la remontée biologique.

Ce type d'érosion provoque une perte de sol de 150 à 300 t/ha/an, dans les steppes défrichées (**Le Houerou, 1996**).

➤ **la Sécheresse**

Les steppes algériennes sont marquées par une grande variabilité interannuelle des précipitations. En outre, les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviosité annuelle, avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse persistante. La diminution des précipitations et la saison sèche a augmenté de mois durant le siècle dernier (Nedjraoui et al, 2008).

➤ **Erosion éolienne**

L'action de l'érosion par le vent accentue le processus de désertification, elle varie en fonction du couvert végétale. Ce type d'érosion provoque une perte de sol de 100 à 250 tonnes/ha/an dans les steppes défrichées (Le Houerou, 1995).

➤ **Erosion hydrique**

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

➤ **Problème de salinité des sols**

Plus de 95% des sols des régions arides sont soit calcaires, gypseux ou sal sodiques (Halitim, 1988). Du fait des hautes températures qui sévissent pendant une longue période de l'année, les précipitations subissent après leur infiltration, une forte évaporation entraînant la remontée vers la surface du sol, des particules dissoutes qui se concentrent en croûtes et stérilisent le sol.

On trouve deux types de dépressions salées aux niveaux des régions arides et semi-arides dont les termes vernaculaires sont Chott et Sebkh (Pauget, 1980) ; La différence entre ces deux noms réside dans le mode d'alimentation. Les sebkhas sont sous la dépendance d'apport des eaux de crues et les Chotts sont alimentés respectivement par les apports de ruissellement et aussi par les nappes artésiennes profondes arrivant jusqu'en surface par des sources et/ou des suintements.

Les Chotts seraient de véritables « machines évaporatoires », en période pluvieuse normale (hiver, printemps) une couche d'eau de quelques centimètres, saturée en sel (300-400g/l) recouvre la surface, laissant après évaporation des dépôts surtout de chlorure de sodium, parfois exploitables. Pluies, les chotts peuvent constituer de véritables lacs de

plusieurs lettres de profondeur quelque mois après, l'évaporation très forte assèche complètement la surface.

Le vent balayant cette surface desséchée et dénudée peut, dans certaines conditions, entraîner des particules argileuses et des cristaux de sels (chlorure de sodium, gypse) qui s'accumulent en bordure de la dépression (**Boumezbour et al, 2003**). Tout autour de ces systèmes, la présence d'une nappe phréatique plus ou moins salée et inégalement profonde contribue à la formation de sols halomorphes (**Pauget, 1973**).

✚ les facteurs anthropiques (humains)

Le **Houerou (2002)** affirme que l'équilibre des écosystèmes naturels a été fortement perturbé au cours des récentes décennies dans la plupart des régions arides et semi-arides sous l'effet de la modification des systèmes d'exploitation du milieu liée à la transformation des conditions socio-économiques et à l'évolution des techniques de production.

En effet, suite à l'accroissement démographique et à la sédentarisation d'une partie croissante de la population, on assiste à une extension rapide à l'agriculture au détriment des meilleures zones pastorales dont la végétation naturelle est détruite par des moyens mécaniques de plus en plus puissantes. Cette destruction est également aggravée par l'accroissement de la pression animale sur les surfaces pastorales de plus en plus réduites et par le prélèvement des produits ligneux destinés à la satisfaction des besoins en combustibles (**Floret et al, 1992**). Ces différents phénomènes ont contribué à accroître la fragilité des écosystèmes, à réduire leur capacité de régénération et à diminuer leur potentiel de production.

➤ l'accroissement du cheptel

A l'image de la croissance démographique, la croissance du cheptel ovin dans les zones steppiques a aussi sa part de responsabilité dans la dégradation des parcours. Le cheptel en surnombre détruit le couvert végétal protecteur tout en rendant, par le piétinement les surfaces du sol pulvérulente et tassant celui-ci, ce qui réduit la perméabilité donc ses réserves en eau et augmente le ruissèlement (**Bedrani, 1994**).

➤ croissance démographique

Semble être parmi les principales causes de la dégradation des parcours steppiques. La population vivante dans ces zones a évolué à un rythme considérable selon les recensements généraux des habitants.

La diminution de la population vivante en zones éparses et la baisse de la population nomade traduisent l'importance de la sédentarisation qu'a vécue la steppe ces dernières années.

En effets, la sédentarisation est le résultat ultime d'un développement du processus de dégradation de la société pastorale (**Boukhobza, 1982**).

Il ressort que, la croissance démographique et la sédentarisation de plus en plus importante ont eu comme conséquences l'augmentation de la pression sur les ressources et l'intervention anarchique de l'homme. La pression humaine continue est à l'origine de l'important déséquilibre écologique des zones steppiques.

Selon (**ONS, 2008**), la croissance démographique dans les régions steppiques a augmenté de 925.708 habitants en 1954, pour qu'elle arrive à plus de 7 millions d'habitants en 2010.

Selon, (**Moulai, 2008**), la population steppique est passée de 1.255.000 habitants en 1968 à près de 4 millions en 1996. Durant la même période, la population nomade a régressé de 540.000 à 200.000 personnes. Cette régression est due au fait que la transhumance diminue au profit de déplacement de très courte durée. En effet, la forte concentration de population a conduit principalement au surpâturage et au défrichement.

➤ le surpâturage

Pour subvenir à leur besoin et face aux conditions de la vie très sévère, les populations ne trouvent guère autres possibilités que de faire de l'élevage. Les parcours sont utilisés par un nombre d'animaux largement supérieur à celui qu'ils peuvent réellement supporter.

Le surpâturage est défini comme étant un prélèvement d'une quantité de végétal supérieur à la production annuelle des parcours (**Soto, 1997**).

Cette sur exploitation est aggravé par l'utilisation des moyens de transport puissants et rapides qui permettent la concentration d'effectifs importants du cheptel au niveau des zones fraîchement arrosée sans laisser pour cela le temps nécessaire à la végétation de se développer (piétinements, surcharge...). Depuis 1975, l'effectif du troupeau ovin au niveau des zones steppiques a pratiquement dépassé le double en l'espace de 20 ans, allant de 8500.000 têtes en 1978 à plus de 15 millions de têtes en 1999, ce qui représente 83% du cheptel national (**Madr, 2000**).

➤ défrichement et extension de la céréaliculture

Au cours des années 70, l'extension de la céréaliculture fut caractérisée par la généralisation de l'utilisation du tracteur à disques pour le labour des sols à texture grossière fragile. Les labours par ces dernières constituent en un simple grattage de la

couche superficielle accompagné de la destruction quasi-totale des espèces pérennes. Ces techniques de labour ont aussi une action érosive, détruisant l'horizon superficiel et stérilisant le sol, le plus souvent de manière irréversible (**Nadjimi et al, 2006**).

Chapitre II : Généralité sur l'*Astragalus armatus* et *Retama raetam*

La steppe algérienne qui représente un milieu de richesse naturelle très importante, subie depuis quelques décennies une dégradation intense, à cet effet l'étude et la valorisation de ses ressources génétiques d'origine végétale s'avère de plus en plus nécessaire, et ceci pour la conservation des écosystèmes et de la diversité biologique.

Les rétames jouent un rôle très important dans le maintien de l'équilibre des milieux naturels et des écosystèmes, reconnues comme étant des plantes des zones arides et semi arides. Ils s'adaptent aux conditions les plus extrêmes de sécheresse et de salinité grâce à leurs morphologies et leurs structures xéromorphique.

Selon *Mittler et al., (2000)*, *Retama raetam* s'adapte bien aux conditions les plus extrêmes, elle développe un mécanisme moléculaire qui lui permet de résister aux changements climatiques (manque de nutriments et stress hydrique) et cela en entrant dans une phase de dormance partielle, Les rétames sont des espèces fixatrices de dunes, grâce à leur système racinaire très développé, selon (*Zohary, 1961*), les racines de *Retama raetam* pénètrent jusqu'à 20m de profondeur dans le sol.

Le genre *Astragalus* est l'un des plus importants genres de la famille des légumineuses. Ce genre est représenté dans le monde par plus de deux milles espèces (*James et al ,1981*).

Toutefois, bien qu'*Astragalus armatus* soit considérée comme étant une espèce marquant de la dégradation, elle 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 développées 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*).

II.1. *Retama raetam*

Les retames sont des légumineuses arbustives, possédant à la fois des intérêts pharmacologiques et écologiques, caractérisés par une distribution géographique très diversifiée en partant des pourtours de la côte méditerranéenne jusqu'aux régions semi-arides et arides, ils représentent un moyen naturel de lutte contre la désertification.

Le genre *Retama* a fait l'objet de plusieurs travaux en ce qui concerne l'anatomie, l'histologie et la biochimie des tiges, des feuilles et des rameaux, mais peu de recherches ont été entreprises sur les graines notamment en ce qui concerne l'estimation de la diversité génétique.

II.1.1. Historique

Les retames sont des Légumineuses arbustives, occupant les zones arides, semi-arides et côtières, qualifiées de plantes fixatrices de dunes, leur nom dérive du nom biblique (ROTEM) qui fut changé par les arabes en (R'tem) ou (retam) (Zohary, 1962 ; Shallaby et al, 1972).

II.1.2. Taxonomie

Selon **Quezel et Santa (1962)** les rétames sont classés dans le taxon suivant :

Règne :	Végétal
Embranchement :	Spermaphytes
Sous embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Ordre :	Fabales
Super famille :	Légumineuses
Famille :	Fabacées
Sous famille :	Papilionacées
Genre :	<i>Retama</i>
Espèces :	<i>Retama raetam</i>



Figure 2 : Aspect de *Retama raetam* au niveau de région de Bakhdech (Sidi Makhlouf ; originale, 2017)

II.1.3. Description de l'espèce de *Retama raetam*

II.1.3.1 Morphologie

Les retames sont des plantes pérennes, ce sont des arbustes monoïques, pouvant atteindre jusqu'à 3 mètres de long, caractérisés par un tronc trapu et court, portant de nombreux rameaux dense, arqués, flexibles et retombants, fortement sillonnés et peu feuillés, les jeunes arbustes sont soyeux d'un vert argenté à gris argenté (**Beniston, 1985 ; Ozenda, 1958**)

➤ Les feuilles

Sont très caduques, les inférieurs sont trifoliolés les supérieurs sont simples et unifoliées (**Quezel et Santa, 1962**), elles sont minuscules, alternes et linéaires, qui ne demeurent en place que quelques jours.

➤ Les fleurs

Unisexuées sont en petites grappes latérales, réparties sur de courts racèmes, avec petite calice bilabié, à lèvres supérieurs profondément bidentées, pétales à onglets plus ou moins soudés au tube staminal, étendard dressé avec 10 étamines monadelphes (**Quezel et Santa, 1962**) elles sont de deux couleurs selon l'espèce :

- Blanches pour *Retama monosperma* et *Retama raetam*.
- Jaunes pour *Retama sphaerocarpa*.

La floraison est longue et précoce de la fin d'hiver à début printemps, selon le climat, elle peut s'étendre jusqu'au mois de mai (Selami, 2000 ; Messirdi, 2004).

➤ **Le fruit**

Est une étroite gousse indéhissante de moins de 2cm, acuminées, avec une extrémité aigüe, portant une à deux graines (Quezel et Santa, 1962). Les graines contiennent de la cytosine, un alcaloïde toxique.

➤ **Le système racinaire**

Est de type pivotant pouvant atteindre plusieurs mètres de profondeur (Stocker, 1974). Des racines adventives sont également présentes sur les rameaux et colonisent la surface des dunes.

Les retames se multiplient au printemps par semis ou par bouturage de tiges aoutées, dans des sols pauvres, bien drainés même sablonneux à forte salinité.

II.1.3.2. Présentation de *Retama raetam*

Arbuste saharien de 1 à 3,5 m de hauteur à rameaux veloutés, fleurs blanches de 8-10 mm, étendard égalant la carène ou plus long, gousse non dilatée sur sa nature ventrale contenant une petite graine (Quezel et Santa, 1962).

Les deux espèces *Retama raetam* et *Retama monosperma* se ressemblent beaucoup et présentent des caractères peu distinctifs au niveau morphologique, une étude biochimique et moléculaire serait donc nécessaire pour faciliter leur identification et permettre ainsi une meilleure valorisation de leur diversité génétique.

II.1.3.3. Distribution géographique:

Les retames sont caractérisés par une large distribution géographique, originaires du nord-ouest africain et probablement des îles Canaries (Zohary, 1959).

Retama raetam est localisé dans le sud oranais, sud de Djelfa, Aïn Safra, Touggourt, au centre de la Kabylie, à l'est de Biskra (Ighil, 1962), également à Ouargla

(Allal benfakih.1 ; 2006), c'est une plante commune des écosystèmes arides qui entourent la méditerrané, cette plante utilise comme stratégie d'acclimation une dormance partielle pour résister aux longues périodes de sécheresse (Mittler et al, 2002).

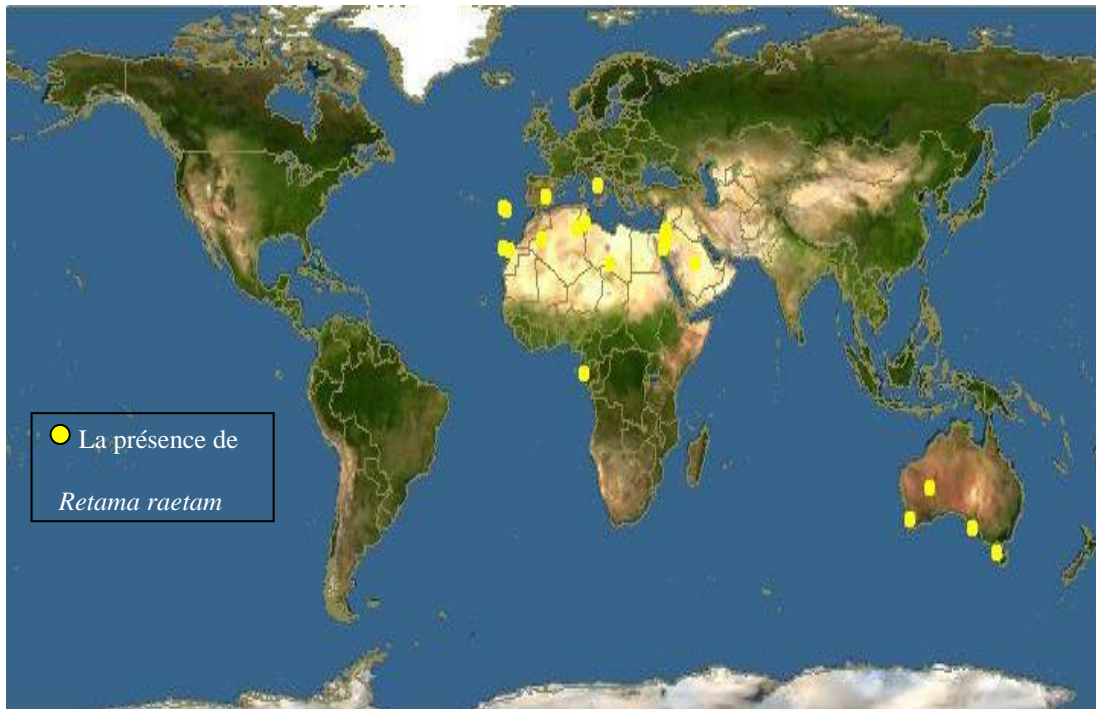


Figure 3 : Répartition géographique de l'espèce de *Retama raetam* (Site *web1*)

II.1.4 Capacité symbiotique des retames

Les retames ont une grande capacité symbiotique, faisant partie de la famille des légumineuses, leurs racines se terminent par de petits renflements qu'on appelle nodules ou nodosités, qui abritent une faune microbienne très diversifiée, cette association symbiotique leurs permet de fixer l'azote atmosphérique et de le convertir en azote organique assimilable (NO_3).

II.1.5. Intérêt des rétames

Le genre *Retama* regroupe des espèces très intéressantes, du point de vu biochimique, moléculaire et écologique.

➤ Intérêt écologique

Les retames jouent un rôle très important dans le maintien de l'équilibre des milieux naturels et des écosystèmes, reconnues comme étant des plantes des zones arides et semi arides. Les retames s'adaptent aux conditions les plus extrêmes de sécheresse et de salinité grâce à leur morphologie et leur structure xéromorphique.

Selon (Mittler.R et al, 2000), *Retama raetam* s'adapte bien aux conditions les plus extrêmes, elle développe un mécanisme moléculaire qui lui permet de résister aux changements climatiques (manque de nutriments et stress hydrique) et cela en entrant dans une phase de dormance partielle, en supprimant l'expression de certains gènes, grâce à une enzyme de défense qui est l'ascorbate peroxydase (APx).

Les retames sont des espèces fixatrices de dunes, grâce à leur système racinaire très développé, selon (Zohary, 1961), les racines de *Rétama raetam* pénètrent jusqu'à 20m de profondeur dans le sol.

D'après (Farchichi.A, 1997), *Retama raetam* grâce à son potentiel germinatif élevé, sa tolérance au stress hydrique et son mode de ramification racinaire, peut être considéré comme une espèce pionnière apte à coloniser les cordons dunaires, son utilisation dans les opérations de revégétation de ces milieux fragiles est recommandable.

Grace à leur très grande capacité symbiotique, les retames contribuent à la bio fertilisation des sols salins et pauvres, et jouent un rôle important dans le cycle de l'azote.

➤ Intérêt pharmacologique

Selon l'Unesco (1995), *Retama raetam* a été répertorié comme étant plante médicinale des régions arides. En médecine traditionnelle, *Rétama raetam* est utilisé dans le traitement de plusieurs maladies comme l'eczéma, elle est utilisé dans le sud dans les soins en cas de morsures de serpents (El Hamrouni.A, 2001).

Des recherches entreprises sur le genre *Retama*, ont montré que l'extrait aqueux de *Retama raetam* avait un effet diurétique (Maghrani.M et al, 2005), aussi bien qu'hypoglycémique (Maghrani.M et al, 2003), en effet l'administration orale d'une dose de 20mg/kg de l'extrait aqueux de *Rétama raetam*, réduisait de façon significative le taux de glucose dans le sang des rats normaux, ainsi que des rats diabétiques dont le diabète a été induit par streptozotocine (STZ).

Retama raetam influe aussi sur le métabolisme lipidique, selon (Maghrani.M et al, 2004), l'administration d'extraits aqueux de *Retama raetam* induit une baisse de la concentration des triglycérides dans le plasma des rats normaux et diabétiques et conduirait à une baisse significative du poids.

En plus *Retama raetam* a une activité antioxydante (Saadaoui.B et al, 2006), ainsi qu'antimicrobienne et cytotoxique.

De ce fait, on constate la large capacité pharmacologique des rétames, et leur éventuelle utilisation en phytothérapie, et donc la nécessité d'approfondir les connaissances sur ces espèces, au niveau moléculaire et génétique.

➤ **Intérêt industriel et économique**

Les rétames sont considérés comme un excellent fourrage, de plus leur bois est utilisé en chauffage.

Ils sont riches en fibre, dont la longueur moyenne atteint 1,93mm (**Bahi, 1991**), ils pourraient donc être valorisés dans l'industrie papetière.

Les rétames sont aussi des plantes ornementales en raison de leurs multiples fleurs odorantes. Les graines des rétames contiennent des lectines, protéines allergènes, utilisées par la plante dans les mécanismes de défense contre les insectes, ce qui pourrait donc être valorisé dans l'industrie des bio insecticides.

II.2. Astragalus armatus

II.2.1 Historique

Le mot astragale est d'origine grec, il désigne l'os de la cheville ou plus exactement l'un des os de l'articulation tibiotarsienne. La dénomination d'astragale vient de la ressemblance du bruit des graines séchées de la plante avec celui de l'os, quand ils tombent sur surface solide (**James et al, 1981**).

Ce genre de légumineuses compte quelque deux mille espèces d'annuelles, de vivaces et d'arbustes rencontrés dans une grande partie de la zone tempérée de l'hémisphère nord. (**Burnie et al., 2006**). La croissance des espèces de 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**).

II.1. Taxonomie

Règne :	Plantae
Embranchement :	Spermaphytes
Sous embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Famille :	Fabaceae
Genre :	<i>Astragalus</i>
Espèce :	<i>Astragalus armatus</i>



Figure 4 : Aspect de l'*Astragalus armatus* au niveau de la région de Bakhdech (Sidi Makhlouf ; originale, 2017)

II.2.3. Description botanique

Plante vivace très épineuse, à tiges ligneuses dressées, ne dépasse guère 60 cm de haut. Feuilles pétiolées, imparipennées, composées de folioles étroites d'un vert foncé. Fleurs médiocres axillaires (Ntetws, 1984).

II.2.4. Répartition géographique du genre *Astragalus*

Le genre *Astragalus* est le plus abondant de la famille des Fabacées avec environ 2500 espèces et avec plus de 250 sections taxonomiques dans le monde (Yuan et al, 2012) et (Fogg, 2004). Ce genre est largement distribué partout dans les régions tempérées et arides du monde et principalement localisé en Asie (1500 espèces), l'Amérique du Nord (500 espèces) et l'Amérique du Sud (150 espèces) et l'Europe (120 espèces) (Sahli et al, 2013), dans les pays du bassin Méditerranéen 500 espèces ont été décrites dont une cinquantaine en Afrique du Nord (Crotti et al, 2014), méditerranéennes ou arabes. Ils sont représentés par plus de 50 espèces délimitées dans plusieurs sections et dont 15 sont trouvées au Sahara de l'Algérie. Dans la flore de l'Afrique du Nord, 10 espèces d'*Astragalus* sont endémiques en Algérie, le Maroc et la Tunisie (Anastas et Warner, 1998) et (Bahn, 2011).

En Algérie, le genre *Astragalus* est distribué dans la zone de présaharienne et associée à la désertification dans les zones arides en raison du surpâturage (Braun et al, 1990) et (Yuan et al, 2012) Cependant, le centre d'origine et la biodiversité du genre *Astragalus* est l'Eurasie,

particulièrement les parties montagneuses de l'Asie du Sud-Ouest et du Sud-Centrale (Choi, 2007) et (Van Gompel et Schuster, 1987).

Les espèces d'*Astragalus* grandissant en Afrique du Nord sont des plantes sahariennes.

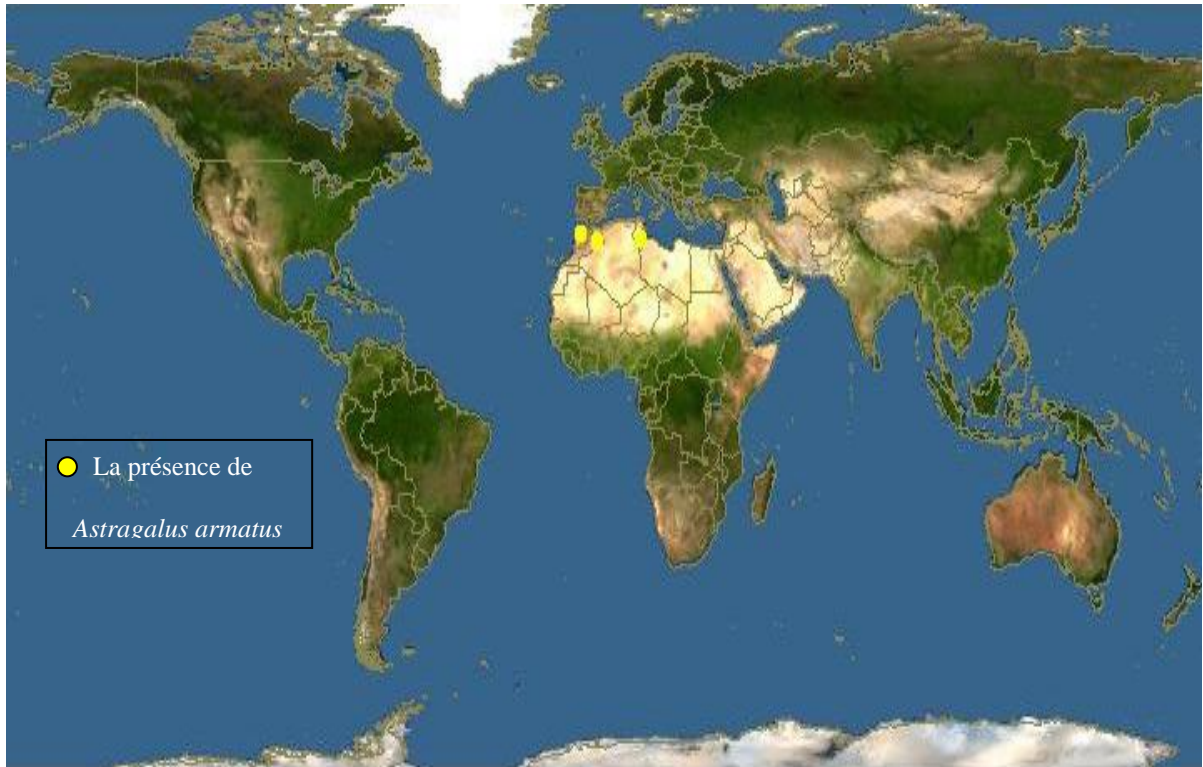


Figure 5 : Répartition géographique de l'espèce *Astragalus armatus* (Site web2).

II.2.5. Mode d'adaptation

L'*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 diminuer les pertes d'eau par transpiration.

Ce taxon présente quelques particularités éco physiologiques qui favorisent prolifération rapide sur la steppe :

- bonnes aptitudes germinatives en milieu naturel, notamment par comparaison avec *Rhanterium suaveolens*,
- puissance de son enracinement apte à valoriser les faibles réserves hydriques du sol,

- L'importance de la phytomasse peu palatable produite.

Toutefois, bien qu'*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. Le piégeage du sable et la reconstitution du voile éolien par les touffes très développées 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).

II.2.6. Toxicité du genre *Astragalus*

Le genre *Astragalus* regroupe les espèces toxiques ainsi que les non toxiques.

➤ Astragales non toxiques

La plupart des astragales ne sont pas toxiques. Certaines sont utilisées comme des espèces de pâturage, comme *Astragalus nuttalianus* et *Astragalus cicer* rencontrées respectivement dans le Sud-Ouest et à l'Ouest des Etats Unis sont très appréciées par le bétail (Sutharsan, 2010) De même pour les espèces *Astragalus gyzensis Bunge* et *Astragalus gombo Bunge* sont localisés dans le nord du Sahara Algérien (Vejdelek et Protiv, 1990).

➤ Astragales toxiques

Les espèces toxiques de ce genre sont classées selon la nature de la toxine dominant et le type d'intoxication qu'elles provoquent, et se divisent en trois catégories (Barbero et al, 2012)

- Les astragales accumulatrices de Sélénium (Ablinger, 2013)
- Les astragales synthétisant des produits nitrés (Nagasaka et al, 1989).
- Les astragales contenant des alcaloïdes indolizidiques (Kutyrev et Kappe, 1997).

II.2.7. Intérêt du genre *Astragalus*

➤ Intérêt médicinale

Les espèces du genre *Astragalus* sont utilisées dans la médecine traditionnelle dans le monde entier comme des herbes médicinales contre l'ulcère de l'estomac, la toux, la bronchite chronique, l'hypertension, les troubles gynécologiques, le diabète et les piqures venimeuses de scorpion (Walter, 1991).

En Algérie, l'espèce *Astragalus gyzensis Bunge* est utilisée pour soulager les morsures des serpents (**Vejdelek et Protiv, 1990**).

Au Maroc, la décoction des feuilles et des racines d'*Astragalus tenuifolius Desf.* est utilisée contre la fatigue et la helminthiase (**Moran, 2001**)

Astragalus membraneus est une plante traditionnelle chinoise bien connue pour le traitement des maladies neurodégénératives, elle compte parmi les herbes toniques les plus populaires. Les Chinois utilisent les racines de cette espèce comme un fortifiant (**Barbero et al, 2012**)

➤ **Intérêt écologique**

D'après (**Moussaoui et al, 2011**), les études confirment que par les caractéristiques physiologiques l'*Astragalus armatus* il est présentée comme une bonne matière primaire pour le fabrication des papiers.

Chapitre I. Présentation de la zone d'étude

I.1. Situation géographique de la commune de Sidi Makhlof

Notre étude a été effectuée dans la steppe algérienne dans la wilaya de Laghouat au niveau de la région de Bakhdech (Sidi Makhlof) qui est comprise entre les longitudes ($3^{\circ}00'45''$ E) et les latitudes ($34^{\circ}07'46''$ N). La région de Sidi Makhlof est située à environ 40 km au Nord de la ville de Laghouat sur la route nationale N° 1. Elle est limitée au Nord par la commune de Ain bel. A l'Est par la commune Messaad. A l'Ouest par commune Douais et au Sud par la commune de Laghouat. Elle est caractérisée par des altitudes orographiques qui dépassent 1400 m (djbel lazreg).

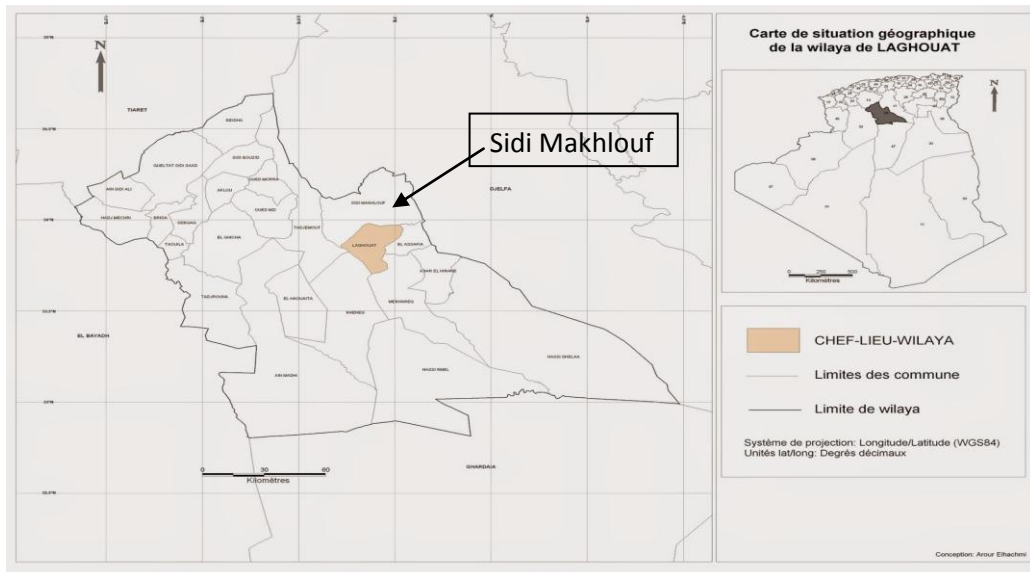


Figure 6 : Localisation de Sidi Makhlof (site web)



Figure 7 : Aspect de parcours de Bakhdech (Sidi Makhlof, originale 2017)

I.2. Occupation des terres de la commune de Sidi Makhoulouf

Selon le rapport de **D.P.S.P (2011)**, la région de Sidi Makhoulouf est caractérisée par une vocation pastorale. Les superficies des parcours enregistrés sont **112554 ha**, soit 79% de la superficie totale de la commune (Tableau : 2).

Tableau 2 : Répartition générale des terres de la commune de Sidi Makhoulouf.

Sidi Makhoulouf	Total	pacages et parcours	Forêts	Autres
Superficie en ha	4839	112554	120	24487

La présente étude est faite à partir d'une synthèse climatique de la période (1996-2016) des données de l'Office National de Météorologie (**O.N.M, 2016**) à partir de la station de Kheneg wilaya de Laghouat.

I.3 Cadre climatique

I.3.1. Précipitations

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.

Le tableau 3 montre les précipitations moyennes mensuelles de la période (**1996-2016**) de la région de Laghouat

Tableau 3 : précipitations moyenne mensuelle de la période (1996-2016) de la région de Laghouat.

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
P (mm)	13,28	6,46	11,02	18,2	10,1	9,2	6,06	12,2	25,6	19,6	8,99	18,1

Source : *O.N.M, 2016*

La lecture du tableau 3 révèle que le mois le plus arrosé est le mois de septembre avec une pluviométrie de **25.63 mm**, par contre le mois le plus sec est le mois de juillet avec une pluviométrie de **6.06 mm** Le cumul annuel de la pluviométrie au cours de **21** ans est de **159.03mm**. Dans la région de Laghouat les précipitations sont irrégulières et très faibles

I.3.2. Températures

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 la température est un facteur limitant à une grande importance car elle conditionne l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés dans la biosphère (**Ramade, 1984**).

Elle dépend de la nébulosité, de la latitude, de l'exposition, de la présence d'une grande masse d'eau. Elle dépend aussi des courants marins, du sol et des formations végétales (Faurie et al, 2003).

Le tableau suivant montre les températures moyennes mensuelles de la période (1996-2016) de la région de Laghouat

Tableau 4 : températures moyenne mensuelle de la période (1996-2016) de la région de Laghouat

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
T°C	7,2	9,85	13,71	17,04	22,5	28,06	32,08	30,3	25,3	19,7	12,7	9,3

Source : O.N.M, 2016

L'analyse des valeurs du tableau montre que les températures maximales moyennes sont enregistrées au cours de la période estivale, avec un maximum en juillet, qui est de **32.08 °C**, tandis que les valeurs de la température minimale moyenne atteignent les faibles valeurs au cours de la période hivernale où le minimum est enregistré dans le mois de janvier avec une valeur de **7.2 °C**

I.3.3. 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).

Le tableau suivant montre l'humidité relative mensuelle enregistrée de la période (2005-2016)

Tableau 5 :L'humidité relative mensuelle enregistrée de la période 2005-2016

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
H%	64,3	56,8	44,2	42,3	38,02	34,5	26,8	29,8	44,2	53,3	58,7	61,6

Source : O.N.M, 2016

La lecture du tableau 5 montre que le mois le plus humide est le mois de janvier et décembre avec une valeur de **64.33 % et 61.6 %**, et le mois le plus sec est le mois de juillet avec **26.8 %**.

I.3.4. Le vent

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 4,67m/s.

Tableau 6 : Moyenne mensuelle de la vitesse du vent enregistré durant années (2006-2015) de la région Laghouat.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Moy	2,97	3,96	3,99	4,67	4,42	4,19	3,66	3,47	3,51	2,87	3,162	2,94

Source : O.N.M, 2016

I.4. Indice d'aridité.

L'indice d'aridité de Martonne est donné par la formule suivante :

$$I = P / (T + 10)$$

P : total des précipitations annuelles en (mm) = **159.03 mm**

T : température moyenne annuelle en degré Celsius = **19°C**

D'après (**Prévos, 1999**), L'indice de Martonne est d'autant plus bas que le climat est plus aride et nous pouvons distinguer plusieurs classes :

- ✓ Climat très sec (**I < 10**)
- ✓ Climat sec (**I < 20**)
- ✓ Climat humide (**20 < I < 30**)
- ✓ Climat très humide (**I > 30**)

La valeur de l'indice d'aridité de la région de Laghouat est de **5.48**, qui permettent de classer la région dans un climat **très sec**

I.5. Synthèse climatique de la région de Laghouat

D'après **Dajoz (2006)**, la pluviométrie et la température, sont les éléments les plus importants pour le développement des êtres vivants. Il serait donc intéressant d'utiliser ces deux principaux facteurs climatiques pour construire le Diagramme Ombrothermique de Gaussen et le climagramme d'Emberger.

Le diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèche et humide de l'année, ou sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T), avec une échelle de $P=2T$ (**Benseghir, 2006**).

Bagnouls et Gaussen (1953), considèrent qu'un mois est sec lorsque le rapport P/T est inférieur ou égal à 2 ($P/T \leq 2$).

P étant le total des précipitations mensuelles exprimées en **T** étant la température moyenne mensuelle (en °C).

Ces auteurs préconisent ensuite pour la détermination de la période sèche de tracer le diagramme Ombrothermique qui est un graphique sur lequel la durée et l'intensité de la période sèche se trouvent matérialisées par la surface de croisement ou la courbe thermique passe au-dessus de la courbe des précipitations. Le diagramme Ombrothermique de la région de Laghouat révèle l'existence d'une seule période sèche qui s'étale durant toute l'année

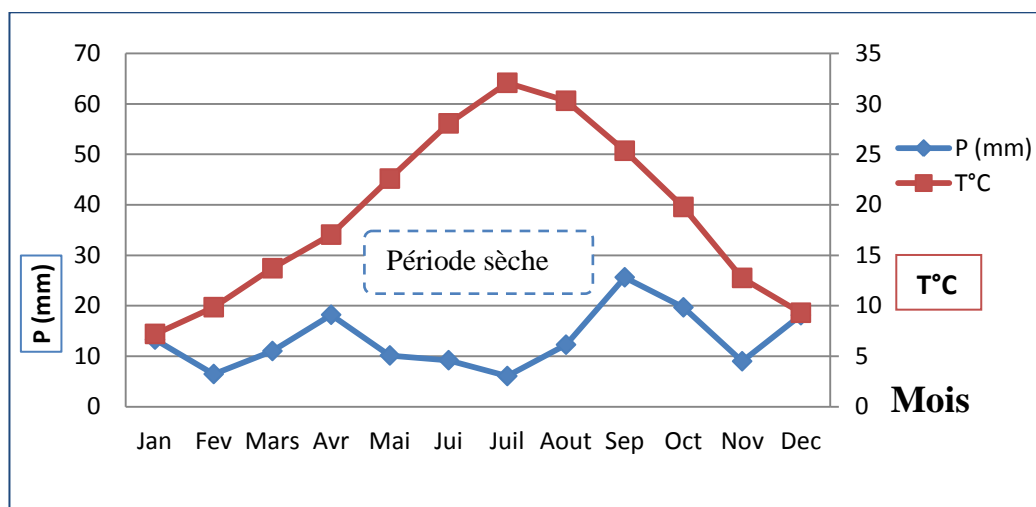


Figure 8 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la période (1996-2016) de la région de Laghouat.

Ce climagramme permet, grâce au quotient pluviométrique d'Emberger (Q_2) spécifique au climat méditerranéen, de situer une zone d'étude dans un étage bioclimatique.

Selon **Prévost (1999)**, le climagramme d'Emberger est représenté en abscisse par la moyenne des minima des températures du mois le plus froid, et en ordonnées par le quotient pluviométrique Q_2 d'Emberger, nous avons utilisé la formule de (**Stewart, 1969**) adaptée pour l'Algérie qui se présente comme suit :

$$Q_2 = 3,43 \times p / (M - m)$$

Avec :

Q_2 : quotient pluviométrique d'Emberger.

P : moyenne des précipitations annuelles en mm = **159.03 mm**

M : moyenne des maximums du mois le plus chaud = **32.22°C**

m : moyenne des minimums du mois le plus froid = **1.96 °C**

Après application de la formule de Stewart, nous avons obtenu $Q_2 = 18.02$ pour une période de **21 ans de 1996 à 2016**.

L'intersection de cette valeur (Q_2) avec la valeur de la température minimale ($m = 18.02$ °C) permet de placer la région de Laghouat dans l'étage bioclimatique aride à hiver frais.

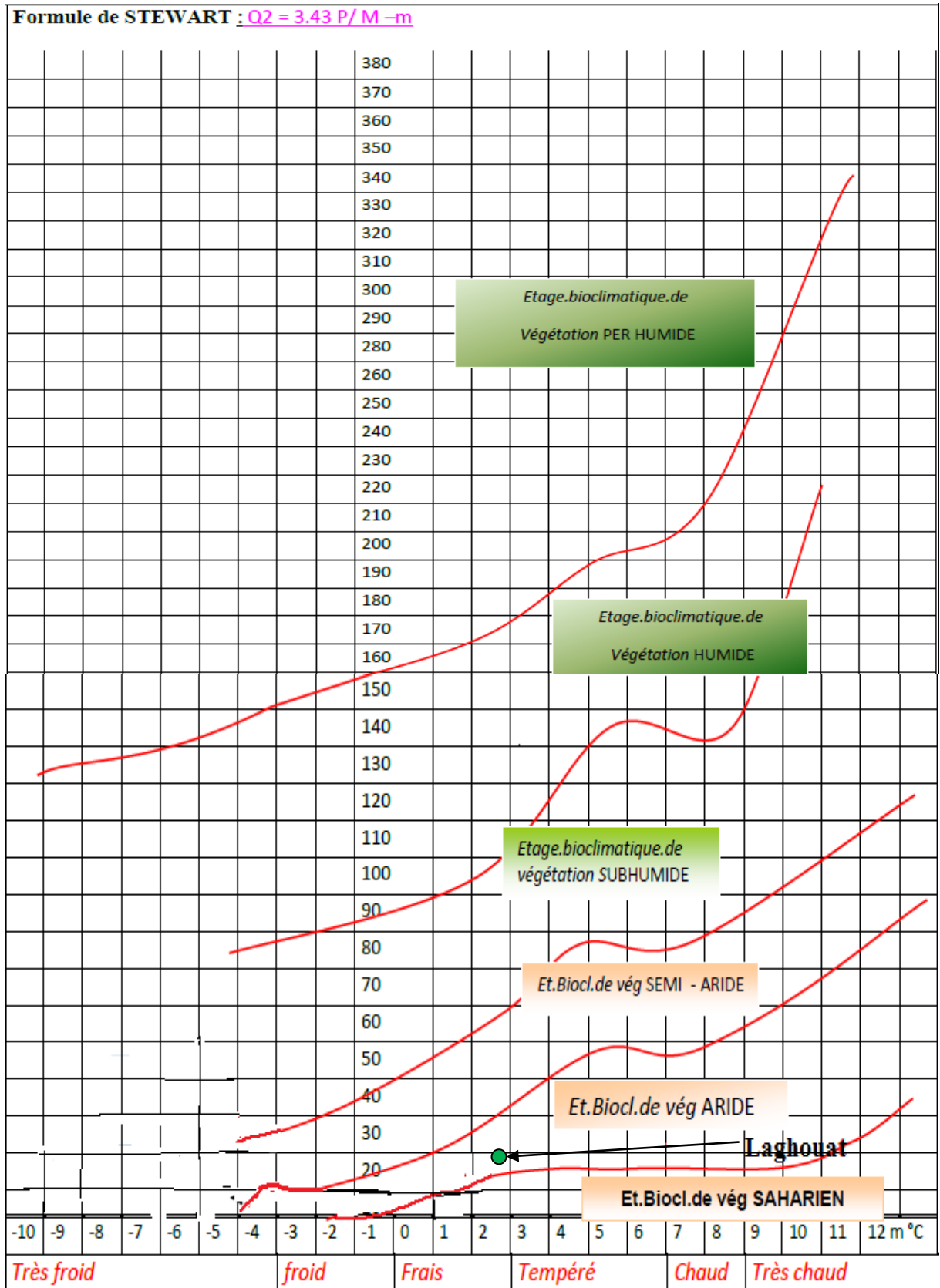


Figure 9 : Climagramme pluviothermique d'Emberger pour la région de Laghouat (1996 -2016)

Chapitre II. Matériels et méthodes**II.1. Travail de terrain****II.1.1. Prélèvements des échantillons in situ**

Selon les résultats de (D.P.S.P, 2011) Le choix de la zone d'étude a été fait à base de l'observation d'un surpâturage qui a conduit à la dégradation apparente du milieu. Deux sorties ont été réalisées, une première en automne 2016 durant laquelle ont lieu des prélèvements de sol et de végétation et une deuxième en printemps 2017 durant laquelle ont lieu des prélèvements de végétation uniquement .

II.1.2. Prélèvement du sol

Nous avons choisi aléatoirement 6 individus de chacune des deux espèces (*Retama raetam* et *Astragalus armatus*). Sous la canopée de chaque plante nous avons prélevé 500 g de sol entre 20 et 30 cm de profondeur, les échantillons du sol ont été prélevés uniquement en automne.

II.1.3. Echantillonnage et mesurer les paramètres biométriques

Pour le prélèvement des (feuilles, fleurs, tige) de chaque plante, nous avons utilisé les sachets en plastique, et un sécateur. Nous avons aussi utilisé un ruban mètre pour mesurer le diamètre et la hauteur des deux espèces, et un GPS pour prendre les coordonnées géographiques de la zone d'étude

II.2. Analyses aux laboratoires**II.2.1. Méthodes d'analyses du végétal**

Les (feuille, fleurs, tiges) prélevées ont été transportées rapidement au laboratoire pour des analyses, les paramètres étudiés ont été :

- ✓ Poids frais (PF en g).
- ✓ Matière sèche (% Ms).
- ✓ Dosage de l'azote (N %).
- ✓ Dosage de la proline (en mg/gMF).
- ✓ Dosage de la chlorophylle (en mg/gMF).
- ✓ Dosage des sucres totaux (en mg/gMF).

II.2.1.1. Paramètres biométriques

Juste après le prélèvement des échantillons, nous avons pesé une quantité des (feuilles, fleurs et tige) de chaque échantillon pour avoir le poids frais en (g).

II.2.1.1.1. Matière sèche

La teneur de la matière sèche chez les espèces étudiée a été réalisée par séchage des échantillons frais dans une étuve à circulation de l'air à 105° C, pendant 24h.

La teneur en matière sèche est donnée par la formule :

$$MS\% = y/x \times 100$$

Avec :

x : poids de l'échantillon frais en (g).

Y : poids après séchage en (g).

II.2.1.2. Paramètres biochimiques**II.2.1.2.1. Dosage de la proline « mg/gMF »**

La proline ou acide pyrrolidine 2-carboxylique est l'un des vingt principaux acides aminés qui entrent dans la constitution des protéines. La proline est facilement oxydée par la ninhydrine ou tricetohydrindène. C'est sur cette réaction que se base le protocole de mise en évidence de la proline dans les échantillons foliaires. La méthode suivie est celle de (Trolls et Lindsey, 1955), simplifiée et mise au point par (Rasio et al., 1987).

Elle consiste à prendre 100 mg de matière fraîche dans des tubes à essai contenant 2 ml de méthanol à 40%. Le tout est chauffé à 85°C dans un bain-marie pendant 60 min. Après refroidissement ; nous avons prélevés 1ml d'extrait auquel il faut ajouter :

-1 ml d'acide acétique (CH₃COOH).

-25 mg de ninhydrine (C₆H₆O₄).

-1 ml de mélange contenant :

- 120 ml d'eau distillée.
- 300 ml d'acide acétique.
- 80 ml d'acide orthophosphorique (H₃PO₄.d=1.7) CCHHAA.

La solution obtenue est portée à ébullition pendant 30 min à 100°C, la solution vire au 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). Nous avons agités la solution au votrex pour

homogénéiser la couleur de la solution, après laisser les solutions en repos 5 min pour la séparation de deux phases, dans des nouveaux tubes nous avons prélevé la phase supérieure et ajouter 5 mg de Sulfate de Sodium Na_2SO_4 anhydre (pour éliminer l'eau qu'elle contient). Nous avons déterminé 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 » (Annexe VI), 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.

II.2.1.2.2. Dosage des sucres totaux « mg/gMF »

Les sucres solubles totaux (saccharose, glucose, fructose, leurs dérivés méthyles et les polysaccharides) sont dosés par la méthode de **(Robyt et white, 1987)**. Elle consiste à prendre 100 mg de matière fraîche, placées dans des tubes à essais, nous avons ajouté 5ml de méthanol à 80% pour faire l'extraction des sucres. Et après les tubes sont chauffé à 70°C pendant 30 min pour faire évaporer l'alcool. Dans des tubes à essais propres, nous mettons 1ml de la solution à analyser, et nous avons ajouté 1ml de phénol à 5% (le phénol est dilué dans de l'eau distillée); nous avons ajouté rapidement 5 ml d'acide sulfurique concentré (H_2SO_4) à 96% tout en évitant de verser de l'acide contre les parois du tube. Nous avons agités la solution au votrex pour homogénéiser la couleur de la solution. Nous avons laissé les tubes pendant 10 min pour être refroidis, les mesures d'absorbances sont effectuées à une longueur d'ondes de 640 nm. Enfin des résultats des densités optiques sont rapportés sur un courbe étalon (Annexe VI) des sucres solubles (exprimés en glucose)

II.2.1.2.3. Dosage de la chlorophylle

Dosage de la chlorophylle a été déterminé par la méthode de **(Mc kinney, 1941)**. Il s'agit de broyer 100 mg de matière fraîche en présence d'acétone à 80%. Après filtration, on mesure la densité optique au spectrophotomètre à 663 et 645 nm.

Les concentrations en chlorophylle sont déduites par la formule suivante :

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

II.3. Les analyses physiques et chimiques du sol

II.3.1 Analyse granulométrique

L'analyse granulométrique permet de déterminer les proportions minérales du sol et de définir la texture des sols (**Aubert, 1978**). Dans la présente étude, la méthode a été faite par tamisage. Des tamis de mailles 500 à 100 µm ont été utilisés pour les éléments grossiers, les éléments fins (limons et argiles) ont été déterminés par la méthode de sédimentation.

Le tamisage par voie sèche consiste à classer les différents grains qui constituent l'échantillon en utilisant une série de tamis emboîtés les uns sur les autres dont les dimensions des ouvertures sont décroissantes du haut vers le bas. Le matériau analysé est placé dans le tamis supérieur et le classement des grains s'obtient par vibration de l'ensemble de la colonne des tamis.

Tableau 7 : Série de tamis de maille décroissante

Tamis	µm
1	500
2	200
3	100
4	< à 100 qui contient les éléments fins

II.3.2. Détermination de l'humidité du sol

Le but est de déterminer la teneur en eau dans le sol par dessiccation de ce dernier dans une étuve à air, réglée à 105° C, nous avons introduit 10g de l'échantillon et laissé pendant 24h, refroidir et pesé puis remettre 1h à l'étuve et procéder à un nouveau pesé et continuer l'opération jusqu'à ce que le poids soit constant (**Soltner, 1982**).

La teneur en matière humide est calculée par la relation suivante :

$$H \% = (PF-PS)/PS*100$$

Tel que

H : l'humidité du sol

PF : poids de l'échantillon humide en (g)

PS : poids de l'échantillon après dessiccation en (g)

II.3.3. Mesure du potentiel hydrogène (pH)

Le pH se mesure par un pH-mètre sur des extraits dont le rapport terre/eau est de 5/10 (Aubert, 1978).

Le pH montre l'état d'acidité ou d'alcalinité du sol, donc c'est un facteur qui influe directement sur l'absorption des éléments nutritifs, nous avons mettre 40g de sol dans 100ml de l'eau distille (le rapport sol/eau est de 1/5), puis en agitant 5min a l'aide d'un agitateur magnétique, puis laisser la solution en repos pendant 10 min, nous avons filtré la solution et nous avons fait une lecture par un pH-mètre.

L'Echelle d'interprétation d'acidité du sol en fonction de pH du sol (Shakar et Haidar, 2005) (annexe I).

II.3.4. La conductivité électrique (mS/cm)

La conductivité électrique a été mesurée à l'aide d'un conductimètre. Cette conductivité (mS/cm) exprime la capacité d'un sol mis en solution à se faire travers par un courant électrique. La mesure de ce paramètre a été faite selon la méthode décrite par (Aubert, 1978).

La conductivité électrique est calcule par la formule suivante :

$$C.E \text{ (ms/cm)} = \text{valeur lue} \times \text{constante de cellule} \times \text{chiffre de correction}$$

L'Echelle d'interprétation de la salinité du sol en fonction de la conductivité électrique (Aubert, 1978) (annexe II)

II.3.5. La teneurs en matières et en Carbone organiques

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

Nous avons porte au « four à moufle » dans des creusets 2 g de l'échantillon du sol chauffer progressivement, afin d'obtenir une carbonisation sans inflammation de la masse, laisser 5 heures à 550° C, refroidir le résidu de l'incinération puis peser.

Les substances qui ont brûlé, retournant à l'atmosphère sous forme de gaz carbonique (CO₂), de vapeur d'eau et de gaz azotés et soufrés, sont les matières organiques (**Soltner, 1982**) Le taux de la matière organique est égale à :

$$\text{MO} = \text{MN} - \text{MS}$$

MO : le taux de la matière organique en (g)

MN : la matière minérale en (g)

MS : la matière sèche en (g)

Et la matière organique en % est égale a :

$$\text{MO}\% = \text{MO} * 100 / \text{MS}$$

L'échelle de classification des sols selon la teneur en matière organique (**Schafeer, 1975 in Raula, 2005**) (annexe I).

Le carbone se trouve, dans les sols, sous forme minérale (carbonates p. ex.) et sous forme organique (débris végétaux, colloïdes humiques). Le dosage du carbone organique du sol sert à apprécier une partie du taux de matière organique totale de ce sol.

Selon **Petard (1993)**, le taux du carbone (CO) est obtenu par la formule suivante :

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

Tel que :

MO : la matière organique en %

CO : carbone organique en %

II.3.6. Dosage du calcaire total (CaCO₃)

Le calcaire joue un rôle essentiel non seulement dans la nutrition des plantes mais encore dans la pédogenèse (**Duchaufour, 1984**). Il est déterminé par calcimétrie volumétrique ou calcimètre de Bernard, par mesure le volume de CO₂ dégagé.

L'échelle de classification des sols selon le taux du calcaire totale (**Baize, 2000**), (annexe I).

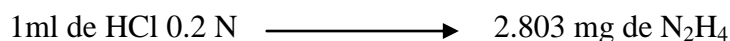
II.3.7. Dosage d'azote total

Il est déterminé par la méthode de kjeldhal, la méthode comprend deux étapes la 1^{ère} dite minéralisation et la 2^{ème} dite la distillation.

La minéralisation consiste à, peser 5g de sol dans un matras, ajouter 7g de sulfate de potassium, 7 ml d'eau oxygéné, 7ml d'acide sulfurique, et exposer à la minéralisation pendant 45 minutes, placer les matras et chauffer jusqu'à l'obtention d'un minéralisât clair ou vert pale. Après le refroidissement des matras nous avons passé directement à la deuxième étape « la distillation », nous avons ajouté 50 ml d'eau distille pour chaque échantillon et en pose le 1^{er} matras dans l'appareil de distillation et appuyez sur le bouton de NaOH pour ajouter 50 ml de soude (NaOH) à 35%.

Dans un bécher nous mettons 25 ml d'acide borique à 4% et mettre dans l'appareil et appuyez sur le bouton de démarrage jusqu'à l'obtention d'un volume de 100 ml dans le bécher. On ajoute deux gouttes de rouge de méthylène et on passe à la titration à l'aide d'une burette qui contient HCL 0.2 N, nous avons ajoute l'HCL jusqu'à l'obtention d'une couleur rose et puis on fait la lecture du volume d'HCL (ml).

Et à la fin de dosage d'azote, nous avons calculé la quantité d'azote totale par la relation suivante



L'échelle de classification des sols suivant le taux Azote (**Calvet et Vellemin, 1986**) (l'annexe II)

II.3.8. Détermination du phosphore total

Dans le sol le phosphore assimilable se trouve essentiellement sous forme de phosphate de calcium (monocalcique), de fer et d'alumine. Les phosphates de calcium sont extraits par une solution acide à faible concentration, alors que ceux de fer et d'alumine le sont surtout par une solution alcaline (**Aubert, 1978**).

En milieu acide les phosphate donnant de l'acide phosphorique. Ce dernier en présence de molybdate d'ammonium, forme des complexes phospho-molybdiques qui est préparé comme suite :

- 12.5 g de molybdate d'ammonium
- 150 ml H₂O
- 37.5 ml H₂SO₄

Le réactif est complété jusqu'au 250 ml avec l'eau distillé .et après on ajoute dans des nouveaux tubes 1 ml de cette réactif et 1 ml de solution du sol et 1 ml de HCl (0.2 N). et après nous avons déterminés la concentration en acide phosphorique a l'aid d'un spectrophotomètre avec une longueur d'onde 640 nm (**Aubert ,1978**).

II.3.9. Dosage du potassium

Le potassium est un élément facilement excitable. En effet au sein d'une flamme relativement froide, telle que celle obtenue à partir du butane, l'atome k^+ émet des radiations lumineuses dont certaines ont des longueurs d'onde spécifique de ces éléments. L'intensité des radiations caractéristiques d'un élément étant proportionnelle à la concentration de celui-ci, il suffit d'évaluer quantitativement l'intensité des raies caractéristiques à l'aide de cellules photo-électroniques pour connaitre la teneur de l'élément dosé (**Aubert, 1978**). La solution du sol filtrée pour l'analyse de la CE a été diluée et passer au spectrophotomètre pour doser le k^+ .

Ainsi en spectrophotométrie de flamme, l'élément à doser est dissous dans une solution adéquate, puis vaporiser dans une flamme. Les atomes excités émettent un rayonnement ; seules les raies caractéristiques sont sélectionnées par des monochromateurs avant d'être captées par des cellules photo électronique (**Aubert, 1978**). Des gammes étalon ont été réalisées pour connaitre les teneurs de ces éléments dans le sol.

II.4. Analyses des données

Des données obtenues ont été traité statiquement par le logiciel (Minitab 17, pour Windows 2007), l'analyse de la variance à été fait par le test ANOVA à un seul facteur au seuil de 5 %, le test Fisher à été réalisé pour déterminé les groupements statistiques.

Chapitre III : Résultats et discussion

✚ Résultat

III.1. Caractéristiques du sol de la région d'étude

Le sol de la région de Bakhdech (Sidi Makhlouf) est caractérisé par une texture sableux limoneuse, marquée par un faible taux d'humidité, de matière organique et d'azote et de potassium. C'est un sol peu calcaire a pH neutre, dont le phosphore est présenté sous formes des traces.

III.1.1. Evaluation de l'effet de l'espèce sur le sol étudié (Automne)

III.1.1.1. Paramètres physiques du sol

Tableau 8 : Proportions granulométriques du sol occupé par *Astragalus armatus* et *Retama raetam*

Fractions minérales du sol	N	<i>Astragalus armatus</i>	<i>Retama raetam</i>	P ≤ 0.05
Sables %	6	67.217 ± 1.364 (b)	74.44 ± 7.51 (a)	<u>0.043</u>
Limons %	6	22.77 ± 3.28 (a)	12.22 ± 8.86 (b)	<u>0.021</u>
Argiles %	6	10 ± 3.64	13.33 ± 4.21	0.174

✓ Evolution des Sables

Les résultats du tableau (8) montre qu'il y a une différence significative (P = 0.043) entre l'accumulation des sables chez les deux espèces, on observe que l'espèce *Retama raetam* acumule plus de sable avec une moyenne de **74.44 %**, par contre chez l'espèce *Astragalus armatus* la moyenne est de **67.21 %** (Figure 10).

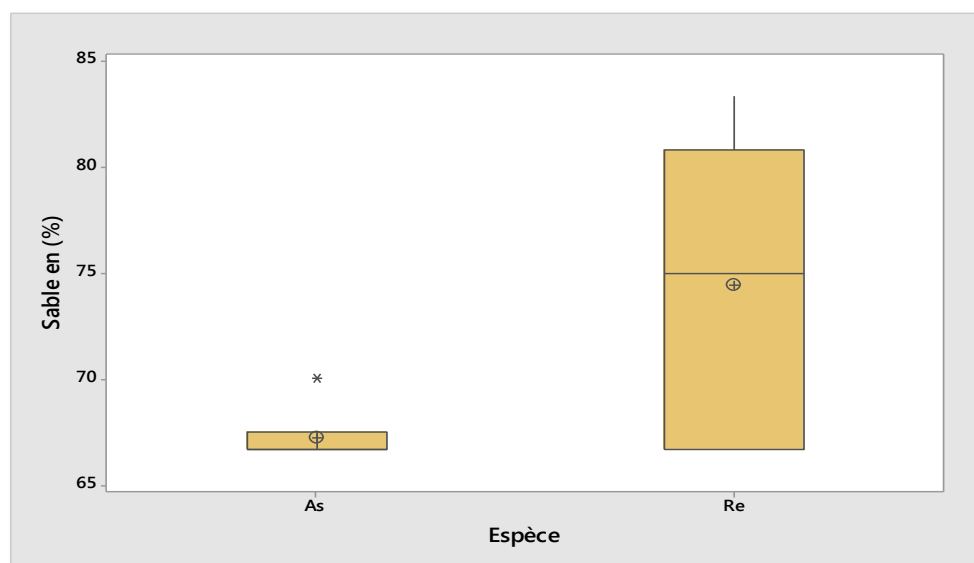


Figure 10 : Pourcentage du sable accumulé dans le sol sous les deux espèces.

✓ **Evaluations des limons**

Les résultats du tableau (8) montre qu'il y a une différence significative ($P = 0.021$) entre les deux espèces, l'accumulation des limons est plus élevée chez l'espèce *Astragalus armatus* avec une moyenne de **22.77 %** par contre chez l'espèce *Retama raetam* avec une moyenne de **12.22 %** (Figure 11).

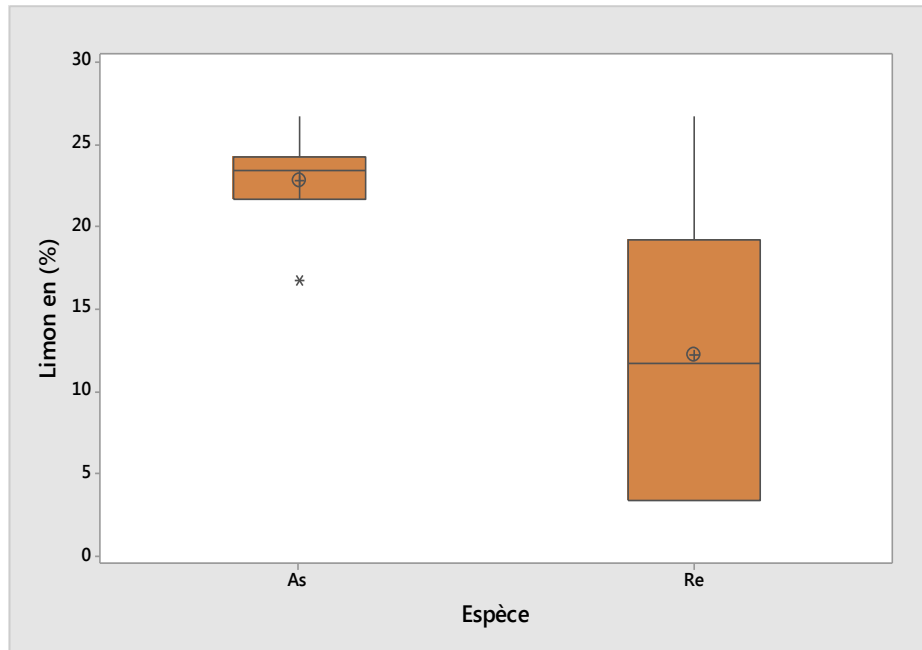


Figure 11 : Pourcentage des limons chez les deux espèces.

✓ **Evaluation des argiles**

Les résultats du tableau (8) montre qu'il y a une différence non significative entre les deux espèces (*Astragalus armatus* et *Retama raetam*) respectivement ont présentes les valeurs suivantes (**10% ; 13.33%**)

III.1.1.2 Paramètres chimique du sol

Tableau 9 : Caractéristiques chimiques du sol sous *Astragalus armatus* et *Retama raetam*

Caractéristiques chimiques du sol	N	<i>Astragalus armatus</i>	<i>Retama raetam</i>	$P \leq 0.05$
H %	6	0.529 ± 0.286	1.132 ± 0.668	0.069
MO %	6	1.938 ± 0.512	1.533 ± 0.520	0.204
C %	6	1.127 ± 0.298	0.891 ± 0.302	0.204
pH	6	6.847 ± 0.280	6.682 ± 0.652	0.581
C.E ms/cm	6	0.340 ± 0.258	0.349 ± 0.218	0.951
CaCO ₃ %	6	2.537 ± 0.902	2.815 ± 0.863	0.597
N %	6	0.009 ± 0.004	0.102 ± 0.0022	0.664
P %	6	0.000013 ± 0.000	0.00001 ± 0.000	0.147
K %	6	0.767 ± 0.795	0.791 ± 0.181	0.773

✓ le taux d'humidité

Les résultats de tableau (9) montrent que le taux d'humidité dans le sol n'a aucune différence significative pour les deux espèces avec une moyenne de **1.13 %** pour l'espèce *Retama raetam* et **0.52 %** pour l'espèce *Astragalus armatus*.

✓ La teneur en matière organique

Les résultats obtenu dans le tableau (9) montrent que la teneur en matière organique dans le sol n'a aucune différence significative chez les deux espèces l'*Astragalus armatus* et *Retama raetam* et les moyennes sont de l'ordre de (**1.93% ; 1.53%**) respectivement

✓ Le taux du carbone

Les résultats de tableau (9) montrent qu'il y a une différence non significative, les moyennes de taux de carbone dans le sol chez les deux espèces est faible, **1.12 %** pour l'espèce *Astragalus Armatus* et **0.89 %** pour le *Retama raetam*.

✓ Le pH du sol

Les résultats enregistrés dans le tableau (9) montre que les moyenne du pH du sol chez les deux espèces n'ont pas une différence significative, **6.84** pour l'*Astragalus Armatus* et **6.68** pour *Retama raetam*.

✓ **La matière azotée (N%)**

les résultats du tableau (9), montrent que le pourcentage d'azote dans le sol chez les deux espèces est différent, pour l'espèce *Retama raetam* la moyenne est de **0.10 %**, par contre l'espèce *Astragalus armatus* présente une valeur plus faible **0.009 %**, néanmoins la différence demeure non significative

✓ **La conductivité électrique (CE)**

Les résultats du tableau (9) montrent que les moyennes de la conductivité électrique du sol chez les deux espèces *Astragalus Armatus* et *Retama raetam* sont les mêmes avec une valeur de **(0.34 mS/cm)** la différence est non significative.

✓ **Calcaire (CaCO₃ %)**

Le résultat obtenu dans le tableau (9) montre que le pourcentage de calcaire du sol chez les deux espèces présente une valeur de **2.53 %** pour l'espèce *Astragalus armatus* et **2.81 %** pour l'espèce *Retama raetam*, la différence est non significative.

✓ **Phosphore (P⁺%), et le potassium (K⁺%)**

D'après les résultats obtenues dans le tableau (9) nous montrons que la teneur en élément chimique du sol chez les deux espèces est faible avec les valeurs **(0.76 %, K⁺)**, **(0.000013 %, P⁺)** pour l'espèce *Astragalus Armatus*, et de **(0.79 %, K⁺)**, **(0.00001 %, P⁺)** pour l'espèce *Retama Raetam*.

III.1.2. Evaluation du comportement saisonnière des deux espèces (*Retama raetam* et *Astragalus armatus*)

III.1.2.1 Paramètres biométriques

Tableau 10 : Résultats des paramètres biométriques de *Retama raetam* et *Astragalus armatus* durant les deux saisons

Espèces	<i>Astragalus armatus</i>			<i>Retama raetam</i>		
	Automne	printemps	$P \leq 0,05$	Automne	Printemps	$P \leq 0,05$
PF (g)	4,880 ± 2,246 (b)	11,698 ± 1,72 (a)	<u>0.000</u>	10,03 ± 7,29	15,89 ± 3,70	0,110
MS %	70,37 ± 8,09	69,87 ± 3,25	0,891	55,70 ± 24,43	47,57 ± 2,75	0,437
Hauteur (cm)	40,56 ± 11,63	39,61 ± 9,31	0,879	127,2 ± 30,1 (a)	85,0 ± 35,9 (b)	0,052
Diamètre (cm)	86,1 ± 31,4	76,11 ± 15,33	0,499	191,7 ± 91,4	185,3 ± 82,1	0,902

✓ Poids frais

Les résultats du tableau (10) et (Figure 12) montrent qu'il y a une différence hautement significative avec ($P = 0.000$) entre les deux périodes chez l'espèce *Astragalus armatus* la valeur enregistrée dans la période automnale (**4,880 g**) est plus basse que celle de la période printanière (**11,698 g**).

Par contre chez l'espèce *Retama raetam* la moyenne de poids frais dans la période automnale est de **10,03 g**, Mais dans la période printanière la valeur est plus élevée (**15,89 g**), la différence reste non significative.

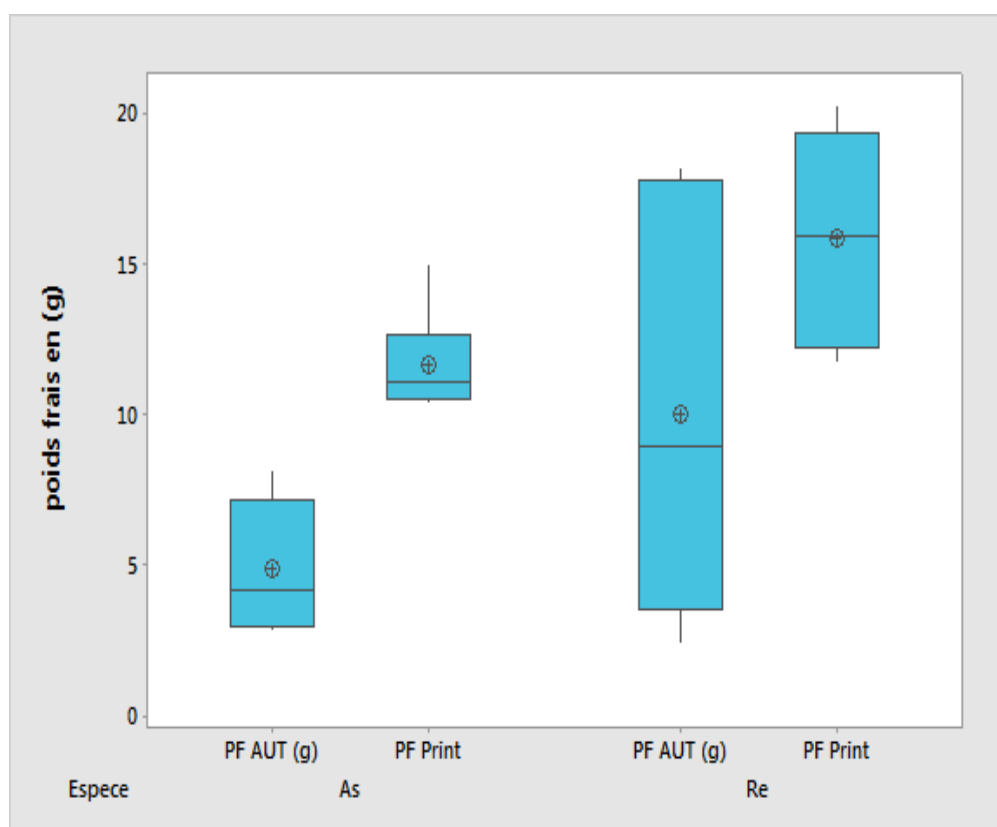


Figure 12 : le poids frais chez les deux espèces dans les deux saisons (print, aut)

✓ Matière sèche

Le résultat obtenu dans le tableau (10) montrent que les moyennes de teneur en matière sèche chez l'espèce *Astragalus armatus* dans les deux périodes automnale et printanière n'ont pas une différence significative avec des valeurs à l'ordre de (**70,37 % ; 69,87 %**).

Par contre les moyennes en matière sèche chez l'espèce *Retama raetam* dans la période automnale est de **55,70 %** et dans la période printanier la moyenne est de **47,57%**.

✓ le diamètre

Le diamètre de la couverture chez l'espèce *Astragalus armatus* dans la période automnale est élevé avec une moyenne de **86,1 cm** par rapport à la période printanière avec une moyenne de **76,11cm**. Par contre chez l'espèce *Retama raetam* les moyennes de diamètre sont **191,7cm** dans la période automnale et **185,3cm** dans la période printanière, les différences enregistrées demeurent non significative.

✓ la hauteur

D'après les résultats enregistré dans le tableau (10) nous montrons que la hauteur chez l'espèce *Astragalus armatus* dans la période automnale et printanière sont presque les mêmes avec des moyenne **40,56 cm** pour la période automnale et **39,61 cm** pour la période printanière.

Par contre chez l'espèce *Retama raetam* nous observons qu'il y a une différence significative avec ($P = 0.052$) pour la période automnale la moyenne est élevée avec une valeur de **127,2 cm** que celle de la période printanière avec une valeur de **85,0 cm** (**Figure 13**).

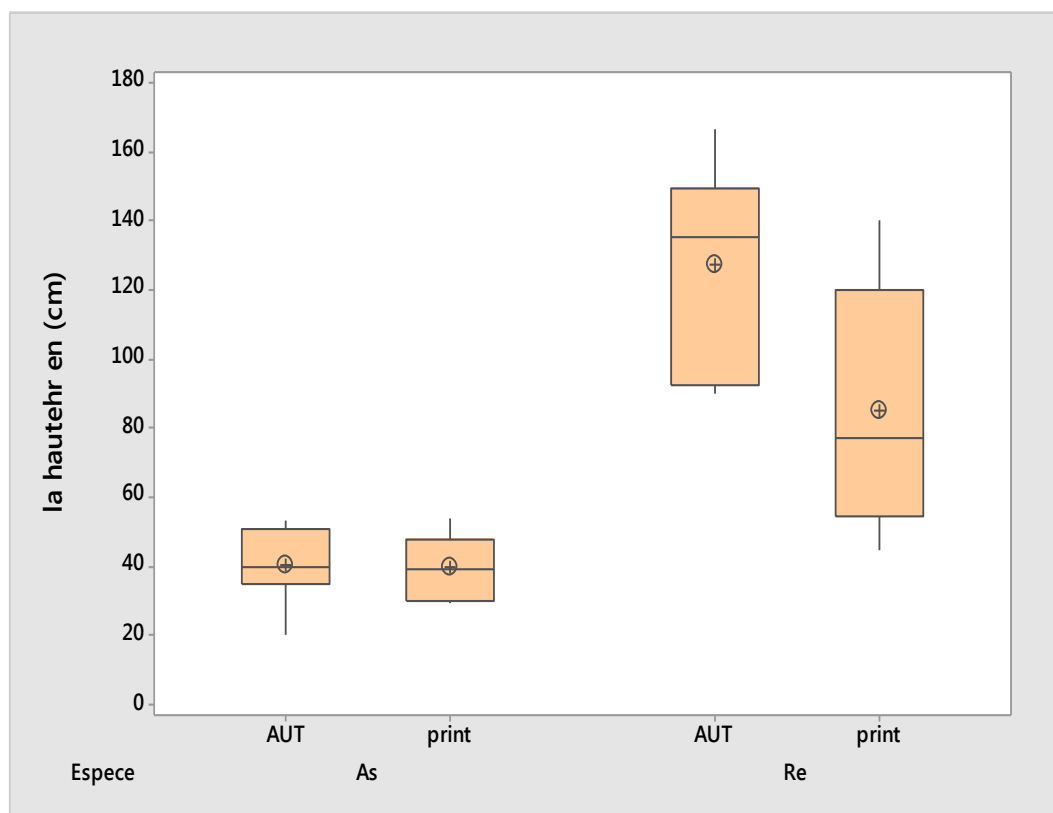


Figure 13 : la hauteur chez les deux espèces dans les deux saisons (print, aut).

III.1.2.2 Paramètres biochimiques

Tableau 11 : Résultats des paramètres biochimique de *Retama raetam* et *Astragalus armatus* durant les deux saisons.

	<i>Astragalus</i>		$P \leq 0.05$	<i>Retama raetam</i>		$P \leq 0.05$
	Automne	Printemps		Automne	Printemps	
Proline (mg/gMF)	0,00124 ± 0,000422 (b)	0,01248 ± 0,00595 (a)	<u>0,001</u>	0,001738 ± 0,000205 (b)	0,010607 ± 0,001509 (a)	<u>0,000</u>
Sucre totaux (mg/gMF)	16,045 ± 1,467 (a)	9,86 ± 3,31 (b)	<u>0,002</u>	11,66 ± 3,74 (a)	2,441 ± 1,405 (b)	<u>0,000</u>
Chlorophylle (mg/gMF)	29,07 ± 5,93 (a)	13,47 ± 3,90 (b)	<u>0,000</u>	8,50 ± 3,06	9,286 ± 2,405	0,630
N %	0,3877 ± 0,037 (b)	1,093 ± 0,300 (a)	<u>0,000</u>	0,9717 ± 0,0606 (a)	0,5232 ± 0,1262 (b)	<u>0,000</u>

✓ **La proline**

D'après les résultats obtenus dans le tableau (11) nous montrons qu'il y a une différence hautement significative ($P = 0.001$) entre la concentration de la proline dans les deux périodes, la moyenne de la concentration de la proline chez l'espèce *Astragalus armatus* dans la période automnale est basse avec une valeur de **0,000266 mg/gMF**, et dans la période printanière la moyenne de la concentration de la proline est élevée avec une valeur de **0,01214 mg/gMF**.

Concernant l'espèce *Retama raetam* nous remarquons qu'il y a une variation significative ($P \leq 0.000$) entre la concentration de la proline dans les deux périodes la moyenne de la concentration de la proline dans la période automnale est plus basse avec une valeur de **0,000391 mg/gMF**, et dans la période printanière la moyenne de la concentration de la proline est plus élevée avec une valeur de **0,010268 mg/gMF** (Figure 14).

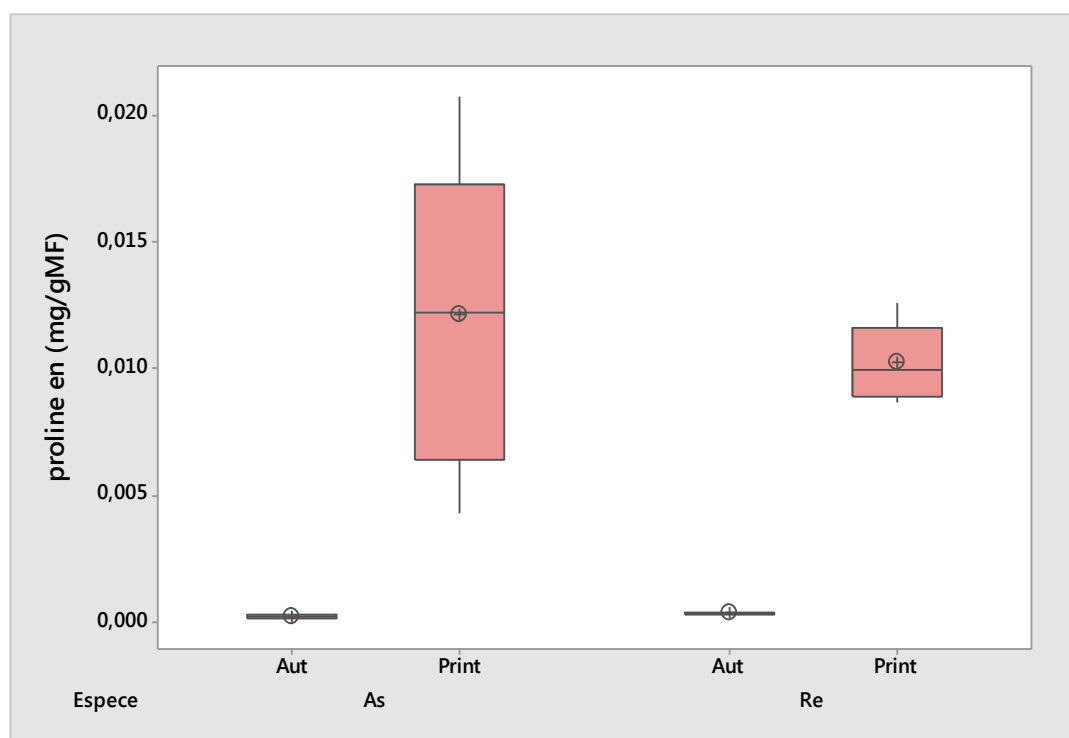


Figure 14 : teneur en proline en (mg/gMF) chez les deux espèces dans les deux saisons (print, aut).

✓ Sucres totaux

D'après les résultats obtenus dans le tableau (11) nous montrons qu'il y a une différence hautement significative ($P = 0.002$) entre la concentration des sucres totaux dans les deux périodes, la moyenne de la concentration des sucres totaux chez l'espèce *Astragalus armatus* dans la période automnale est plus élevée avec une valeur de **6,076 mg/gMF**, et dans la période printanière la moyenne de la concentration de sucres totaux est plus faible avec une valeur de **3,411 mg/gMF**.

nous montrons aussi qu'il y a une différence hautement significative ($P = 0.000$) entre la concentration des sucres totaux dans les deux périodes, la moyenne de la concentration des sucres totaux chez l'espèce *Retama raetam* dans la période automnale est élevée avec une valeur de **4,154 mg/gMF**, et dans la période printanière la moyenne de la concentration des sucres totaux est plus basse avec une valeur de **0,355 mg/gMF** (Figure 15).

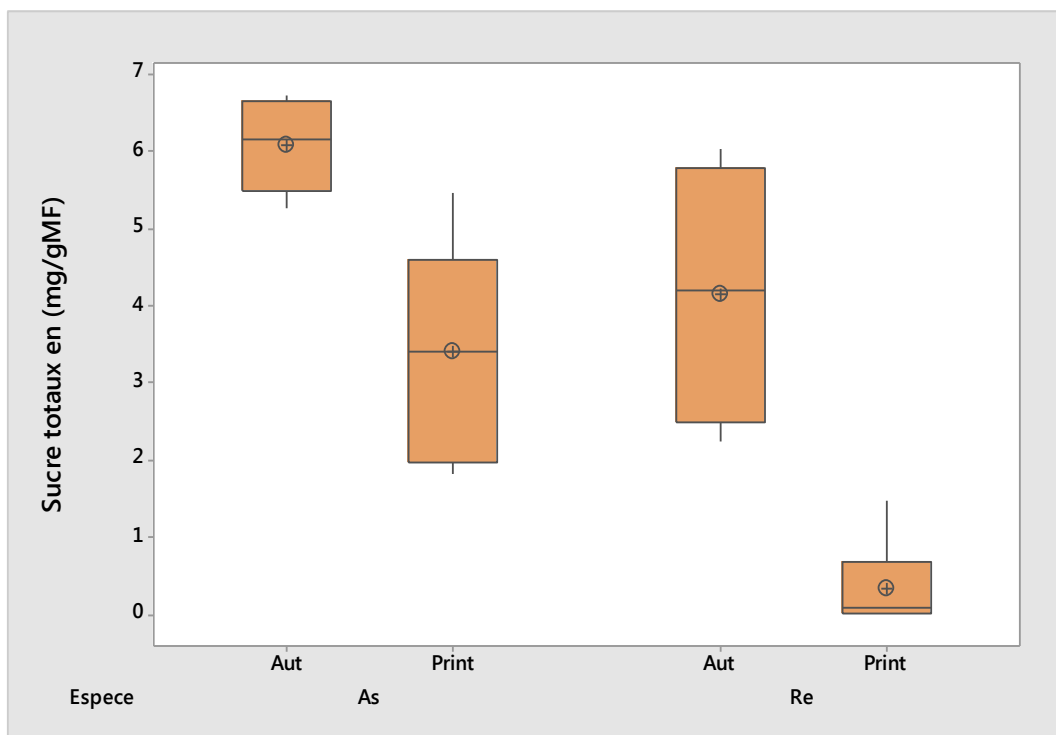


Figure 15 : teneur en sucres totaux en (mg/gMF) chez les deux espèces dans les deux saisons (print, aut).

✓ Chlorophylle totale

Les résultats obtenus dans le tableau (11) montrent qu'il y a une différence hautement significative ($P = 0.000$) concernant la teneur en chlorophylle totale chez l'espèce *Astragalus armatus*, la moyenne dans la période automnale est plus élevée avec une valeur de **29,07 mg/gMF**, que celle de la période printanière avec une moyenne plus faible avec une valeur de **13,47 mg/gMF**.

Concernant l'espèce *Retama raetam*, nous observons qu'il y a aucune différence significative, les moyennes de la teneur en chlorophylle totale dans la période automnale et printanière sont rapprochées avec des valeurs de l'ordre de (**8,50 mg/gMF ; 9,286 mg/gMF**) (Figure 16).

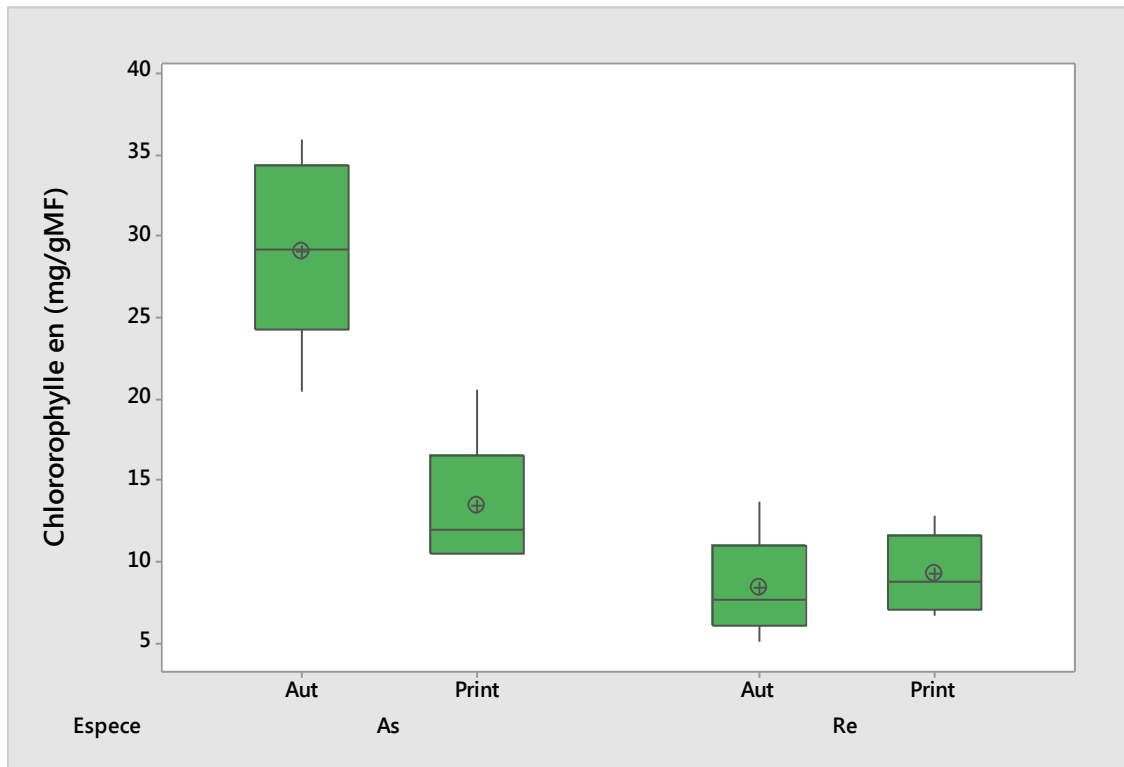


Figure 16 : la teneur en chlorophylle en (mg/gMF) chez les deux espèces dans les deux saisons (print, aut)

✓ L'azote

D'après les résultats obtenus dans le tableau (11), nous montrons qu'il ya une différence hautement significative avec ($P = 0.000$) concernant le pourcentage d'azote chez l'espèce *Astragalus armatus*, avec une plus basse moyenne dans la période automnale avec une valeur de **0,3877 %**, que celle de la période **1,093 %**.

Pour l'espèce *Retama raetam* il ya aussi une différence hautement significative ($P=0.000$) pour le pourcentage d'azote, nous observons que la moyenne dans la période automnale est plus élevée de **0,9717 %**, que celle la période printanière la moyenne est de **0,5232 %** (Figure 17).

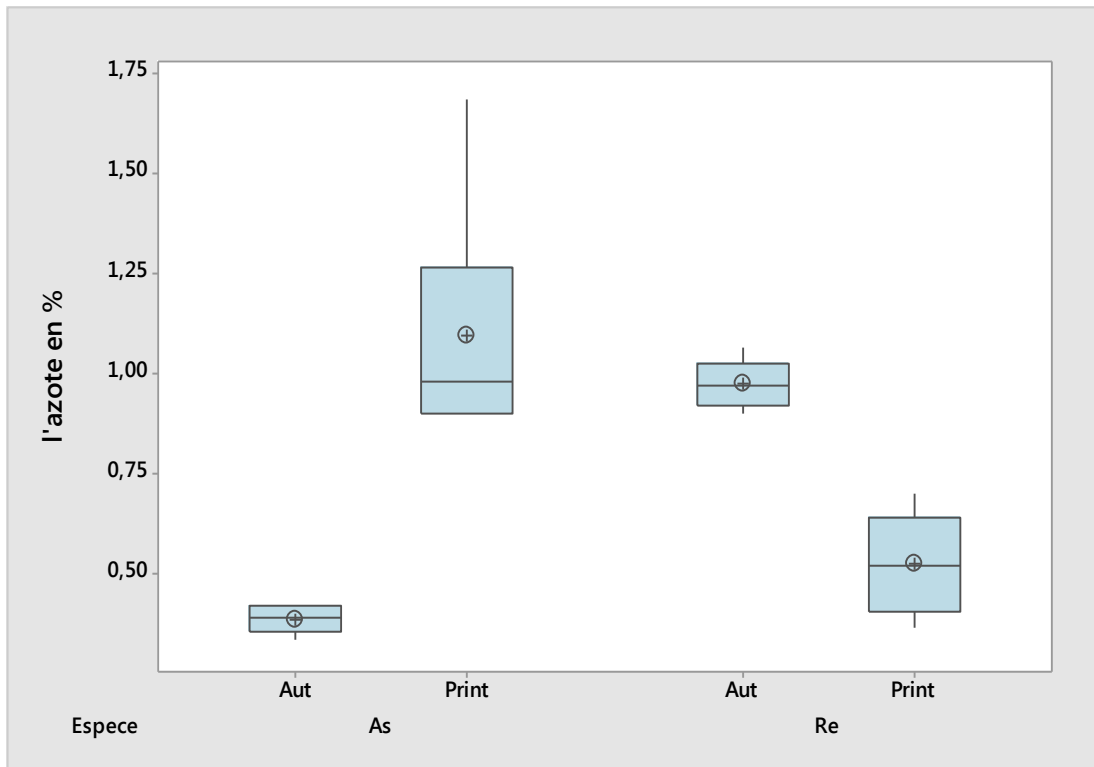


Figure 17 : pourcentage d'azote chez les deux espèces dans les deux saisons (print, aut)

✚ Discussion

Notre travail avait pour objectif de comprendre la relation sol-végétation dans les zones arides, et encore l'étude du comportement saisonnier de deux plantes steppiques afin de connaître la période de stress climatique ou anthropique pour chacune.

L'analyse de la texture du sol fixé par les deux espèces : *Astragalus Armatus* et *Retama raetam* a révélé que le sol présentait une texture sableux-limoneuse.

L'analyse de la variance a révélé des différences significatives pour les sables accumulés chez les deux plantes, a savoir *Retama raetam* accumule plus de sable que *Astragalus armatus*, par ailleurs ce dernier accumule significativement plus de limon que *Retama raetam*. Des auteurs ont déjà cité le caractère psammophile de *Retama raetam* (Nedjraoui, 1981 ; Danin, 1996 ; El banna, 2003), d'autres auteurs (flore et Pontanier, 1982) ont parlé de la tendance marneuse des sols occupés par *Astragalus armatus*.

Le sol de notre région d'étude est caractérisé par un faible taux d'humidité, ce qui caractérise la rudesse du milieu d'étude, ceci a été démontré par l'étude climatique ou la saison sèche s'étale sur toute l'année. Ce qui indique le caractère xérophile de ces deux plantes qui sont adaptées aux climats caractérisés par un important déficit hydrique, elles sont résistantes à la dessiccation du sol et à la sécheresse de l'air (Billy, 1991).

Les plantes développent plusieurs stratégies adaptatives pour lutter contre le manque d'eau qui varient en fonction de l'espèce et des conditions du milieu (Esquive, évitement et tolérance) (Turner, 1986). La résistance d'une plante à une contrainte hydrique peut être définie, du point de vue physiologique, par sa capacité à survivre et à s'accroître. La résistance globale d'une plante au stress hydrique apparaît comme le résultat de nombreuses modifications phénologiques, anatomiques, morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui interagissent pour permettre le maintien de la croissance, du développement et de la production (Hsissou, 1994).

Concernant la teneur moyenne en matière azotée totale du sol chez les deux espèces, l'espèce *Retama Raetam* présente une valeur de 0.10 % et l'espèce *Astragalus Armatus* une valeur de 0.009 %, Ces taux permettent de classer notre sols en sol très pauvre en azote selon les normes d'interprétation (Calvet et Vellemin, 1986) (Annexe II)

Nous pouvons dire que ces deux plantes légumineuses arrivent à persister dans un sol très pauvre en azote, ce sont deux plantes fixatrices d'azote atmosphériques car les plantes de la famille des légumineuses établissent des symbioses fixatrices d'azote atmosphérique 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**).

Jarrige (1981), souligne que La matière organique est une source importante d'éléments nutritifs pour les plantes et la connaissance de sa teneur totale dans le sol renseigne sur sa potentialité fertilisante. Les résultats d'analyse du sol montrent que la teneur en matière organique est faible avec une valeur de 1.91 %, pour le sol d'*Astragalus Armatus* et une valeur de 1.53 % pour le *Retama raetam*. Le sol des régions arides généralement est faible en matière organique (**Koull, 2007**), ces deux espèces poussent bien dans un sol pauvre en matière organique. La matière organique, est un ensemble des substances de natures et de propriétés variées (**Chamayou et Legros., 1987**), est influencée, d'une part par l'effet de la couverture végétale sur le sol et d'autre part, par l'effet de la composition chimique du sol sur les végétaux (**Pouget, 1977 ; Pouget, 1980**).

Les spécialistes s'entendent pour dire qu'un taux de 1,5 % est la limite critique théorique, au-dessous de laquelle la fertilité diminue rapidement. Il est souvent souhaitable de viser à maintenir un taux minimal de 2,5 % en général et même de 3,5 à 4 % dans les sols lourds (**Doucet, 2006**).

Les analyses du sol dans notre zone d'étude montrent que la conductivité électrique est faible avec une valeur de 0.34 mS/cm chez les deux espèces, L'analyse statistique ANOVA montre qu'il n'y a pas une différence significative sous le sol des deux espèces. Selon l'échelle de la salinité du sol (**Aubert, 1978**), (annexe II), le sol étudié de sidi Makhoul est non salin, ces deux espèces poussent sur ce type de sol.

D'après **Halitime (1998)**, les sols dans les zones arides d'Algérie sont généralement hydromorphe, des minéraux bruts, Ces derniers sont classés en : sols sans accumulation de sels.

Les résultats de K et P que nous avons obtenu par l'analyse statistique ANOVA, montre qu'il n'y a pas une différence significative entre les deux espèces, ces éléments

chimiques sont trouvés sous forme de traces au niveau du sol des deux espèces. Ces faibles teneurs sont confirmés par (Sterk *et al.*,1996) et (Biolders *et al.*,2002) qui ont montré l'existence des pertes des éléments nutritifs N, P, K et le carbone organique dans des sols dégradés et érodés.

Les résultats d'analyses du pH du sol montrent que, les moyennes de pH chez les deux espèces sont les suivantes ; (6.84 ; 6.68), l'analyse statistique de l'ANOVA montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux espèces. Selon l'échelle d'interprétation du pH signalée par (Shakar *et al.*, 2005), (Annexe I) montre que le sol de notre zone d'étude est neutre.

Si l'on parle souvent d'un pH optimum pour telle ou telle plante, en fait, le pH ne répond pas à une exigence physiologique de la plante. C'est l'action du pH sur les propriétés physiques et chimiques et biologiques du sol qui crée un milieu plus favorable à l'alimentation minérale et à la croissance des plantes. D'ailleurs, les plantes s'accommodent le plus souvent d'un écart de pH atteignant une unité. On constate que la plupart des plantes se développent très bien dans un sol à pH 6,5 (Doucet, 2006).

Les analyses de calcaire du sol étudiées montrent des valeurs de (2.53 % ; 2.81%) pour le sol de *Astragalus armatus* et *Retama raetam* successivement, le test ANOVA montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux espèces pour ce paramètre. L'échelle de classification des sols concernant le taux de calcaire totale signalé par (Baïse, 2000) classe le sol de notre zone d'étude dans la catégorie des sols peu calcaire (Annexe I).

Les résultats biométriques, biochimiques et physiologiques obtenus chez les deux plantes dans les deux saisons ont démontré l'existence d'un effet saison bien marquant sur le comportement des espèces végétales étudiées.

L'analyse statistique des variances (ANOVA) des résultats obtenus, révèle qu'il n'existe pas de différence significative dans la hauteur et le diamètre dans les deux périodes (automne et printemps) chez *Astragalus armatus* par contre la hauteur des plantes de *Retama raetam* a diminué significativement en printemps, cette diminution est due à la consommation abusive des feuilles de retama par les ovins, alors que l'*Astragalus*

armatus est une espèce rejetée par le bétail à faible valeur pastorale, (**Aidoud ,1983**), à présenté les indices de palpabilité de chaque espèce. .

L'analyse de la variance a révélé des différences significatives pour le poids frais chez l'*Astragalus armatus* entre les deux saisons, la teneur en eau dans la période automnale est plus faible que celle de la période printanière.

La teneur en eaux peut être expliquée par l'accumulation des pluies hivernales. Durant la saison automnale la teneur en matière sèche (MS %) chez les deux plantes présente des moyennes plus élevés à celle de la période printanière, mais la différence est non significative.

La matière sèche est le résultat de la photosynthèse, ceci indique que la période active de la croissance de ces deux plantes est celle de l'automne. La même observation à été constaté chez *Retama raetam*.

En région arides et semi arides (**Albouchi et al., 2000**) montre que l'existence d'une diminution du contenu relatif en eau chez les plants stressés. la teneur en eau chez les deux espèces dans les deux périodes ne dépassent pas les 50 %.

La teneur relative en eau est l'un des critères d'évaluation de la tolérance à la sécheresse, proposée par (**Clark et Mac-Gaig., 1982**), ces auteurs ont montré que La teneur relative en eau diminue lorsque le stress hydrique augmente

L'analyse de la variance a révélé des différences significatives pour la concentration de la proline accumulés chez les deux plantes, *Retama raetam* et *Astragalus armatus*, accumulent plus de proline dans la période printanière que de la période automnale, et cette accumulation élevé peut être due au stress hydrique a savoir du climat de notre zone d'étude qui est caractérisé par de faibles précipitation durant la saison printanière, cette faiblesse a influencé sur le comportement de ces deux plantes qui ont développé des stratégies pour la lutte contre ce déficit hydrique.

L'accumulation de proline est l'une des stratégies adaptatives fréquemment observées chez les plantes pour limiter les effets de stress (**Acevedo et al, 1989**). Dans les conditions de stress hydrique, la cellule entraîne une accumulation élevée de la proline endogène et pourrait donc constituer une approche efficace pour atténuer les effets néfastes de la

dessiccation. De nombreux travaux rapportent que la proline s'accumule dans la plante lors qu'elle se trouve en conditions défavorables (**Sivarakrishnan et al., 1988**),

L'analyse de la variance a révélé des différences significatives pour la concentration des sucres totaux accumulés chez les deux plantes, *Retama raetam* et *Astragalus armatus*, accumulent plus des sucres totaux dans la période automnale que de la période printanière, Cette diminution dépend de la dureté de stress hydrique. L'accumulation des sucres solubles est un moyen adopté par les plantes en cas de stress, afin de résister aux contraintes du milieu.

Les sucres totaux sont des indicateurs de degrés de stress, à cause de son importante augmentation lors de la sévérité, les sucres métaboliques (glucose, Galactose, saccharose et fructose) permettent la résistance aux différents stress (**Loretti et al., 2001**).

En effet, l'accumulation des sucres totaux chez les plantes à été largement reportée comme une réponse à la salinité et à la sécheresse (**Ashraf, 2004**).

L'analyse de la variance a révélé des différences significatives pour la teneur en chlorophylle total chez l'espèce *Astragalus armatus* dans les deux périodes avec des moyennes élevées dans la période automnale et faible dans la période printanière, par contre chez l'espèce *Retama raetam* aucune différence maqués dans les deux périodes.

La chute des teneurs en chlorophylle chez l'*Astragalus armatus* dans la période printanière est la conséquence de la réduction de l'ouverture des stomates visant à limiter les pertes en eau par évapotranspiration et par augmentation de la résistance à l'entrée du CO₂ atmosphérique nécessaire à la photosynthèse (**Bousba et al., 2009**).

Lorsque la plante subit un stress, le niveau de Chlorophylle diminue, affectant la Coloration de la plante et ralentissant ses activités de croissance. La chute observée des teneurs en Chlorophylle total chez l'*Astragalus armatus* résulte probablement de la synergie de plusieurs facteurs : réduction de l'ouverture des stomates qui limite les pertes en eau par évapotranspiration et par augmentation de la résistance, baisse de l'entrée du CO₂ atmosphérique nécessaire à la photosynthèse. Indiquent que la diminution en Chlorophylles perturbe la redistribution des assimilâts stockés par la tige vers les différentes parties de la plante, ce qui perturbe sa croissance (**Karima et Louhichi., 2012**).

D'autre part la teneur moyenne en matière azotée totale contenu dans (feuille, fleurs, et tiges) chez l'espèce *Astragalus armatus* et *Retama raetam* montre qu'il y a une différence hautement significative ($P \leq 0.000$) dans les deux périodes.

D'après (**Duthil, 1973**) une teneur appréciable en matière azoté durant la saison du printemps est liée directement à l'abondance des plantes fixatrices d'azotes. par ailleurs de ce facteur, la nature calcaire de certaine sol défavorise la minéralisation d'azote . Outre, la forte teneur en matière azoté et en tanins au printemps est liée directement à l'augmentation du rapport feuille/ tige qui est très marquée en cette saison (**Chenost, 1972 ; Jahson et al., 1973**) ; (**Andrieu et Weiss., 1981 ; emarquilly et al., 1981**) ; (**Gilibert, 1981 et Schultz et al., 1981**).

Selon **Andrieu et Weiss (1981)** et **Demarquilly et al., (1981)**, la faiblesse en azote des espèces sahariennes est due à leurs stratégies d'adaptions aux conditions désertiques. Selon (**Ozenda, 1991**), l'adaptation des plantes au climat saharien se traduit généralement par la diminution de la grandeur et du nombre de feuilles (feuilles de petites tailles, écailles..), absence de feuilles, feuilles transformées en épines. Cette stratégie se traduit par l'appauvrissement des espèces sahariennes en azote et leur enrichissement en cellulose.

D'après les résultats obtenus nous constatons que la période favorable chez les deux espèces est la période automnale car dans la période printanière les deux plantes faces aux contraintes climatique qui a influencé sur leur comportement physiologique et biochimique, ces contraintes stimule a développé des stratégies adaptative pour passer cette période défavorable par l'accumulation des acides aminés (la proline, et les sucres totaux) pour assure la survie de la plante durant cette période. Par ailleurs le cycle vital de chaque plante et la période de dormance joue aussi un grand rôle, la période de dormance de l'*Astragalus armatus* et l'été selon la déclaration de (**Colegate et al., 1985**), la croissance des espèces du genre *Astragalus* se produit de l'automne au printemps.

Conclusion

Conclusion

L'objectifs de notre travail était d'étudier d'un côté les comportements physiologiques des deux espèces (*Retama raetam* et *Astragalus armatus*) dans deux saisons (automne et printemps), et d'un autre côté, d'étudier d'éventuels effets plante sur les paramètres physiques et chimiques du sol de la région de Bakhdech (Sidi Makhlouf) Wilaya de Laghouat.

L'étude climatique et bioclimatique a permis de classer notre zone d'étude dans l'étage aride qui est caractérisé par l'irrégularité des précipitations, avec une pluviosité annuelle de **159.03 mm /an**, avec une période sèche qui s'étale durant toute l'année.

D'après les résultats obtenus par les analyses physiques et chimiques du sol, nous avons conclu que le sol de la région de Bakhdech (Sidi Makhlouf) est caractérisée par une texture sableux limoneuse, avec un faible taux d'humidité (1.08 %), de matière organique (1.73%) et d'azote (0.05%). C'est un sol peu calcaire (2.67%) et non salin (CE : 0.34 ms/cm) , à pH neutre (6.76) , les teneurs en **P, K** ont présenté respectivement les valeurs de (0.00001 % ; 0.7%).

Notre étude a démontré que l'influence de type de plante n'a pas montré une différence significative sur les caractères chimiques du sol, par contre l'effet marquant a été constaté pour le caractère physique du sol, il apparait que *Astragalus armatus* accumule plus de limons que *Retama raetam*, alors que cette dernière accumule plus de sable que *A. armatus*. Cette étude nous a permis de confirmer le caractère psammophile de *R. raetam* plus que l' *A. armatus*.

Les résultats biométriques, biochimiques et physiologiques du végétal obtenu chez les deux plantes dans les deux saisons ont démontré l'existence d'un effet saison bien marquant sur le comportement des espèces végétales étudiées.

Concernant la concentration de la proline accumulées chez les deux plantes, *Retama raetam* et *Astragalus armatus* accumulent plus de proline dans la période printanière (0.01 mg /g MF) que dans la période automnale(0.001 mg /g MF) , cette accumulation élevée peut être due au stress hydrique a savoir du climat de notre zone d'étude qui est caractérisée par de faibles précipitations durant la saison printanière, la proline est un osmoregulateur qui permet la fermeture des stomates pour diminuer les pertes en eau par évapotranspiration . Dans les conditions de stress hydrique.

Conclusion

La teneur en sucres solubles dans les feuilles chez les deux espèces (*Astragalus armatus* et *Retama raetam*) dans la période automnale a été plus élevée (> 11 mg/g MF) que celle de la période printanière (< 9.86 mg/g MF).

Lorsque la plante subit un stress, le niveau de Chlorophylle diminue, affectant la Coloration de la plante et ralentissant ses activités de croissance. La chute observée des teneurs en Chlorophylle totale chez *Astragalus armatus* résulte probablement de la synergie de plusieurs facteurs : réduction de l'ouverture des stomates qui limite les pertes en eau par évapotranspiration et par augmentation de la résistance.

D'autre part la teneur moyenne en matière azotée totale chez l'espèce *Astragalus armatus* ont montré l'existence d'une différence dans les deux périodes, la valeur la plus enlevée a été constatée en printemps, alors que celle de *Retama raetam* est plus enlevée en automne. Nous avons expliquée cela par le période de photosynthèse et de fixation symbiotique adéquates pour chacune.

D'après les résultats obtenus nous constatons que la période favorable chez les deux espèces, c'est la période automnale car dans la période printanière les deux plantes subissent l'action des contraintes climatiques ; ces contraintes stimulent les stratégies adaptatives pour passer cette période défavorable par l'accumulation des acides aminés (la proline) pour assurer la survie de la plante durant cette période.

Annexe I

Tableau 1: Echelle d'interprétation du pH (Shakar et Haidar, 2005)

pH	Sol
< 3,5	Hyper acide
3,5 - 4,2	très acide
4,2- 5	Acide
5 - 6,5	peu acide
6,5 - 7,5	Neutre
7,5 - 8,7	Basique
> 8,7	très basique

Tableau 2 : Echelle de classification des sols selon le taux du calcaire totale (Baize, 2000)

Calcaire %	Interprétation
<1	Non calcaire
1 < CaCO ₃ < 5	Peu calcaire
5 < CaCO ₃ < 25	Modérément calcaire
25 < CaCO ₃ < 50	Fortement calcaire
50 < CaCO ₃ < 80	Très calcaire
> 80	Excessivement calcaire

Tableau 3 : Classification des sols selon la teneur en matière organique (Schafeer, 1975 in Raula, 2005)

MO %	Nature du sol
< 0,5%	Très pauvre en MO
0,5 à 1,5%	Pauvre en MO
1,5 à 2,5%	Moyennement pauvre en MO
2,5 à 6%	Riche en MO
6 à 15%	Très riche en MO

Annexe II

Tableau 4 : échelle de la salinité du sol en fonction de la conductivité électrique de la solution (Aubert, 1978)

C.E. (mS/cm) à 25° C	Degré de salinité
≤ 0.6	Sol non salé
$0.6 < C.E \leq 2$	Sol peu salé
$2 < C.E \leq 2.4$	Sol salé
$2.4 < C.E \leq 6$	Sol très salé
> 6	Sol extrêmement salé

Tableau 5 : Classification des sols suivant le taux Azote (Calvet et Vellemin, 1986)

% N	Nature du sol
< 0.05	Très pauvre
0.05 - 0.1	Pauvre
0.1- 0.15	Moyen
0.15- 0.25	Riche
> 0.25	Très riche

Annexe III



Figure 1 : effet de surpâturage sur *Astragalus armatus* dans la région de Bahdech (Sidi Makhlouf ; Originale, 2017)



Figure 2 : fleurs et feuille d'*Astragalus armatus* (Photo originale, 2017)



Figure 3 : fleurs et feuille de *Retama raetam* (Photo originale, 2017)

Annexe IV

L'essentiel du matériel équipement du laboratoire utilisé pendant notre travail expérimental



Figure 4 : Etuve à circulation d'air (original.2017)



Figure 5 : spectrophotomètre (original.2017)



Figure 6 : conductimètre (original.2017)



Figure 7 : spectrophotométrie de flamme (original.2017)

Annexe V

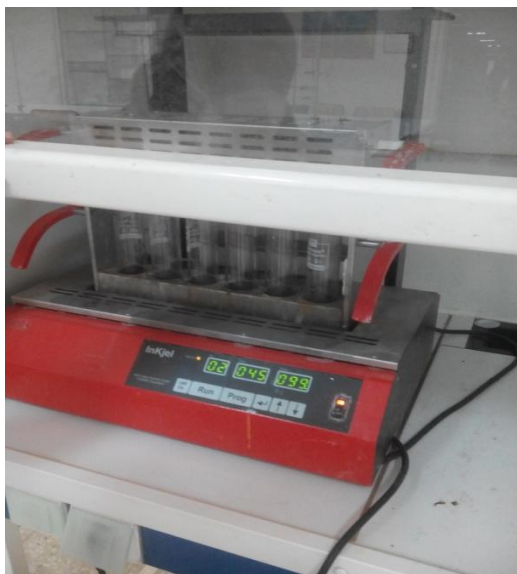


Figure 8 : Minéralisateur pour dosage de l'azote (original.2017).



Figure 9 : Appareil de distillation kjeldhal (original.2017).



Figure 10 : Appareil de tamisage (original.2017).

Annexe VI

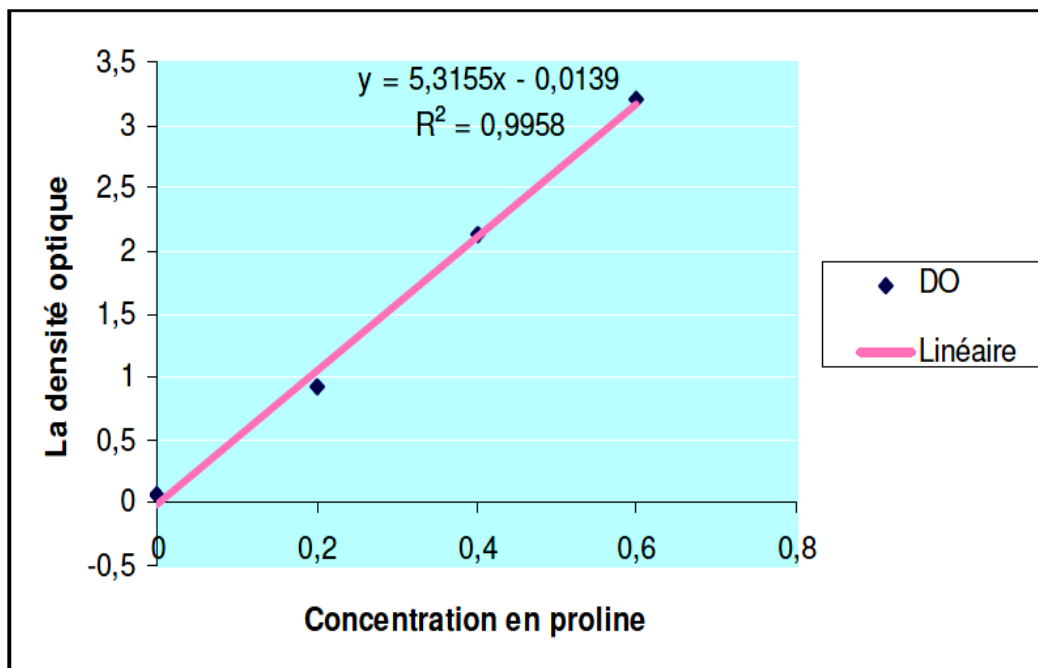


Figure 11 : la Courbe d'étalonnage du proline.

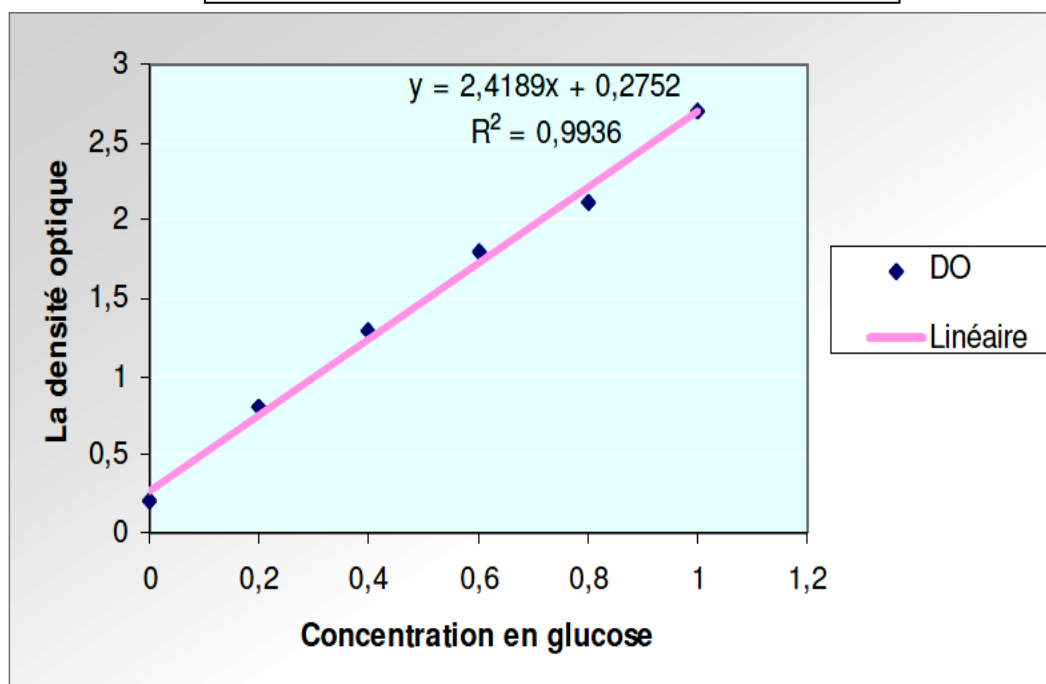


Figure 12 : la Courbe d'étalonnage Des sucres totaux