



كلية العلوم

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MEMOIRE DE MASTER

DOMAINE : Sciences de la Nature et de la Vie
FILIERE : Sciences Ecologiques
OPTION : Ecologie Végétale et Environnement

Présenté par :

BEN RAHMOUNE Siham

DENNI Fatima Zahra

THEME

**Contribution à l'étude de la réponse de l'*Atriplex canescens*
introduite dans la région de Laghouat cas de Ksar El Hirane**

Jury de Soutenance :

Nom et prénom	Grade	Qualité	Université
<i>Mlle. SOUFFI Ibtissem</i>	Maître assistante A	Présidente	Univ. A T. Laghouat
<i>Mlle. ABD ESSELAM Amira</i>	Maître assistante B	Examinatrice	Univ. A T. Laghouat
<i>Mme. AMRANI Ouarda</i>	Maître assistante A	Encadreur	Univ. A T. Laghouat
<i>Mme. MAALAM Hamida</i>	Maître assistante A	Co-Encadreur	Univ. A T. Laghouat

Année universitaire 2017/2018

Dédicaces

*A tous ceux qui mes sont chers, je dédie ce travail
Aux prunelles de mes yeux: Mon père et ma mère, pour
leur éducation, pour leur amour, confiance et respect du
savoir ;*

Très chères frères, Mohamed, Ali, Mustapha et Djallal.

Très chères sœurs, Fatima Zahra, Imen.

A toute la famille BEN RAHMOUNE ;

A toute la famille DJENNA ;

A ma chère binôme Fatima el Zahra

A tous les enseignants qui ont contribué à ma formation

*A tous les étudiants de la biologie, en particulier l'écologie
végétale.*

*A tous ceux qui me connaissent et ceux qui lisent ce
message, je dédie ce modeste travail.*

SIHAM

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à la mémoire de mon Père
qui repose en paix, la fleur de mes jours, A ma Mère
ma source de tendresse et de courage*

*A mes très chers frères Ossama et Abd essamed et mes
belles soeurs :*

Lamia et Nossaiba

*Et Mon marie et toute ma famille : Denni et
Omrani.*

A mon belle chérie et binôme Siham.

*Et toutes mes amies spécialement Djihad, Nour,
Ikram, Basma, Hiba.*

A toutes mes amies de la promotion biologie végétale

FATIMA

*R*emerciements

Tout d'abord, je remercie ALLAH le tout-puissant, qui m'a donné la force, le courage et la patience pour terminer ce travail.

Je tiens avant tout à remercier mon Encadrant de mémoire, Mme AMRANI O Maître Assistante au département de biologie et Co-encadreur Mme MAALAM H Maître Assistante au département de biologie. De m'avoir proposée ce sujet, pour sa disponibilité, sa patience, son suivi et son soutien constant tout au long de ce travail. Je tiens à lui exprimer ma plus vive reconnaissance.

J'exprime mes remerciements à Mme Souffi I Maître Assistante au département de biologie pour avoir accepté de préciser la soutenance de ma thèse.

Je remercie vivement Mlle ABD EL ESSALLAM A, Maître Assistante au département de biologie pour avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Nous remercions à tous mes professeurs du Département des biologie et tous mes amies.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Liste des abréviations

ABA	Acide Abscissique.
CAM	Crassulacean Acide Métabolisme.
CE	Conductivité Electrique.
CH a	Chlorophylle a.
CH b	Chlorophylle b.
Cl-	Chlore.
DSA	Direction des Services Agricoles.
End	Endémiques.
H.C.D. S	Haut-Commissariat au Développement de la Steppe.
H3PO4	Acide Orthophosphorique.
I-T	Irano-Touraniennes.
MAT	Matière Azotée Totale.
Med	Méditerranéennes.
mg/g MF	Milligramme par gramme_Matière Fraîche.
MM	Matière Minérale.
mmhos/ cm	Millimhos par centimètre.
MO	Matière Organique.
MS	Matière Sèche.
M-S	Méditerranéo-Saharien.
M-S-A	Méditerranéo-Saharo-Arabique.
M-S-S	Méditerranéo-Saharo- Sindien.
N	Azote.
Na+	Sodium.
Na2 SO4	Sulfate de Sodium Oxydé.
nm	Nanomètre.
O.N.M	Office National de Météorologique.
pH	Puissance d'hydrogène
S-A	Saharo-Arabique.
Sp	Espèce.
S-S	Saharo-Sindienne.

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	délimitation des steppes algériennes	3
02	Carte bioclimatique de l'Algérie	4
03	Caractéristique morphologiques d'Atriplex canescens Pursh	13
04	Situation géographique de la wilaya de Laghouat.	17
05	Diagramme Ombrothermique de BAGNAULS & GAUSSEN de la région de Laghouat (1996-2016)	21
06	Climagramme pluviothermique d'Emberger pour la région de Laghouat (1996-2016)	23
07	Localisation de la zone d'étude (Smaim)	24
08	Distribution des relevés à l'intérieur de chaque station	26
09	Nombre d'espèces par catégorie biologique de site d'étude	36
10	Spectres des familles rencontrées dans la zone d'étude « Smaim » durant le printemps	38
11	Spectres biologiques réels de la zone d'étude (%)	40
12	Spectres phytogéographiques réels dans la zone d'étude (%)	41
13	Les éléments de surface du sol de la zone d'étude « Smaim »	45
14	La fréquence spécifique et contribution spécifique de la zone améliorées par la plantation	47
15	Pourcentage des fractions granulométrique de l'échantillon en différentes classes en mm.	52

Liste des Tableau

Liste des Tableau

Tableau	Titre	Page
01	Répartition de territoire de la région de Laghouat	18
02	Précipitations moyennes mensuelles de la région de Laghouat (1996-2016)	20
03	Les températures moyennes mensuelles enregistrées à Laghouat en 1996-2016	20
04	Richesse totale de différents années (2013-2014-2018)	37
05	Variation de la composition des familles de la zone d'étude	39
06	Spectres biologiques réels de la zone d'étude pendant les années (2013-2014-018) durant le printemps	40
07	Spectres phytogéographiques réels de la zone d'étude pendant les années (2013-2014-018) durant le printemps	42
08	Paramètres dendrométriques de l'Atriplex canescens	43
09	Taux de recouvrement végétal et d'éléments de surface du sol de la zone d'étude	44
10	Variations de la biodiversité de site d'étude	46
11	Composition biochimique et physiologique d'Atriplex canescens	48
12	Compositions physico-chimiques du sol dans le site étudié « Smaim ».	51

Tableau de Matière

Dédicace	
Remerciements	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
Introduction	1
Chapitre I Synthèse Bibliographique	
I.1. Présentation des Steppes Algériens	3
I.2. Climat	3
I.3. Les sols steppiques	4
I.4. Occupation de la végétation steppiques	4
I.5. Les facteurs de dégradation des écosystèmes steppiques	5
I.5.1. Les facteurs abiotiques	5
I.5.2. Les facteurs biotiques	6
I.6. Aménagement des parcours steppiques	7
II.1. Les stress abiotiques	8
1.1. Stress thermique	8
1.2. Stress salin	8
1.3. Stress hydrique	9
II.2. Stratégies de réponse des plantes au stress hydriques	9
2.1. La stratégie d'esquive	9
2.2. La stratégie d'évitement	9
2.2.1. Mécanismes morphologiques	9
a. Réduction de la conduction stomatiques	9
b. Réduction de la croissance foliaire	9
c. Développement racinaire accru	10
2.2.2. Mécanismes physiologiques	10
2.3. La stratégie de tolérance	10
a. La proline	11

Tableau de Matière

b. L'accumulation des sucres solubles	11
c. La teneur en chlorophylle	11
III.1. Origine et habitat d'Atriplex canescens	12
III.2. Systématique de l'Atriplex canescens	12
III.3. Caractères morphologiques	13
III.4. Condition écologique	14
III.5. Technique de culture et période d'exploitation	14
5.1. Technique de culture et mode de multiplication	14
5.2. Période d'exploitation	15
III.6. Intérêt de l'Atriplex canescens	15
6.1. Intérêt écologique	15
6.2. Intérêt fourragère	15
6.3. Intérêt économique	16
Chapitre II	Matériels et Méthodes
I.1. Présentation de la région d'étude	17
I.2. Cadre géomorphologique	18
2.1. Le relief	18
2.2. Les sols	18
2.3. Les ressources hydriques	19
2.4. La flore	19
2.5. La faune	19
2.6. Vocation de la wilaya	19
I.3. Cadre climatiques	20
3.1. Précipitations	20
3.2. Températures	20
I.4. Synthèse bioclimatiques	21
4.1. Diagramme ombrothermique de Bagnoul et Guassen	21
4.2. Climagramme d'Emberger	21
II. Matériels et Méthodes	24
II.2. Présentation du site d'étude	24
II.3. Etude floristique	25
3.1. Méthode d'échantillonnage	25

Tableau de Matière

3.2. Protocole expérimentale	25
II.4. Analyse des données floristique	26
4.1. Identification des espèces	26
4.2. Analyse du patrimoine biologique	26
4.2.1. La richesse floristique	26
a. Richesse totale (S)	26
b. La richesse moyenne (Sm)	27
c. Le recouvrement global de la végétation RGV%	27
d. La fréquence spécifique (Fsi)	27
e. La contribution spécifique (Csi)	28
f. Taux de réussite	28
g. Paramètres dendrométriques	28
4.3. Evaluation de la biodiversité	29
4.3.1. Evaluation qualitative	29
4.3.2. Evaluation quantitative	30
a. Indice de diversité spécifique de Shannon (H')	30
b. Equitabilité (régularité) (E)	31
II.5. Analyse physico-chimique du sol	31
5.1. L'analyse granulométrique	31
5.2. Détermination de l'humidité de sol	32
5.3. Mesure de pH	32
5.4. Mesure de conductivité électrique (CE)	32
5.5. Détermination de la teneur en matière organique (MO)	32
5.6. Détermination de la teneur en matière azotées (MAT)	33
II.6. Les paramètres physiologiques	33
6.1. Détermination de la matière sèche (MS%)	33
6.2. la teneur en eau	34
6.3. Dosage de la chlorophylle	34

Tableau de Matière

II.7. Les paramètres biochimiques	34
7.1. Dosage des sucres solubles	34
7.2. Dosage de la proline	35
Chapitre III	Résultat et discussion
I.1. Etude floristique	36
1.1. Description du patrimoine biologique	36
1.1.1. Richesse Totale (S)	36
1.1.2. Richesse Moyenne (Sm)	37
I.2. Evaluation de la biodiversité	38
2.1. Diversité systématique	38
2.2. Diversité biologique	39
2.3. Diversité phytogéographique	41
3. Taux de réussite	42
4. Les paramètres dendrométriques	43
5. Recouvrement Globale de la Végétation (RGV%)	44
6. Etat de Surface du Sol (ESS)	44
I.3. Evaluation de la biodiversité	45
3.1. Evaluation quantitative	45
3.1.1. Indice de diversité spécifique de Shannon (H') et d'équitabilité (E)	45
4.1.2 Fréquence spécifique et Contribution spécifique	46
II.1. Paramètre physiologique	48
1.1. Composition chimique de l'Atriplex canescens	48
1.2. Paramètre biochimique	49
III.1. Analyse physique chimique de sol	51
1.1. Élément chimique de sol (MO /N /MS)	51
Conclusion	53
Références	
Annexe	

Thème : Contribution à l'étude de la réponse de l'*Atriplex canescens* introduite dans la région de Laghouat cas de Ksar El Hirane

Résumé

Le présent travail a été réalisé dans le site de plantation pastorale Smaim, aménagé par le HCDS en 2008, pour connaître le comportement de la plante introduit *Atriplex canescens* soumis à l'influence des conditions de milieux de la région de Ksar El Hirane wilaya de Laghouat.

Le site de la plantation Smaim est caractérisé par un sol calcaire non salé. La diversité floristique de site et les paramètres dendrométriques de l'*Atriplex* sont en état de régression. Les résultats des relevées de la végétation nous ont permis de recenser 12 espèces, dominée par la famille Chénopodiaceae, le taux de recouvrement (46.58%), l'indice de Shannon (0.93) et d'équitabilité (0,5). Les analyses physiologiques et biochimiques montrent que l'*Atriplex canescens*, accumule un taux de proline de 0,033 mg /g MF, une concentration globale de sucre soluble de 0,235 mg /g MF et un taux faible de chlorophylle total 0,404 mg / g MF. Ces valeurs sont indicatrices d'une stratégie adaptative. L'*Atriplex* a développé une réponse de tolérance pour lutter contre les conditions de stress de milieu.

Mots-clés : *Atriplex canescens*, proline, tolérance, Ksar El Hirane.

العنوان: المساهمة في دراسة استجابة القطف الأمريكي في منطقة الأغواط بقصر الحيران

ملخص

تم تنفيذ هذا العمل في موقع الغراسة الرعوية صميم، التي بناها المفوض السامي لتطوير السهوب في عام 2008، لمعرفة سلوك نبات القطف الأمريكي تحت تأثير الظروف البيئية لمنطقة قصر الحيران ولاية الأغواط. يتميز موقع الغراسة صميم بالتربة الجيرية غير المملحة. يبين التنوع النباتي والعوامل الدندرومترية ان القطف الأمريكي في حالة تراجع. سمحت النتائج من النباتات التي تم تحديدها لنا التعرف على 12 نوعا، التي تهيمن عليها عائلة Chenopodiaceae، معدل الغطاء النباتي (46.58%)، ومؤشر شانون (0.93) والإنصاف (0.5) وتشير التحليلات الفيزيولوجية والبيو كيميائية ان البرولين يتراكم بنسبة 0.033 ملغ / غ، والتركيز العام للسكر قابل للذوبان 0.235 ملغ / غ، والمعدل الإجمالي للكلوروفيل 0.404 ملغ / غ. هذه القيم تدل على استراتيجية التكيف. يعتمد القطف استجابة التحمل لمكافحة ظروف الإجهاد البيئي.

الكلمات المفتاحية: القطف الأمريكي، برولين، التحمل، قصر الحيران.

Title: Contribution to the study of the *Atriplex canescens* response introduced in the region of Laghouat case of Ksar El Hirane

Abstract

The present work was realized on the site of the Smaim pastoral plantation, developed by the HCDS in 2008, to know the behavior of the plant introduced *Atriplex canescens* subjected to the influence of the environmental conditions of the region of Ksar El Hirane wilaya of Laghouat.

The site of the Smaim plantation is characterized by an unsalted limestone soil. The floristic diversity and the dendrometric parameters of the *Atriplex* are in a state of regression. The results of the vegetation surveys allowed us to identify 12 species, dominated by the Chenopodiaceae family, the recovery rate (46.58%), the Shannon index (0.93) and equitability (0,5). The physiological and biochemical analyzes show that *Atriplex canescens* accumulates a proline level of 0.033 mg / g MF, an overall soluble sugar concentration of 0.235 mg / g MF and a total chlorophyll content of 0.404 mg / g MF. These values are indicative of an adaptive strategy. *Atriplex* has developed a tolerance response to combat environmental stress conditions.

Keywords: *Atriplex canescens*, proline, tolerance, Ksar El Hirane.

L'Algérie est confrontée au problème d'une ressource en eau de surface (pluies) insuffisante pour l'ensemble des besoins (eau potable, eau d'irrigation, eau industrielle, environnementale...). Ce sont les eaux fossiles qui, momentanément, servent de volume tampon à ce déficit de plus en plus dangereux (Le Houérou, 1995 ; Halitim, 1988).

Le stress hydrique c'est un problème sérieux dans beaucoup d'environnements arides et semi-aride, où les précipitations changent d'année en année et où les plantes sont soumises à des périodes plus ou moins longues de déficit hydrique (Boyer, 1982).

La capacité d'adaptation est l'aptitude d'un système à s'ajuster aux changements climatiques, à des dommages potentiels modérés, à tirer partie des occasions et à faire face aux conséquences (Aronson, 1985)

Actuellement la steppe algérienne est dans un état très inquiétant. L'importance et l'accélération de sa dégradation ont été démontrées par de nombreuses études anciennes et récentes comme : Benrebiha (1984) ; Aidoud (1989, 1994, 1996) ; Le Houerou (1989, 1995) ; Bencherif (2000). Des zones entières de parcours se sont transformées en terrains nus, qui dans beaucoup de cas, sous l'action de l'érosion éolienne et hydrique perdent les couches superficielles du sol et atteignent un stade très avancé de dégradation, et se sont transformés en espace à potentiel biologique quasi nul.

Suite à la grande souplesse qu'elles présentent vis-à-vis des stress abiotiques, les halophytes sont évaluées pour leur usage potentiel comme des plantes cultivées (Le Houerou, 1986). Les plantations d'arbustes halophytes constituent un investissement à moyen et à long terme et une richesse renouvelable (Abbad et *al.*, 2004).

Les halophytes constituent aussi une source additionnelle de fourrage en augmentant le rendement biologique de pâturages dégradés dans les zones arides (Chriyaa et al., 1999). Elles constituent un facteur de protection de l'environnement contre l'érosion et permettent la conservation des eaux, la réhabilitation et la réadaptation des terres dégradées. L'H.C.D.S a entrepris des projets d'aménagements pastoraux qui consiste à introduire des plantes fourragères comme les *Atriplex*. Ces projets visent l'amélioration des productions fourragères et la protection des zones fragiles soumises à la dégradation (Zair, 2011).

Le stress abiotique qui correspond à toutes les conditions de l'environnement ou combinaison de conditions de climats et de sols qui empêche la plante de réaliser l'expression de son potentiel génétique pour la croissance, le développement et la reproduction (Brahimi,

Introduction

2001). De nombreuses études ont montré que, lors d'un stress abiotique quelconque, les plantes développent des réactions différentes affectant divers processus morphologiques, physiologiques et biochimiques dont le but de diminuer l'impact de ces stress sur le rendement et sur la croissance des plantes (Farooq, 2008 ; Ashraf, 2010 ; Khan, 2012).

L'intérêt porté aux caractères physiologiques et biochimiques d'adaptation aux contraintes environnementales a attiré l'attention de nombreux chercheurs. L'un des principaux caractères physiologiques de tolérance aux contraintes du milieu est l'ajustement osmotique. Celui-ci est réalisé grâce à une accumulation de composés osmorégulateurs conduisant à une réduction du potentiel osmotique permettant ainsi le maintien du potentiel de turgescence (El Midaoui et al., 2007).

Les plantations d'*Atriplex canescens* sont largement répandues dans la région de Laghouat par le HCDS et les Services des Forêts. Les choix des lieux de plantations ont touché à plusieurs unités géomorphologiques (des glacis, des hamadas ,etc.). Et ont abouti à des résultats toujours non estimés.

Pour ce faire , notre travail consiste à étudier la réponse physiologique aux facteurs abiotiques de *Atriplex canescens* planté dans la zone de Ksar El Hirane caractérisé par un climat saharien, à travers des paramètres physiologiques et biochimiques qui a nécessité l'étude de l'accumulation des pigments chlorophylliens, utilisés souvent comme un outil de diagnostic de l'état fonctionnel de photosystème, ainsi que l'analyse de l'accumulation des osmorégulateurs comme la proline et les sucre solubles.

On a structuré notre travail comme suit :

Chapitre 1 : présent des revues bibliographiques traitant des généralités sur la steppe algérienne et *Atriplex canescens*.

Chapitre 2 : description de la région et du site d'étude, et des différentes méthodes utilisées sur terrain et au laboratoire.

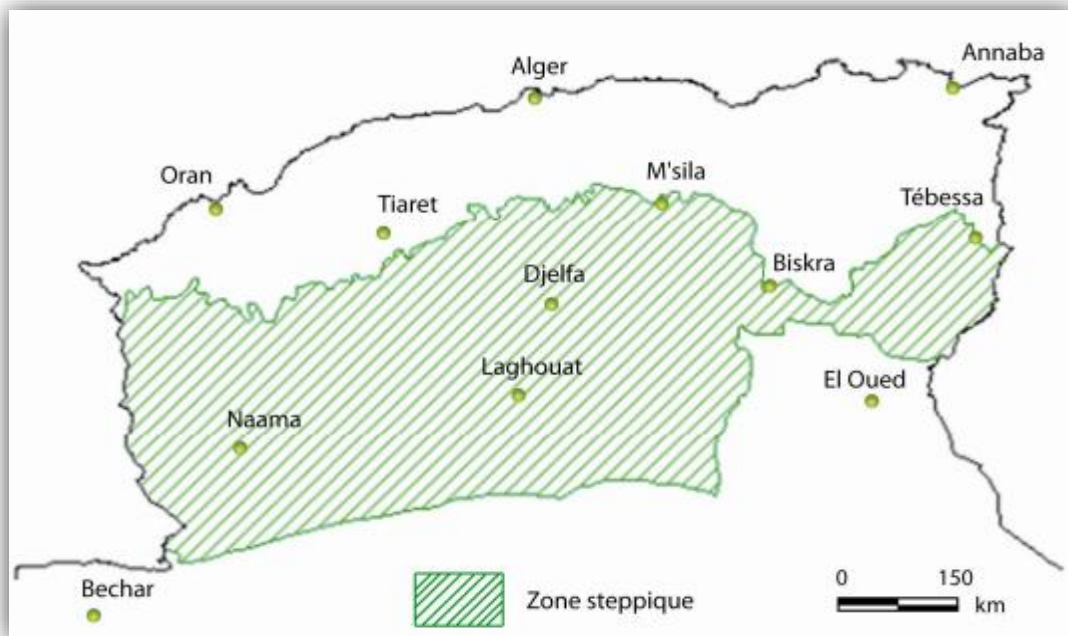
Chapitre 3 : expose les résultats obtenus et la discussion.

Enfin, nous finissons par une conclusion et des perspectives.

I.1. PRESENTATION DES STEPPES ALGERIENNES

La Steppe Algérienne constitue une vaste région couvrant environ 20 millions d'hectare de la zone aride de l'Algérie du nord (Djebaili, 1990) ; elle est comprise entre les deux Atlas, le Tellien au Nord et le Saharien au Sud (Fig.1) ; Cet espace se compose de trois ensembles :

- Les hautes plaines algéro- oranaises (terminaison Les hautes plaines Algéro- Oranaises et une partie des hautes plaines de Tébessa).
- Atlas saharien (Monts des Ksour, Djebel Amour ; Mont de Ouled Neil ; Mont de M'Zab et Nementcha).
- Le piémont Sud de l'Atlas saharien (au Sud des monts du M'Zab, de l'Aurès et des Nementcha). (Figure1).



source. Nedjraoui (2002)

Figure 01. Délimitation des steppes algériennes.

I.2. CLIMAT

Les étages bioclimatiques s'étalent du semi-aride inférieur frais au per aride supérieur frais. La steppe algérienne est limitée au plan pluviométrique entre 400 mm et 100 mm de précipitation moyenne.

le climat steppique se caractérise en général par son hétérogénéité. La pluviométrie définit du Nord au Sud trois étages à savoir :

- ✓ le semi-aride inférieur : entre 300 et 400 mm par an.

- ✓ l'aride supérieur : entre 200 et 300 mm par an.
- ✓ l'aride inférieur : entre 100 et 200 mm par an. (Djebaili, 1984).

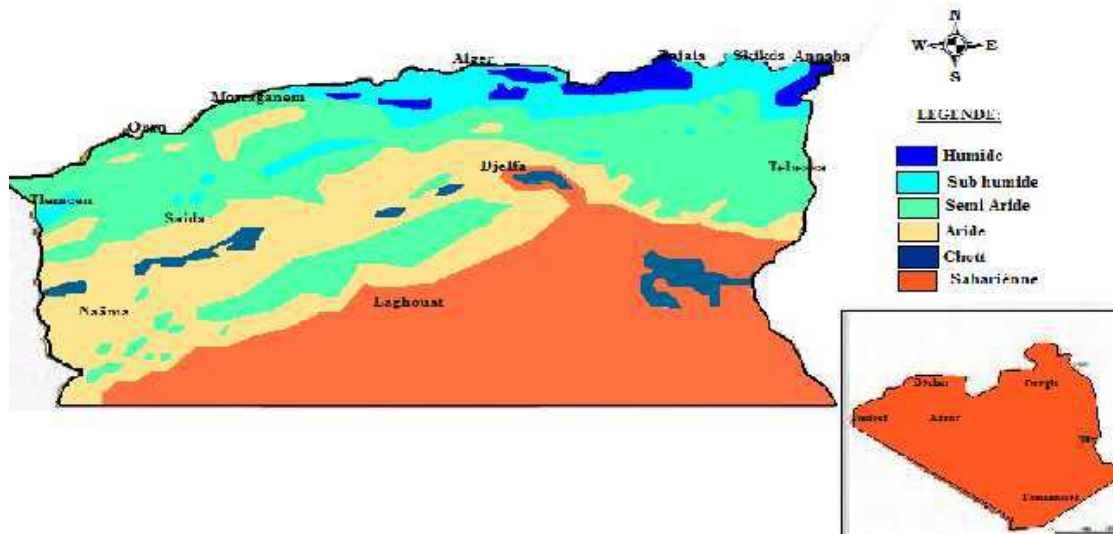


Figure 02. Carte bioclimatique de l'Algérie.

(Source ANAT, 2004).

I.3. LES SOLS STEPPIQUES

Les sols steppiques sont squelettiques, pauvres et fragiles à cause de la rareté de l'humus et de leur très faible profondeur, ils se présentent sous forme de mosaïque allant des sols anciens aux sols récents peu évolués (Djebaili et al, 1983) in (Bousmaha 2012).

Selon Haddouche (1998) On distingue principalement :

- Les sols minéraux bruts d'érosion.
- Les sols peu évolués d'apport éolien et d'apport alluvial.
- Les sols calcimagnésiques.
- Les sols halomorphes.
- Les sols isohumiques.

I.4. OCCUPATION DE LA VEGETATION STEPPIQUE

La végétation est formée en grande partie par des espèces vivaces ligneuses (Chaméphytes) ou graminéennes. Arbustive ou buissonnante, elle est discontinue formant des touffes couvrant 10 à 80% de la surface du sol. C'est une végétation basse et traque une hauteur variable entre 10 et 60 cm. Ces espèces vivaces sont particulièrement adaptées aux

conditions climatiques et édaphiques arides. Un grand nombre d'entre elles gardent leur verdure en saison sèche (Nedjraoui, 2001).

Les steppes algériennes sont dominées par 4 grands types de formations végétales (Djebaili, 1978 ; Nedjraoui, 1981 ; Aidoud, 1989).

Les steppes à graminées : les formations à alfa (*Stipa tenacissima*),

Les steppes à chamaephytes : à armoise blanche « Chih » (*Artemisia herba alba*)

Les steppes à sparte : « Sennagh » (*Lygeum spartum*)

Les steppes à remt : (*Arthrophytum scoparium*)

Les formations azonales sont représentées par les espèces psammophiles et les espèces halophiles.

Les steppes psammophiles : à *Aristida punjens*

Les steppes à halophytes : Ces steppes couvrent environ 1 million d'hectares. Composées de végétation halophile autour des dépressions salées. (*Atriplex halimus* et *Salsola vermiculata*...etc.)

I.5. LES FACTEURS DE DEGRADATION DES ECOSYSTEMES STEPPIQUES

I.5.1. Les facteurs abiotiques

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).

- ✓ La sécheresse

L'accentuation des phénomènes de sécheresse n'est pas à l'origine de la désertification, mais elle constitue un facteur important d'aggravation de l'effet anthropique sur la dégradation des terres en zones sèches (Thomas, 1995). En générale la pluviométrie moyenne annuelle est faible (100 à 400mm) et sa répartition est irrégulière dans le temps et dans l'espace. Les pluies se caractérisent par leur brutalité (averse) et leurs aspects orageux (Le Houerou, 1995).

✓ L'érosion hydrique et éolienne

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. 50 à 250 t/ha/an de terre sont entraînés par le ruissellement sur les sols dénudés à forte pente (Le Houérou, 1995).

L'action de l'érosion par le vent accentue le processus de désertification, elle varie en fonction du couvert végétal.

I.5.2. Les facteurs biotiques

✓ Croissance démographique

La population steppique représentant 25% de la population algérienne totale. L'évolution de cette population non contrôlée par l'état engendre une compétition autour de l'espace, il résulte une régression de l'activité pastorale et l'amplification du phénomène de la désertification (Oukal, 2001) in (Boucif, 2014).

✓ Déclin de l'Achaba-Azzaba

Le nomadisme et notamment la transhumance (Achaba-Azzaba) constitue la principale activité pastorale qui découle des facteurs historiques économiques et sociaux. C'est une forme d'adaptation à un milieu contraignant où l'offre fourragère est marquée par une discontinuité dans le temps et dans l'espace. Ces déplacements, s'effectuant en été vers les zones telliennes (Achaba) et en hivers vers les parcours présahariens (Azzaba), allègent la charge sur les parcours steppiques leur permettant ainsi de se régénérer (Le Houerou, 1995).

✓ Le surpâturage

Le surpâturage est défini comme étant un prélèvement d'une quantité de végétale supérieur à la production annuelle des parcours (Le Houerou, 1995). La majeure partie de la population steppique tire ses revenus à travers la pratique de l'élevage d'un cheptel principalement ovin (Soto, 1997). L'exploitation permanente des pâturages naturels, utilisant une charge animale nettement supérieurs au potentiel de production des parcours, a pour effet de réduire leur capacité de régénération naturelle.

L'impact du surpâturage sur la végétation se traduit par (Aidoud, 1989) :

- Le développement dominant des espèces indésirables, refusées ou très peu consommées par les ovins ;
- La régression du couvert végétal en général, et particulièrement les pérennes ;
- Le développement d'une flore post-pastorale riche en thérophytes, favorisée par la concentration des animaux (plantes nitrophiles);
- ✓ Défrichage 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).

- ✓ L'éradication des espèces ligneuses

Boughani (1995), déclare que cette pratique demeure toujours en vigueur chez les nomades, Ceci s'explique par les besoins en combustible pour la cuisson et le chauffage, amenant les populations à :

Déraciner les espèces ligneuses (*Armoise blanche*, *Salsola vermiculata*, *Hammada scorpia*, etc...) où Couper les arbres ou arbuste qui subsistent (*Juniperus phoenica*, *Tamarix*, Jujubier, etc...).

1.6. AMENAGEMENT DES PARCOURS STEPPIQUES

Pour faire face au problème de la dégradation des parcours steppiques algériens, des projets d'aménagements qui comprennent des actions de restauration, d'amélioration et de conservation des ressources pastorales ont été élaborés et menés dans ces zones steppiques. L'H.C.D.S a entrepris des projets d'aménagement pastoraux consistant à introduire des plantes fourragères et la protection des zones fragiles soumissent à la dégradation (Djaballah ,2008).

La plantation des arbustes fourragère constitue la principale forme de restauration des parcours dégradés. Parmi les genres les plus adaptés, on trouve : *Atriplex sp*, *Acacia sp*,

medicago arborea, *Opnita ficus-indica*. (Le Houerou, 1985) et Bedrani (1994) in (Souffi, 2012).

L'objectif de ces plantations est d'augmenter à court et moyen terme la production fourragère en vue de décongestionner les parcours, en fournissant une alimentation du bétail moins dépendante des fluctuations pluviométriques, disponible en périodes de soudure ou sécheresse, et constituant une ressource importante en protéines, vitamines et sels minéraux (Long, 1960).

II.1. LES STRESS ABIOTIQUES

Les plantes en général exigent des conditions environnementales optimales pour une croissance normale, mais elles sont souvent sujettes à des facteurs extrêmes de potentiels hydriques, température et salinité, en engendrant différents types de stress (Hopkins, 2003).

Le stress biologique est un concept mécanique, défini comme étant une force appliquée sur un objet par unité de surface. En réponse à cette force externe, l'objet développe une force ou change de dimension (Hopkins, 2003).

Les stress abiotiques sont principalement à des facteurs environnementaux comme la sécheresse, les températures extrêmes, excès d'eau asphyxie racinaire), la salinité (Mhrouz, 2013).

1.1. Stress thermique

La sensibilité des plantes aux températures extrêmes est très variable, certains sont exterminés ou affaiblis par des baisses modérées de températures, alors que d'autres parfaitement acclimatés, sont capables de suivre au gel (des dizaines de C° en dessous de zéro), le stress provoqué par des températures élevées induit la synthèse d'un groupe de protéines particulières (Hopkins, 2003).

1.2. Stress salin

Le stress salin est défini comme une concentration excessive en sel. Le terme stress salin s'applique surtout à un excès des ions, en particulier Na⁺ et Cl⁻ (Hopkins, 2003).

La salinité de sol ou de l'eau est causée par la présence d'une quantité excessive de sels, généralement un taux élevé de Na⁺ et Cl⁻ ; ce qui cause le stress salin (Zhu, 2001) ; cette formation de sol salin ou sodique résulte généralement de l'accumulation des sels dans les horizons de surface (Essington, 2004).

1.3. Stress hydriques

L'eau composant majeur des cellules qui maintient leur turgescence est un solvant des matières minérales et organiques ; à un pouvoir tampon très important et est également une source d'hydrogène, pour les réactions biochimiques de la photosynthèse. (Fourneau, 2000 ; Saupe, 2007) in (Aouissi et al, 2017).

On assiste à un stress hydrique lorsque la demande en eau dépasse la quantité disponible pendant une certaine période ou lorsque sa mauvaise qualité en limite l'usage (Madhava Rao et al., 2006).

II.2. STRATEGIES DES REPOSES DES PLANTES AU STRESS HYDRIQUE

Pour lutter le manque d'eau, les plantes développent plusieurs stratégies adaptatives qui varient en fonction de l'espèce et des conditions du milieu (Esquive, Evitement et tolérance) (Passioura, 2004).

2.1. La stratégie d'esquive

Cette stratégie consiste à éviter de subir le déficit hydrique en effectuant le cycle de développement pendant des périodes pluvieuses (Jean-Pierre et al., 2006).

2.2. La stratégie d'évitement

Cette stratégie consiste à empêcher que la plante soumise à des conditions hydriques défavorables ne subisse un stress hydrique trop important (Jean-Pierre et al., 2006). Les mécanismes d'évitement sont de type morphologique et physiologique.

2.2.1. Mécanismes morphologiques

a. Réduction de la conduction stomatique

La réduction de la perte en eau par la fermeture stomatique est un moyen d'adaptation des plantes au stress hydrique. Si la fermeture des stomates permet à la plante de réduire la sortie d'eau, elle limite aussi l'entrée de CO₂ (Benhamou, 2009). Cette diminution de la transpiration peut engendrer une réduction de la photosynthèse (Hopkins w, 2003).

b. Réduction de la croissance foliaire

Une réduction de la croissance foliaire est bénéfique aux plantes soumises à un stress hydrique, la surface des feuilles est diminuée et la transpiration réduite par l'enroulement des feuilles (Hopkinsw, 2003).

c. Développement racinaire accru

L'efficacité de l'extraction de l'eau du sol par les racines figure parmi les types d'adaptation permettant à la plante d'éviter ou, de retarder la déshydratation de ses tissus (Turner et *al.*, 2001). L'augmentation de l'absorption peut être due à l'extension de l'absorption en profondeur et en surface, à la vitesse de croissance et de ramification des racines (Laurent et *al.*, 2007).

2.2.2. Mécanismes physiologiques

Au niveau cellulaire, la réduction du module d'élasticité permet aux cellules de conserver un potentiel élevé malgré un dessèchement important (Tardieu et *al.*, 2006). L'ajustement osmotique par accumulation de soluté dans la vacuole et la réduction de la taille des cellules permettent, pour une même teneur en eau, une diminution du potentiel foliaire et donc un maintien d'un gradient de potentiel hydrique important du sol vers la feuille (Laurent et Sané, 2007). Ce mécanisme tient à la fois de l'évitement et de la tolérance (Jean-Pierre et *al.*, 2006).

2.3. La stratégie de tolérance

La tolérance d'une plante à une contrainte hydrique peut être définie, du point de vue physiologique, par sa capacité à survivre et à s'accroître (Passioura, 2004).

Cette stratégie consiste à maintenir les fonctions de la plante, croissance, transpiration et la photosynthèse, malgré le déficit hydrique (Jean-Pierre et *al.*, 2006). La tolérance à la déshydratation implique des mécanismes intracellulaires qui visent à préserver l'intégrité structurale et fonctionnelle des tissus lorsque le potentiel hydrique diminue (Laurent et *al.*, 2007). L'ajustement osmotique est un exemple d'une telle adaptation, il permet le maintien d'une turgescence positive pour des teneurs en eau relativement faible (Hopkins, 2003). L'ajustement osmotique, il consiste en la synthèse des molécules solubles, ce qui se traduit par une plus grande capacité d'attraction et de rétention des molécules d'eau. Cette forte accumulation de solutés ioniques ou organiques dans les cellules provoque une diminution du potentiel osmotique. Les principales substances accumulées en réponse aux stress osmotiques peuvent être des acides aminés (proline, alanine), des sucres (saccharose, tréhalose, fructanes), des ions quaternaires (bétaines, proline- bétaine), des ions inorganiques (K⁺) ou encore des acides organiques (malate, glutamate, citrate), des hormones (acide abscéique) (Hopkinsw. 2003).

a. La proline

C'est un acide aminé jouant un rôle important dans la structure des protéines et fait exception des vingt acides aminés pourvus d'une fonction amine et non d'une fonction amine (Stryer, 1992).

L'accumulation de la proline est l'une des manifestations les plus remarquables chez les plantes pour limiter les effets du stress salin et hydrique afin de réaliser l'ajustement du potentiel osmotique dans le cytoplasme (Belkhodja et al, 2000) et le maintien de l'amélioration de la stabilité des membranes cellulaires (Alem et al, 2005).

L'assimilation rapide de la proline lors du stress hydrique ou salin a été mise en évidence chez de nombreuses plantes particulièrement chez l'orge (Lewin et al. 1978), chez l'eucalyptus (Chunyang, 2003), également observé chez les plantules de tomates cultivé sous stress salin 100 et 200 mm NaCl ou hydrique (Tal et al., 1979).

b. L'Accumulation des sucres solubles

Les sucres sont considérés par plusieurs auteurs comme des bons osmorégulateurs qui peuvent jouer un rôle important dans l'ajustement osmotique et l'adaptation des plantes à la sécheresse (Hopkins w. 2003).

c. La teneur en chlorophylle

Pour limiter les pertes en eau par évaporation et aussi l'augmentation de la résistance à l'entrée du CO₂ atmosphérique nécessaire à la photosynthèse, l'économie de l'eau se traduit par une turgescence relative moins affectée par le stress conduisant à une dilution de la chlorophylle (Slayter, 1974) in (Ainaoui et al, 2016).

III.1. ORIGINE ET HABITAT d'*Atriplex canescens*

Le genre *Atriplex* est le plus répandu et le plus diversifié de la famille des Chenopodiaceae et compte environ 400 espèces réparties dans les régions tempérées, subtropicales et dans les différentes régions arides et semi-arides du monde. Il est particulièrement répandu en Australie où on peut déterminer une grande diversité d'espèces et de sous-espèces. Le genre *Atriplex* inclut 48 espèces et sous espèces dans le bassin méditerranéen (Maalem, 2002).

Espèce originaire du nord-ouest américain, on la trouve au Colorado, Utah, Wyoming, Nevada, New Mexico, Ouest du Texas et le Nord du Mexique. (Franclet et al, 1971) in (Maalem, 2002).

En Algérie et selon Benrebiha (1987), les nappes d'*Atriplex* n'ont pas fait l'objet d'un inventaire cartographique précis. Toutefois les plus grandes superficies se trouvent entre les isohyètes 100 et 400 mm/an, ce qui correspond aux zones dites steppiques (Tébessa, Batna, M'sila, Boussaâda, Biskra, Djelfa, Tiaret, Saida...).

III.2. SYSTEMATIQUE DE L'*Atriplex canescens*

Atriplex canescens est une espèce exotique qui appartient d'après Maissili (1995) au :

Règne	Végétal
Groupe	Eucaryotes
Sous Règne	Cormophytes
Embranchement	Spermaphytes
Sous Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous Classe	Apétales
Série	Hermaphrodites
Ordre	Centrospermales
Sous Ordre	Chénopodiales
Famille	Chénopodiaceae
Genre	<i>Atriplex</i>
Espèce	<i>Atriplex canescens</i>

Dans sa terminologie originelle (Amérique du Nord) l'espèce *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt est connue sous l'appellation de « Forwing Salt bush » et dans sa terminologie arabe il est dit G'taff.

Elle possède deux sous – espèces ; *Atriplex canescens* subsp. *canescens* et *Atriplex canescens* subsp *linearis* (F. gizas).

III.3. CARACTERES MORPHOLOGIQUES

Atriplex canescens est un arbuste buissonneux de 1 à 3 m de hauteur, formant des touffes de 1 à 3 m de diamètre avec une proportion importante de biomasse lignifiée, les caractères morphologiques d'*Atriplex canescens* sont décrits par (Francl et al, 1971).

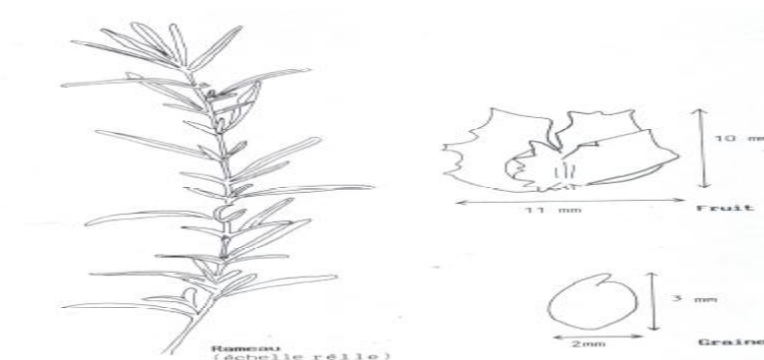


Figure 03. Caractéristique morphologiques d'*Atriplex canescens* Pursh

- **Les rameaux :** A la base de couleur blanche, ils sont nombreux et longs, souvent arqués et peuvent être redressés ou couchés au sommet.
- **Les feuilles :** De couleur verte grisâtre, elles sont entières, alternes et courtement pétiolées, de 3 à 5 cm de long et de 0,3 à 0.5 cm de large.
- **Les tiges :** sont très ramifiées, solides et blanchâtres.
- **Le système racinaire :** est ramifié et communément très profond.
- **Fleurs :** *L'Atriplex canescens* est dioïque, avec des fleurs mâles et femelles sur des plantes séparées ; cependant, quelques plantes monoïques peuvent être trouvées dans une population (Daniel et al, 2005).
- **Les inflorescences :** elles sont dioïques, en épis simples ou paniculés au sommet des rameaux pour les mâles, axillaires ou en épis subterminaux pour les femelles (Francl et al., 1971).
- **Les valves fructifères :** Pédonculées, munies de chaque côté de deux ailes longitudinales membraneuses, plus ou moins dentées de 0.8 à 1.5 cm de large (Annexe01, photo 03).

III.4. CONDITIONS ECOLOGIQUES

✓ Exigences climatiques

L'espèce se répartit dans les étages bioclimatiques semi-aride et aride supérieur et moyen à hivers chauds et froids (Franclet et al., 1971).

Elle trouve son optimum entre les isohyètes 150 et 250 mm et à des altitudes comprises entre 35 et 970 m, elle résiste à des températures très basses de l'ordre de -15°C et très élevées jusqu'à 35°C , cette espèce présente également une bonne résistance à la sécheresse (Le Houerou, 1969).

✓ Exigences édaphiques

D'après Benrebiha (1987), *Atriplex canescens* est une espèce très hétérogène, car elle se développe sur des sols sableux et argileux, et en général elle s'adapte à toutes les variétés de sol. Les travaux de (Franclet et al., 1971), ont montré que l'*Atriplex canescens* peut se développer sur des sols dont la conductivité peut dépasser 20 mmhos/ cm.

En Algérie, cette espèce a été introduite dans des zones à bioclimats arides sur sable dunaire, sur sol limoneux et sur substrats sableux-limoneux encroûté où elle a donné de très bons résultats (Tazairt, 1992).

III.5. TECHNIQUE DE CULTURE ET PERIODE D'EXPLOITATION

5.1. Technique de culture et mode de multiplication

a. Technique de culture

En général, on creuse des fosses de 30 à 40 cm de profondeur, suivant des lignes ou des bandes espacées de 2 à 4 m ; et de 1,5 à 2 m entre les pieds, cette opération a pour but de préparer le sol à recevoir les jeunes plantes, ensuite l'opération de plantation et d'irrigation est exécutée dans les périodes favorables et après plantation, le plant reçoit 10 litres d'eau, cette même quantité lui est attribuée un mois plus tard (Benahmed et al., 2007).

b. Mode de multiplication

Les individus d'*Atriplex canescens* ne vivent que 8 à 10 ans en l'absence de pâturage (F.A.O, 1989). Il existe 3 modes de multiplication :

- ✓ **Le semis** La première opération consiste à lever les inhibitions en éliminant les chlorures de sodium et d'autre substances hydrosolubles dans les valves fructifères

des fruits par trempage des graines dans l'eau pendant 24 à 48 heures, ensuite à transplantation des semis préparés en première sur le terrain (Francllet et al., 1971).

- ✓ **Le bouturage** C'est un mode de multiplication utilisé en cas de manque de graines, les boutures utilisées doivent être prélevées sur des plantes âgées d'un an et qui doivent porter des feuilles afin de réussir l'opération (Kouidri et al, 2002).
- ✓ **Les éclats de souches** Cette méthode donne des résultats aléatoires, le prélèvement des éclats est assez difficile et leur quantité est assez réduite in (Aouissi et al., 2017).

5.2. Période d'exploitation

D'après Le Houerou (1969), l'exploitation devrait se faire à partir de la deuxième et la troisième année après la plantation. Par ailleurs, Hammoudi et al (1994), suggèrent l'exploitation de la plantation dans 18 à 24 mois après sa mise en place.

III.6. INTERET DE *L'Atriplex canescens*

6.1. Intérêt écologique

Des plantations à base d'*Atriplex canescens* ont donné de très bons résultats dans la fixation des dunes. Ils ont marqué aussi une amélioration de quelques propriétés des sols telles que le drainage des horizons superficiels et la perméabilité (Cherfaoui, 1987).

Selon Le Houerou (1995), considère que l'espèce peut être un moyen de protection contre l'érosion hydrique.

6.2. Intérêt fourrager

Des études ont montré que l'espèce est riche en matières digestibles et en cellulose brute, d'où sa grande digestibilité (Hassan, 1983).

En revanche, ont montré que lorsque les rameaux feuillés atteignent un taux de lignification élevé, la digestibilité régresse de manière significative.

Par ailleurs, l'*Atriplex canescens* est l'un des *Atriplex* les mieux appréciés par les ovins et les graines sont particulièrement appréciées car elles présentent une meilleure ingestion volontaire (Le Houerou, 1995).

Selon Correla (1987), il y a un effet synergique dès lors qu'*Atriplex canescens* est consommé avec deux ou trois espèces, ceci étant dû à la complémentarité des composants d'une espèce avec ceux des autres pour avoir un apport alimentaire équilibré.

La production fourragère varie selon les conditions climatiques et édaphiques, et elle peut atteindre 2800 Kg MS/ha avec environ 300 000 à 600 000 semences par Kg dans les conditions les plus favorables (I.N.R.F, 1992) in (Mameche et al., 2016).

6.3. Intérêt économique

Des essais réalisés par l'INRF et INRA Tunisie en (1971), ont montré qu'*Atriplex canescens* peut être utilisé dans la préparation du concentré destiné à l'alimentation du bétail, car il est riche en fibres cellulosiques, protéines et éléments minéraux. Par ailleurs ; les tiges lignifiées sont utilisées pour la construction des fours traditionnels.

OBJECTIF

L'objectif de notre travail été l'étude de la réponse de la plante introduite (*Atriplex canescens*) aux conditions de la zone de Ksar El Hirane caractérisée par un climat saharien. Pour la réalisation de ce travail, nous avons effectué des sorties sur le terrain (mois d'Avril 2018). Durant lesquelles nous avons réalisé 12 relevés phytoécologique durant la saison optimale de la végétation, chaque milieu homogène a bénéficié de trois relevés phytoécologiques afin de les caractérisés. L'étude du sol du site a porté sur un ensemble de points échantillonnés sous les plantes d'*Atriplex canescens*.

I.1. PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

La Wilaya de Laghouat occupe une superficie de 25 052 km² et fait partie du groupe des neuf wilayat pastorales du pays. Elle se situé à 400 Km au sud de la capitale Alger, ces coordonnées sont : 33⁰48'N, 02⁰53'E. Elle est limitée au Nord et à l'Est par la wilaya de Djelfa, au Nord-ouest par les wilayas de Tiaret et El-Bayad et au sud par wilaya de Ghardaïa (D.P.A.T) (Figure3).

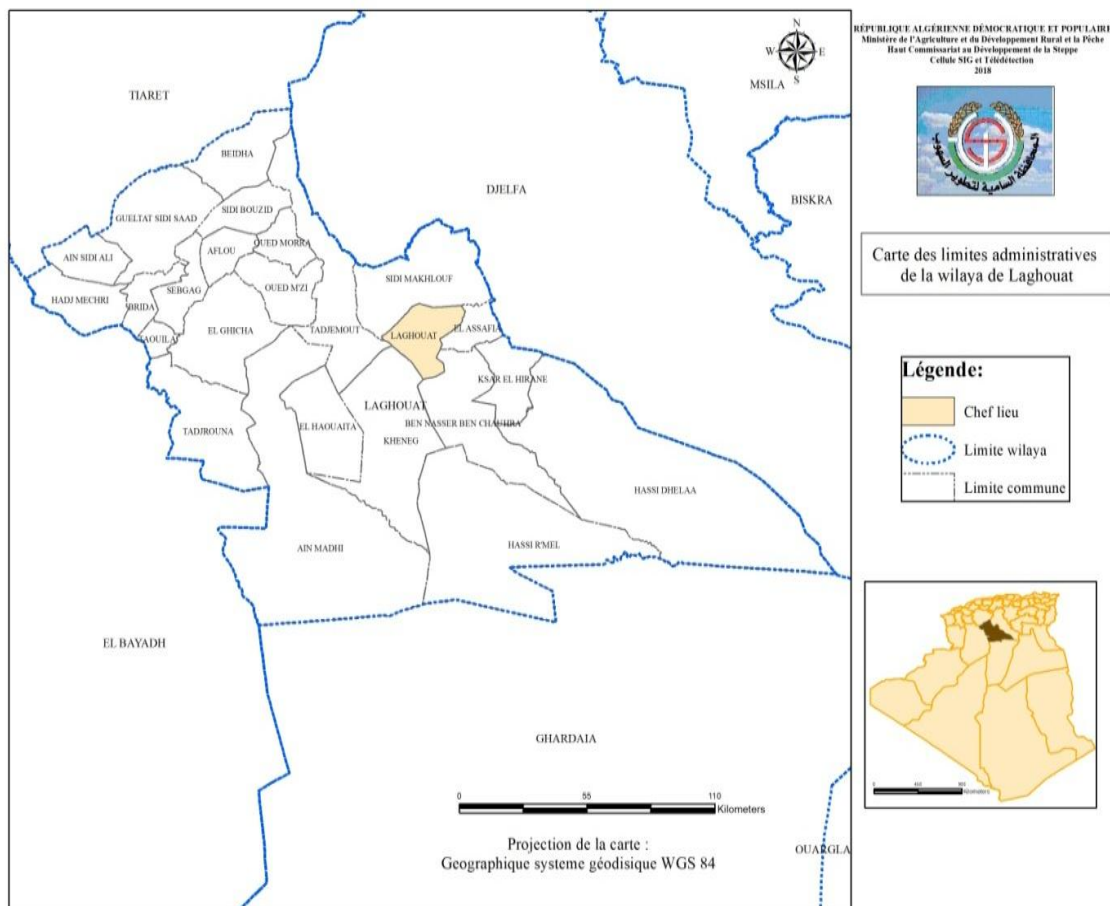


Figure 04. Situation géographique de la wilaya de Laghouat. H.C.D.S(2018)

D'après le DSA 2014, le territoire de la région de Laghouat est reparti comme suit (Tableau 01).

Tableau 01. Répartition de territoire de la région de Laghouat.

Territoire	Superficie /ha
Territoire générale	25.052 ha
Pacage et parcours	1 529 559 ha
Superficie Forestière	91 009 ha
Superficie agricole	Totale : 2 008 706 ha
Superficie Agricole Utile	73.031 ha
Parcours à exploiter	93 855ha
Forêt Claire	45 400 ha
Occupation Alfa	315 125 ha
Alfa à exploiter	72 864 ha

(Source DSA .2014)

I.2. CADRE GEOMORPHOLOGIQUE

2.1. Le relief

Le relief de la wilaya de Laghouat est constitué de deux ensembles géographiques :

- ✓ La zone de l'Atlas Saharien située au Nord-Ouest de la région d'Aflou et de Brida, est caractérisée par des altitudes allant de 1.000 à 1.700 m avec des pentes de 12,5 à 25 %. Elle est constituée de vieux massifs forestiers d'une superficie de 47.095 ha, de nappes alfatières couvrant une superficie de 315.125 hectares (DSA, 2014).
- ✓ La zone des hautes plaines et de plateaux sahariens caractérisée par des altitudes allant de 700 à 1.000 m et des pentes de 0 à 3 %. Elle est constituée de vastes étendues steppiques d'une superficie de 1 900 000 hectares, dont une grande partie est dégradée (DSA, 2014).

2.2. Les sols

Les sols de la Wilaya sont constitués de formations lithologiques découlant de différentes phases orogéniques intervenues au cours des ères géologiques du secondaire, du tertiaire et du quaternaire. L'ensemble des formations lithologiques composant le territoire de la wilaya est constitué de 67% de roches moyennement résistantes à l'érosion, de 26% de roches peu résistantes et de 7% de roches résistantes à l'érosion (DSA, 2014).

En général, les hautes plaines steppiques du centre sont caractérisées par un sol de croûte calcaire friable à 96% et de grés durs à 4 % (DSA, 2014).

Les piémonts et les montagnes de l'Atlas saharien sont composés d'un sol calcaire et grés durs (82%), et de croûte calcaire friable (18%). Les sols du plateau saharien sont composés de 85% des croûtes de calcaire et 10% de marne et d'alluvions (DSA, 2014).

2.3. Les ressources hydriques

Les ressources hydriques superficielles sont localisées dans l'Atlas saharien avec une faible importance à cause de l'irrégularité du régime pluviométrique et à la forte évaporation.

Les principaux oueds sont : Oued M'Zi, Oued Touil et Oued Medsous. Les ressources hydriques sont constituées essentiellement de :

- ✓ Un barrage inféroflux avec un débit de 150 l/s.
- ✓ 140 forages avec un débit de 2089,39 l/s.
- ✓ 3 278 puits avec un débit 14 840 l/s.
- ✓ 206 sources, avec un débit 398 l/s.
- ✓ 18 retenues collinaires avec une capacité de stockage de 9144 m³.
- ✓ 134 réservoirs, avec une capacité de stockage 72 060 m³.

2.4. La flore

La zone Nord-Ouest de la wilaya de Laghouat est constituée de vieux massifs forestiers d'une superficie de 68.43 ha de nappe alfatière couvrant une superficie 315.125 ha dont 77.500 ha exploitable, ainsi que de parcours d'une superficie de 508.000 ha. (C.D.F.,2008).

2.5. La faune

D'après Ramad (2003), terme désignant l'ensemble des espèces animales constituent une zoocénose c'est-à-dire la totalité des unités systématiques présentent dans telle entités.

Dans la région de Laghouat, on peut remarquer la dominance des ovins avec 87.87 % de l'effectif total, suivis par les caprin avec 10.50 % les bovin avec 1.29 %, alors que les chevaux 0.23 % du l'effectif animal (D.S.A, 2009).

2.6. Vocation de la wilaya

Celle-ci est essentiellement à caractère agro-pastorale néanmoins, l'existence de l'important champ gazier de Hassi R'Mel, de la zone industrielle de Laghouat et de nombreuses substances utiles telles que l'argile, le gypse, le sable et son appartenance à l'ensemble des Hauts Plateaux lui ouvrent de larges perspectives d'industrialisation à l'avenir (D.S.A, 2014).

I.3. Cadre climatique

Les facteurs climatiques jouent un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants. En effet, ces derniers ne peuvent se maintenir et prospérer que lorsque les conditions climatiques du milieu sont favorables. En absence de ces conditions les populations sont éliminées suite aux actions multiples néfastes sur la physiologie de ces êtres vivants (**DAJOZ, 1982 ; FAURIE et al., 1984**).

3.1. Précipitations

L'augmentation des précipitations favorise le développement et la propagation des populations d'arthropodes vecteurs.

Les stades immatures (larve, pupa) des vecteurs présentent en effet une forme aquatique ou semi-aquatique (**TOUSSAINT et al., 2006**).

Tableau 02 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Laghouat (1996-2016)

Mois	Jan	Fév	M	Av	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Cumul
P (mm)	13.28	6.46	11.03	18.4	9.95	9.16	6.3	12.65	26.32	18.36	9.44	18.35	159.75

Source: O.N.M. Laghouat, 2017

Les précipitations moyennes annuelles de la région de Laghouat (1996-2016) varient entre 6.3 mm et 26.32 mm, où le mois le plus arrosé est septembre avec une pluviométrie de 26.32 mm et le mois le moins arrosé est juillet avec une pluviométrie de 6.3 mm. (Tableau 02).

3.2. La Température :

La température influence la limite de distribution, la compétence et la capacité des insectes vecteurs.

La distribution des vecteurs est notamment limitée par les températures minimales et maximales qui empêchent leur survie d'une saison à l'autre (**TOUSSAINT et al., 2006**).

Tableau 03 : Les températures moyennes mensuelles enregistrées à Laghouat en 1996-2016

Mois	Jan	Fév	M	Av	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
T(C°)	8.3	9.85	13.76	17.04	22.59	28.06	32.08	30.3	28.35	19.78	12.76	9.3	19.10

(ONM ; Laghouat, 2017).

La température moyenne annuelle de la région de Laghouat (1996-2016) est de 19.10°C avec une valeur maximale de 32.08 °C en mois de juillet et une valeur minimale de 8.3 °C en mois de janvier. (Tableau 03).

I.4. SYNTHÈSE BIOCLIMATIQUE

4.1. Diagramme ombrothermique de Bagnoul et Guassen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de comparer, mois par mois, la température et la pluviométrie. Une période de l'année est considérée comme sèche lorsque la pluviométrie, exprimée en mm, est inférieure au double de température (exprimé en °C) (DAJOZ, 2006). Le diagramme ombrothermique de la région de Laghouat révèle que celle-ci est caractérisée par une période sèche qui dure toute l'année (figure 4)

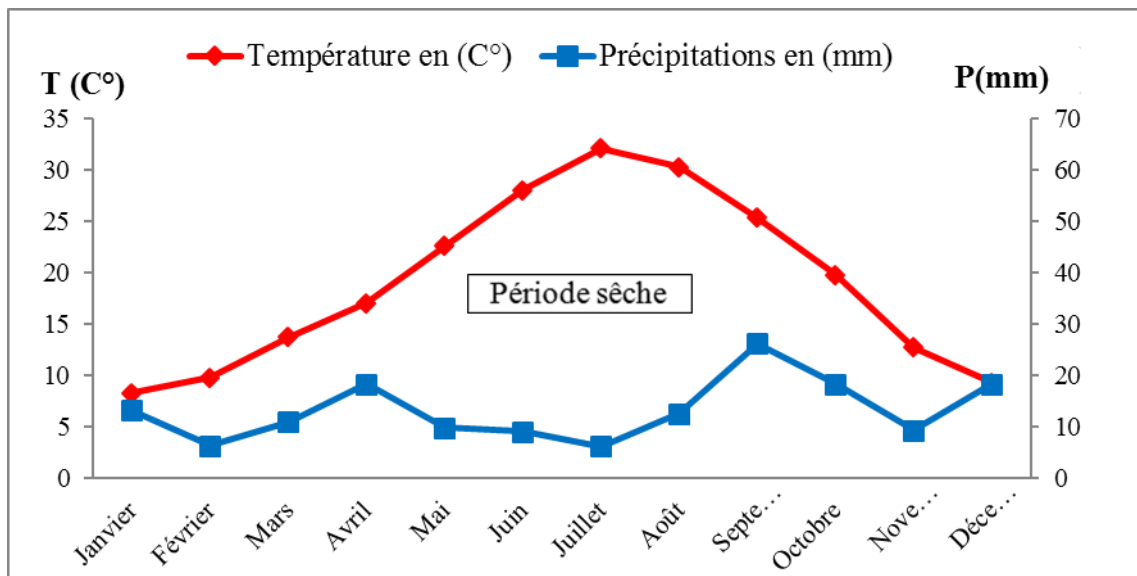


Figure 05. Diagramme Ombrothermique de BAGNAULS & GAUSSEN de la région de Laghouat (1996-2016)

4.2. Climagramme d'Emberger

La méthode d'Emberger permet la classification des différents climats méditerranéens (Dajoz.,2003). Cette classification fait intervenir deux facteurs essentiels, d'une part la sécheresse représentée par le quotient pluviothermique Q_2 en ordonnées et d'autre part la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en abscisses. Il est défini par la formule simplifiée suivante (Stewart, 1969) :

$$Q_2 = 3.43 \times \frac{P}{M-m}$$

P : pluviométrie annuelle en mm ;

M : température moyenne maximale de mois le plus chaud en °C.

m : température moyenne minimale du mois le plus froid en °C.

Le quotient pluviothermique est d'autant plus élevé que le climat est plus humide (Dajoz, 2003). Cet indice n'est vraiment établi que pour la région méditerranéenne et qu'en fonction de la valeur de ce coefficient on distingue les zones suivantes :

- Humides pour: $Q_2 > 100$
- Tempérées pour: $100 > Q_2 > 50$
- Semi arides pour: $50 > Q_2 > 25$
- Arides pour: $25 > Q_2 > 10$
- Désertiques pour: $Q_2 < 10$

Afin de déterminer l'étage bioclimatique de notre zone d'étude et le situer dans le climagramme d'EMBERGER, nous avons calculé le quotient pluviothermique pour les deux stations, Q_2 avec les données climatiques calculées sur une période de 20ans Q_2 (1996-2016).

La station de Laghouat : $Q_2 = 3,43 \times 159,75 = 21,06$

(32.11-6.10)

D'après la Figure 05, la station de Laghouat se situe sous un étage bioclimatique Présaharienne à hiver frais, Valeur confirmée par notre calcul de $Q_2 (1996/2016) = 21,06$ (avec $m = 6,10 \text{ C}^\circ$, $M = 32,11 \text{ C}^\circ$ et $P = 159,75 \text{ mm}$).

D'après la (Figure 05), la station de Laghouat se situe sous un étage bioclimatique très sec

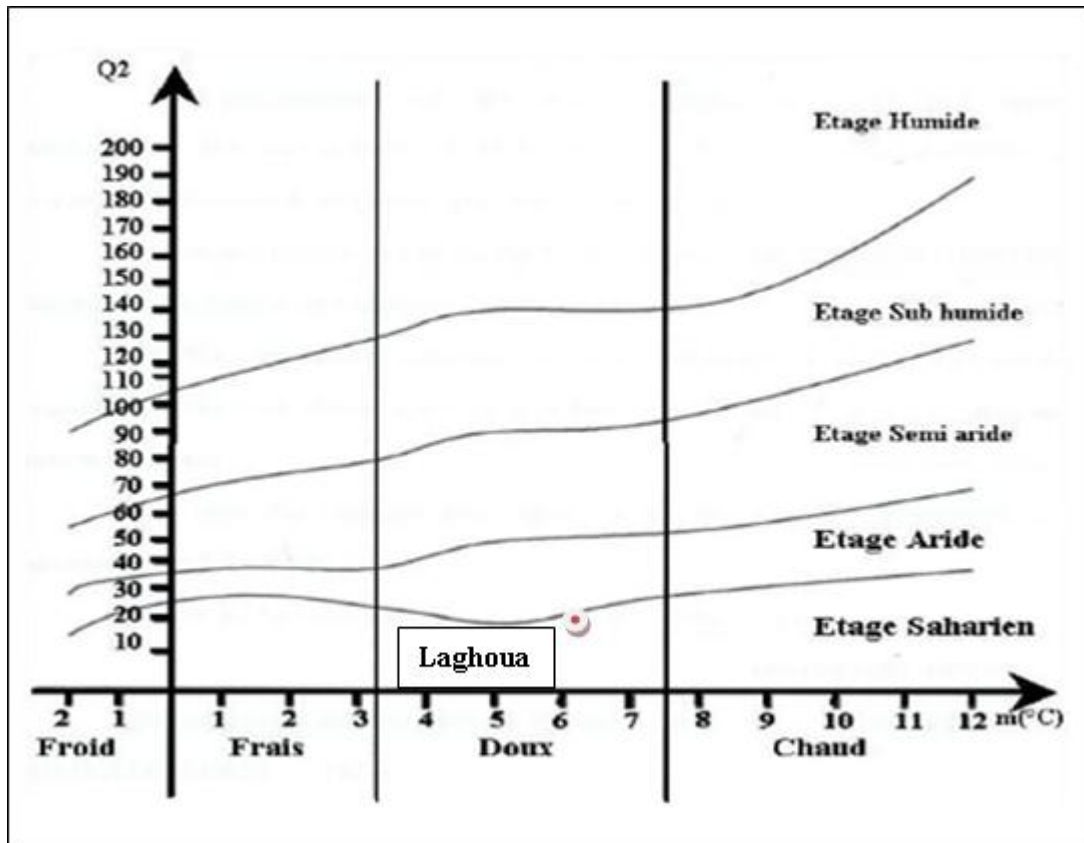


Figure 06. Climagramme pluviothermique d'Emberger pour la région de Laghouat (1996-2016)

II.1. PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

Le choix des stations est une étape importante qui doit être guidé par les objectifs de l'étude. Dans notre contexte, en nous basons sur les définitions qui leurs ont été attribuées. Un site est une surface ou les conditions écologiques sont considérée comme étant homogènes et/ou la végétation est uniforme (Le Floch, 2008).

En écologie, un « site » est un paysage végétal homogène ; c'est un espace dans lequel les principaux facteurs écologiques, roche mère et sol, microclimat et exposition, végétation ligneuse et herbacée sont homogène (Ducauffour, 1977).

✓ Situation de la site d'étude

La région de Ksar el Hirane est situé à environ 30 km au sud-est de la ville de Laghouat sur le plain alluvial de Oued M'Zi. Elle est limitée au nord par la commune de Messaad, à l'Est par la commune Hassi Delaa, à l'Ouest par la comune d' El Assafia et au sud par la commune de Ben Nacer Ben Chohra. Elle est caractérisée par des altitudes faibles qui ne dépassent pas 700m.

Le site étudié est appelé Smaim, situé à 07 Km de chef-lieu de La commune Ksar El Hirane (N -E) Superficie de la plantation 500 ha, créé en 2008 par le HCDS (Figure 6).

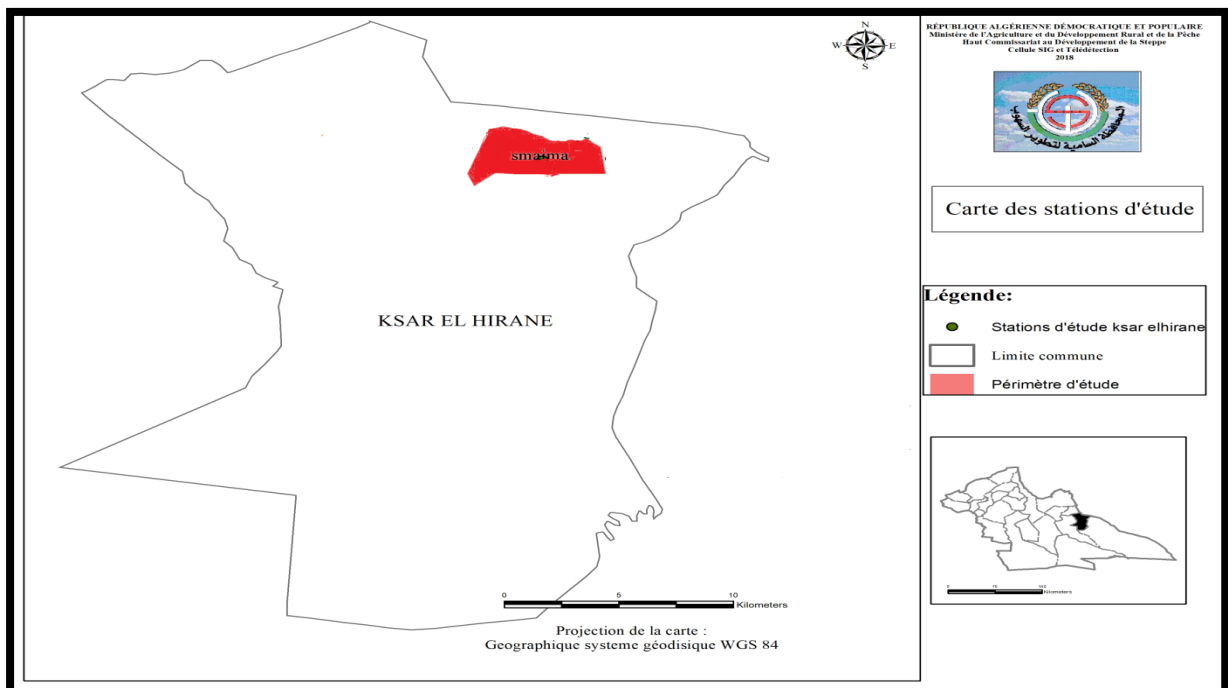


Figure 07. Localisation de site d'étude (Smaim)

H.C.D.S(2018)

II.3. ETUDE FLORISTIQUE

3.1. Méthode d'échantillonnage

L'échantillonnage consiste à choisir des éléments de façon à obtenir des informations objectives et d'une précision mesurable sur l'ensemble de ces éléments (Gounot, 1969).

Afin d'atteindre notre objectif, nous avons fait recours à l'échantillonnage systématique qui définit par (Long, 1974), comme étant : « l'échantillonnage qui consiste à disposer des échantillons selon un mode répétitif pouvant présenter un réseau de mailles régulières, de bandes ou transect de ligne en disposition régulière, de segments consécutifs, de ligne de points.

3.2. Protocole expérimentale

Sur terrain : On a établi 12 relevés linéaires pour 4 sous stations, L'emplacement des relevés dans chaque station, a été choisi en fonction de l'homogénéité physionomique, géomorphologique, ainsi que l'homogénéité des faciès de végétation, sont les facteurs déterminants dans l'emplacement de nos relevés (Le Floc'h, 2008).

En steppe, la technique retenue est celle dite « technique de la ligne », qui semble être la plus efficace dans ces formations, car elle est simple, rapide, relativement objective et utilisable dans tous les types de végétation bases (Gounot, 1969), (Aidoud, 1983).

Le relevé linéaire est considéré comme un moyen efficace pour étudier l'évolution de la couverture végétale lorsqu'il s'agit d'une ligne permanente (Gounot, 1969), (Aidoud, 1983). Une lecture se fait tous les 10 cm le long d'une ligne de 10 m ou 20 m dans notre cas (10 m), matérialisée par un ruban gradué tendu au-dessus de la végétation. (Annexe 01, photo 02).

Cette méthode linéaire permet de fournir des données concernant la végétation, le type des données récoltées est le suivant :

N : Nombre de point de lecture (100, dans notre cas).

N_v : Nombre de point de végétation.

N_{sv} : Nombre de point sans végétation = Nombre de point où les éléments de la surface du sol ont été notés.

n_i : Nombre de point où l'espèce i a été notée sur le formulaire.

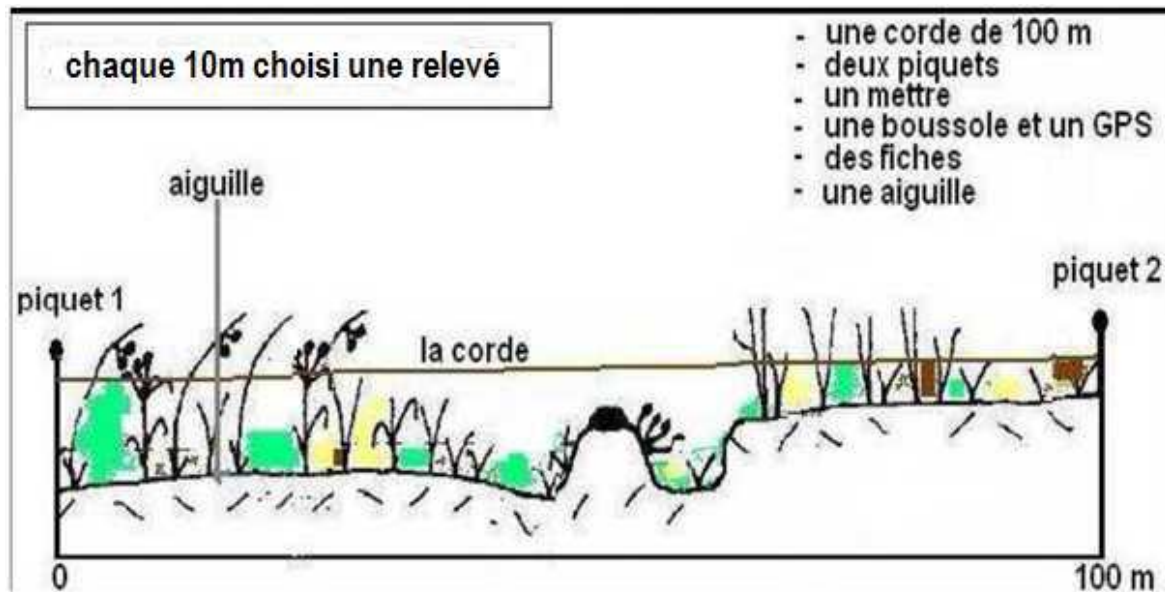


Figure 08. Distribution des relevés à l'intérieur de chaque station.

(Source. Kaddour, 2013)

Nous avons utilisé sur le terrain Un ruban-mètre de 10 m de long pour la délimitation des relèves et un sécateur pour couper la végétation pour le prélèvement des spécimens de plantes destinés à l'herbier et pour les analyses au laboratoire, des sachets en plastiques et papier pour ramener la végétation, des piquets et des cordes pour délimiter les relevés, appareil photo pour la prise des photos.

II.4. ANALYSE DES DONNEES FLORISTIQUE

4.1. Identification des espèces

Un herbier a été préparé et l'identification des espèces a été effectuée selon des guides spécialisés tels que la Ozenda (1994) ainsi que celle de Quezel et al (1962).

4.2. Analyse du patrimoine biologique

4.2.1. La richesse floristique

a. Richesse totale (S)

C'est le nombre total d'espèces que comporte peuplement considéré dans un écosystème donné. D'après Ramade (2003), la richesse totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent. Elle représente en définitives des paramètres fondamentaux caractéristique d'un peuplement et représente la mesure la plus utilisé de sa biodiversité. On utilise l'échelle de Daget et al (1991) :

- Raréfiée : < de 5 espèces.
- Très pauvre : de 6 à 10 espèces.
- Pauvre : de 11 à 20 espèces.
- Moyenne : de 21 à 30 espèces.
- Assez riche : de 31 à 40 espèces.
- Riche : de 41 à 60 espèces.
- Très riches : de 61 à 75 espèces.

b. La richesse moyenne (Sm)

D'après Ramade (2003), la richesse moyenne s'avère d'une grande utilité dans l'étude de la structure des peuplements. Elle correspond au nombre moyen des espèces présentes dans un échantillon (relevé) du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement. La richesse moyenne permet de calculer l'homogénéité du peuplement.

c. Le recouvrement global de la végétation RGV%

Désigne en phytosociologie la proportion de la surface totale d'une station couverte par une espèce végétale donnée (Ramade., 2003). Le recouvrement total de la végétation est défini théoriquement comme le pourcentage de la surface du sol qui serait recouvert par les végétaux (Gounot., 1969). C'est un indicateur de l'état de la végétation (Hammouda., 2009). Il est exprimé en pourcent par la relation qui suit :

$$\text{RGV}\% = N_v \times 100 / N$$

N : Nombre de point de lecture (100 points dans cette étude).

N_v : Nombre de point de végétation.

d. La fréquence spécifique (Fsi)

La fréquence spécifique exprime la probabilité de présence d'une espèce i dans l'unité échantillonnée. Elle est égale au rapport exprimé en pourcent du nombre de fois (n_i) où l'espèce (i) a été recensée le long de la ligne au nombre totale de points de lecteur (N) (Hammouda., 2009).

$$F_{si} = n_i * 100 / N$$

D'où

$$\sum F_{si} = RGV\%$$

e. La contribution spécifique (Csi)

La contribution spécifique (Csi) d'une espèce *i* définit sa participation au tapis végétale. Elle est égale au quotient de la fréquence spécifique centésimale de ce taxon (Fsi) par la somme des fréquences spécifiques de tout le taxon rencontré dans la relevé (Le Floc'h., 2008).

$$C_{si}\% = F_{si} * 100 / \sum F_{si}$$

- ✓ Csi : Contribution spécifique de l'espèce *i*.
- ✓ Fsi : Fréquence spécifique de l'espèce *i*.

f. Taux de réussite

C'est le rapport en pourcentage d'individus plantés et réussis au moment de l'évaluation, et le nombre d'individus mis en place lors l'opération de plantation (Kouidri et al, 2002).

$$\text{Taux de réussite (\%)} = (\text{Nombre d'individus réussi} / \text{Nombre d'individus en place}) * 100$$

g. Paramètres dendrométriques

Les paramètres dendrométriques nous donnent une idée sur l'état de développement des plants qui influe directement sur le couvert végétal spontané par l'ombre portant et la chute des feuilles. Les paramètres dendrométriques retenus sont :

- ✓ **La hauteur moyenne** : la hauteur des individus d'*Atriplex canescens* a été mesurée à l'aide d'un ruban mètre puis nous avons déterminé la hauteur moyenne.
- ✓ **Le diamètre moyen** : l'*Atriplex canescens* est caractérisé par son développement sphérique (touffe) plus ou moins homogène, pour apprécier ce développement nous avons jugé utile de mesurer le diamètre moyen des individus (F.A.O, 1982).
- ✓ **Volume de la touffe** :

$$V = \pi / 3 (a^2 + ab + b^2) H$$

a = grande base de la touffe / 2

b = petite base de la touffe / 2

H = Hauteur de la touffe.

4.3. Evaluation de la biodiversité

Pour chaque espèce inventoriée nous avons identifié son type biologique, pour étudier les spectres biologiques et phytogéographiques.

4.3.1. Evaluation qualitative

➤ Diversité systématique

Les taxons composant les différentes unités de végétation prises en Considération ont été regroupés en familles ; ceci a été réalisé à partir de la Flore d'Ozenda (1977) et celle de Quezel et al (1962-1963).

➤ Diversité biologique

✓ Spectre réel

Préconisé par Carles (1949) in (Amghar, 2002), exprime mieux la Structure de la végétation, mais difficilement applicable à une grande échelle (Région par exemple), il est établi en tenant compte du taux réel de recouvrement de chaque type biologique ou phytochorique par rapport à l'effectif du peuplement étudié.

➤ Les types biologiques de Raunkiaer

Le spectre biologique d'un type de végétation, qui traduit la répartition relative des différents types biologiques de Raunkiaer, donne des indications sur les stratégies adaptatives et structure de la végétation Gallandat et al (1995) in (Bouderbala, 2012).

Nous avons utilisé les types biologiques répertoriés dans la base de Données Phanart Lindacher (1995) in (Bouderbala, 2012)

➤ Diversité phytogéographique (phytochorique)

Pour déterminer le type phytochorique nous avons utilisé plusieurs flores dont la flore de l'Algérie (Quezel et al, 1962-1963), la flore du Sahara (Ozenda, 1977), les travaux de Dahmani (1996), Amghar (2002) et (Benahmed et al, 2007). Les types phytogéographiques retenus sont :

- Méd : Méditerranéen.

- M-S-A : Méditerranéo-Saharo-Arabique.
- S-A : Saharo- Arabique.
- S-S : Saharo-Sindien.
- End : Endémique.
- E : Européennes.
- E-M : Européen-Méditerranéen.
- I-T : Irano-Touranien.

4.3.2. Evaluation quantitative

Selon Ramade (1984) « l'étude quantitative de la diversité peut être réalisée selon diverse approches qui sont fondées sur l'usage d'indices de diversité dont la formulation est plus ou moins complexe ».

Mesurer la diversité qui exprime le degré de complexité d'un écosystème, c'est tenir compte de la richesse spécifique (nombre totale de taxons), et de l'équitabilité ou régularité c'est-à-dire la façon dont se répartissent les espèces du point de vue de l'abondance, car la diversité selon la définition de Ramade (1981) in Bouderbala, 2012 diffère de celle de richesse dans la mesure où elle tient compte en plus du nombre de taxons, de la fréquence ou probabilité de chacune d'elles. Nous avons retenu pour les régions échantillonnées l'indice de diversité spécifique de Shannon (H') et l'équitabilité (E).

a. Indice de diversité spécifique de Shannon (H')

C'est un indice de diversité, indépendant d'une hypothèse de distribution, selon Frontière et Pichod-viale (1993). Cet indice « mesure précisément la quantité moyenne d'information donnée par l'indication de l'espèce d'un individu de la collection – moyenne calculée sur la collection à partir des proportions d'espèces que l'on y a observées ».

Il est exprimé par :

$$H' = -\sum P_i \log_2 P_i$$

$$P_i = n_i/N$$

P_i : probabilité de rencontre l'espèce i dans le groupement. Pour notre étude nous avons utilisé le recouvrement relatif de l'espèce dans le groupement au lieu de sa probabilité d'apparition.

n_i : l'effectif de l'espèce i ou le recouvrement relatif de l'espèce i .

N : l'effectif total ou le recouvrement relatif total d'individus.

L'indice de Shannon s'exprime en « bits par individus ». Il varie entre 0.5 et 5 bits/individus, dans le même sens que la richesse spécifique et en fonction des mêmes paramètres dynamiques et environnementaux (Lacoste & Salanon, 1999).

b. Equitabilité (régularité) (E)

L'évaluation de la diversité spécifique d'un échantillon est généralement complétée par un indice d'Equitabilité (E). Celle-ci représente le rapport entre la diversité spécifique de Shannon maximale théorique et logarithme de richesse spécifique de l'échantillon. Cet indice a pour formule :

$$E = H' / \log_2 N$$

Selon Bendou (2011), « l'Equitabilité d'un peuplement comportant dix espèces différentes sera maximale si les populations de chacune de ces espèces comportent le même nombre d'individus et au contraire l'Equitabilité est faible si une de ces espèces représente à elle seule 99 % du nombre total d'individus présents dans ce peuplement ». Le degré d'Equitabilité (ou de régularité) fournit une image plus précise de la structure spécifique du peuplement et, en définitive, des modalités de partage du biotope (Lacoste et Salanon, 1999).

Cette quantité varie de 0 à 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus (Bendou, 2011).

II.5. ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DU SOL

L'étude du sol du site a porté sur un ensemble de 20 points échantillonnés sous l'Atriplex. Les prélèvements ont été effectués à l'aide d'une tarière. Les échantillons prélevés sont mis dans des sacs hermétiquement fermés, étiquetés et ramenés au laboratoire de l'université de Laghouat, afin de subir différentes analyses.

5.1. L'analyse granulométrique

L'analyse granulométrique s'effectue sur une prise d'essai de terre fine (éléments < 2mm). Elle a pour but de déterminer le pourcentage de différentes fractions de particules minérales constituantes des agrégats (Annexe 02, photo 08).

5.2. Détermination de l'humidité de sol

L'humidité est la quantité d'eau contenue dans un sol. Elle est mesurée par rapport à la quantité de la terre sèche, et exprimée en % (gramme H₂O/100g de terre).

La teneur en eau dans le sol est déterminée par le séchage de 10 g de l'échantillon dans l'étuve à 105C° pendant 48h ; refroidir dans un dessiccateur et peser puis remettre 1h à l'étuve et procéder à une nouvelle pesée et continuer l'opération jusqu'à ce que le poids soit constant (Soltner,1982) in (Halima, 2015).

L'humidité est donnée par la relation suivante :

$$H\% = (\text{poids de terre humide / poids de terre sec}) * 100$$

5.3. Mesure de pH

La mesure se fait par un pH-mètre (mesure électrique) sur l'extrait dont le rapport terre/eau est de 2/5.

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.

Mettre 10g du sol dans 50 ml d'eau distillée le rapport sol (eau est de 2/5, en agitant une demi-heure à l'aide d'un agitateur magnétique, puis mesuré la solution par le pH-mètre.

5.4. Mesure de conductivité électrique (CE)

La mesure de conductivité électrique s'effectue sur une suspension de terre fine. Le rapport poids/liquide. (Sol/eau distillé) doit être constant (1/5 ou 1/10 et 1/20) à l'aide de conductimètre.

5.5. Détermination de la teneur en matière organique (MO)

La teneur en matière minérale (MM) est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique (incinération) (Amrani,2006).

Nous avons porté au four à moufle l'échantillon, chauffer progressivement, afin d'obtenir une carbonisation sans inflammation de la masse (four à moufle), pendant 5 heures à 550 C°.

L'incinération doit être pour suivie s'il y a lieu jusqu'à combustion complète du charbon formé à l'obtention d'un résidu blanc ou gris clair, refroidir le résidu de l'incinération puis peser. La teneur en matière minérale est donnée par la relation suivante :

$$\text{MM}\% = \text{A} * 100 / \text{B}$$

A : poids des cendres. B : poids de l'échantillon. MM : matière minérale.

Les substances qui sont 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).

$$\text{MO}\% = 100 - \text{MM}\%$$

5.6. Détermination de la teneur en matière azotées (MAT)

L'azote a été déterminé par la méthode de Kjeldahl, à partir d'une prise d'essai (PE) de 5 g de l'échantillon. Cette méthode détermine le contenu azoté des substances organiques et inorganiques la méthode de Kjeldahl qui peut être divisée en 04 étapes (Annexe 02, photo 09) :

Minéralisation → **Digestion** → **Distillation** → **Titration**

La concentration en protéines ou la matière azotée totale d'un aliment est estimée en fonction de sa teneur en azote N :

$$\text{MAT}\% = \text{N} \times 6,25$$

II.6. LES PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES

6.1. Détermination de la matière sèche (MS%)

La teneur en matière sèche est mesurée, pour chaque échantillon récolté immédiatement après la récolte. Le but est de déterminer la teneur en matière sèche dans l'espèce étudiée par dessiccation de cette dernière dans une étuve à air, réglée à 105°C. Nous avons introduit des échantillons de chaque site dans l'étuve à 105°C. Cependant, 24h jusqu'à poids constant pour un séchage complet afin de faciliter l'opération de broyage.

La teneur en matière sèche est donnée par la formule :

$$\text{MS}\% = \text{y} / \text{x} * 100$$

x : poids de l'échantillon frais.

y : poids après dessiccation.

6.2. la teneur en eau

La teneur en eau est calculée par différence entre le poids de matière fraîche (PF) de l'échantillon et son poids de matière sèche (PS), après passage à l'étuve pendant 48 heures à 80°C. les échantillons sont pesés, à des intervalles de temps réguliers, jusqu'à obtention d'un poids constant.

$$\text{TE (\%)} = \frac{[\text{PF}-\text{PS}]}{\text{PF}} * 100$$

6.3. Dosage de la chlorophylle

La chlorophylle est extraite suivant la méthode de Francis *et al.*, (1970) qui consiste à :

- macérer les feuilles dans un mélange d'acétone et d'éthanol (75 % et 25%)
- couper les feuilles en petits morceaux 0.1g (matière fraîche) et les mettre dans des boîtes noires (pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière)
- procéder à la lecture des densités optiques des solutions à l'aide d'un spectrophotomètre à deux longueurs d'ondes (645 et 663 nm), après étalonnage de l'appareil avec la solution témoin d'acétone à 80% et d'éthanol à 40%. (Annexe 02. Photo 06, 07).

Les équations suivantes étudiées par Kinney (1941) ont été utilisées pour calculer la teneur en chlorophylle totale :

$$\text{Chlorophylle totale} = 20.2 * \text{DO (645nm)} + 8.02 * \text{DO (663nm)}$$

II.7. LES PARAMETRES BIOCHIMIQUES

7.1. Dosage des sucres solubles

Le sucre est présent dans les plantes de manière naturelle puisqu'il entre dans le processus de photosynthèse. Les sucres représentent le principale sucre d'énergie des plantes mais sont aussi indispensables comme élément de base dans la formation des réserves (amidon), des parois (cellulose).

L'extraction et le dosage des sucres solubles, dans les feuilles et les racines des plantes, sont faits selon la méthode de Dubois (1956) qui consiste à :

- mettre 100 mg de matière fraîche dans des tubes à essai.
- ajouter 5 ml d'éthanol à 80%.
- laisser le tout au repos pendant 48h.

- faire évaporer tout l'alcool en mettant les tubes à essai dans un bain Marie à 70°C.
- après refroidissement, mettre dans chaque tube à essai 20 ml d'eau distillée.
- prendre 1 ml de la solution et ajouter 1 ml de phénol à 5 % en prenant soin de bien agiter.
- ajouter 5 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) concentré et déposer les tubes à essai dans un bain de glace ; les laisser reposer durant 30 min.
- procéder à la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 640 nm. (Annexe 02, photo 05).

7.2. Dosage de la proline

La proline est dosée selon la technique utilisée par Troll et Lindesly (1955), simplifiée et mise au point par Dreier et Goring (1974) et modifiée par Monneveux et Nemmar (1986)

Le principe est la quantification de la réaction proline-ninhydrine par mesure spectrophotométrique. La proline se couple avec la ninhydrine en formant un complexe coloré. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de proline dans l'échantillon.

L'extraction de la proline consiste à :

- prélever 100 mg de matière fraîche foliaire et racinaire de chaque répétition et les mettre dans des tubes à essai.
- ajouter 2 ml de Méthanol à 40 %.
- porter les tubes couverts (pour éviter la volatilisation de l'alcool) à l'ébullition au bain marie à 85 °C pendant 60 min.
- prélever, après refroidissement, 1 ml de l'extrait de chaque tube et mettre dans de nouveaux tubes auxquels on ajoute 1 ml d'acide acétique.
- ajouter, dans chaque tube, 1 ml de mélange contenant 120 ml d'eau distillée, 300 ml d'acide acétique, 80 ml d'acide orthophosphorique (H₃PO₄, densité 1,7) et 25 mg de ninhydrine.
- porter le mélange à ébullition au bain marie à 100°C durant 30 min. La solution vire vers le rouge.
- extraire le chromatophore, après refroidissement des solutions, avec 5 ml de toluène ; deux phases se séparent après agitation au vortex.
- prélever la phase supérieure contenant le chromatophore à laquelle on ajoute 5 mg du sulfate de sodium oxydé Na₂ SO₄ à l'aide d'une spatule pour éliminer l'eau qu'elle contient.
- lire la densité optique des échantillons à l'aide d'un spectrophotomètre à la longueur d'onde de 528 nm, correspondant à son maximum d'absorption. (Annexe 02, photo 04).

Dans ce chapitre nous présenterons les résultats des données de nos travaux de terrain réalisés dans le site d'étude Smaim. Les résultats sont ceux des analyses de sol et de la végétation.

Après investigations botaniques et édaphiques menées au cours de la présente étude pour étudier l'efficacité de l'aménagement « plantation », dans la restauration des sols dégradés et participer au renouvellement du couvert végétal.

I.1. ETUDE FLORISTIQUE

Le site d'étude est classé comme milieu pauvre, selon l'échelle de Daget et al (1991).

1.1. Description du patrimoine biologique

1.1.1. Richesse Totale (S)

Les relevés floristiques réalisés dans le site (Smaim) nous a permis de recenser 12 espèces appartenant à 7 familles, divisées en 10 plantes vivaces et 2 plantes annuelles (figure 8).

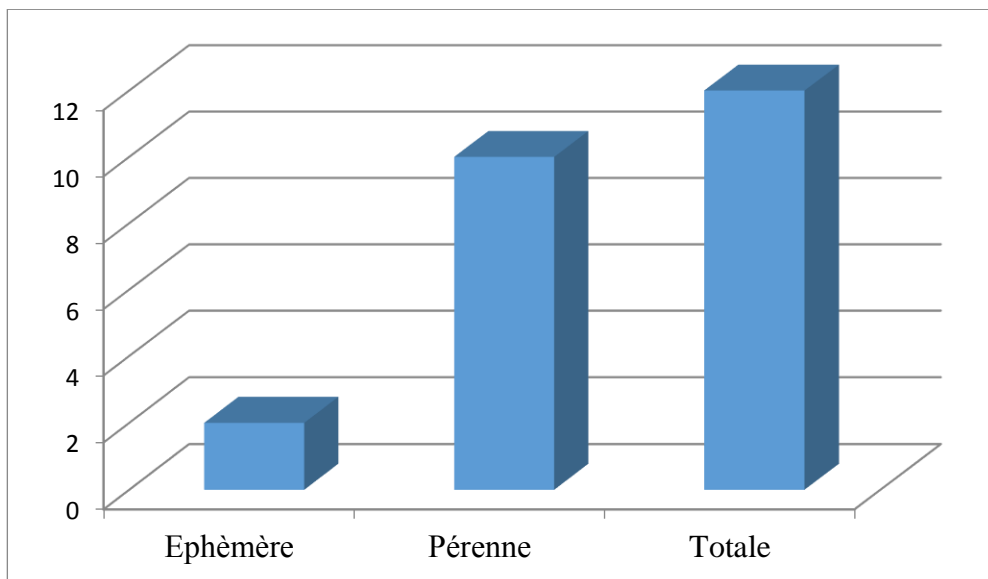


Figure 09. Nombre d'espèces par catégorie biologique de site d'étude.

Le site d'étude est classé comme milieu pauvre, selon l'échelle de Daget et al (1991).

Comparaison de la richesse totale du site Smaim avec des études antérieures (tableau 4).

Tableau 04. Richesse totale du site Smaim durant différentes années

Année	2013 (Naoumi et al, 2013)	2014 (Faggous, 2014)	2018
Richesse Totale (S)	18	19	12

D'après le Tableau 04, on remarque la richesse totale la plus élevée pendant l'année 2014 avec (S = 19) (Faggous, 2014), et la faible richesse marquée pendant l'année 2018 (S = 12).

La composition floristique varie selon les conditions climatiques (essentiellement les précipitations et la température), le type d'exploitation, le sol et la topographie. (Aidoud, 1989 ; Le Houérou., 1993 ; Le Houérou., 1995).

D'après Ramade (2003), la richesse totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent. Elle représente en définitive des paramètres fondamentaux caractéristique d'un peuplement et représente la mesure la plus utilisée de sa biodiversité. La diminution de la richesse totale est due aux nombres des espèces éphémères réduits sous l'effet du manque de pluie. Monod (1973) souligne que l'apparition des éphémères est rapide, presque brutale, dès qu'il pleut, le sol se couvre de plantes qui ne présentent aucune adaptation morphologique à la sécheresse.

1.1.2. Richesse Moyenne (Sm)

Dans la plantation d'*Atriplex canescens* (Smaim), La richesse moyenne est estimée à une valeur de 4,5 espèces/relevée.

D'après l'Unesco (1960), les herbes n'apparaissent que pendant une brève période de l'année, quand les conditions deviennent favorables, et les vivaces présentent des modifications morphologiques qui leur permettent de supporter l'insuffisance d'humidité et les longues périodes de sécheresse. Selon Ramade (1984) « un potentiel biotique élevé, une croissance rapide, des populations se renouvelant vite c'est la stratégie (r).

Toutefois l'inégalité de répartition entre les éphémères et les vivaces est due aussi à l'adaptation à la sécheresse (Ozenda, 1983).

Chehma et al (2005), signalent que les dépôts alluviaux à fond rocailloux sont beaucoup plus riches que ceux à fond sableux. Ce qui facilite la tâche de la plantation, c'est le choix de

site a plantée, et l'apparition des espèces indigène dès l'interdiction d'axé des cheptels confirme ce résultat.

I.2. EVALUATION DE LA BIODIVERSITE

❖ Evaluation qualitative

Les listes floristiques des relevés de végétation permettent l'étude de la composition systématique, biologique et biogéographique.

2.1. Diversité systématique

D'après les relevés réalisés dans le parcouré planté, nous avons recensé 12 espèces (Annexe 3 tab.01), réparties en 12 genres et appartenant à 7 familles est illustrée dans la (figure 9) avec la dominance de la famille de *Chenopodiaceae* qui occupe (25%) du peuplement avec 3 espèces, réparties en 3 genre, suivi par *Asteraceae*, *Fabaceae* et *Plantaginaceae* (17%), suivi par *Zygophyllaceae*, *Thymelaeaceae* et *Cistaceae* qui occupent (8%). (Annexe 3, tableau 01)

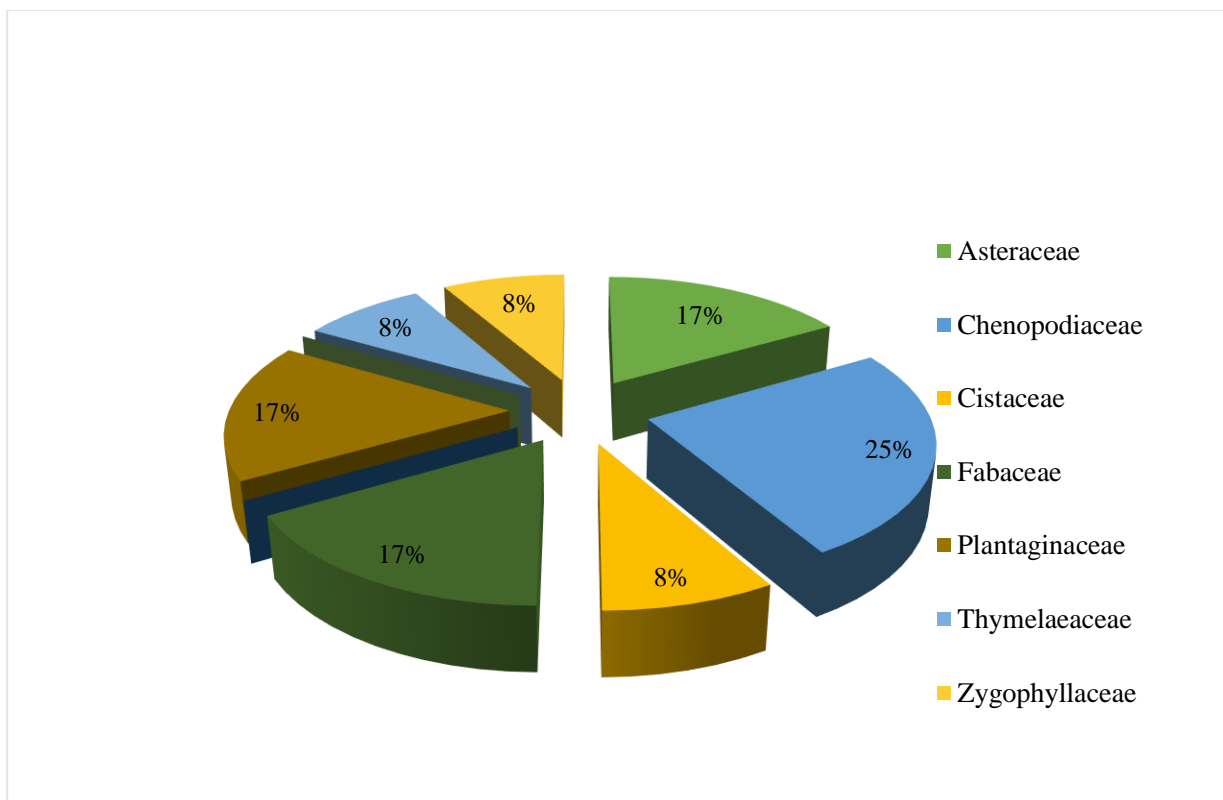


Figure 10. Spectres des familles rencontrées dans le site d'étude « Smaim »

Par la comparaison de nos résultats aux études antérieures (Naoumi et al, 2013 ; Faggous, 2014), il y a disparition de plusieurs familles (tableau 05).

Tableau 5. Variation de la composition des familles de la zone d'étude.

Année	2013 (Naoumi et al, 2013)	2014 (Faggous, 2014)	2018
Famille	Chenopodiaceae	Chenopodiaceae	Chenopodiaceae
	Asteraceae	Asteraceae	Asteraceae
	Fabaceae	Fabaceae	Fabaceae
	Plantaginaceae	Plantaginaceae	Plantaginaceae
	Cistaceae	Cistaceae	Cistaceae
	Thymelaeaceae	Thymelaeaceae	Thymelaeaceae
	Zygophyllaceae	Zygophyllaceae	Zygophyllaceae
	Orobanchaceae	/	/
	Lamiaceae	Lamiaceae	/
	Capparaceae	/	/
	Poaceae	Poaceae	/
	Euphorbiaceae	Euphorbiaceae	/
	Resedaceae	Resedaceae	/
	/	Capparidaceae	/
	/	Brassicaceae	/
/	Caryophyllaceae	/	

2.2. Diversité biologique

❖ Spectre biologique réel

En se basant sur la composition floristique de la végétation, des relations entre les types biologiques, les traits fonctionnels des plantes et l'environnement sont recherchées pour comprendre le comportement de la végétation face au milieu et ses contraintes (Akkouche, 2011).

La répartition de la flore inventoriée de site étudié selon les types biologiques est illustrée dans la (figure 10).

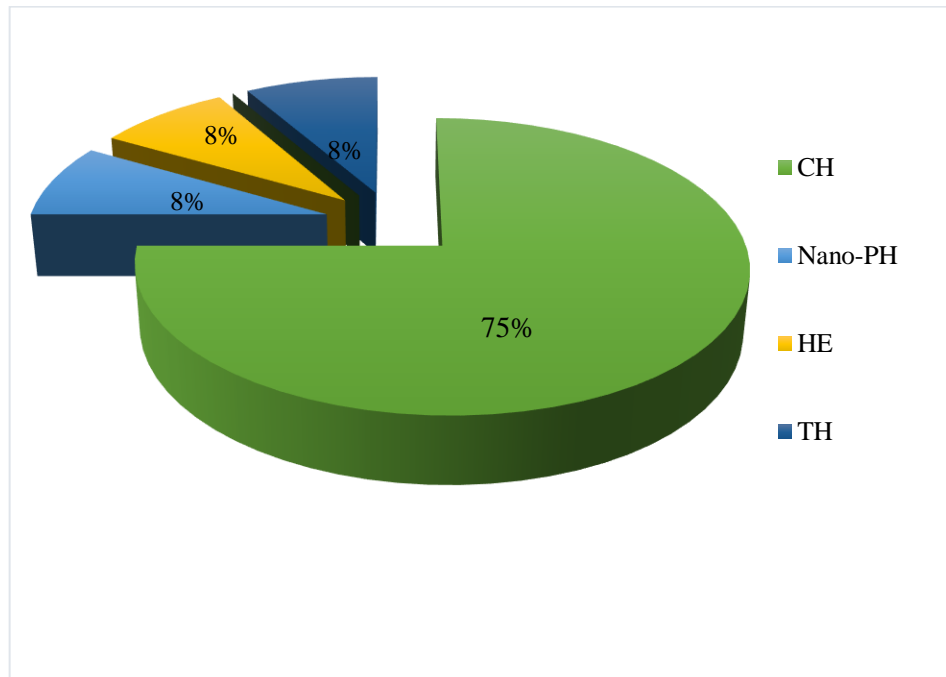


Figure 11. Spectres biologiques réels de site d'étude en (%).

Le spectre réel de site « Smaim », montre que c'est les Chaméphytes qui domine (75%), suivi par les Hémicryptophytes, les Thérophytes et l'apparition des Nano-Phanérophytes 8% représenté par *Retama raetam*. (Annexe 3, tableau 01)

La contribution des types biologiques au tapis végétal suit l'ordre suivant :

Ch > He = Nano-Ph = Th.

La comparaison des spectres biologiques durant les années précédentes (2013-2014-2018), les résultats obtenus dans le tableau suivant :

Tableau 06. Spectres biologiques réels de site d'étude pendant les années (2013-2014-018)

Année	2013 (Naoumi et al, 2013)	2014 (Faggous, 2014)	2018
Spectre biologique	Ch > He > Nano-Ph > Th > Ge	Th > Ch > Nano-Ph	Ch > He = Nano-Ph = Th

Daget (1980), montre la présence d'un taux considérable des Thérophytes souligne un phénomène de Thérophytie, Sauvage (1960), Gaussen (1963), Nègre (1966), Daget (1980) et Barbero et al (1990) in (Hammouda, 2009). Présentent la Thérophytes comme étant une forme de résistance à la sécheresse, ainsi qu'aux fortes températures des milieux arides, ce qui est un trait essentiel de la végétation en zone aride.

La comparaison des spectres biologiques durant les années précédentes (2013-2014-2018), d'après (Tableau 06), On observe que il y a un changement de type biologique d'une année à

l'autre, avec la disparition des Hémicryptophytes pendant (2014) (Faggous, 2014), et absence des Géophytes pendant l'année d'étude.

L'apparition des *Retama raetam*, ce qui revient à la régénération naturelle de cette espèce (Akkouche, 2011).

En effet les Hémicryptophytes préfèrent en général les milieux humides riches en matière organique Barbero et al (1989), ce qui indique une amélioration du milieu (Akkouche, 2011).

Il ressort des travaux d'Orshan et al (1988), Danin et al (1990), Floret et al (1990) in (Akkouche, 2011) que les Géophytes augmentent avec la pluviosité et le froid, ce qui explique que leur absence est due à la sécheresse de site d'étude.

2.3. Diversité phytogéographique

❖ Spectre phytogéographique réel

D'après la (figure11), on observe une dominance de l'élément Saharo- Sindiens avec 44.13%, suivies par les Irano-Touraniennes 30.89%, ensuite les Méditerranéens 12.16%, les Saharo-Arabiques avec 6.59%, puis les Endémiques (4.21%), les Méditerranéo-Saharo- Sindiens (1.73%) et les Méditerranéo-sahariens (1.18%). (Annexe 3, tableau 01)

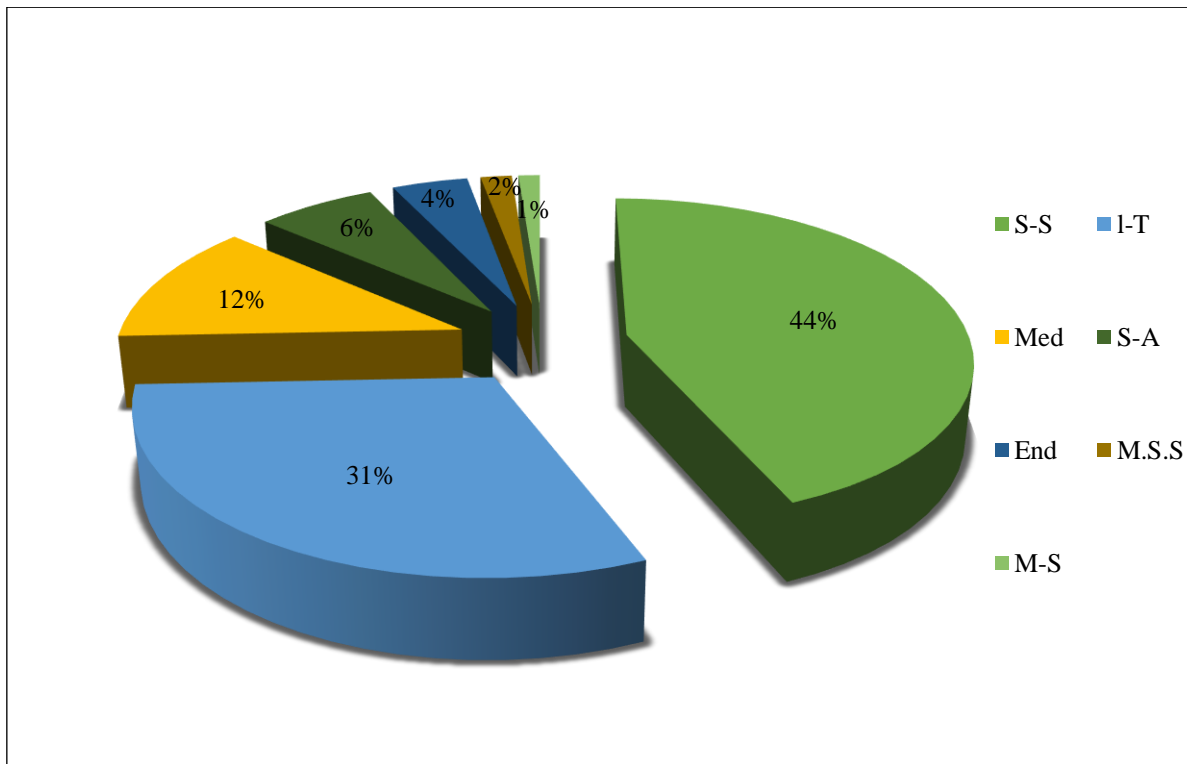


Figure 12. Spectres phytogéographiques réels de site d'étude (%).

La comparaison des spectres phytogéographiques avec les travaux de Faggous (2014), les résultats obtenus dans le tableau suivant :

Tableau 07. Spectres phytogéographiques réels de la zone d'étude pendant les années (2014-018) durant le printemps.

Année	2014 (Faggous,2014)	2018
Spectre phytogéographique	S-S	S-S
	Med	I-T
	E-M	Med
	M-I-T	S-A
	S-A	End
	M-S-S	M-S-S
	/	M-S

La comparaison des types phytogéographiques enregistrés dans les deux années (2014-2018), d'après (Tableau 07), on observe l'apparition de Méditerranéo-Saharien dans l'année 2018, avec un recul de l'élément méditerranéen et l'apparition de l'élément endémique.

3. Taux de réussite

La plantation de Smaim projets d'aménagements de la steppe menée par le HCDS, présente un taux moyen de réussite de 35%, même taux enregistré par Faggous (2014), ce qui témoigne de l'absence de développement de nouveaux individus par la germination des graines.

La faiblesse de la réussite se justifie par plusieurs facteurs, notamment les facteurs climatiques. La pluviosité qui exerce indirectement une influence sur la composition chimique des plantes en zone arides (Nadjraoui, 1981). Ce qui indique qu'il n'y a pas un nouveau développement de l'espèce par les graines. Le nombre élevé des graines produites par individu, et leur capacité de régénérer facilement dans les endroits plantés (Benahmed et al, 2007), La nature du sol, l'exposition, situation géomorphologique...etc.

4. Les paramètres dendrométriques

Les résultats obtenus indiquent une hauteur moyenne en (m) et un volume en (m³) dans le tableau suivant :

Tableau 08. Paramètres dendrométriques de l'*Atriplex canescens*.

	Hauteur (m)	Volume (m ³)
2014 (Faggous, 2014)	0,87	0,79
2018	0.95	0.71

D'après le (Tab.08), nous avons enregistré une hauteur moyenne plus élevée des individus d'*Atriplex canescens* pendant le printemps dans l'année 2018 avec une valeur de 0.95 m, cependant la faible hauteur marquée dans l'année 2014 avec 0.87 m (Faggous, 2014).

On a enregistré la meilleure valeur du volume pendant l'année 2014 avec 0.79 m (Faggous, 2014), et le faible volume marqué pendant l'année 2018 avec 0.71 m.

Les mesures biométriques nous indiquent de l'état de développement de l'*Atriplex canescens* et sa vigueur. L'*Atriplex canescens* présente un développement concentrique qui lui donne la forme d'une sphère (touffe), caractérisée par une hauteur et un diamètre (Benahmed & Bensaha, 2007). La hauteur moyenne varie selon l'âge des individus, en effet les plantations dont l'âge dépassent 4 ans présente des hauteurs supérieurs à 100 cm pour l'*Atriplex canescens* (Barno et al, 2006) in (Naoumi et al, 2013).

Selon Zair (2001) in (Naoumi et al, 2013), le diamètre moyen de la touffe atteignant 1.53 m témoigne de la croissance rapide de l'*Atriplex canescens*. Les grands diamètres ont été enregistrés sur des sols sableux. Les plus faibles touffes sont localisées dans les inter-dunes sur des sols squelettiques. Ce qui justifie l'irrégularité de taux de réussite est estimé dans notre région d'étude de 35%.

5. Recouvrement Globale de la Végétation (RGV%)

Pour étudier l'effet de la plantation d'*Atriplex canescens* sur le recouvrement de la végétation, nous avons comparé les taux de recouvrement global aux différentes années pendant la saison de printemps, le tableau 9 renferme les résultats obtenus.

Tableau 09. Taux de recouvrement végétal et d'éléments de surface du sol de site d'étude

	2013 (Naoumi et al, 2013)	2014 (Faggous, 2014)	2018
RGV%	41.22	83.64	46.58
ESS%	58.78	16.72	53.42

Par la comparaison de nos résultats aux études antérieures (Naoumi et al, 2013 ; Faggous, 2014), D'après (Tableau 09), Le recouvrement global de la végétation subit un changement au cours des années, le plus important été enregistré durant la période 2014 (83.64%) (Faggous, 2014), cette valeur importante est liée à la pluviosité.

D'après Pouget (1980), le recouvrement de la végétation est conditionné par plusieurs facteurs dont l'état de la dégradation, bioclimat, saison et la nature du groupement végétale lui-même.

Selon Nadjraoui et al (2008), la réduction du recouvrement observée dans la plupart des communautés végétales est essentiellement attribuée à la sécheresse qui revient de façon récurrente et qui semblent être les causes principales de la dégradation des écosystèmes.

Selon Melzi (1990) in (Djedia, 2016), la faiblesse des précipitations dans la région présaharienne et son irrégularité interannuelle influe fortement sur la germination et le développement des éphémères. D'autre part par le piégeage du sable qui permet le développement des annuelles par le phénomène emmagasinement de l'eau de self-mulching d'après (Kadi Hanifi, 1998) ; (Amghar, 2002).

6. Etat de Surface du Sol (ESS)

L'occupation de site de plantation d'*Atriplex canescens* « Smaim » par la couverture non végétale (Fig.12) montre que l'importance de la fraction croute avec un taux élevé avec 24.14%, suivi par la fraction litière avec un taux 14.5%, l'élément grossier représente 9.58%, le sable présente un taux faible (5.17%).

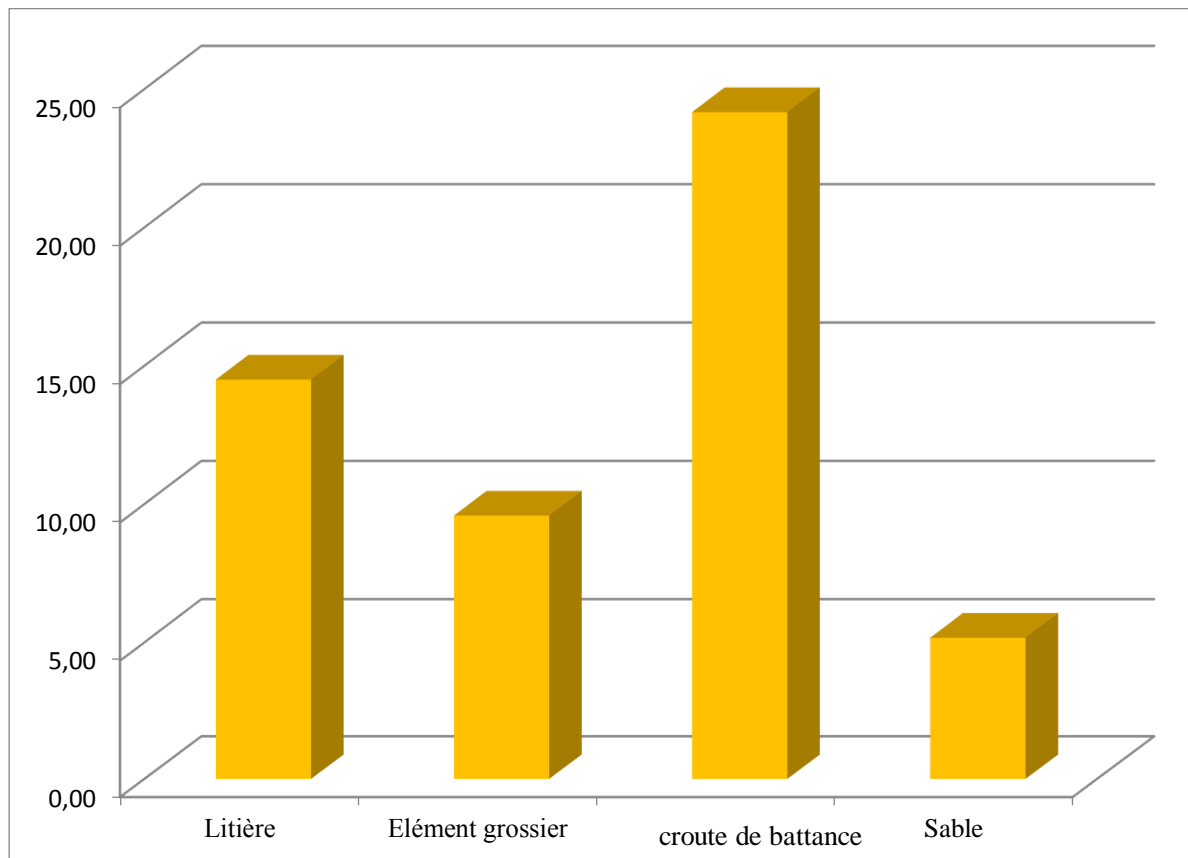


Figure 13. Les éléments de surface du sol de site d'étude « Smaim ».

D'après les résultats de l'état de surface de sol, on remarque un développement important de la croute de battance. Les éléments de la surface du sol (le sable, les pellicules, les roches, les débris) sont autant des paramètres écologiques qui influent sur la qualité et la quantité de végétation (Lemée, 1978, Melzi, 1986).

I.3. EVALUATION DE LA BIODIVERSITE

3.1. Evaluation quantitative

3.1.1. Indice de diversité spécifique de Shannon (H') et d'équitabilité (E)

Pour cette étude, nous avons calculé l'indice de diversité de Shannon (H') et d'équitabilité (E) qui selon certains auteurs est le plus approprié dans les milieux arides, les résultats sont cotonnés dans le (tableau 10).

Tableau 10. Variations de la biodiversité de site d'étude

	2013 (Naoumi et al, 2013)	2014 (Faggous, 2014)	2018
H'	0.72	1.46	0,93
E	0.91	0.63	0,5

Les indices de diversité de Shannon & Weaver et l'Équitabilité varient durant les années.

L'indice de Shannon élevé (1.46) dans l'année 2014 signifie que les conditions de milieu été favorables et permettent l'installation de nombreuses espèces éphémères.

D'après le tableau 10, La valeur la plus élevée de l'indice de Shannon & Weaver (H') est obtenus pendant l'année 2014 est (1.46) (Faggous, 2014), qui est la plus riches spécifiquement, suivi par l'année 2018 avec (0.93) puis la faible diversité spécifique enregistré pendant l'année 2013 est (0.72) (Naoumi et al, 2013).

La valeur la plus élevée de l'Équitabilité (E) ont remarqué pendant l'année 2013 avec (0.91) (Naoumi et al, 2013), suivi par l'année 2014 (0.63) (Faggous, 2014) et la diminution valeur on observe pendant l'année 2018 avec (0.5).

La diversité floristique serait maximale dans les peuplements où toutes les espèces ont le même nombre d'individus. La diversité floristique à influe aux différentes facteurs naturels et anthropique et des modifications au niveau de l'espèce elle-même. La diversité de Shannon probablement conditionnée par la fluctuation des facteurs climatique (Aidoud et al, 1990).

La forte équitabilité peut s'expliquer par l'existence d'une équipartition des abondances entre les espèces de site d'étude (Guerrache, 2010).

La valeur faible de l'équitabilité, comme pour la diversité spécifique, indique que les espèces qui composent le site d'étude ont des abondances différentes (Guerrache, 2010).

4.1.2 Fréquence spécifique et Contribution spécifique

D'après les résultats obtenus dans la figure 13 et (Annexe 03. Tab 02), l'espèce dominante c'est *Anabasis articulata* avec une fréquence spécifique de 20.16 % et une contribution spécifique la plus élevée (44.13 %). La valeur la plus faible représente par *Thymelea microphylla* par un taux de fréquence spécifique de 0.58 % et de contribution spécifique avec 1.18%.

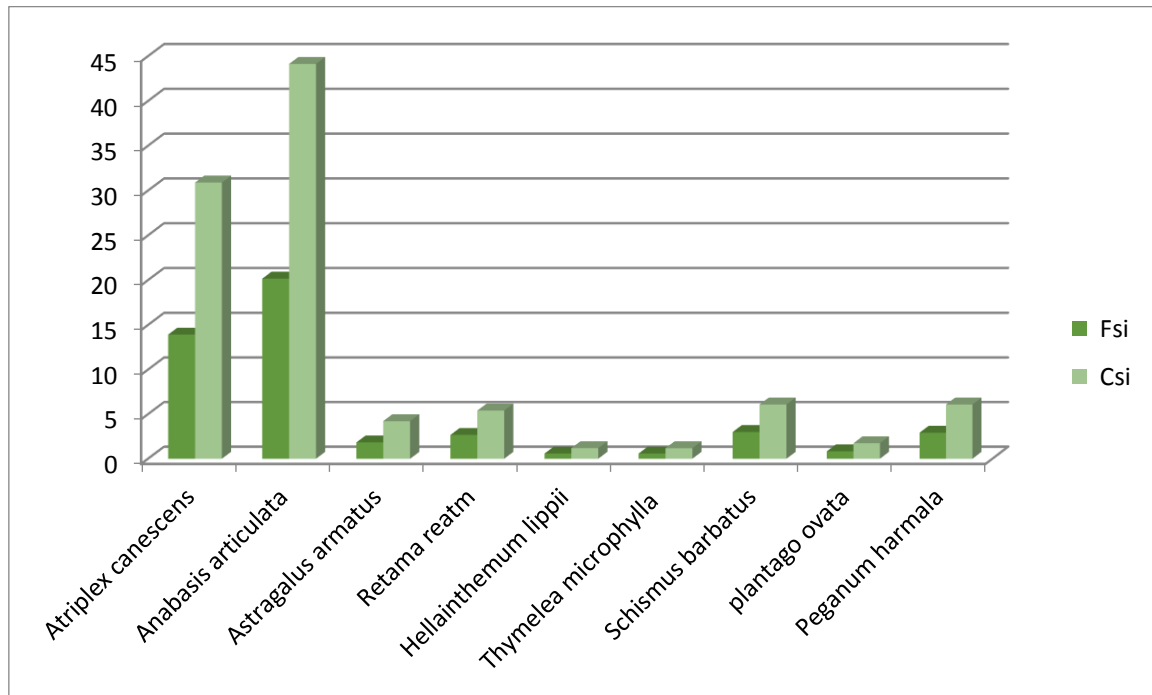


Figure 14. La fréquence spécifique et contribution spécifique de site d'étude.

D'après (Naoumi et al, 2013), l'*Atriplex canescens* présente un taux de contribution spécifique avec un taux de 23.24 %. Pendant l'année 2018, l'*Atriplex canescens* a enregistré une augmentation du taux de contribution spécifique avec 30.89 %.

Donc il y a un changement pour la contribution spécifique (Csi) de l'*Atriplex canescens* en 2013 à 2018. La répartition des espèces et leur réunion en groupement sont essentiellement sous la dépendance de la disponibilité en eau et de caractères physiques du sol ainsi que la topographie (Ozenda, 1982). Ce qui justifier l'apparition des espèces tel *Anabasis articulata* en groupe car les associations végétales ne sont pas réparties au hasard et sont conditionnées par des facteurs édaphiques, climatiques et biotiques (Guinochet, 1973).

Les résultats obtenus informent la présence de quelques espèces indicatrices de la dégradation dans ce type d'aménagement, ce problème lié aux conditions climatiques.

II.1. PARAMETRE PHYSIOLOGIQUE

1.1.Composition chimique de l'*Atriplex canescens*

Les résultats des analyses des différents paramètres physiologique (MS%, teneur en eau, chlorophylle, proline et sucres totaux) sont présentés par le tableau 11.

Tableau 11. Composition biochimique et physiologique d'*Atriplex canescens*.

	MS (%)	Teneur en eau (%)	Chlorophylle mg/g MF	Proline mg/g MF	Sucre Tx mg/g MF
Moyenne	90.020	10.62	0.404	0.033	0.235

✓ Teneur de la matière sèche (MS%)

D'après le tableau 11, on a enregistré une teneur moyenne de MS est 90.020%. La teneur moyenne enregistrée en matière sèche est relativement élevée par rapport à celle signalée par (Faggous, 2014) pour la même saison printemps (32.96%).

✓ Teneur en eau (T.E)

D'après le tableau 11, on a enregistré une teneur moyenne de la chlorophylle de 10.62%. La teneur moyenne enregistrée en eau est relativement faible par rapport à celle signalée par (Aouissi, 2017) dans la zone Sebgag est (23.77%).

Les tissus et liquides d'origine végétale sont composées d'eau, de matière minérale et matière organique, la teneur en eau varie cependant considérablement d'une espèce végétale à une autre et d'une saison à une autre (Hagain, 2009).

L'importance écologique de l'eau résulte de son importance physiologique (Martre,1999). L'eau est le constituant pondéralement le plus important des végétaux (50% à 90% de leur masse de matière fraîche).

La perte de l'eau par transpiration permet aux plantes de faiblir une partie importante de l'énergie qu'elles reçoivent du soleil et de supporter ainsi son rayonnement de façon continue sans pour autant subir un échauffement excessif ; ses propriétés thermiques aident les plantes de ne pas se refroidir ou se réchauffer rapidement (Hopkins,2003).

Une diminution de la teneur en eau de la plante se traduit immédiatement par une réduction de la croissance en dimension, avant même que la photosynthèse ne soit affectée (Boyer,1970)

✓ Teneur de la chlorophylle

D'après le tableau 11, on a enregistré une teneur moyenne de la chlorophylle de 0.404 mg/g MF.

L'augmentation des teneurs en chlorophylle totale est la conséquence de la réduction de la taille des cellules foliaires sous l'effet d'un stress hydrique qui engendre une plus grande concentration (Siakhène, 1984) in (Ainaoui et al, 2016). Par contre, la chute des teneurs en chlorophylle 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). La quantité de la chlorophylle des feuilles peut être influencée par beaucoup de facteurs tels que l'âge des feuilles, la position des feuilles, et les facteurs environnementaux tels que la lumière, la température et la disponibilité en eau (Hikosaka et al,2006). En condition de stress abiotique sévère le contenu de la chlorophylle diminue considérablement chez les plants (Mitsuya et al., 2006).

La diminution totale de la chlorophylle sous l'influence du stress hydrique est due à la réduction de l'ouverture des stomates pour déterminer la sortie de la vapeur d'eau par la respiration et augmenter l'apport atmosphérique de CO₂ nécessaire au processus de photosynthèse. (Saikhène,1984) in (Messad et al, 2015).

Il existe une relation corrélative entre la pénurie d'eau et la teneur en chlorophylle, car les pigments chlorophylles et caroténiques diminuent dans l'humidité du sol (observée en 2009)

A travers ces résultats confirmés par plusieurs recherches, les sucres retrouvés au niveau des tissus des feuilles des plantes stressent sont un mécanisme d'adaptation à la sécheresse où contribuer au phénomène de modification osmotique. (Kamer et al, 1995).

1.2. PARAMETRE BIOCHIMIQUE**✓ La teneur en sucres soluble**

D'après le tableau 11, on a enregistré une teneur moyenne de sucres soluble de 0.235 mg/g MF.

✓ Teneur en proline mg/g MF des feuilles des plantes *Atriplex canescens*

D'après la tableau 11, on a enregistré une teneur moyenne de proline de 0.033 mg/g MF.

Ce 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).

L'accumulation de proline dans la plante est habituellement une réponse à l'adaptation ou à la sensibilisation avec un stress particulier (basse température, salinité ou manque d'eau) qui peut être connu tôt pendant le cycle de la plante. (Bates et al, 1973)

On observe souvent chez les plantes exposées à la vitesse de l'accumulation de proline dans leurs tissus (Martinez et al 1996) où l'acide aminé contribue à la modification osmotique et maintient le stress hydrique approprié pour protéger la production cellulaire (bry. 1997) et l'accumulation de proline dans la cellule. A l'intérieur, il est destiné à maintenir

Leur pression de production aide à créer un équilibre entre l'osmose dans la cellule végétale pendant le stress (Kavikishor, 1995). Se caractérise par une accumulation de proline très importante en début de déficit hydrique ; or plusieurs auteurs ont évoqué le rôle joué par cet acide aminé dans la tolérance au déficit hydrique.

La proline pourrait jouer un rôle essentiel dans l'ajustement des pressions osmotiques cytoplasme-vacuole. L'accumulation de la proline a été démontrée chez de nombreuses espèces et dans différentes situations de stress (osmotiques, hydriques, thermiques) (Ober et al, 1994). Certains auteurs (Singh et al., 1973) pensent que les quantités accumulées pourraient être liées au niveau de tolérance aux stress. La proline accumulée pourrait jouer un rôle d'osmotique (Stewart et al, 1974 ; Kauss, 1977). Elle pourrait, également, intervenir dans la régulation du pH cytoplasmique (Pesci et al, 1984) ou constituer une réserve d'azote utilisée par la plante postérieurement à la période du stress (Tal et al, 1979).

De nombreuses études ont montré que l'accumulation de proline ne se produit que dans les plantes stressantes. Hubac, 1967 in Nemmar (1983) a confirmé que l'élévation de la teneur en proline est une conséquence directe du stress hydrique. Le travail réalisé par Adjab (2002) montre que les teneurs élevées en proline ont été enregistrées en cas de stress hydrique sévère, les mêmes résultats étant atteints (Bamoun, 1997) et (Adjab et al, 1998). La teneur élevée en proline est une réponse protectrice des plantes à tous les facteurs qui réduisent la proportion d'eau dans les cellules.

On constate un augmentées de l'accumulation de la proline et sucre totaux par l'Atriplex dans la région de ksar El Hirane par rapport la région de Sebgag, où l'Atriplex dans cette région

accumule moins, ce qui indique que les conditions abiotiques de la région de Sebtag sont plus favorables au développement de l'Atriplex que la région de Kas El Hirane.

Les travaux menés par (Bouchnak et al,2001), ont trouvé que *A. halimus* accumule plus de sucres solubles que *A. canescens* et qui ont conclu que la première espèce est plus résistante à la sécheresse que la deuxième. Pour arriver à cette conclusion, ces auteurs ont soumis les deux espèces d'Atriplex à différents niveaux de stress hydrique, correspondant à quatre fréquences d'arrosage (1j, 7j, 14j et 21j) Les résultats ont montré que l'accumulation des sucres solubles (6100, 7800, 7900 et 10500 µg/g de MF) chez *A. halimus* était proportionnelle à l'intensité de stress, alors que chez *A. canescens* le taux des sucres solubles a augmenté (de 5000 à 7000 µg/g de MF) avec le deuxième niveau d'arrosage (7j) et a chuté (4200µg/g de MF) dès le troisième niveau (14j).

III.1. ANALYSE PHYSIQUE CHIMIQUE DE SOL

L'analyse physico chimique des paramètres du sol de site d'étude, présente les valeurs indiquées par le tableau 12.

Tableau 12. Compositions physico-chimiques du sol dans le site étudié « Smaim ».

	pH du sol	CE mmhos/cm	MO%	N%	H%	MS%
Moyenne	8.03	0.19	2.44	0.18	1.00	99.02

1.1. Élément chimique de sol (MO /N /MS)

➤ La Matière organique du sol

D'après le tableau 12, on a enregistré une teneur moyenne de la matière organique est 2.44% (Annexe 03. Tab 03).

➤ Teneur en matière sèche

D'après le tableau 12, on a enregistré une teneur moyenne de la matière sèche de 99.02%.

➤ Teneur en azote du sol

D'après le tableau 12, on a enregistré une teneur moyenne de la matière azotée totale est 0.18%.

➤ **L'humidité (H%)**

D'après le tableau 12, on a enregistré une teneur moyenne de l'humidité est 1.00%.

➤ **Le pH du sol**

Le pH que nous avons dosé est d'une valeur moyenne de (8.03) et selon la classification de Mallouhi (1997), c'est un sol basique (Annexe03. Tab 04).

➤ **Conductivité électrique du sol (CE)**

La conductivité électrique enregistrée est d'une valeur moyenne de 0.19 mmhos/cm. A partir de ce résultat qui classe le sol non salin (Annexe 03. Tab 05).

➤ **Pourcentage des fractions granulométrique de l'échantillon en différentes classes en mm**

L'analyse nous a permis d'obtenir les fractions de classes granulométriques pour les échantillons de sol représentées dans la figure 14.

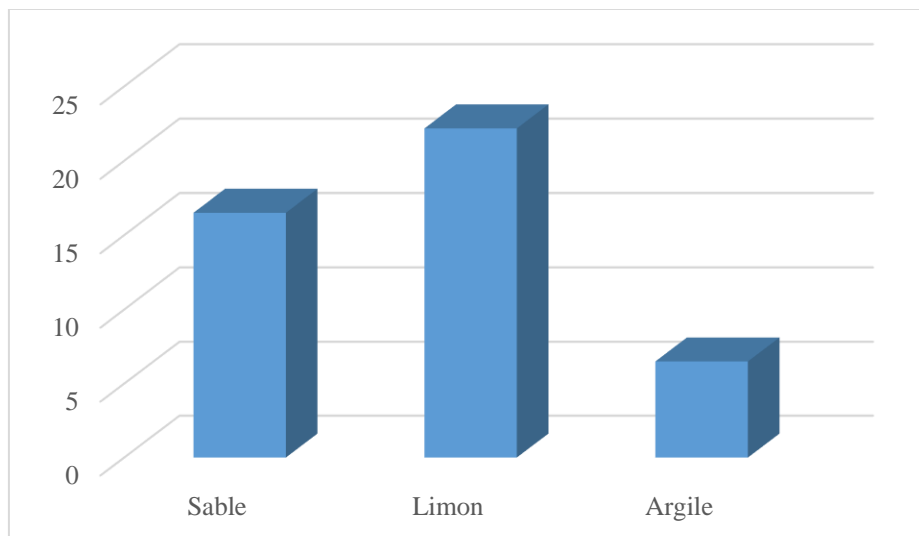


Figure15. Pourcentage des fractions granulométrique de l'échantillon en différentes classes en mm.

D'après la figure 14, on a enregistré le pourcentage la plus élevé le limon avec (22.7mm), le pourcentage la plus faible l'argile avec (6.5mm) et marqué la valeur moyenne du sable (16.5mm).

CONCLUSION

Le stress affecte le développement et le bon fonctionnement des plantes. Par ailleurs, et pour bien se développer, la plante doit disposer des mécanismes d'adaptation qui lui permettent de supporter la sécheresse. Dans le cadre de ce travail, le comportement de la plante introduite (*Atriplex canescens*) aux conditions de milieu de la plantation Smaim de Ksar El Hirane région de Laghouat est analysé.

L'issue de ce travail, consacré à l'évaluation qualitative (étude de la diversité floristique) et qualitative à travers les paramètres dendrométriques et par des analyses physiologiques et biochimiques des composantes de l'*Atriplex canescens* et les analyses physico-chimiques du sol.

Le site de la plantation Smaim est caractérisé par un sol calcaire non salé. Une humidité très faible (1.00%), un pH basique (8.03), une teneur relativement faible en matière organique (2.44 %) et une très faible en matières azotées (0.18%) avec une conductivité électrique de (0.19 mmhos/cm).

Les résultats des relevés de la végétation nous ont permis de recenser 12 espèces répartie en 7 familles divisées entre 2 éphémères et 10 vivaces.

La couverture végétale est 46.58% qui a connu une diminution importante au cours de l'année de l'étude.

Le spectre biologique réel indique que ces les Chaméphytes qui domine. Et une présence importante de l'élément saharo-sindien pour le spectre phytogéographique.

L'état de surface du sol rapporte la présence de croute de battance et l'importance des éléments de sol par rapport à la végétation, ce qui s'explique par le manque de pluviosité.

L'*Atriplex* support des températures minimales de 5 à 10 C° ; l'examen de la répartition du genre *Atriplex*, montre que la plupart des espèces se situent dans les régions où les précipitations varient entre 200 et 400 mm /an. Cette plante peut pousser sur des sols rocailloux et argileux et des zones d'épandage plus ou moins salées. Pour la région d'étude de Ksar El Hirane la température maximale dépasse 40 C° pendant la période estivale, la pluviosité moyenne est de 150 mm/an. Le stress hydrique a réduit considérablement les paramètres dendrométriques le

Conclusion

volume (0.79m³), la hauteur (0.87m) pendant 2014 et le volume (0.71m³) et la hauteur (0.95m) pendant 2018.

L'intérêt porté aux caractères physiologique et biochimiques d'adaptation aux contraintes environnementales a nécessité de notre part l'étude de l'accumulation des pigments chlorophylliens, utilisés souvent comme un outil de diagnostic de l'état fonctionnel des photosystèmes, ainsi que l'analyse de l'accumulation des osmorégulateurs comme la proline et les sucres solubles. La réponse biochimique, évaluée à travers le processus d'accumulation de proline chez l'*Atriplex* étudiée est considéré comme un critère d'adaptation aux stress par plusieurs auteurs. L'augmentation de la concentration en proline 0.033 mg/g MF, en sucres totaux 0.235 mg/g MF et une diminution de l'accumulation de la chlorophylle 0.404 mg/g MF.

Les réponses morphologiques et physiologiques de plante introduite au milieu de Ksar El Hirane contribuent efficacement au mécanisme de tolérance de l'espèce.

L'*Atriplex canescens* est en état de résistance aux conditions abiotique, ce qui influe sur la production de biomasse, et l'offre fourragère produite. L'objectif de l'aménagement pastoral qui vise l'amélioration des productions fourragères des parcours plantés ne sera atteinte.

D'autres études permettront de bien établir une classification pouvant contribuer aux choix de l'espèces dans les plantations selon l'optimum de son développement selon les conditions abiotiques.

Références Bibliographiques

- **Aidoud A., 1983.** Contribution à l'étude des écosystèmes steppique du sud. Oranais. Thèse 3eme cycle. USTHB, Alger. 255p.
- **Aidoud A., 1989.** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés des Hautes Plaines Algéro - Oranaises. Fonctionnement, évaluation et évolution des ressources végétales. Thèse Doct.; USTHB. Alger, 253 p + an
- **Aidoud A., 1989.** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés des Hautes Plaines Algéro - Oranaises. Fonctionnement, évaluation et évolution des ressources végétales. Thèse Doct.; USTHB. Alger, 253 p + an
- **Aidoud A., 1989.** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés des Hautes Plaines Algéro - Oranaises. Fonctionnement, évaluation et évolution des ressources végétales. Thèse Doct.; USTHB. Alger, 253 p + an
- **Aidoud A., Bouchaneb N., 1990.** Variation floristique et phénologique interannuelle dans une steppe à Armoise blanche. Biocénose, vol.5, n.1-2.p69-83.
- **Ainaoui et all, 2016.** Etude comparative de l'effet du stress hydrique sur le Comportement de quatre génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Université des Frères Mentouri Constantine.
- **Ainaoui S., Lafala Z., 2016.** Etude comparative de l'effet du stress hydrique sur le Comportement de quatre génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse Master, Université des Frères Mentouri Constantine,67p.
- **Akkouche S., 2011.** Incidence des facteurs climatique sur croissance spatio-temporelle des principales espèces fixatrices des dunes du reboisement de Djelfa : Essai de proposition d'un modèle de lutte contre la désertification. Mémoire de Magister : Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene d'Alger. 75p.
- **Alem C , Amri A. 2005.** Importance de la stabilité des membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l'orge. Laboratoire de Protection et de Valorisation des Ressources Naturelles, Fac des Scien et Tech. Errachidia, Maroc.
- **Amghar F., 2002.** Contribution à l'étude de la biodiversité de quelques formation de dégradation en Algérie. Mémoire Magister : USTHB, Alger, 188p.
- **Amrani O., 2006.** Valeur nutritive de Chardon marie *Sylibum marium* (L). Gaerthn. Thèse Magister : Université El Hadj Lakhdar, Batna, 95p.
- **ANAT (Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire) 2004.** Carte bioclimatique de l'Algérie.

Références Bibliographiques

- **Aouissi M., Merizgui R., 2017.** Etude de la capacité de résistance de quelques plantes steppique dans une plantation d'*Atriplex canescens* (Pursh) Net cas de la région de Sebgag (Laghouat).Thèse de Master Ecologie végétale et Environnement steppes et oasis. Université Amar Teldji de Laghouat .15p.
- **Aouissi M., Merizgui R.,2017.** Etude de la capacité de résistance de quelques plantes steppique dans une plantation d'*Atriplex canescens* (Pursh) Net cas de la région de Sebgag (Laghouat).Thèse de Master Ecologie végétale et Environnement steppes et oasis. Université Amar Teldji de Laghouat .14p.
- **Aouissi M., Merizgui R.,2017.** Etude de la capacité de résistance de quelques plantes steppique dans une plantation d'*Atriplex canescens* (Pursh) Net cas de la région de Sebgag (Laghouat).Thèse de Master Ecologie végétale et Environnement steppes et oasis. Université Amar Teldji de Laghouat .9p.
- **Aronson, D.,1985.** The role of diffusion in mathematical population biology: Skellam revisited, Mathematics in biology and medicine, Springer 1985, pp. 2-6.
- **Belkhodja M, M.Benkablia, 2000.** Proline response of faba bean (*Vicia faba* L.)under salt stress. Egypt. J.of Agric.Res.,78,(1),p.185195.
- **Benahmed L., Bensaha K., 2007.** Diversité floristique et invasion biologique d'*Atriplex canescens*. Mémoire d'ingénieur : Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene d'Alger. 51p.
- **Bencherif S., 2000.** "Etude de la dégradation des parcours de la région de Ain Oussera: cas de la coopérative Yahiaoui". Centre Universitaire de Djelfa, 90p.
- **Bendou S., 2011.** Contribution à l'étude de la germination de quelques espèces d'*Atriplex* locales et introduites. Mémoire Magister : I.N.A. Alger. 118p.
- **Benhamou N. 2009.** La résistance chez les plantes. Principes de la stratégie défensive et applications agronomiques. Ed. TEC et DOC. Paris. 213-218p.
- **Benrebiha A., 1984.** Contribution à l'étude de l'aménagement pastorale dans les zones steppiques : cas de la coopérative pastorale d'Ain Oussera (W. Djelfa). Mémoire de Magistère.
- **Benrebiha FZ., 1987.** Contribution à l'étude de la germination de quelques espèces d'*Atriplex* locale et introduites. Mémoire de Magister en sciences agronomiques. Institut National Agronomique, El Harrach. Alger : 5-20.

Références Bibliographiques

- **Bouchnak, F, Bounasri, M. 2001.** Effet du stress hydrique sur les paramètres morphologiques, physiologiques et biochimiques de deux espèces d'*Atriplex*. Acte du séminaire national sur la problématique de l'agriculture des zones arides et de la reconversion. Sidi Bel Abbès, Algérie, 22- 24 janvier, pp. 235-244.
- **Boucif H., 2014.** Contribution à l'étude de la productivité des parcours steppiques de la région Sud de la wilaya de Tlemcen (cas de la commune d'El Bouihi). Mémoire du Master en Foresterie, Université de Tlemcen, 68 p.
- **Bouderbala R., 2012.** Les dayas à *Pistacia atlantica Desf.* Des hautes plaines du sud Algérois (Messaad) : Ecologie, diversité floristique et valeur patrimoniale. Mémoire Magister : USTHB, Alger, 83p.
- **Boughani A., 1995.** Contribution à l'étude de la flore et des formations végétales au Sud des monts du Zab (Ouled Djellal, wilaya de Biskra) : phytomasse, application cartographique et aménagement. Thèse Magister, USTHB, Alger, 226 p.
- **Bousmaha T., 2012.** Contribution à l'étude de l'évolution de la nappe alfatière dans la mise en défens de Nofikha ,naama. P08
- **Boyer, 1982.** plant productivity and environment. Sci. Sci, New series.218:443-448p.
- **C.D.F., 1998.** Présentation du sous-secteur des forêts. Laghouat, 33p.
- **Chehma M., 2005.** Etude floristique et nutritive des parcours camelin de Sahara septentrionale Algérien. Thèse de doctorat : Université de Badji Moktar Annaba. 178p.
- **Cherfaoui A.E.K., 1987.** Contribution à l'étude comparative de la germination des graines de quelques *Atriplex* de provenance Djelfa. Th. I.N.A. El Harrach. Alger pp34-36.
- **Chunyang L, Kaiyun W, 2003.** Differences in drought responses of three contrasting *Eucalyptus microtheca* F. Muell. populations. Uni of Helsinki. Finland. Forest Ecology and Management., 179, p 377- 385.
- **Correla C., 1987.** Les arbustes fourragères source d'alimentation pour le bétail et frein à l'érosion des zones arides département de production animale, Hurcie Espagne, 120p.
- **Daniel G.O, Loren S. J., 2005.** plant guide fourwing saltbush *L'Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Plant Materials Program : 1-4.
- **D.S.A, 2014.** Etat des lieux de la situation actuelle de la wilaya de Laghouat.
- **Daget P., Poissonet J., 1991.** Prairies et pâturages, méthodes d'étude. Montpellier, France, Institut de Botanique. 354p.

Références Bibliographiques

- **Dahmani M., 1996.** Diversité biologique et phytoécologie des chênaies vertes d'Algérie. *Ecologia mediterranea* XXII (3-4), pp : 10-38.
- **Dajoz M., 1970.** Précis d'écologie. Dunod, Paris. 357p.
- **Dajoz R., 1982.** Précis d'écologie, Ed. Gauthier-Villars, Paris, France. 503 p.
- **Djaballah F.2008,** effet de deux méthodes d'aménagement " mise en défens et plantation" sur les caractéristiques floristiques et nutritives des parcours steppiques de la région de Djelfa. Thèse de magister : université kasdi merbah (Ouargla). 120p.
- **Djebaili S., 1978.** Recherches phytosociologique sur la végétation des Hautes Plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse. Doct. Etat. Sci. Tech. Lang doc., Montpellier. 229 p+ an.
- **Djebaili S., 1984.** Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. Ed. OPU, Alger. 159P.
- **Djebaili S., 1990.** Syntaxonomie et groupement préforestiers et steppiques de l'Algérie aride. *Ecologia mediterranea*. XVI. pp 231-244 *environmental biology*. Ed. W.A. Nierenberg. San Diego. Academic press, 1: 463-473.
- **Djedia S, 2016.** L'effet de type d'aménagement sur la flore des parcours steppiques de la wilaya de Laghouat. Thèse de Master Ecologie végétale et Environnement steppes et oasis. Université Amar Teldji de Laghouat .36p.
- **Dubois M., Gilles K.A. Hamilton P.A. Ruberg A. & Smith F, 1956.** Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*.28.3:350-356p.
- **Ducauffour. Ph., 1977.** Pédologie, pédogénèse et classification. Tome I, Edition; Masson, Paris, 477p
- **Essington, Michael E., 2004.** Soil and water chemistry/ an integrative approach.
- **F.A.O., 1982.** Dispositifs expérimentaux pour les essais d'essences et de provenance : mise en place, évaluation. Document instruction de base II. Projet FOA sur les ressources génétiques des zones arides et semi arides. FORM/9/1980; 20p.
- **F.A.O., 1989.** Technique de développement pastoral. Volume 03. Plantations d'arbustes fourragères. Projet F.A ; RAB 84. 025p.
- **Faggous FZ., 2014.** Etude comparative de la biodiversité de différentes plantations d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Dans la région de Laghouat. Thèse de Master

Références Bibliographiques

- Ecologie végétale et Environnement steppes et oasis. Université Amar Teldji de Laghouat .59p.
- **Faggous FZ., 2014.** Etude comparative de la biodiversité de différentes plantations d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Dans la région de Laghouat. Thèse de Master Ecologie végétale et Environnement steppes et oasis. Université Amar Teldji de Laghouat .57p.
 - **Faggous FZ., 2014.** Etude comparative de la biodiversité de différentes plantations d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Dans la région de Laghouat. Thèse de Master Ecologie végétale et Environnement steppes et oasis. Université Amar Teldji de Laghouat .33p.
 - **Faggous FZ., 2014.** Etude comparative de la biodiversité de différentes plantations d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Dans la région de Laghouat. Thèse de Master Ecologie végétale et Environnement steppes et oasis. Université Amar Teldji de Laghouat .52p.
 - **Faggous FZ., 2014.** Etude comparative de la biodiversité de différentes plantations d'*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Dans la région de Laghouat. Thèse de Master Ecologie végétale et Environnement steppes et oasis. Université Amar Teldji de Laghouat .41p.
 - **Farooq, M., Basra, S.M.A.; Wahid, A.; Cheema, Z.A.; Cheeman, M.A. and Khaliq, A.; 2008.** Physiological role of exogenously applied glycinebetaine in improving drought tolerance of fine grain aromatic rice (*Oryza sativa* L.). J. Agron. Crop Sci., 194: 325–333.
 - **Faurie C., Ferra Ch., Medori, P., Devaux J., Hemptime J., J-L., 2003.** Ecologie approche scientifique et pratique. 5 édition. Paris : Lavoisier 407p.
 - **Franclét A et Le Houerou H.N., 1971.** Les *Atriplex* en Tunisie et en Afrique du Nord. UNSP/SF/TUN, Rapp. N°7, FOA, Rome. 249p.
 - **Frontier S & Pichod-vial D., 1993.** Ecosystème : structure fonctionnement, evolution. 2ème ed. Dunod. Paris 447p.
 - **Gounot M., 1969.** Méthode d'étude quantitative de la végétation. Ed. Masson. Paris. 314p
 - **Guerrache N., 2010.** Etude comparative du sol et de la végétation des dunes fixées par *Retama retam*. Webb, *Tamarix gallica*. L et *Tamarix aphylla*. L Karst dans le cordon dunaire d'El-Mesrane (W. Djelfa).

Références Bibliographiques

- **Guinochet M, 1973.** Phytosociologie. Ed Masson, Paris, 227 p.
- **Haddouche D., 1998.** Cartographie pédopaysagique de synthèse par télédétection « Images LANDSAT TM » : cas de la région de GHASSOUL (El-Bayadh). Thèse Magister Alger, institut national d'agronomie, 143 p.
- **Haddouche D., 1998.** Cartographie pédopaysagique de synthèse par télédétection « Images LANDSAT TM » : cas de la région de GHASSOUL (El-Bayadh). Thèse Magister Alger, institut national d'agronomie, 143 p.
- **Halitim A., 1988.** Les sols des régions arides d'Alger. Ed. OPU, Algérie, 384p.
- **Hammouda R., 2009.** Contribution à l'élaboration d'un modèle de gestion durable d'un parcouru steppique dans commune de Hadj Mechri Wilaya de Laghouat.
- **Hassan S., 1983.** Multiplication et clonage de l'*Atriplex halimus* par le bourgeonnement axillaire. Mémoire d'ingénieur d'Etat en Agronomie. I.N.E.S. Blida. 54p.
- **Hopkins, G.W., 2003**" physiologie végétale" traduit de l'anglais par RAMBOUR S. Edit. De Boeck, pp. 38 ,58 ,458.
- **Hopkins, G.W., 2003**" physiologie végétale" traduit de l'anglais par RAMBOUR S.
- **Jean-Pierre A. Philippe D. Bernard I. Gilles L. Bernard S. François T. Alban T, 2006** . Sécheresse et agriculture. Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Expertise Scientifique collective, synthèse du rapport, INRA. France. 72 p.
- **Kadi Hanifi Achour H., 1998.** L'Alfa en Algérie, Syntaxonomie, relation milieu-végétation, dynamique et perspectives d'avenir. Thèse Doct, USTHB. Alger. 267p.
- **Kouidri M., Taibaoui B., 2002.** Etude de l'influence des paramètres édaphiques sur la valeur fourragère de l'*Atriplex canescens* dans la steppe Sud-Algéroise (Djelfa). Mémoire d'ingénieur : Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene. 110p.
- **Kouidri M., Taibaoui B., 2002.** Etude de l'influence des paramètres édaphiques sur la valeur fourragère de l'*Atriplex canescens* dans la steppe Sud-Algéroise (Djelfa). Mémoire d'ingénieur : Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene. 110p.
- **Lacoste A & Salanon R., 1999.** Eléments de biogéographie et d'écologie. Ed. Nathan. Paris, 300p.

Références Bibliographiques

- **Laurent H. Sané P,2007.** Transfert d'eau et d'énergie. In : Bioclimatologie. Concept et application. Ed. Quae. Paris. 246p.
- **Le Floc'H., 2008.** Guide méthodologique pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation. Ed . Roselt/OSS., Montpellier, 174p
- **Le Houérou ,HN.,1995.** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Option méditerranéennes. Série B no 10:317p
- **Le Houerou H.N., 1966 .** Salt tolerant plants of economic value in Mediterranean
- **Le Houérou H.N., 1969 -** La végétation de la Tunisie steppique. Ann. Inst. Nat. Rech. Agr. Tun. 42, 5. pp : 1-624
- **Le Houerou H.N., 1985.** La régénération des steppes algériennes. Rapport de mission de consultation et d'évaluation. Ministère de l'agriculture, Alger, ronéotypé. *Edit. De Boeck*, pp. 38 ,58 ,458.
- **Le Houerou HN., 1995.** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique : diversité biologique, développement durable et désertification. Options méditerranéennes, sér. B : recherches et études. Pp 1-396.
- **Le Houérou, H-N., 1993.** Salt-Tolerant plants for the arid region of Mediterranean isoclimatique zone. In Lieth, H., Al Massoon, A. towards the rational use of high salinity tolerant plants. Vol 1. Kluwer academ.p.403-422.
- **Lemée G., 1978.** Précis d'écologie végétal. Ed. Masson ; Paris, 285p.
- **Lewin L.G., Sparrow D.H.B. et Aspinall D., (1978).** Proline accumulation and drought resistance in barley. N°23, 3 (b)-8-36-12.
- **Long.G,1960.** Les terrains de parcours de plaines, de plateaux et de basses montagnes dans la région méditerranéenne (extrait de fourrage n°4pp97-127).
- **Maalem S, 2002.** Etude de l'impact des interactions entre le phosphore et le chlorure de Sodium sur trois espèces végétales halophytes du genre *Atriplex* (*A. halimus*, *A. canescens*, *A. nummularia*).
- **Madhava Rao K.V., Raghavendra A.S. et Janardhan Reddy K.,2006.** Printed in the Netherlands. *Physiologie and Molecular Biology of Stress Tolerance in plants.* Springer: 1-14p
- **Mahrouz F 2013.** Effet du stress salin sur la croissance et la composition chimique de l'*Atriplex canscens*.
- **Maissili S., 1995.** Systématique des spermaphytes. Cours destinés aux agronomes. 91p.
- **Mameche N et Hamidi M. 2016.** Estimation de la production fourragère

Références Bibliographiques

- **Melzi S., 1986.** Approche phytoécologique du processus de la désertification dans un secteur présaharien : Messaad-Djelfa. Thèse. Mag. USTHB. Alger. 133p.
- **Messad S., dif K., 2015.** Effet du phosphore sur l'évolution de quelques biomarqueurs de jeunes plantes de blé dur (*Triticum durum* Desf.).
- **Mitsuya, S., Tanigochi, M., Miake, H. et Takabe, T. 2006.** Overese pression of RCI 2A decreases Na⁺ uptak and mitigates salinity –induced damages in arabidopsis thaliana plants. *physiologia plantarum*. Vol. 128, n°1, pp. 95-102.
- **Monneveux P, Nemmar N. 1986.** Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*T. aestivum* L.) et le blé dur (*T. durum* Desf) : étude de L'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. *Agro*. 583-590p.
- **Monod T., 1973.** Les déserts. Ed. Horizons, Paris, 247p.
- **Nadjraoui D., 1981.** Teneurs en éléments biogènes et valeurs énergétiques dans trois principaux faciès de végétation dans les Hautes Plaines steppique de la wilaya de Saida. Thèse Doct. 3^ocycle. USTHB. Alger. 156p.
- **Nadjraoui D., 2001.** Profil fourrager; URBT BP 295 Alger Gare, Alger 16000, Algérie
- **Nadjraoui D., at Al., 2008.** La synthèse des résultats sur la flore, la végétation et l'occupation des terres en Afrique du Nord. 01-08p.
- **Naoumi H., Taouti K., 2013.** Effet de la plantation d'*Atriplex canescens* sur le sol et la diversité floristique dans la région de Ksar elhirane. Thèse de Master Ecologie végétale et steppes et oasis. Université Amar Teldji de Laghouat. 58p.
- **Naoumi H., Taouti K., 2013.** Effet de la plantation d'*Atriplex canescens* sur le sol et la diversité floristique dans la région de Ksar elhirane. Thèse de Master Ecologie végétale et steppes et oasis. Université Amar Teldji de Laghouat. 45p.
- **Naoumi H., Taouti K., 2013.** Effet de la plantation d'*Atriplex canescens* sur le sol et la diversité floristique dans la région de Ksar elhirane. Thèse de Master Ecologie végétale et steppes et oasis. Université Amar Teldji de Laghouat. 47p.
- **Naoumi H., Taouti K., 2013.** Effet de la plantation d'*Atriplex canescens* sur le sol et la diversité floristique dans la région de Ksar elhirane. Thèse de Master Ecologie végétale et steppes et oasis. Université Amar Teldji de Laghouat. 44p.
- **Naoumi H., Taouti K., 2013.** Effet de la plantation d'*Atriplex canescens* sur le sol et la diversité floristique dans la région de Ksar elhirane. Thèse de Master Ecologie végétale et steppes et oasis. Université Amar Teldji de Laghouat. 42p.

Références Bibliographiques

- **Nedjimi B. et HOMIDA M., 2006.** Problématique des zones steppiques algériennes et perspectives d'avenir. Revue du chercheur, (4) : 13-19p.
- **Nedjraoui D., 2002.** Les ressources pastorales en Algérie. Doc FAO en ligne : www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/Algeria/Algerie.htm.
- **Nedjraoui D., 2001.** Le profil fourrager en Algérie, 36 p.
- **Nefzaoui A., A. Chirya and M.Y. El Masri, 1999.** A review of the research in North Africa on cereal straw use in animale feeding ICADRA, 100p.
- **O.N.M, 2015.** Office National de Météorologie. Wilaya de Laghouat.
- **Ozenda P., 1977.** Flore du Sahara. 2^{ème} Ed. Centre national de la recherche scientifique. Paris, 622 POTTIER-ALAPETTIE- La flore de la Tunisie. Vol I et II. 119p.
- **Ozenda P., 1983.** Flore du Sahara. Paris : centre national de la recherche scientifique. 15p.
- **Ozenda P., 1994.** Les végétaux dans la biosphère. Ed. Doin, Paris, 43p.
- **Passioura J,2004.** Increasing crop productivity when water is scarce: From breeding to field management In: Proceedings of the 4th International Crop Science Congress "New directions for a diverse planet" Brisbane, Australia. 12pages.
- **Pouget M. 1980.** Les relations sol-végétation dans la steppe sud-algéroises. Paris ORSTOM. 569p.
- **Prévost P., 1999.** Les bases de l'agriculture. Paris : Technique et Documentation. 243p.
- **Quezel et Santa S, 1962-1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 2 Vol. CNES. Ed, Paris, 117p.
- **Ramade F., 1984.** Eléments d'écologie (Ecologie fondamentale). Ed., Mc., Graw-hill. Paris
- **Ramade F., 1984.** Eléments d'écologie (Ecologie fondamentale). Ed., Mc., Graw-hill. Paris.
- **Ramade F., 2003.** Eléments d'écologie (écologie fondamentale), Dunod, Paris, 690p.
- **Soltner D., 1982.** Alimentation des animaux domestique. Ed. Sciences et Techniques Agricoles, Paris, 392p.
- **Soto G., 1997.** *Atriplex nummularia*, espèce pionnière contre la désertification. FAO. XI congres Forestier Mondial. 13-22 Oct. 1997. Antalya- Turquie, Vol.2, thème 10, 2 p.
- **Souffi.I.,2012.** Contribution à l'étude des attributs vitaux de la végétation d'une plantation d'*Atriplex canescens* en vue d'un développement durable. Mémoire Magister: Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene

Références Bibliographiques

- **Stewart P., 1969.** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Bull. Doc. Inst. Nat. Agro. El Harrach. 24p.
- **Stryer L, 1992.** Range of messenger action of calcium ion and inositol 1,4,5-triphosphate. Science. 258p.
- **Tal.M, Katez A, Heikin H, Dehan K, 1979.** Salt Tolerance in the wild relatives of the cultivated tomato: Proline Accumulation in *Lycopersicon esculentum* Mill., *L Peruvianum* Mill. And *Solanum Pennelli* Cor Treated with NaCl and polyrthylene glycole.
- **Tardieu M, Blanche S, , Benhammou V, 2006.** Mitochondrial dysfunction following perinatal exposure to nucleoside analogues. AIDS, 118; 1133-1139.
- **Tazairt K, 1992.** Etude de la variabilité morphologique caryologique et électrophorétique de l'Alfa (*Stipa tenacissima* L) dans trois régions d'Algérie selon un gradient longitudinal. Résultats préliminaires d'un essai de révision de la systématique de l'Alfa. Thèse de Magister. Univ. Sci Tech. H. Boumedienne. 111p.
- **Turner, Monica G., Gardner, Robert H., O'Neill, Robert V. 2001.** Landscape Ecology in Theory and Practice. *PASP*, 113, 715.
- **Unesco, 1960.** Les plantes médicinales des régions arides. Recherches sur les zones arides, Ed. UNESCO, Paris, 99p.
- **Zair M, 2011.** Bilan écologique et socio-économique des reboisement dans la wilaya de Naama et perspectives d'avenir, Thèse de Magistère. Université de Tlemcen. 176p.
- **TOUSSAINT et al., 2006**
- **Dajoz R., 2006.** Précis d'écologie, 8ème, Ed. Dunod, Paris, France. 631p.

Annexes

Annexe 01



Photo 01. Plantation d'*Atriplex canescens*



Photo 02. Méthode d'échantillonnage linéaire (Originale, Ksar El Hirane 15/03/2018).



Photo 03. Fruits d'*Atriplex canescens*
Lieu : Smaim. Date 17.02.2018 à 14:20

Annexe 02

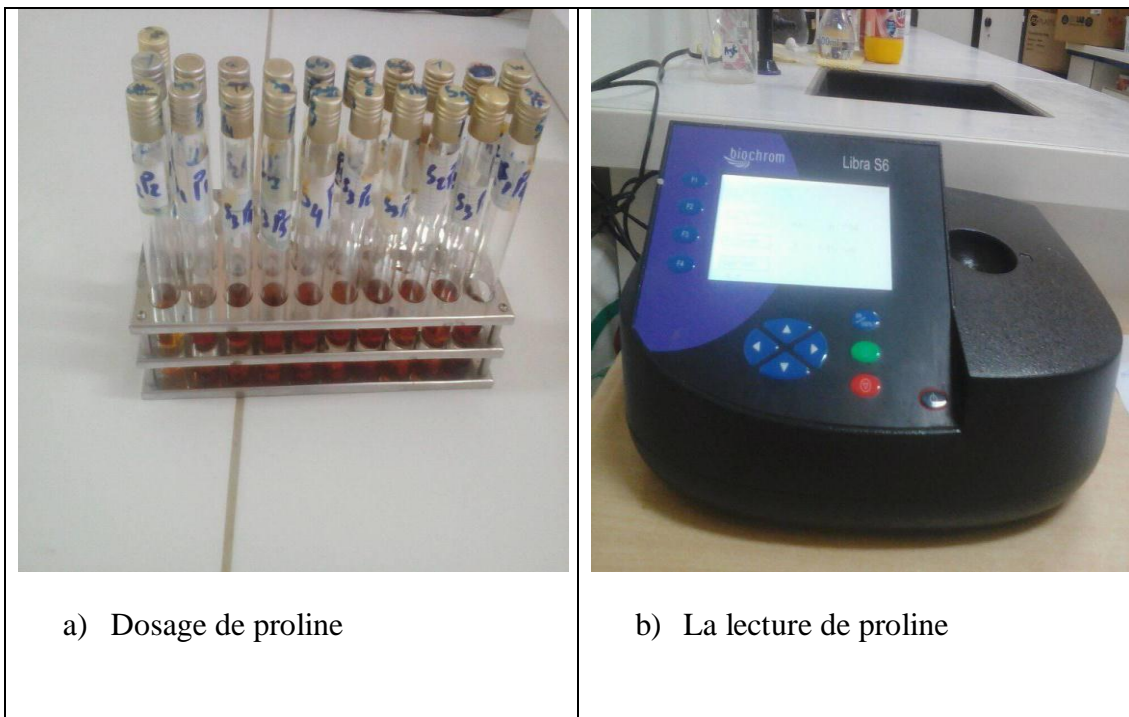


Photo 04. Détermination de la proline



Photo 05. La lecture des sucres solubles

Annexes

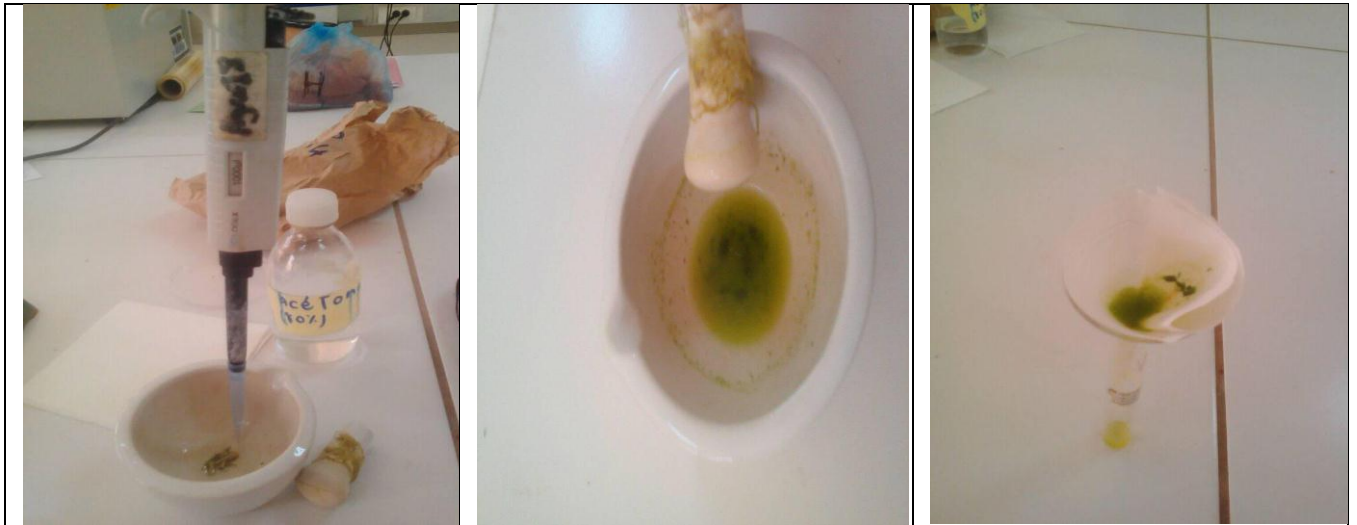


Photo 06. Dosage de la chlorophylle



Photo 07. La lecture de chlorophylle à travers le spectrophotomètre

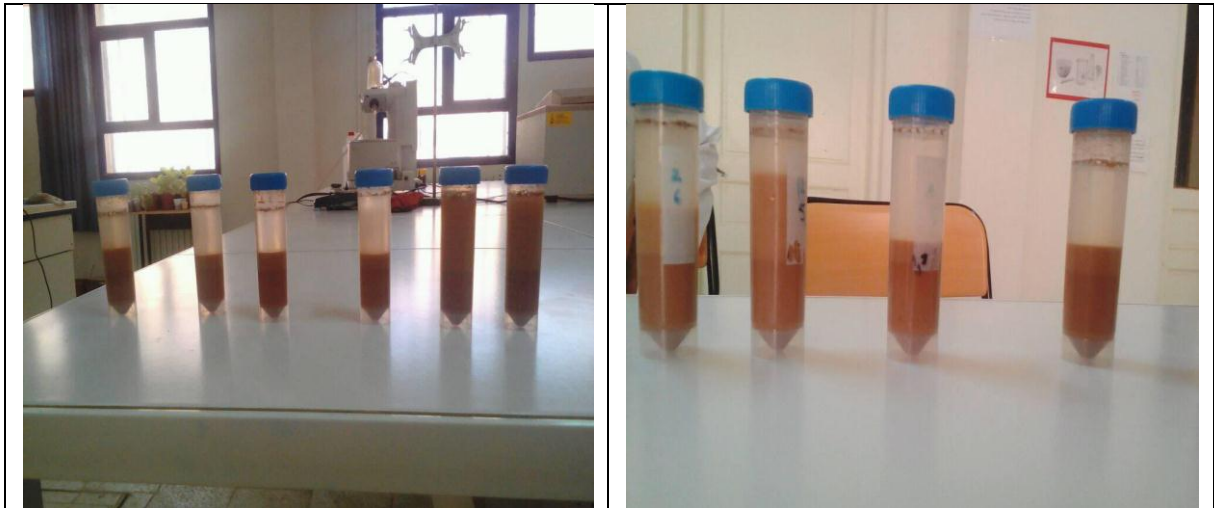
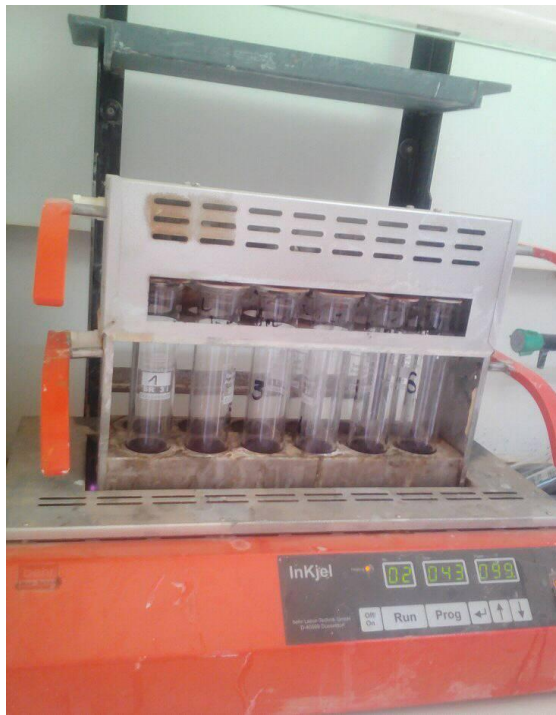


Photo 08. Détermination de granulométrie

Annexes



a) Minéralisation



b) Distillation

c) Titration

Photo 09. Détermination de MAT%

Annexe 03

Tableau 01. Liste floristique de Ksar El Hirane « Smaim ».

Famille	Nom Scientifique	Espèce	Type Biologique	Type Phytogéographique
Asteraceae	<i>Atractylis serratuloïdes</i>	Pérenne	Ch	M-S
	<i>Echinops spinosa</i>		Ch	M-S-A
Chenopodiaceae	<i>Anabasis articulata</i>		Ch	S-S
	<i>Atriplex canescens</i>		Ch	I-T
	<i>Salsola vermiculata</i>		Ch	M-S-A
Cistaceae	<i>Hellainthemum lippii</i>		Ch	S-A
Fabaceae	<i>Astragalus armatus</i>		Ch	End
	<i>Retama raetam</i>		Nano-Ph	S-A
Thymelaeaceae	<i>Thymelea microphylla</i>		Ch	M-S
Zygophyllaceae	<i>Peganum harmala</i>		Ch	Med
Plantaginaceae	<i>Plantago ovata</i>	Ephémère	He	M.S. S
	<i>Schismus barbatus</i>		Th	Med

Tableau 02. Variation de la fréquence spécifique et contribution spécifique de la zone améliorées par la plantation

Espèce	Fsi	Csi
<i>Atriplex canescens</i>	13,91	30,89
<i>Anabasis articulata</i>	20,17	44,13
<i>Astragalus armatus</i>	1,83	4,21
<i>Retama raetam</i>	2,66	5,41
<i>Hellainthemum lippii</i>	0,53	1,19
<i>Thymelea microphylla</i>	0,53	1,18
<i>Schismus barbatus</i>	3	6,08
<i>Plantago ovata</i>	0,83	1,74
<i>Peganum harmala</i>	2,91	6,08

Annexes

Tableau 03. Classification des sols suivant leur teneur en matière organique.

MO %	Nature du sol
< 0.5%	Très pauvre en MO
0.5 à 1.5 %	Pauvre en MO
1.5 à 2.5 %	Moyennement pourvu en MO
2.5 à 6 %	Riche en MO
6 à 15 %	Très riche en MO

Source : Belkeiri, 2000.

Tableau 04. Classification des sols suivant leur pH.

pH eau	Nature du sol
$6.75 < \text{pH} \leq 7.25$	Neutre
$7.25 < \text{pH} \leq 8.5$	Alcalin
> 8.5	Très alcalin

Source: Aubert, 1978.

Tableau 05. Classification des sols suivant leur teneur en sel.

CE (mmhos/cm à 25°C)	Nature du sol
< 0.25	Excellente (non salin)
0.25 à 0.75	Faible salinité
0.75 à 2.25	Fort salinité
> 2.25	Très fort salinité

Source: Lambert, 1975.