

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LARECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار تليجي الأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire
En vue de l'obtention du diplôme de Master
Filière: Ecologie
Option: écologie végétale et environnement
Réalisé par:
KENDOUR Houria et HARZLI Kaouther
THEME

**Analyse morpho métrique d'une végétation steppique
en relation avec les paramètres de stress**

| Prénom et nom | Grade | Qualité |
|-----------------------|------------------|---------------|
| Imane BENCHIKH | <u>MCB</u> | Président |
| Zohra HOUYOU | <u>MCA</u> | Rapporteur |
| Med El Sedik BENYAHIA | <u>Doctorant</u> | Co-Rapporteur |
| Ibtissem SOUFFI | <u>MAA</u> | Examinatrice |

Année universitaire:
2021/ 2022

Résumé : Dans ce travail nous avons étudié analyse des paramètres morphométriques d'une végétation dans un parcours planté par l'*Atriplex canescens* en relation avec les paramètres de stress dans la région de Laghouat précisément dans Sebgag (Aflou)., nous avons effectués, des analyses physiologiques et biochimiques au laboratoire pour déterminer les teneurs en prolines, en chlorophylles total, en sucres solubles et en eau ont été effectuées dans les feuilles fraîches des plantes. Les résultats obtenu rapportant une richesse total de 7 espèces appartenant à 07 genre et 06 familles , les types biologique sont représentés avec un taux plus élevé par les Nanophanerophytes (81%), et les types phytogéographiques sont dominés par les Introduit Américain (80.91%) .plus de (80%) de l'espace est occupé par *L'Atriplex canescens* cette occupation serait à l'origine d'un indice de shanonn assez bas (1.1) et un faible équitabilité(38.71%). Les mesure de stress révélant que l'espèce planté *Atriplex canescens* est l'espèce la moins stressée,

Abstract: In this work we studied the morphometric parameters of a vegetation in a path planted by the *Atriplex canescens* in relation to the stress parameters in the region of Laghouat precisely in Sebgag (Aflou). , we conducted physiological and biochemical analyses in the laboratory to determine the levels of proline, total chlorophyll, The results obtained yielded a total richness of 7 species belonging to 07 genus and 06 families, the biological types are represented with a higher rate by the Nanophanerophytes (81%), and the plant types are dominated by the American Introduction (80.91%). more than (80%) of the space is occupied by the *Atriplex canescens* this occupation would cause a fairly low index of shanonn (1.1) and low equitability (38.71%).

ملخص: درسنا في هذا العمل العوامل الشكلية لنبات في مسار تشجير *Atriplex canescens* فيما يتعلق بعوامل التوتر في منطقة الأغواط على وجه التحديد في السبقاق (أفلو). أجرينا التحليلات الفسيولوجية والكيميائية الحيوية في المختبر لتحديد مستويات البرولين والكلوروفيل الكلي والسكريات الذائبة والمياه التي أجريت في الأوراق النباتات. أظهرت النتائج ثراء نوعي إجمالي لـ 7 أنواع تنتمي إلى 07 جنس و 06 عائلة ، وتم تمثيل الأنواع البيولوجية بنسبة أعلى من قبل Nanophanerophyte (81%) ، والتنوع الجغرافي النباتي للنباتات يسود النوع الأمريكي الداخلي (80.91%). أكثر من (80%) من المساحة تشغلها *Atriplex canescens* ، فإن هذا الاحتلال يتسبب في انخفاض مؤشر الشانون (1.1) و انخفاض الإنصاف (38.71%). كشفت قياسات التوتر أن الأنواع المزروعة *Atriplex canescens* هي أقل الأنواع توترا.

كلمات مفتاحية: سهوب، نباتات عفوية، تباين مناخي، برولين، سكريات إجمالية، كلوروفيل، محتوى مائي

Remerciements

*Avant tout, nous remercions Dieu le Miséricordieux qui
nous*

*Donnent la force
Pour achever cette étude*

*Nous adressons notre reconnaissance, notre gratitude À
Madame Houyou Zohra*

*Nous tenons, tout particulièrement et très sincèrement, à la
Remercier de nous avoir proposé le sujet et de nous avoir
Encadrés. Son suivi, ses encouragements et ses orientations
ont*

*Été d'un grand réconfort et d'une aide précieuse.
Nous remercions également nos Co-encadreur Monsieur
Med El Sedik BENYAHIA*

*maitre-assistant à l'Université Ammar Teliidji pour ces
conseils et
orientation, sa disponibilité et sa gentillesse.*

*Nous Remercions le nombre de jury pour avoir accepté de
présider et
examiner ce mémoire.*

*Ainsi que tous nos professeurs qui nous ont enseigné durant
notre cycle d'études.
Houria et Kaouther*

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail aux personnes que j'aime
le plus
dans la vie, ma raison de vivre qui méritent tout le
respect du
monde qu'ils trouvent ici le témoignage de mon
profond amour
dévouement infini :*

*A mon très cher père, l'homme le plus parfait dans le
monde,
mon grand exemple et le secret de ma réussite ;
Ma mère, source de compassion et de tendresse,
l'exemple de
patience et sacrifice*

*Mes chers frères et ma soeur et à toutes ma familles
A ma chère binôme : Kendour Houria
Et toutes mes amies : Romaïssa , Kadîja , Iman,
Fatima .*

*A toute la promotion d'écologie végétale et
environnement*

HARZLI Kaouther

Dédicace

Je dédie ce mémoire

♥ *A mes parents pour leur amour inestimable, leur confiance, leur soutien, leurs sacrifices et toutes les valeurs qu'ils ont m'inculquer.*

♥ *A mes chers frères.*

♥ *A mes chers soeurs.*

♥ *A toutes les familles pour leurs conseils et leurs encouragements.*

♥ *A ma chère binôme : HARZLI Kaouther*

♥ *A tous mes amis: Hafida , Soumia , Massuda , Slma ,*

Fatima

et je vous

souhaite la prospérité et le succès.

♥ *Ainsi à toutes personnes qui m'ont encouragé ou aidé au long de mes études.*

KENDOUR Houria

Liste des abréviations

mm :Millimètre

ONEMA : Office national de l'eau et des milieux aquatiques

m :Mètre

°C: Degrés Celsius

K: Kilomètre

% : Pourcent

M: Micromètre

Pf :Poids frais

Ps :Poids sec

M mol/g MF: Milli mole par gramme de Matière fraiche

Nm :Nanomètre

m/s :Mètre par seconde

mg/ g MF: Milligramme par gramme de Matière fraiche

pH :Potentiel hydrogen

H: Hectare

M³:Mètre cubes

K: Kilomètre carres

Liste des figures

| N° de Figure | Titer | Page |
|--------------|--|------|
| 01 | Localisation de la steppe en Algérie . | 04 |
| 02 | Situation géographique de la zone étude dans la wilaya de Laghouat . | 15 |
| 03 | Carte d'occupation des sol et végétation de la région de sabgag . | 17 |
| 04 | Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la station d'Aflou 2001-2022 . | 21 |
| 05 | Climagramme d'Emberger de la région d'Aflou . | 22 |
| 06 | Méthode de la ligne pour l'inventaire de la végétation . | 24 |
| 07 | Représentation de Dosage de la chlorophylle des espèces inventoriées . | 29 |
| 08 | Représentation de Dosage de la sucre tau taux au laboratoire des espèces inventoriées . | 30 |
| 09 | Représentation de Dosage de la proline des espèces inventoriées . | 32 |
| 10 | Représentation des température moyennes mensuelles (°C) de la station d'étude durant 2022 . | 33 |
| 11 | Représentation des précipitation (mm) de la station d'étude Durant 2022 . | 34 |
| 12 | Représentation de Recouvrement du sol (%) . | 35 |
| 13 | Représentation de la fréquence spécifique des éléments inventoriées . | 36 |
| 14 | Représentation de contribution spécifique au tapis végétale des espèces inventées . | 36 |
| 15 | Représentation de spectre biologique des espèces inventories . | 38 |
| 16 | Représentation de spectre phytogéographie des espèces inventories . | 39 |
| 17 | Représentation de teneur en eau des espèces inventories . | 40 |
| 18 | Représentation de teneur en chlorophylle totale des espèces inventories | 41 |
| 19 | Représentation de teneur en sucres des espèces inventories . | 42 |
| 20 | Représentation de teneur en proline des espèces inventories . | 43 |
| 21 | Analyses en composante principal . | 44 |

Liste des tableaux

| N° de Tableau | Titer | Page |
|---------------|---|------|
| 01 | Etat des terres Algériens | 05 |
| 02 | La localisation de la région d'Aflou . | 18 |
| 03 | Répartition des précipitation moyennes annelles exprimées en millimétré de la région 'Aflou (2001 -2014) . | 19 |
| 04 | Température moyennes mensuelle de la région d'Aflou (2001-2014) . | 19 |
| 05 | Caractéristiques physico-chimique du sol de la zone d'étude . | 32 |
| 06 | Répartition de la flore inventoriée dans le site d'étude . | 34 |
| 07 | Bio volume des espèces inventories . | 37 |
| 08 | Diversité spécifique de Shanuon (H') et Equitabilité (EQ) des espèces . | 38 |

Sommaire

| | |
|---|----|
| Résumé | |
| Remerciement | |
| Dédicaces | |
| Liste des figures | |
| Liste des tableaux | |
| Introduction | 01 |
| Chapitre I : Synthèse bibliographique | |
| Généralités sur la steppe..... | 03 |
| I. Définition de la steppe..... | 03 |
| I.1. Dans le Nord-Africain..... | 03 |
| I.2. En Algérie..... | 03 |
| I.2.1 Steppes Algériennes..... | 03 |
| I. 2.2.Le climat | 04 |
| I.2.3. Le sol steppique | 04 |
| I .2.4. La végétation steppique | 05 |
| I .3.Dégradation des écosystèmes steppiques..... | 07 |
| I .3.1 les facteurs naturels | 07 |
| II. Le stress chez les plantes | 09 |
| II.1.Différents types de stress chez les plantes | 09 |
| II.1.1 Stress thermique | 09 |
| II.1.2 Le stress dû aux vents..... | 11 |
| II.1.3 Le stress hydrique..... | 12 |
| II.1. 3.1 Adaptation des plantes au stress hydrique..... | 12 |
| Chapitre II : Matériel et méthodes | |
| I. localisation de la zone d'étude..... | 15 |
| I.1. Situation géographique de la région de Sebgag | 15 |
| I.2. Caractéristique de milieu physique | 16 |
| II. Caractéristiques climatique et bioclimatique | 18 |
| III. Méthode d'échantillonnage et collecte des données sur le terrain | 22 |
| III.1. Analyses floristique..... | 23 |
| III.2. Méthode d'échantillonnage | 23 |
| III.3. Relevé phytoécologique | 23 |
| III.4. Mode opératoire sur le terrain | 23 |
| III.5. Analyses des données du terrain..... | 25 |
| IV. Analyse du patrimoine biologique.. | 25 |
| V. Analyses biochimiques et physiologiques des espèces inventoriées | 28 |
| V.1. La teneur en eau (%)..... | 28 |
| V.2. Les paramètres biochimiques | 29 |
| V.2.1. Dosage de la chlorophylle (mg/g MF)..... | 29 |

| | |
|---|----|
| V.2.2. Dosage des sucres totaux (mg/g MF)..... | 29 |
| V-2-3. Dosages de la proline (mmol/g MF) | 30 |
| VI. Climatologie de la zone d'étude durant la saison de notre travail | 31 |
| VII. Sol de la zone d'étude..... | 31 |
| VIII. Analyses Statistiques des donnees | 32 |
| Chapitre III : Résultats et discussion. | |
| I.Climatologie du site d'étude | 33 |
| II .Analyse floristique..... | 34 |
| II.1. La Richesse floristique..... | 34 |
| III. Paramètres physiologiques des espèces inventoriées | 39 |
| III.1. Teneur en eau..... | 39 |
| III.2. Paramètres biochimiques des espèces inventoriées..... | 40 |
| III.2.1. Chlorophylle totale..... | 40 |
| III.2.2. Sucre Totaux..... | 41 |
| III.2.3. Proline..... | 42 |
| IV. Analyse en composante principale des paramètres mesurés..... | 44 |
| V. DISCUSSION | 45 |
| V.1.Teneur en eau | 45 |
| V.2.Chlorophylle totale | 45 |
| V.3. Sucre totaux | 46 |
| V.4.Proline accumulée | 46 |
| Conclusion | 48 |

Introduction

Les parcours steppiques jouent un rôle fondamental dans l'économie agricole du pays sont soumis à des sécheresses récurrentes et à une pression anthropique croissante : (surpâturage, exploitation de terres impropres aux cultures). Depuis plus d'une trentaine d'années, ils connaissent une dégradation de plus en plus accentuée de toutes les composantes de l'écosystème (flore, couvert végétal, sol et ses éléments, faune et son habitat). Cette dégradation des terres et la désertification qui en est le stade le plus avancé, se traduisent par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibres écologique et socio-économique (Le Houérou, 1985 ; Aidoud, 1996 ; Bedrani, 1999).

La steppe algérienne a intéressé nombreux scientifiques qui ont doté la littérature de données sur la biologie, l'écologie et la phytosociologie des communautés végétales qui les colonisent (Djebaili, 1988 ; Le Houérou, Aidoud) ainsi que leur relations avec les sols qui les supportent (Pouget; 1980). Mais les mécanismes physiologiques ou biochimiques réactionnels de ces végétaux aux diverses contraintes auxquelles elles peuvent être sujettes restent jusqu'à actuellement mal connues malgré qu'ils peuvent bien contribuer à l'interprétation du comportement adaptatif de ces plantes au milieu dans lequel elles se développent et leur compréhension peut servir à la réhabilitation et à la gestion durable de la steppe algérienne. En générale, les plantes exigent des conditions environnementales optimales pour un développement normal, mais dans leur milieu naturel ou agronomique elles peuvent être sujettes à des facteurs extrêmes engendrant différents types de stress (Hopkins, 1999, Ahuja et al, 2010).

En conditions stressantes, certaines espèces végétales sont menacées de disparaître (Chamard, 1993) et pour survivre d'autres, mettent en œuvre des mécanismes pouvant être morphologiques, anatomique, physiologiques ou biochimiques (Bowers ,1982 ;Danin, 1991; Hesp, 1991 ; Bendali et al., 1990; Liu et al, 2014; Zhu et al., 2007). Pour se protéger contre les stress quelques plantes synthétisent des métabolites et des composés organiques, (e.g ., Rathinasabapathi et al., 2000) ont observé l'accumulation de β -Alanine Betaine un osmoprotecteur chez *Limonium latifolium* en réponse à un stress salin et une hypoxie. Dans les feuilles du Cotton, du Sunflower et du Peanut, soumises à un stress salin (Goldhirs et al.,1990)

signalé une accumulation croissante de la proline et de l'hydroxyproline.

La proline est l'un des solutés compatibles le plus fréquemment accumulé en réponse à des contraintes variées, elle intervient comme protecteur et régulateur physiologique (Ashraf et McNeilly, 2004,), sa synthèse est une stratégie adaptative fréquemment observée sur des cellules (Nabors et al, 1980) ou dans des plantes entières (Jain et al., 1991) pour limiter les effets du stress ou manifester des tolérances à diverses contraintes (Acevedo et al, 1989 ; Ben Rejeb et al., 2012).

Aussi, des réactions photosynthétiques à travers les teneurs en chlorophylles a et b chez d'autres végétaux ont renseigné sur des stratégies de leur adaptation et de leur tolérance aux rayonnements (Bowers, 1982 ; Piri, 1991 ; Hakam, 2000 ; Poorter et al., 2005; Walters, 2005). Dans les feuilles de *Haloxylon ammodendron*, les résultats de (John Nyongesah & Quan, 2015) ont montré que les rapport Chl a/b peuvent être appliqués pour la détection rapide des stress des plantes dans les écosystèmes arides. D'autres part, (Fernandez-Ballester et al. 1998) ont observé une forte teneur en Carbohydrates totaux et en sucres solubles chez le bigaradier qui serait liée à une augmentation de la teneur de ses feuilles en ions chlorures. Dans les feuilles des végétaux les teneurs en sucres constituent de bon indicateurs de combinaison de stress (Rizhsky et al., 2004). Wyn Jones et Storey (1978), ont signalé une accumulation de sucres solubles et de proline dans des feuilles de cultivars d'orge en réponse à des stress ioniques. Ainsi, la teneur en proline, en chlorophylle et en sucres constituent des paramètres efficaces de détection de la réaction des plantes soumises à diverses contraintes. Pour cela, ces paramètres sont retenus dans cette étude pour vérifier leur variation dans les feuilles fraîches d'une végétation steppique d'un parcours planté à *Atriplex canescens*.

L'objectif de ce travail est d'analyser la relation entre les paramètres morpho-métrique et les paramètres de stress chez les espèces végétales dans un parcours steppique planté à *Atriplex canescens*.

Pour ce faire, le travail s'articulera autour de trois chapitres suivants : Le premier chapitre aborde des généralités sur le sujet traité. Le deuxième chapitre qui présente le matériel et méthodes utilisés pour la réalisation de ce travail. Le troisième chapitre présente des résultats commentés et des discussions. Et enfin, nous terminerons par une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre 1

Synthèse bibliographique

Généralités sur la steppe

I. Définition de la steppe:

La steppe est une zone de formation végétale, primaire ou secondaire; basse et ouverte dans sa physionomie typique et inféodée surtout aux étages bioclimatiques, arides et désertiques dont elle est l'expression naturelle». (**Pouget ,1980**) et (**Bourbouze et Donadieu, 1987**).

Le terme steppe, comme le définit (**Le houérou ,1995**) évoque d'immenses étendues plus ou moins arides, à relief peu accusé, couvertes d'une végétation basse et clairsemée. Par contre plusieurs auteurs tels que (**Senoussi et al., 2011**), considèrent que la steppe comme un espace qui constitue une zone tampon entre le désert du Sahara et la " ceinture verte " du nord du pays. Pays des grands espaces plats et élevés où l'arbre est rare ou absent, l'alfa et l'armoïse sont les espèces caractéristiques.

I.1. Dans le Nord-Africain

Les steppes du Nord de l'Afrique, situées entre les isohyètes moyennes annuelles 100 et 400 mm évoquent toujours de grandes étendues de plus de 60 millions d'hectares, couvertes d'une végétation basse et clairsemée (**LE HOUEROU, 1995**). Les steppes couvrent, dans les cinq pays du Machrek africain au Maghreb (de l'Égypte au Maroc), des situations variées qu'il est possible de résumer selon (**AÏDOUD et AL, 2006**) comme suit :

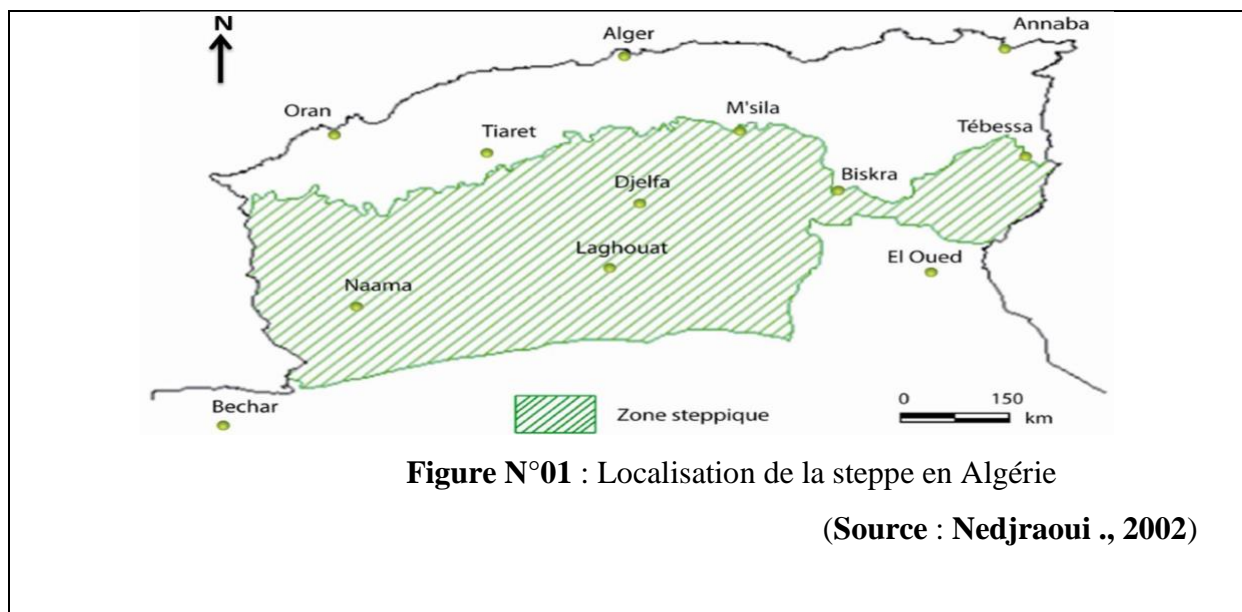
- Les plus étendues sont les steppes dites « de plaines », qu'elles soient hautes plaines, allant de la dépression du Hodna en Algérie à l'Oriental marocain, ou Basses Plaines tunisiennes .
- Les steppes de piémonts des montagnes des chaînes atlasiques du Maghreb ou des collines au voisinage de ces montagnes .
- Celles, plus limitées, de la frange littorale de la Jeffara (Tunisie, Libye), de la Marmarique (Égypte) et du Sud-ouest marocain.

I.2. En Algérie

I.2.1 Steppes Algériennes:

En Algérie les milieux steppiques, sont marqués par une grande diversité paysagère en relation avec une grande variabilité des facteurs écologiques. Région a tradition pastorale, la population est composée essentiellement de pasteurs – éleveurs , anciennement nomades

pour la parts avec une forte tendance à la sédentarisation aujourd'hui (Aidoud., 1994) Elles sont situées entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud (figure 1), couvrent une superficie globale de 20 millions d'hectares. Elles sont limitées au Nord par l'isohyète 400 mm, qui coïncide avec l'extension des cultures céréalières en sec et au Sud, par l'isohyète 100 mm, qui représente la limite méridionale de l'extension de l'alfa (*stipa tenacissima*) (Regagba., 2011).



I. 2.2. Le climat:

Les étages bioclimatiques s'étalent du semi-aride inférieur frais au per aride supérieur frais. Ce zonage bioclimatique est actuellement en cours de révision par les chercheurs qui se penchent sur l'impact des changements climatiques et celui du processus de désertification sur ces limites (HCDS ., 2013).

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 (Bousmaha.,2012).

I.2.3. Le sol steppique :

Chapitre 1

Synthèse bibliographique

Les sols steppiques sont peu profonds et pauvres en matières organiques, caractérisés par une forte sensibilité à l'érosion et à la dégradation. Les bons sols sont destinés à une céréaliculture aléatoire et se localisent dans les dépressions, les lits d'oued, les dayas et les piémonts de montagne du fait que leur endroit permet une accumulation d'éléments fins et d'eau (**Nedjimi B., 2012**).

On distingue principalement:

- ✓ Les sols minéraux bruts (lithosols et régosols) localisés sur les sommets des Djebels.
- ✓ Les sols peu évolués regroupant les sols d'origines colluviale des glaciaires, alluviale des lits d'oueds et des dayas et éolienne des formations sableuses
- ✓ Les sols bruns calcaires à accumulations calcaires, très répandus, et les sols à encroûtement gypseux, plus rares.
- ✓ Les sols iso humiques représentés par les glaciaires d'érosion et les sols halomorphes qui occupent les chotts et les Sebkhas (**Bousmaha., 2012**).

Tableau N°01: : Etat des terres Algériennes (**MEROUANE B.,2014**).

| | |
|--|--------------------|
| Surface agricole totale | 49 204 050 ha |
| Parcours et terres steppiques | 33 670 000 ha |
| Terres alfatières | 2 800 000 ha |
| Forêts | 4 700 000 ha |
| Surface agricole utile (SAU) | 8 435 000 ha |
| dont SAU irriguée | 985 200 ha |
| Nombre d'exploitations agricoles | 1 145 500 |
| Emploi dans les exploitations agricoles | 2 420 170 |
| Part de l'agriculture dans le PIB | 10% |
| Valeur de la production agricole | 1 362 milliards DA |

I .2.4. La végétation steppique :

La végétation naturelle de la steppe est caractérisée par une couverture basse et clairsemée , plus ou moins dégradée, bien que l'on rencontre sur les reliefs des formations

forestières à base de Pin d'Alep associé au Chêne-vert et au Genévrier (**Aidoud et Nedjraoui., 1992**).

Les steppes algériennes sont dominées par quatre grands types de formations végétales :

a). Les steppes à Alfa (*Stipa tenacissima*) : Qui couvrent une superficie de 4 millions d'hectares présentent une forte amplitude écologique. On les retrouve en effet dans les bioclimats semi arides à hiver frais et froid, et dans l'étage aride supérieur à hiver froid (**Aidoud et Nedjraoui., 1992**).

b). Les steppes à Armoise blanche (*Artemisia herba alba*) : Qui recouvrent 3 millions d'hectares et sont situées dans les étages arides supérieur et moyen, les steppes à armoise blanche sont souvent considérées comme les meilleurs parcours utilisés pendant toute l'année et en particulier en mauvaises saisons. L'armoise est une espèce bien adaptée à la sécheresse et à la pression animale, en particulier ovine (**Nedjraoui., 2001**)

c). Les steppes à Sparte (*Lygeum spartum*) :Occupent 2 millions d'hectares, rarement homogènes. Ces formations sont soumises à des bioclimats arides supérieurs et moyens à hivers froids et frais. Elles constituent cependant des parcours d'assez bonne qualité (**Nedjraoui, 2001**)

d). Les steppes à Remth (*Arthrophytum scoparium*): Forment des steppes buissonneuses chaméphytiques avec un recouvrement moyen inférieur à 12,5 %. Les mauvaises conditions du milieu font de ces steppes des parcours qui présentent un intérêt assez faible sur le plan pastoral (**Nedjraoui., 2001**).

En plus de ces 4 types de steppe, il y a 2 autres mais moins importantes :

e). Les steppes à psamophytes : Elles occupent une surface estimée à 200.000 hectares, plus fréquentes en zones aride et présaharienne. Ces formations psammophytes sont généralement des steppes graminéennes à *Aristida punjense* , *thymellaea microphyla* ou encore des steppes arbustives à *Retama reatam*(**LeHouérou., 1969 ; Djebaili., 1978**).

f). Les steppes à halophytes : Ces steppes couvrent environ 1 million d'hectares. Composées de végétation halophile autour des dépressions salées (*Atriplex halimus*, *Atriplex glauca*, *Suaeda fruticosa*, *Frankenia thymifolia* et *Salsola vermiculata*) (**Nedjraoui.,2001**).

I .3.Dégradation des écosystèmes steppiques:

Depuis une trentaine d'années, l'écosystème steppique a été complètement bouleversé, tant dans sa structure que dans son fonctionnement à travers sa productivité primaire. On assiste à un ensablement progressif allant du voile éolien dans certaines zones à la formation de véritables dunes dans d'autres. La réduction du couvert végétal et le changement de la composition floristique sont les éléments qui caractérisent l'évolution régressive de la steppe (**Hammouda ., 2009**).

I .3.1 les facteurs naturels :

a). La sécheresse :

En générale la pluviométrie moyenne annuelle est faible (100 à 400 mm) et sa répartition est irrégulière dans le temps et dans l'espace. Les pluies se caractérisent par leur brutalité (averse) et leurs aspects orageux.

Les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviométrie annuelle, avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse persistante (**Ibrahim ., 2004**).

b). Erosion éolienne :

L'action de l'érosion par le vent accentue le processus de désertification, elle varie en fonction du couvert végétal. Ce type d'érosion provoque une perte de sol de 100 à 250 tonnes/ha/an dans les steppes défrichées (**HCDS., 2013**).

I.3.2. Facteurs anthropiques (humains) :

a). Le surpâturage:

Le surpâturage est défini comme étant un prélèvement d'une quantité de végétal supérieur à la production annuelle des parcours. La majeure partie de la population steppique tire ses revenus à travers la pratique de l'élevage d'un cheptel principalement ovin. L'exploitation permanente des pâturages naturels, utilisant une charge animale nettement supérieure au potentiel de production des parcours, à pour effet de réduire leur capacité de régénération naturelle (**Ibrahim ., 2004**).

b). Évolution de la population steppique :

La croissance démographique concernée aussi bien la population sédentaire que la population éparse. Cependant, on note une importante régression du nomadisme qui ne

subsiste que de façon sporadique. Cette régression est due au fait que la transhumance diminue au profit de déplacement de très courte durée (augmentation du pâturage). Les pasteurs ont modifié leur système de production en associant la culture céréalière et élevage (D.S.A.,2012) .

c). 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 derniers constituent 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 (DSA., 2013).

d). Eradication des espèces ligneuses :

Les besoins en combustible pour la cuisson des aliments et le chauffage, amènent les habitants de la steppe à déraciner les espèces ligneuses, même parfois de petite taille (Armoise) (DSA., 2013).

I.4.Aménagement des parcours steppiques :

L'étude tenant compte des spécificités climatiques, édaphiques et foncières de la steppe algérienne ont été réalisées préalablement à la mise en place massive de programmes de restauration pour évaluer leur efficacité et leur impact à moyen et long terme sur les trajectoires naturelles des communautés végétales (Bensaïd ., 1995).

La plantation d'arbustes fourragers est utilisée comme technique d'amélioration pastorale des terres de pâturages dégradés. Cette technique joue un rôle important dans la protection du sol contre l'érosion hydrique et éolienne (Benhafouine., 2012).

L'utilisation des plantations pastorales à *Atriplex canescens*, par le Haut-Commissariat au Développement de la Steppe (H.C.D.S), Constitue une approche prometteuse dans la lutte contre la désertification. Outre sa qualité fourragère, l'Atriplex possède un système racinaire très développé fixant les couches supérieures du sol et peut être utilisé comme moyen de lutte contre la désertification. Il constitue un matériel biologique de choix pour l'enrichissement de la flore et la protection du sol dans les zones arides (Belkhodja et Bidai, 2004 ; Le Houérou., 2006).

I. Le stress chez les plantes :

Le terme « stress » définit l'ensemble des perturbations biologiques provoquées par une agression quelconque sur un organisme. C'est un processus qui induit une contrainte potentiellement néfaste sur un organisme vivant. En revanche ce terme lorsqu'il est utilisé en biologie végétale, a des connotations particulières, il représente le (s) facteur (s) responsables (s) des perturbations, et des changements, plus ou moins brusque par rapport aux conditions normales de la plante subie au cours de son développement (**Bouchouk, 2010**). Selon (**Hopkins, 2003**) on appelle stress toute pression dominante exercée par un paramètre, perturbant le fonctionnement habituel de la plante. En effet, le stress signifie la déviation dans le développement et les fonctions normales de la physiologie des plantes, il est perçu au niveau cellulaire puis transmis à la plante entière. Le changement dans l'expression des gènes qui s'ensuit modifie la croissance et le développement, influence les capacités reproductives de la plante, causant ainsi des dommages aux plantes. (**Benkoli et bouzeghaia., 2016**). Les stress environnementaux nés de la fluctuation des facteurs abiotiques (sécheresse, salinité, température) affectent les conditions de croissance, le développement et le rendement des plantes (**Madhava Rao et al., 2006**).

II.1. Différents types de stress chez les plantes :

II.1.1. Stress thermique :

Le stress thermique est souvent défini quand les températures sont assez hautes ou basses pendant un temps suffisant pour qu'elles endommagent irréversiblement la fonction ou le développement des plantes. Elles peuvent être endommagées de différentes manières, soit par les températures élevées du sol. La contrainte thermique est une fonction complexe qui varie selon l'intensité (degré de la température), la durée et les taux d'augmentation ou de diminution de la température (**Oukarroum, 2007**).

II.1.1.a) Hautes températures :

L'influence du stress des hautes températures est variable en fonction du stade végétatif de la plante et de l'interaction avec d'autres stress tel que le stress hydrique. En effet, une plante qui est exposée à une haute température mais qui a accès à suffisamment d'eau aura la possibilité de maintenir ces stomates ouverts afin que l'évaporation abaisse la température des feuilles, dans la nature, la combinaison de deux stress reste une situation habituelle. Les

hautes températures sont parmi les facteurs intervenant dans la limitation des rendements. Effectivement, les organes floraux et la formation du fruit sont affectés. De même que la méiose et la phase de remplissages de la graine sont particulièrement sensibles à l'élévation de la température (**kara et la Zeguine, 2016**). L'effet pénalisant de l'élévation de la température est surtout dû au fait que la plante n'arrive pas à absorber les éléments nutritifs et l'eau, et à les utiliser, au rythme imposé par le stress thermique (**Ibrahim et Quick, 2001**).

II.1.1.b) Basse température :

La sensibilité des plantes aux températures extrêmes est très variable. Certaines sont tuées ou lésées par les baisses modérées de température, alors que d'autres parfaitement acclimatées, sont capables de survivre au gel à des dizaines de degrés °C en dessous de zéro. Dans certains milieux, les plantes sont soumises, occasionnellement, ou régulièrement de façon saisonnière, à des températures basses. La plupart d'entre elles sont capables de résister aux températures supérieures à 0°C. Cependant beaucoup de mésophytes peuvent être endommagées à partir de 15°C. Plus que résister au froid, elles évitent ces effets en ajustant leur cycle de vie aux périodes clémentes de l'année. Ce sont des plantes, comme le Maïs, d'origine tropicale ou subtropicale, dont la limite nord de culture en Europe est bornée par l'occurrence fréquente de températures fraîches (**Pearce, 1999 in Côme, 1992**). Les basses températures diminuent la vitesse des réactions enzymatiques et modifient la composition des lipides membranaires et d'autres macromolécules ce qui entraîne de conséquences sur la plupart des processus biologiques (**Sitt et Hurry, 2002**). En effet, chez les plantes pérennes en zones tempérées, les basses températures se traduisent par une forte augmentation en sucres solubles et une diminution de la teneur en amidon dans les tissus sont observés en automne et en hiver (Guy et al, 2003).

II.1.1.c) Les basses températures négatives (Gel) :

Le gel s'accompagne en général de la formation de cristaux de glace dans les tissus de la plante. En période hivernale, les effets du Gel dépendent de son intensité plus que sa durée. Il peut agir directement sur la plante.

Il étale et produit une nécrose des bourgeons, le noircissement du xylème, l'éclatement des troncs et la mort des feuilles pour les plantes à feuillage persistant. La résistance des plantes au gel ne reste pas toujours constante pendant toute la période hivernale. Ainsi, des gelées

moyennes mais brutales, survenant après une période prolongé de redoux, sont parfois plus dangereuses que des gelées plus intenses, mais plus progressives.

Le gel peut aussi agir indirectement, en déchaussant les jeunes semis ou bien encore, au printemps, en s'opposant à l'absorption racinaire lorsque le sol reste gelé sur une grande profondeur. Les dégâts provoqués par le gel peuvent souvent apparaître dans des circonstances variées. Ainsi, des gelées de printemps, même peu importantes, sont susceptibles de détruire des bourgeons végétatifs ou floraux au début de la reprise de la croissance (débourrement).

II.1.1.d) Variations de la résistance au gel selon les végétaux :

Selon le comportement, on distingue plusieurs catégories de plantes :

✓ Plantes sensibles au gel :

Elles ne résistent pas à la formation de glace dans leurs tissus et sont incapables de s'endurcir, peuvent résister aux gelées de moyenne importance.

✓ Plantes moyennement résistantes au gel :

Ces végétaux supportent la formation de glace dans leurs tissus.

✓ Plantes très résistantes au gel :

Chez les plantes qui résistent au gel, il se forme de façon générale, des cristaux de glace dans l'apoplasme (et non dans le cytoplasme), à proximité ou même au contact des parois cellulaires. C'est le cas des céréales d'hiver, des choux de la grande Fétuque, qui peuvent survivre à des températures de -25°C. C'est le cas aussi de beaucoup d'espaces ligneuses (Cornic,2007).

II.1.2 Le stress dû aux vents:

L'action du vent sur la végétation est à la fois mécanique et physiologique :

II.1.2.1 Effets mécaniques : les particules de sol transportées heurtent les tiges et les feuilles avec force, entraînant l'abrasion de leurs tissus. Dans les zones où les particules sont prélevées, les racines se déchaussent et la végétation risque d'être déracinée. Dans les zones où elles sont déposées, la végétation est progressivement ensevelie.

II.1.2.2 Effets physiologiques : le vent augmente l'évaporation et dessèche les plantes, principalement pendant la saison sèche. Le pouvoir évaporant de l'air est proportionnel à la racine carrée de la vitesse du vent. De plus, la capacité de rétention d'eau du sol est diminuée

et conduite à un déficit hydrique. La masse d'air sec ambiant ou en mouvement a tendance à absorber toutes les humidités et à creuser le déficit de saturation. Or c'est ce déficit qui le modèle le plus la végétation locale, car cette dernière doit s'adapter au manque d'eau sévère (FAO,2010).

II.1.3. Le stress hydrique:

La notion de stress hydrique ou sécheresse renvoie en réalité le plus souvent à de nombreuses définitions. En agriculture, le stress hydrique peut se définir comme le rapport entre la quantité d'eau disponible dans son environnement. (Mouellef, 2010). En effet, on assiste à un stress hydrique lorsque la demande en eau dépasse la quantité disponible pendant une certaine période de sécheresse (Kara et Zerguine, 2016), ou la plante est placée dans un environnement qui amène à ce que la quantité d'eau transpirée par la plante soit supérieure à la quantité qu'elle absorbe.

Le stress hydrique souvent provoqué par la sécheresse, se manifeste quand la quantité d'eau transpirée est supérieure à la quantité d'eau absorbée (krista,2003). Le manque d'eau et la rareté des précipitations sont les causes principales du stress hydrique, ce stress affecte la croissance et le développement de la plante (Zryd, 2004).

II.1.3.1. Adaptation des plantes au stress hydrique :

Le stress peut déclencher plusieurs réponses à plusieurs niveaux de plante.

II.1.3.1.1 Adaptation physiologique :

Le maintien d'une forte pression osmotique des fluides cellulaires, se réalise par le potassium dès le début de croissance et par les osmolytes dans l'autre phase de vie végétale. Les protéines de sécheresse, analogues aux protéines de choc de fortes températures (heat shock proteins (HSP)) et des polyamines (putrescine, spermidine), participent également dans des processus d'adaptation. L'acide abscissique (ABA) induit la fermeture des stomates, ce qui a pour effet la réduction de la photosynthèse et donc la transpiration qui résulte de cette opération décroît (Mazlaik, 2000).

Lors d'un épisode de sécheresse, si la transpiration n'était pas contrôlée par les stomates de la feuille, la tension dans les vaisseaux du xylème augmenterait fortement jusqu'à l'embolie. En effet, les parois des vaisseaux présentent à intervalles réguliers des membranes poreuses, et lorsque les vaisseaux du xylème atteignent une tension critique, des bulles d'air pénètrent via

les pores dans l'élément conducteur, rompant ainsi la colonne d'eau. Les vaisseaux ainsi embolisés ne peuvent plus transporter d'eau jusqu'aux feuilles et autres tissus, entraînant la dessiccation de ces tissus. Cette embolie peut conduire à la mort de la plante (Sperry, & Turee, 1988) (Vilagorosa et al, 2012).

II.1.3.1.2. Adaptation morphologique :

Les plantes adaptent leur architecture pour tolérer le stress hydrique, cela se réalise par un ralentissement de la croissance des feuilles ou bien par une réduction de la surface foliaire. Il s'est avéré que ces deux mécanismes sont plus importants que la réduction de la photosynthèse (Hervieu et Guilou., 2001).

II.1.3.1.3. Adaptation biochimique :

II.1.3.1.3.1. Accumulation de la proline en condition de stress :

L'accumulation de la proline constitue aussi un véritable mécanisme de tolérance au stress (Slama et al, 2004). L'accumulation de la proline induite par les stress, peut être le résultat de trois processus complémentaires : stimulation de sa synthèse ; inhibition de son oxydation et/ou altération de la biosynthèse des protéines (Tahri et al. 1998). Les hydrates de carbone peuvent être des facteurs essentiels dans l'accumulation de la proline, car la synthèse des protéines est liée automatiquement au métabolisme des glucides et à la respiration (dans le cycle de Krebs) par l'intermédiaire l' α céto-glutarate qui forme le statut carbonique pour la synthèse de la proline (Chaib, 1998).

L'addition de l'ornithine dans le milieu de culture augmente la source de la proline par l'intermédiaire de l'enzyme ornithine amino-transferase (Chaib, 1998). Selon (Savouré et al. 1955) montrent chez Arabidopsis que l'augmentation de transcrits de la P5CR ($_1$ -pyrroline-5-carboxylate synthé-tase) est corrélée à une augmentation de proline. De plus, cet auteur a montré que cette augmentation était directement reliée à l'application du stress. En effet, lors de la phase de récupération juste après l'application du stress, le contenu en proline diminue en même temps que la quantité de transcrits correspondant à la P5CR ($_1$ -pyrroline-5-carboxylate synthétase). L'induction de ce gène est directement reliée à la régulation du taux de proline dans les cellules en fonction du stress.

II.1.3.1.3.2. Accumulation des sucres solubles :

L'accumulation des sucres solubles est un moyen adopté par les plantes en cas de stress, afin de résister aux contraintes du milieu (Bajji et al.1995) les sucres jouent un rôle important dans l'ajustement osmotique, lequel est considéré comme une réponse adaptative des plantes aux conditions de déficit hydrique (Zhang et al.1999) et stress salin (Ait Haddou.2002; Abdul.2004). Ils peuvent protéger les membranes et les protéines contre la déshydratation en incitant la formation d'une sorte de verre aux températures physiologiques (David et al.1998). Les sucres accumulés pendant le stress vont probablement être utilisés dans la croissance après la levée de cette contrainte (Kameli et Losel.1995).

Chapitre II
Matériel et méthodes

I. localisation de la zone d'étude

I.1. Situation géographique de la région de Sebgag :

Selon le découpage en zone homogène effectué pour la wilaya de Laghouat, la commune de Sebgag (Figure N°02) est située dans la zone homogène des hautes plaines semi-arides à topologie agro- pastorale. La commune est située à l'extrême nord- est de la wilaya de Laghouat.

La région de Sebgag est située à environ 20 km au sud-ouest de la ville d'Aflou sur les bordures sud-ouest de Djebel sidi Okba. Elle est limitée au nord par la commune d'Aflou. A l'est par la commune El Ghicha et Taouiala. A l'ouest par la commune de Guelttet Sidi Saad. Au Sud la commune de Brida. Elle est caractérisée par des altitudes moyennes qui ne dépassent pas 1500 m .

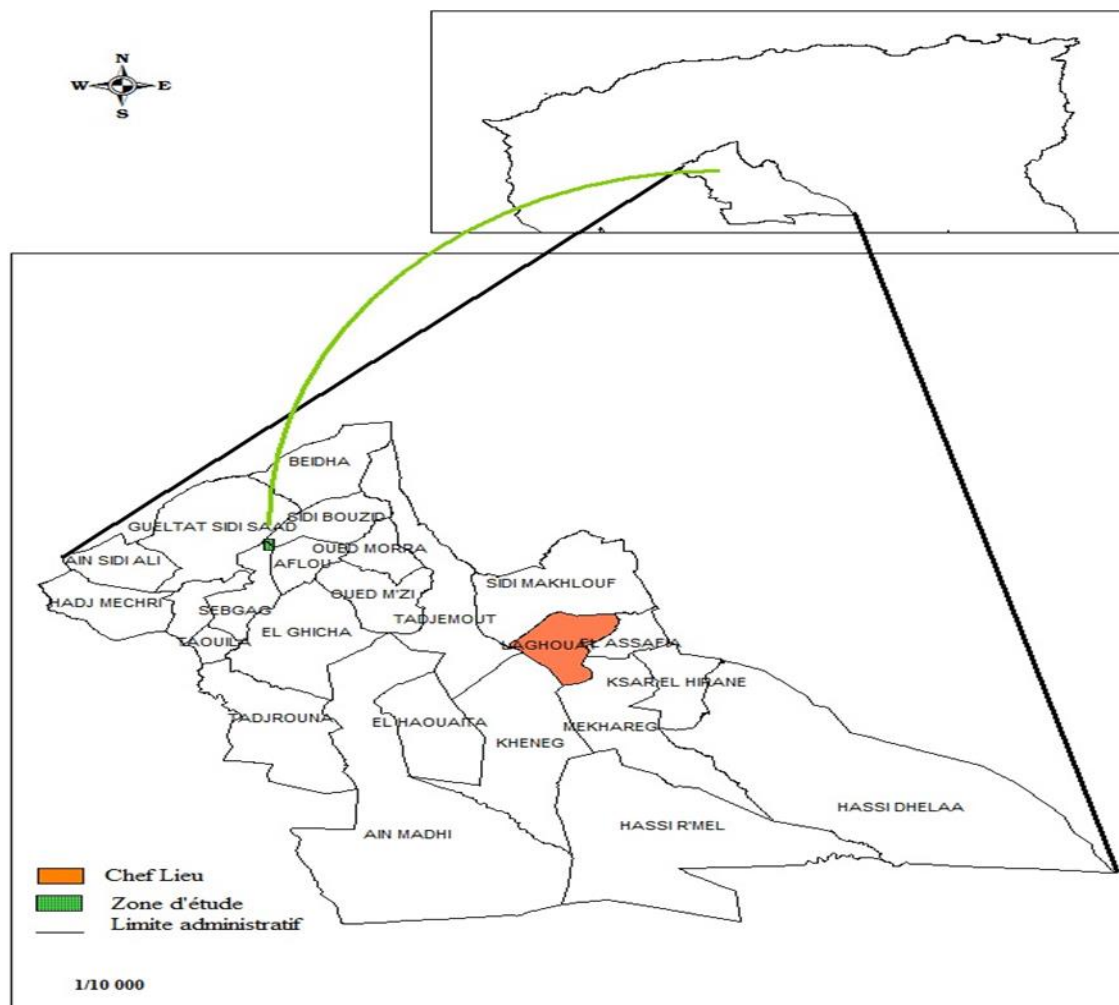


Figure 02 : situation géographique de la zone d'étude dans la wilaya de Laghouat.(Source D.P.A.T 2011)

I.2. Caractéristique de milieu physique :

I.2.1. La géologie :

Le territoire de la wilaya de Laghouat s'étend sur deux domaines géologiques nettement différents, notamment sur le plan de la structure et de l'évolution géologique, ce sont l'Atlas Saharien au Nord et la plate-forme Saharienne au Sud.

I.2.2. La géomorphologie :

Les zones arides manifeste une ressemblance géomorphologique qui peut être considérée comme une expression synthétique de l'interaction entre les facteurs climatiques et géologique (**Aidoud., 1984**) c'est le cas des steppes Sud Algéroise qui comptent ma zone d'étude.

Les formes géomorphologiques rencontrées sont les suivantes :

a) Les reliefs :

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

b) Les surfaces plus au moins planes :

- **Les glacis :** surface d'érosion en pente douce, développées dans les régions semi-aride au pied des reliefs.
- **Les Terraces :** ce sont des formes alluviales, localisées dans les bas fonds et constituent des terrains agricoles, elles peuvent être aménagées vu la profondeur du sol et les eaux qu'elles reçoivent par ruissellement (**Poujet., 1980**).

c) Les dayas :

Ce sont des dépressions fermées aux bords faiblement inclinés, de formes grossièrement circulaires, parfois elliptique mais toujours globuleuses et arrondies de diamètre très variables (**Poujet., 1980**), localisent généralement dans le sud de Laghouat.

d) Les formations éoliennes :

- **Les voiles sableux** : recouvrement généralement discontinu peu épais quelques centimètres plus ou moins fixé par des psamophytes vivaces ou annuelles (**Pouget., 1980**).

I.2.3. Pédologie :

Selon (**Pouget., 1980**) Laghouat est considérée parmi les wilayat les plus riches sur le plan pédologique, en effet pratiquement tous les sols du Sud algérois cité par cet auteur sont rencontrés.

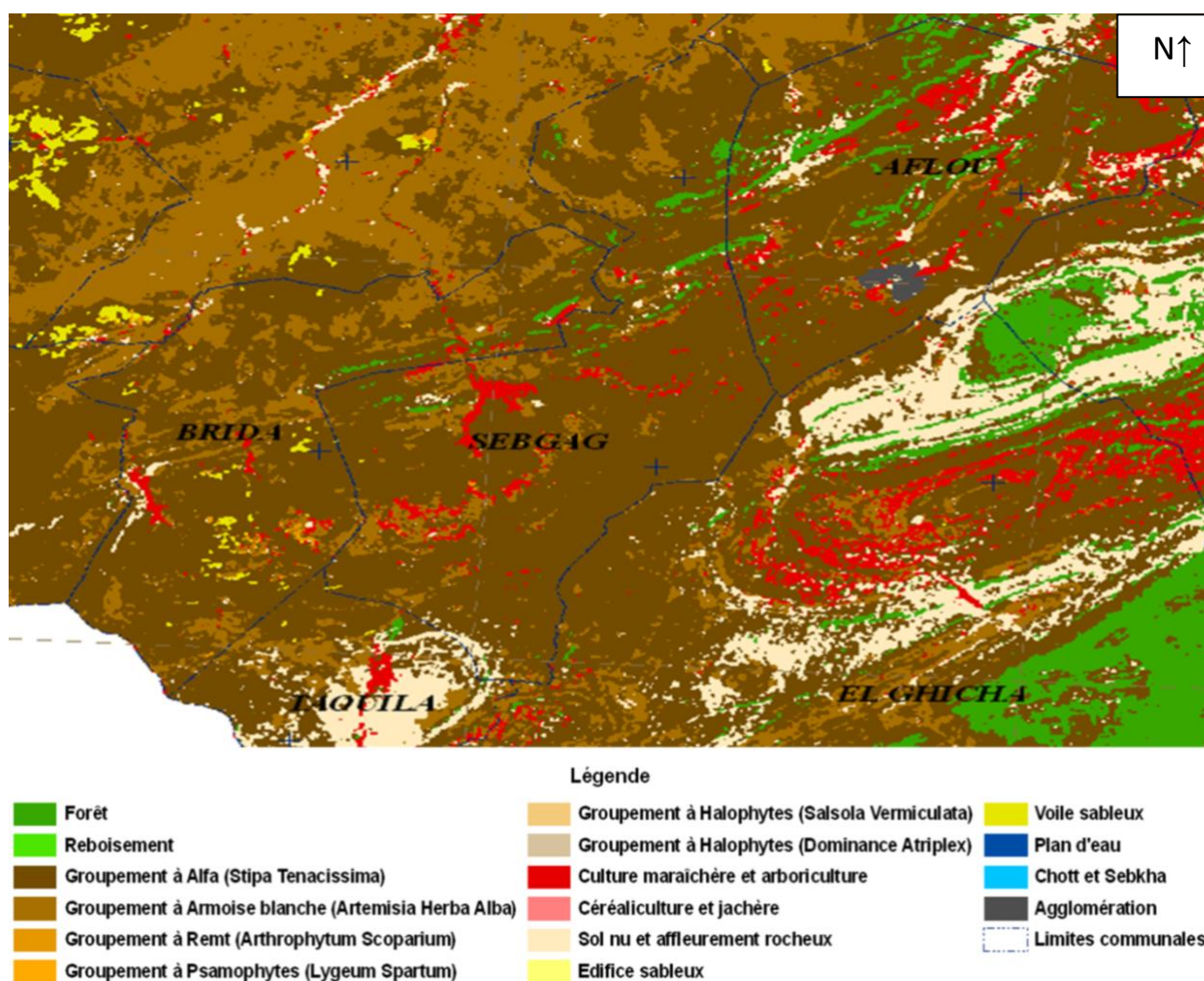


Figure 03 : Carte d'occupation des sols et végétation de la région de Sebghag

I.2.4. Réseaux hydrographique :

a) L'Oued Sebgag :

À 20 km à l'ouest d'Aflou, il existe un certain nombre de source pérennes donnant naissance à l'Oued Sebgag qui reçoit en aval plusieurs affluents pour former l'Oued Touil, puis l'Oued Cheliff. Son parcours est de 10 km et son bassin versant recouvre une superficie 1265km².

b) L'Oued Seklafa :

Situé au sud-est d'Aflou, il constitue l'affluent le plus important de l'Oued M'Zi (d'une longueur de 40 km, il draine un bassin de 775.6 km².c'est un niveau des grés du Barrémien-aptien-albien et des calcaires du jurassique que jaillissent a débit très faible et variable les sources de l'Oued Morra dont la plus importante est l'Ain Arar (environ 4 l/s).

c) L'Oued Sidi Naceur :

L'Oued Sidi Naceur prend naissance au niveau de la terminaison Nord occidentale du Djebel Amour (dans la région d'El-Bayad).Plusieurs émergences contribuent à son alimentation, en particulier les sources d'Hadj Mecheri et sidi Naceur. L'écoulement s'effectue du Sud-ouest vers le nord-est avec un parcours de 120 km. Le bassin versant limité au Nord par celui du chott chergui couvre une superficie de 1972km².

II. Caractéristiques climatique et bioclimatique

Le climat est l'un des facteurs les plus déterminants du milieu naturel, notamment dans le développement du couvert végétal. Pour la caractérisation climatique de la zone d'étude nous avons considéré les données (2001-2021), de la station météo la plus proche à savoir Aflou.

Tableau N° 02 : La localisation de la région d'Aflou

| | Latitude | Longitude | Altitude |
|-------|----------|-----------|----------|
| Aflou | 34°07'N | 02°06E | 1425m |

II.1. La pluviosité :

Pour le végétal, l'eau utile est celle disponible durant son cycle de développement. Autrement dit la répartition des pluies est plus importante que la qualité annuelle des précipitations (Djebaili., 1984).

Les mois les plus pluvieux sont : novembre (34.91 mm) et septembre (31.61 mm). Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 286.32 mm (tableau N° 03)

Tableau N°03 : Répartition des précipitations moyennes annuelles exprimées en millimètre de la région d'Aflou(2001-2021).

| Mois | J | F | M | A | M | J | JT | A | S | O | N | D |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| P (mm) | 29.54 | 28.94 | 26.25 | 31.42 | 24.49 | 12.05 | 12.18 | 8.37 | 31.61 | 22.99 | 34.91 | 23.59 |

(ONM : 2022)

II.2. Températures :

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

La température moyenne annuelle est de 12.42 °C avec un maximum en juillet (24.15°C) et un minimum en janvier (2.63°C) pour notre région (tableau N°04).

Tableau N° 04 : Températures moyennes mensuelle de la région d'Aflou (2001-2014)

| Mois | J | F | M | A | M | J | JT | A | S | O | N | D |
|--------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| T (°C) | 2.63 | 3.55 | 6.81 | 10.42 | 14.66 | 20.25 | 24.15 | 23.52 | 19.03 | 13.73 | 6.93 | 3.38 |

(ONM :

2022)

II.3. Neige :

La neige joue un rôle important dans la constitution des réserves hydriques souterraines (infiltration lente).(**Seltzer., 1946**).

Elle est caractéristique des zones nord de la wilaya, en particulier les hauteurs des monts de djebel Amour, le nombre de jours de neige dans la région d'Aflou est de 10 à 15 jours /année, il est variable et diminue naturellement du Nord vers le sud.

II.4.Sirocco et vent de sable :

Le Sirocco est un vent chaud et sec, d'origine saharien et se dirige vers le sud-ouest ; il crée une atmosphère lourde et sèche qui peut provoquer de nombreux dégâts aux cultures (B.N.E.D.E.R ; 2014), les vents de sable qui impliquent une érosion éolienne, sont fréquents dans la région et soufflent pratiquement tout le long de l'année, ils sont beaucoup plus fréquents au mois de mai et au mois de Septembre. Donc les vents des sables au printemps et le sirocco en été constituent une contrainte et peuvent causer des dégâts aux cultures (B.N.E.D.E.R ; 2014).Le vent est l'un des aspects climatiques les plus importants dans l'étude des régions arides par son action d'érosion et de déplacement de sable.

II.5. Le vent :

Les vents dominants en période hivernale sont de secteur Ouest à Nord-ouest ce qui favorise le déplacement des nuages venant du nord, en période estivale ce sont les vents chauds et desséchants d'Est et Sud-est qui sont dominants. La vitesse des vents est en moyenne annuelle de 4.93/s à Aflou (Seltzer., 1936).

II.6. Synthèse climatique :

Le climat varie de semi-aride inférieur frais au Nord à l'aride inférieur tempéré au Sud (Nedjimi.,2006).

Les différents facteurs climatique n'agissent pas indépendamment les uns des autres pour tenir compte de divers indices ont été proposé, les indices employés font intervenir la température et la pluviosité qui sont les facteurs les plus importants et les mieux connus.

II.6.1. Le diagramme Ombro-thermique de Gaussen :

Ils permettent de comparer l'évolution des valeurs des températures et précipitation.

Ce diagramme (Figure N°04) permet de visualiser la durée du déficit pluviométrique.

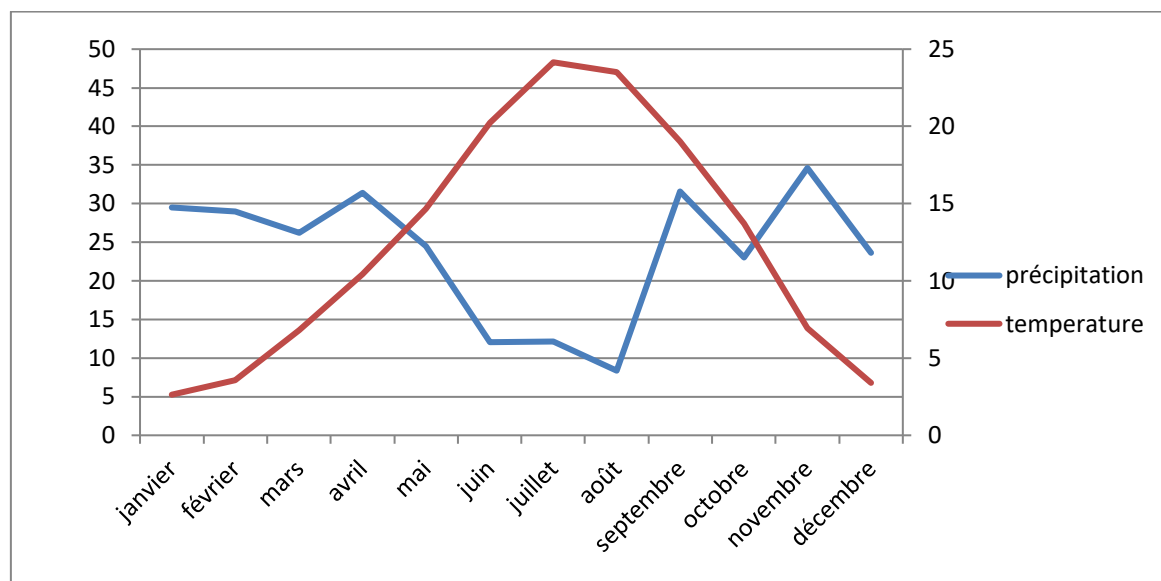


Figure N°04 : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la station d'Aflou 2001-2022.

II.6.2. Le climagramme d'Emberger :

Cet indice se fonde sur le critère liés a la précipitation annuelle moyenne (P en mm), a la moyenne des minima des températures du mois le plus froid de l'année (m) était la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M), selon la formule suivante :

$$Q=3,43.P/M-m$$

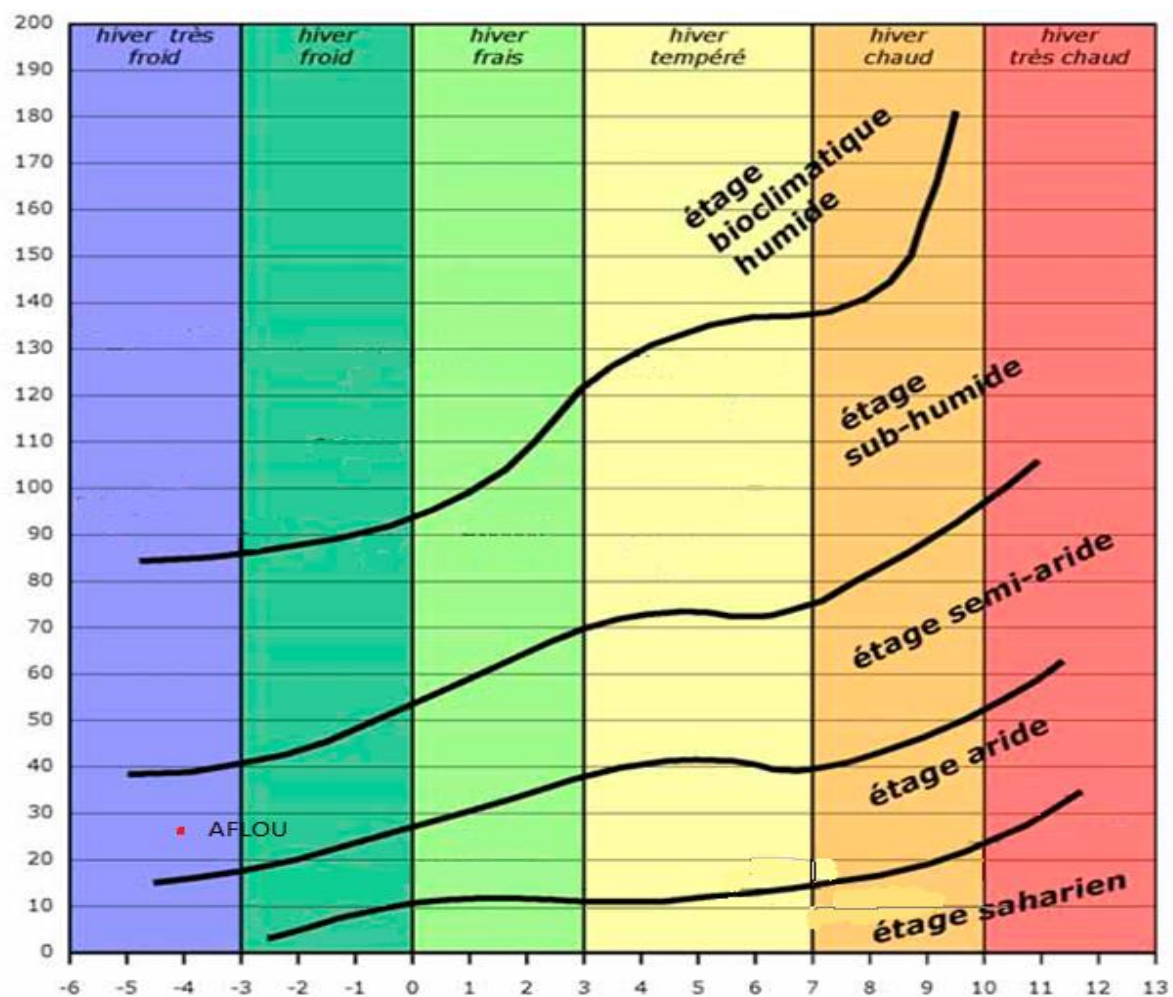


Figure N°05: Climagramme d’Emberger de la région d’Aflou.

La valeur quotient pluviométrique d’Emberger de la région d’Aflou $Q=25.61$ et une variante thermiques (m) de $-4.24^{\circ} C$. Donc on peut classer Aflou dans l’étage semi-aride inferieur avec un hiver très froid(FigureN°05).

III. Méthode d’échantillonnage et collecte des données sur le terrain :

Nous avons veillé à respecter l’homogénéité dans le lieu lors du choix du site qui va nous permettre d’effectuer notre travail. En nous basons sur les définitions qui leurs ont été attribuées.

Un site est une surface ou les conditions écologiques sont considérées comme étant homogènes et/ou la végétation est uniforme (Le Foch, 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’ (Du chaufour, 1977).

III.1. Analyses floristique:

Pour faire un inventaire des ressources végétales du milieu, et les d’occupation du sol par des diverses ressources floristiques, nous avons réalisé 17 relevés phytoécologiques durant la saison optimale de la végétation, c’est-à-dire le mois de mars. dans la zone échantillonnée. Chaque milieu homogène a bénéficié de trois relevés phytoécologiques à fin de les caractérisés.

III.2. Méthode d’échantillonnage :

Nous avons utilisé dans notre travail la méthode d’échantillonnage subjectif qui est défini par Le Floche (2008) comme étant « L’échantillonnage le plus utilisé en phytosociologie, car le plus simple à mettre en œuvre ». Il 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).

III .3. Relevé phytoécologique :

Le relevé phytoécologique est réalisé dans notre cas, il est considéré généralement comme un échantillon, il est en réalité un ensemble de mesures, chacune correspondant à une variable (Aidoud, 1984). Notre objectif est d’étudier la végétation présente dans le lieu, pour cela nous avons procédé dans notre étude à des relevés linéaires par la méthode de la ligne simple.

L’ensemble des relevés ont été réalisé au mois de mars de cette année (... Mars 2022) .Nous avons effectué 5 relevés phytoécologiques pour l’ensemble de la plantation.

III.4. Mode opératoire sur le terrain :

III.4.1.Matériel utilisé est :

- Un ruban mètre ;
- Un sécateur ;
- Des sacs en plastique ;
- Des piquets.

III.4.2. Emplacement des relevés :

Le choix de l'emplacement du relevé est un élément essentiel dans l'observation d'un milieu du fait de la nécessité de sa représentativité (Prévost, 1999). L'emplacement des relevés dans la zone d'étude, a été choisi en fonction de l'homogénéité, physionomique et géomorphologique dans les sites (Le Floche, 2008).

III.4.3. Relevé linéaire par la méthode de la ligne simple:

Le relevé linéaire (Figure N°06) est considéré comme un moyen efficace pour étudier l'évolution de la couverture végétale lorsqu'il s'agit d'une ligne permanente (Long, 1958 ; Gounot, 1969 ; Aidoud, 1983). La technique de la ligne consiste à placer entre deux piquets un ruban gradué d'un multiple de 30 cm tendu au-dessus de la végétation (Gounot, 1969, Lacoste et Salanon, 1999), les lectures s'effectuent à l'aide d'une règle en bois tous les 30 cm le long de la ligne ; un total de 100 lectures par ligne est réalisé. Les lignes sont orientées par rapport au nord de façon aléatoire les directions ne sont pas mesurées.



Figure N° 06 :Méthode de la ligne pour l'inventaire de la végétation .

C'est une méthode fréquemment utilisée pour l'évaluation du couvert végétal des zones steppiques en Australie et en Afrique du Sud (Daget et Poissonnet, 1971).

III.5. Analyses des données du terrain:

III.5.1. Identification des espèces :

Un herbier a été préparé et l'identification des espèces inventoriées les photos qui présentent les espèces dans (Annax) été effectuée selon des guides spécialisés tels que la flore : Quezel et Santa(1954) et Ozenda (1954-1994).

IV. Analyse du patrimoine biologique:

IV.1. Richesse totale:

Elle représente en définitif un des paramètres fondamentaux caractéristique d'un peuplement et représente la mesure la plus fréquemment utilisée de sa biodiversité. La richesse totale S, est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné (Ramade, 2003).

Pour classer notre richesse totale, nous avons utilisé l'échelle de Daget et Poissonet (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.

IV. 2. Recouvrement global de la végétation :

Le recouvrement total de la végétation est défini théoriquement comme le pourcentage de la surface du sol qui serait recouverte par les végétaux (Gounot, 1969).

$$RG(\%) = \frac{n}{N} \times 100$$

n : Le nombre de point de végétation ;

N : Le nombre total de points de contacts ou de lecture

IV.3. La fréquence spécifique F_{Si} :

Selon Le Floch, (2008), la fréquence spécifique (F_{Si}) est le nombre de points de lecture ou un taxon donné, i est relevé « présent » lors d'un comptage sur les lignes de lecture.

La fréquence d'une espèce i (F_{Si}), est égale au nombre de points ou cette espèce a été observée le long d'une ligne disposée dans la végétation (Nedjraoui, 1981).

$$F_{Si}(\%) = \frac{n_i}{N} \times 100$$

IV.4. La contribution spécifique C_{Si} :

La contribution spécifique (C_{Si}) d'une espèce i définit sa participation au tapis végétale. Elle est égale au quotient de la fréquence spécifique centésimale de ce taxon (F_{Si}) par la somme des fréquences spécifique de tous les taxons rencontrés dans le relevé (Daget et Poissonet, 1971 in le Floc'h, 2008).

$$C_{Si}(\%) = \frac{F_{Si}}{\sum F_{Si}} \times 100$$

IV.5. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H'):

Selon Lacoste (2001) dans l'évaluation de la diversité spécifique ou indice de Shannon, interviennent en principe les abondances (traduisant le nombre d'individus ou effectif) des espèces constitutives de la biocénose (ou de la communauté). Parmi les nombreux indices de diversité proposés, l'indice de Shannon sans doute le plus connu, et se formule ainsi :

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

Où :

P_i : Abondance relative de l'espèce de rang i ;

$P_i = n_i/N$, c'est à dire l'abondance relative de l'espèce i (effectif i / effectif global). Elle rend compte indirectement de la probabilité de « voisinage » autrement dit la compétition des individus de l'espèce i avec ceux des autres espèces ;

N : Abondance du peuplement, ni Abondance de l'espèce i ;

(Les logarithmes utilisés étant de base 2, H' s'exprime en bit : binary digit).

L'indice de Shannon est pratiquement indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de l'abondance de chaque espèce (Dajoz, 1982).

Cet indice varie toujours de 0 à $\log_2 (s)$ dans une fourchette approximative de 0,5 à 5 dans le même sens que la richesse spécifique et en fonction des mêmes paramètres dynamiques environnementaux.

IV.6. Equitabilité (E_Q):

L'équitabilité (E_Q) exprime la régularité de la répartition équitable des individus au sein de la communauté végétale (espèces). Elle permet de comparer la structure des peuplements, elle constitue une seconde dimension fondamentale de la diversité du peuplement étant donné qu'elle rend compte de la distribution du nombre d'individus par espèce.

C'est le rapport de la diversité d'un peuplement ou d'un échantillon et du nombre N d'espèces présentes dans le lieu. Il est calculé à partir la formule suivante :

$$E_Q = \frac{H'}{\log_2(N)}$$

Où

H' : Diversité spécifique

N : Abondance du peuplement (Nombre d'espèces présentes)

L'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs appartient à une seule espèce. Par contre elle se rapproche de 1 lorsque chaque espèce est représentée par le même nombre d'individus (Ramade, 1984).

IV.7. Diversité biologique (Le spectre biologique):

Les types biologiques ou formes biologiques désignent le comportement adaptatif de l'espèce. Elle renseigne sur la formation végétale, son origine et ses transformations. Ces types ont été établis par Raunkiaer pour les végétaux des régions tempérées ou la saison défavorable est la saison froide. Mais ils peuvent être appliqués aux végétaux des régions où la saison défavorable est la saison sèche.

- **Phanérophytes (Ph)** : végétaux supérieurs dont les bourgeons de rénovation sont situés à plus de 50 cm du sol qui ne sont pas protégés ; ce sont des arbres, des arbustes ou de ligneuses.
- **Chaméphytes (Ch)** : Espèces ligneuses ou suffrutescentes pérennes dont les bourgeons de rénovation sont situés à 50 cm du sol au maximum.
- **Hémicryptophytes (H)** : plantes pérennes dont les bourgeons de rénovation affleurent à la surface du sol.

- Géophytes : plantes dont les bourgeons de rénovation sont enfouis dans le sol.
- **Thérophytes (T)** : Ce sont des plantes annuelles qui forment leurs spores ou graines au cours d'une seule période de vie.

Les différents types biologiques renseignent ainsi sur les formes de croissance et donc sur la réponse des végétaux aux conditions locales de milieu et de perturbation (Aidoud, 1983).

IV.8. Diversité phytogéographique :

La phytogéographie est l'étude de la répartition des espèces végétales à la surface du globe. Le fait qu'une espèce ne dépasse pas les limites de son aire de répartition dépend de plusieurs facteurs dont le climat, le sol, l'histoire ou l'isolement par des obstacles naturels (Lacoste *et al.*, 1969 in Mahamane, 2005).

La détermination des affinités chorologiques des différentes espèces a été faite à l'aide des subdivisions chorologiques proposées par (Maire, 1926 ; Monod, 1957 ; Quezel, 1965). Les types phytogéographiques retenus sont :

- ❖ E : Eurasiatique.
- ❖ A:Américaine.
- ❖ Méd : Méditerranéen.
- ❖ Méd-A : Méditerranéen-Atlantique

IV.9. Indice de perturbation du milieu:

L'indice de perturbation (I P) est déterminé par la relation suivante:

$$IP = (\text{Chaméphytes} + \text{Thérophytes}) / (\text{Nombre total des espèces})$$

IV.10. Mesure du biovolume (BV) des espèces inventoriées:

Au cours de notre travail nous avons considéré la forme d'une plante cylindrique, pour cela le biovolume (B V) d'une plante est cylindrique il est déterminé par :

Mesure du diamètre maximal (m) de chaque espèce et sa hauteur maximal (H (m)); nous calculons par la suite la surface (S) et le Biovolume (BV) de la manière suivante:

$$\text{Surface}(\text{m}^2) = (3,14 * (\text{diamètre})^2) / 4$$

$$\text{Biovolume (B V)} = \text{Surface} * \text{Hauteur (m}^3)$$

V. Analyses biochimiques et physiologiques des espèces inventoriées :

V.1. La teneur en eau (%) :

Les échantillons frais de chaque plante sont pesés immédiatement pour obtenir leur poids frais (PF), après la pesée les échantillons sont séchés à l'aide d'une étuve à 105°C pendant 24 heures.

La teneur en eau est donnée par la formule suivante : La teneur en eau= MF-MS

V.2. Les paramètres biochimiques :

V.2.1. Dosage de la chlorophylle (mg/g MF):

La méthode utilisée est celle de Mc Kinney (1941). Dans des tubes à essais(Figure N°07), on ajoute sur 100mg d'échantillon frais, Copé en petits fragments, 5 ml d'acétone à 80% qui dilue à 20ml d'eau distille, pendant 24 heures, les concentrations de la chlorophylle a, la chlorophylle b sont déterminer à l'aide d'un spectrophotomètre à des densités optiques respectives de 663 et 645 nm.

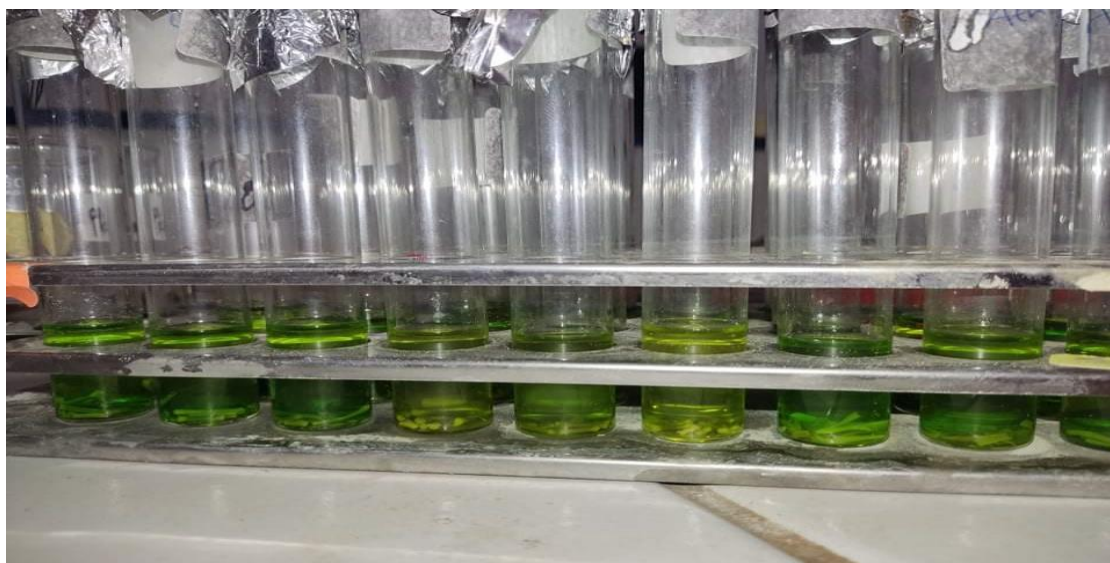
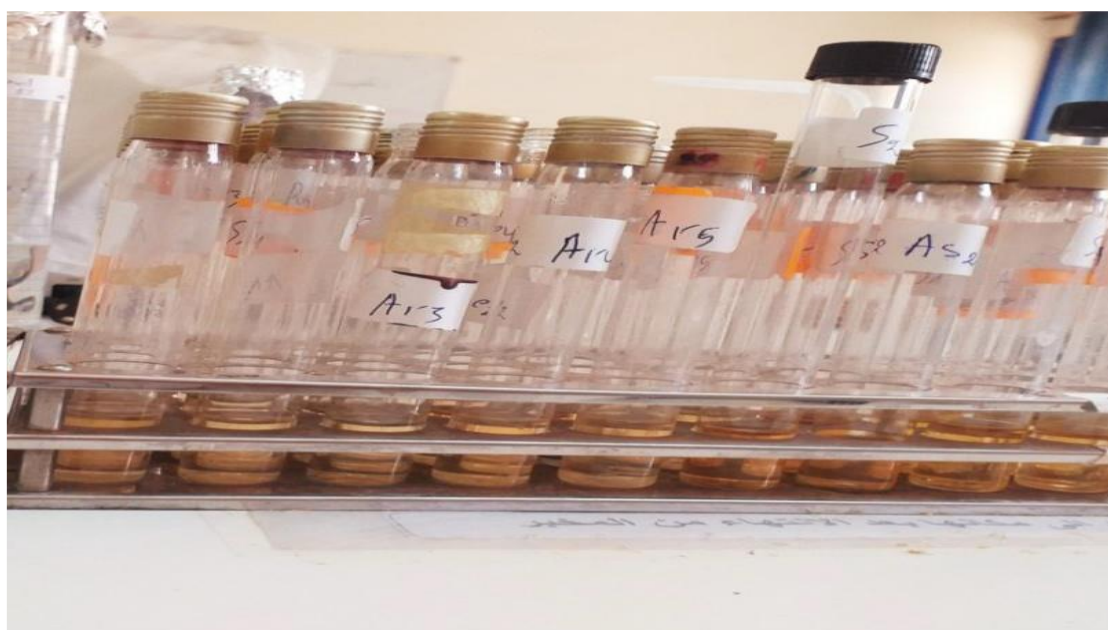


Figure N° 07: Représentation de Dosage de la chlorophylle des espèces inventoriées.

V.2.2. Dosage des sucres totaux (mg/g MF)

Les sucres solubles totaux (Figure N°08) (saccharose, glucose, fructose, leurs dérivés méthyles et les polysaccharides) sont doses par la méthode au phénol de **Dubois et al. (1956)**. Elle consiste à prendre 100mg de matière fraîche, placées dans des tubes à essais, on ajoute 5ml d'éthanol à 80% pour faire l'extraction des sucres et on ajoute 20ml d'eau distillée à l'extrait. C'est la solution à analyser. Au moment du dosage on les place les tubes au bain-marie pendant 30mn à 70°C pour faire évaporer l'alcool.

Dans des tubes à essais propre, on met 1ml de la solution à analyser, on ajoute 1ml de phénol à 5% (le phénol est dilué dans de l'eau distillé) ; on ajoute rapidement 5ml d'acide sulfurique concentre 96% sous haute tout en évitant de verser de l'acide contre les parois du tube. On obtient, une solution jaune orange à la surface, on passe au vortex pour homogénéiser la couleur de la solution. (La couleur de la réaction est stable pendant plusieurs heures). Les mesures d'absorbances sont effectuées à une longueur d'ondes de 640nm. enfin des résultats des densités optiques sont rapportés sur un courbe étalon des sucres solubles (exprime en glucose).



FigureN°08: Représentation de Dosage de sucre totaux au laboratoire des espèces inventoriées.

V-2-3. Dosages de la proline (mmol/g MF) :

La proline(Figure N°09), acide pyrimidine 2-carboxylique, est l'un des vingt principaux acides aminés qui en-trent dans la constitution des protéines. La proline est facilement oxydée par la ninhydrine ou tri-cetohydrindène. C'est sur cette réaction que se base le protocole de ↑mise en évidence de la proline dans les échantillons foliaires (El Jaafari,1993). La méthode suivie est celle de trolls et Lindsley, (1955), simplifiée et mise au point par (Rasio et al, 1987).

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

1 ml d'acide acétique (CH_3COOH); 25 mg de ninhydrine ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_4$) ; 1 ml de mélange contenant : 120 ml d'eau distillée ; 300 ml d'acide acétique ; 80 ml d'acide orthophosphorique (H_3PO_4 , $d=1.7$). La solution obtenue est portée à ébullition pendant 30 mn à 100°C, la solution vire au rouge, après refroidissement, 5ml de toluène sont ajoutés à la solution qui est agitée, deux phases se séparent (une phase supérieure à la couleur rouge contient la proline et une phase inférieure transparente sans proline). Après avoir éliminé la phase inférieure, la phase supérieure est récupérée est deshydratée par l'ajout d'une spatule de sulfate de sodium Na_2SO_4 anhydre (pour éliminer l'eau qu'elle contient).

Nous déterminons la densité optique (DO) à l'aide d'un spectrophotomètre (type 20D) sur une longueur d'onde de 528 nm. Les valeurs obtenues sont converties en taux de proline par le biais d'une courbe d'étalonnage préalablement établie à partir d'une série de solutions de concentration en proline connue. Cette courbe est utilisée pour déterminer les teneurs en proline dans les feuilles des plantes.

VI. Climatologie de la zone d'étude durant la saison de notre travail:

Les données du climat de notre région d'étude ont été téléchargées à partir du Web (site 1). Elles concernent celles liées aux températures moyennes mensuelles et les précipitations mensuelles; pour les mois de Janvier Février, Avril et Mars de l'année 2022 . Ces données concernent les précipitations et les températures mensuelles moyennes.

VII. Sol de la zone d'étude:

Les caractéristiques physico chimiques du sol de la zone d'étude sont celles de Ould Ali et Kouidri (2017). Le sol de la plantation à Sebgag est caractérisé par (Tableau N°05), une texture légère à dominance de sables, un pH légèrement basique. La plantation est caractérisée aussi par un sol non salin à faible teneur en calcaire, les nutriments sont moyennement présents.

Tableau N°05: Caractéristiques physico-chimiques du sol de la zone d'étude.

| Elément (unité) | Teneur |
|-----------------------|--|
| C (%) | (0,020 ± 0,004) |
| N (%) | (0,023 ± 0,005) |
| pH | (7,87 ± 0,29) |
| CE (mms/cm) | (0,22 ± 0,09) |
| N (g/kg) | (2,08 ± 0,92) |
| P (g/kg) | (2,64.10 ⁻⁵ ± 6 .10 ⁻⁶) |
| K (g/kg) | (0,64 ± 0,27) |
| CaCO ₃ (%) | (2,60 ± 0,005) |
| Sables (%) | (96,84 ± 1,18) |
| Argile et Limons (%) | (3,13± 1,2) |

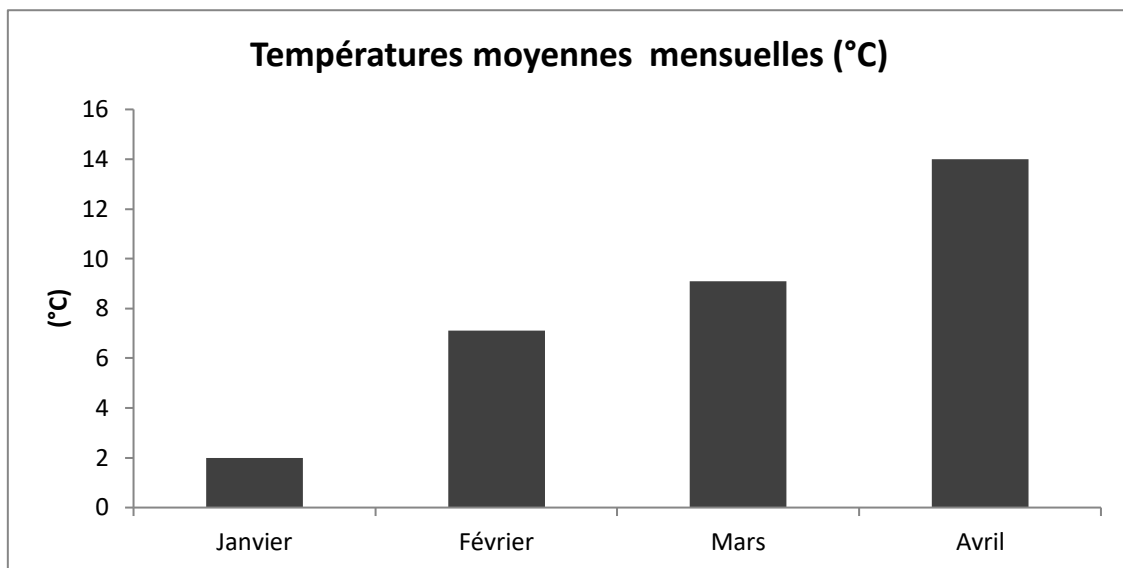
VIII. Analyses Statistiques des données :

Les données collectées ont subi des analyses statistiques; à cet effet nous avons utilisé deux logiciels : Minitab 2017 et Xlstat 2016.

CHAPITRE III
Résultat et Discussions

I.Climatologie du site d'étude:**I.1.Températures moyennes mensuelles:**

Nous observons (Figure N°10) que durant notre travail de terrain, le climat de notre région d'étude est caractérisé par une température moyenne mensuelle maximale enregistrée au mois d'Avril (14 °C) et température moyenne mensuelle minimale observée en Janvier (2 °C). Au mois de Mars la température moyenne est aux alentours de (9°C).



FigureN° 10 : Représentation des température moyennes mensuelles (°C) de la station d'étude durant 2022.

I.2.Précipitations:

Durant la saison de notre travail, la région d'étude a été caractérisée par des précipitations maximales (Figure N°11) en Janvier 2022 qui ont franchi (17mm) et pluviosité minimale au mois de Février (4mm).

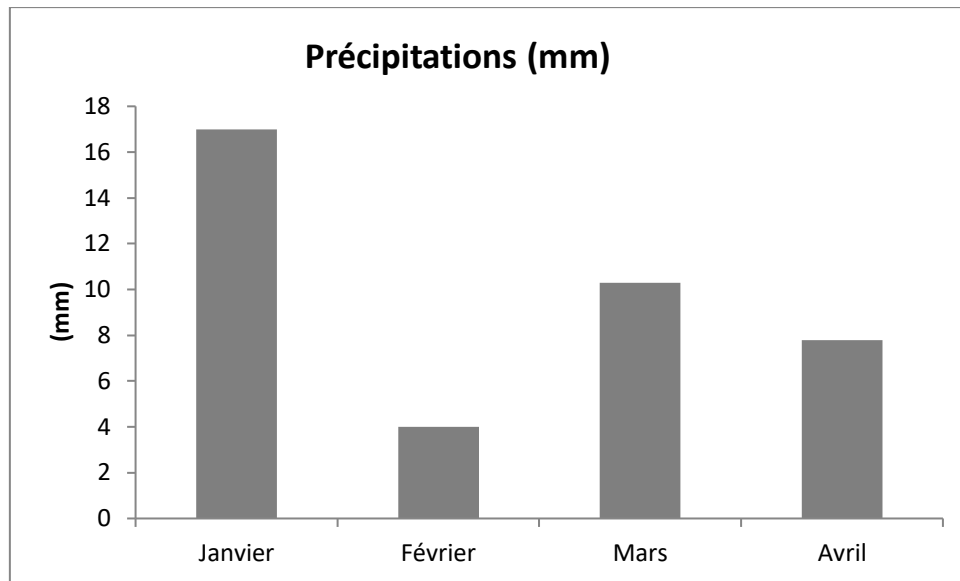


Figure N° 11 : Réprésentation des précipitation(mm) de la station d'étude durant 2022.

II .Analyse floristique:

Pour étudier l'effet de la plantation d'*Atriplex canescens* sur la végétation, l'analyse floristique a été réalisée sur le site pour l'évaluation de l'état de parcours planté.

II.1. La Richesse floristique

II.1.1.Richesse totale:

Dans le parcours étudié, d'après les relevés floristiques effectués dans le site, nous avons dénombré (Tableau N° 06), **7 espèces appartenant à 07 genre et 06 familles** .

Tableau N°06: Répartition de la flore inventoriée dans le site d'étude:

| Espèce | Genre | Famille |
|-----------------------------|------------|---------------|
| <i>Stipa tenacissima</i> | Macrochloa | Poaceae |
| <i>Salvia verbenaca</i> | Salvia | Camiaceae |
| <i>Retama raetam</i> | Retama | Fabaceae |
| <i>Echinops spinosus</i> | Echinops | Asteraceae |
| <i>Artemisia alba turra</i> | Artemisia | |
| <i>Atriplex canexens</i> | Atriplex | Amaranthaceae |
| <i>Alluim vineale</i> | Alium | Amarylidaceae |

II.1.2. Recouvrement global par la végétation:

Les résultats de recouvrement global général indiquent dans (la figure N°12), que les plantes occupent (68,82%) de la surface de la plantation, le reste de l'espace est couvert par les éléments de sol.

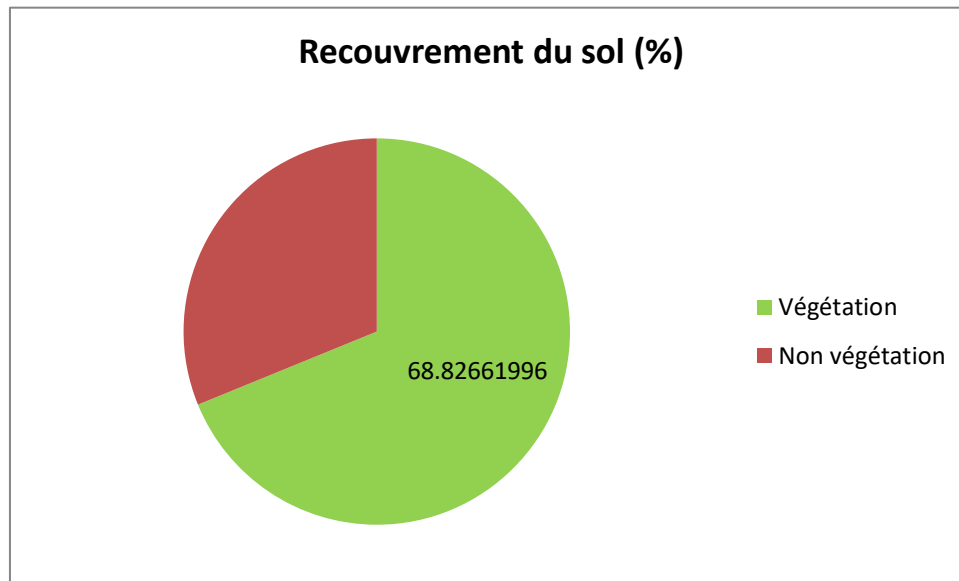


Figure N°12 :Représentation de Recouvrement du sol (%)

II.1.3. Fréquence spécifique et Contribution spécifique des espèces inventoriées :

L'étude de la variation de la fréquence spécifique et contribution spécifique de la zone d'étude montre (Figure 13), que certaines espèces présentent une fréquence spécifique plus élevée que d'autre. Les espèces *Atriplex canescens*, *Stipa tenacissima*, *Retama raetam* et *Echinops spinosus* sont présentent avec respectivement (55,69 %);(7,88%);(1,93%);(1,75%) Les espèces les plus faiblement présentent sont *Artemisia alba turra*, *Salvia verbonenaca*, *Allium vineale* avec respectivement(0,87%) ; (0,52%); (0,17%).

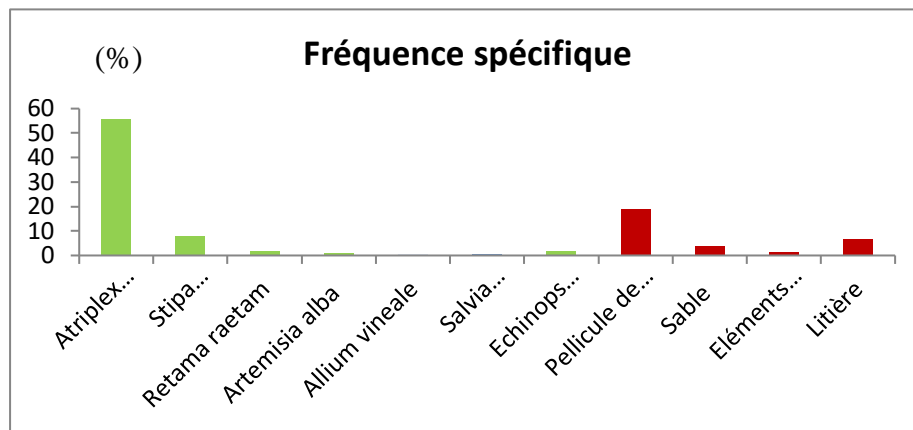


Figure N° 13 : Représentation de la Fréquence Spécifique des éléments inventoriés

Les espèces *Atriplex canescens*, *Stipa tenacissima*, *Retama raetam* et *Echinops spinosus* contribuent fortement au tapis végétale (Figure 14) avec respectivement (80.92%) ; (11.45%) ; (2.80%) ; (2.55%) . Les espèces *Artemisia alba turra*, *Salvia verbonenaca*, *Allium vineale* présentent une faible contribution au tapis végétal avec respectivement (1.27%) ; (0.7%) ; (0.25%)

Nous avons constaté la prédominance des **Asteraceae**, suivie par les **Fabaceae**, **Poaceae**, **Camiaceae**, **Amaranthaceae** et **Amary lidaceae**.

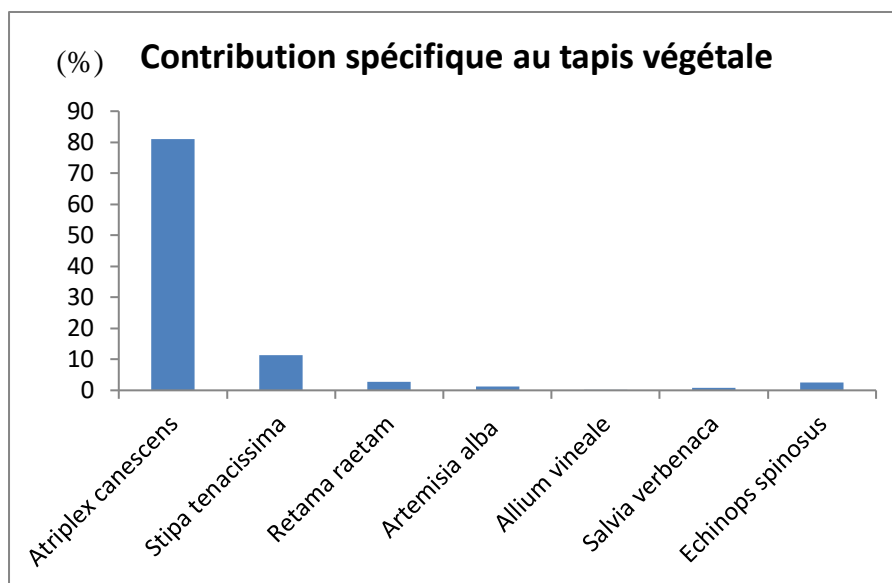


Figure N°14 : Représentation de Contribution Spécifique au tapis végétale des espèces inventoriées.

II.1.4.Morphométrie des espèces inventoriées:

L'Analyse du bio volume montre (Tableau N°07), que *Atriplex canescens* présente le plus grand volume (18,87m³) suivi par *Stipa tenacissima* et *Retama raetam* avec respectivement (1,33 m³) et (1,85 m³). Les autres espèces inventoriées présentent un biovolume inférieur à 0,11 (m³).

Tableau N° 07: Biovolume des espèces inventoriées.

| Espèces | Bio volume (m3) |
|-----------------------------|-----------------|
| <i>Atriplex canescens</i> | 18,87 |
| <i>Stipa tenacissima</i> | 1,33 |
| <i>Retama raetam</i> | 1,85 |
| <i>Artemisia alba turra</i> | 0,11 |
| <i>Allium vineale</i> | 0,003 |
| <i>Salvia verbenaca</i> | 0,02 |
| <i>Echinops spinosus</i> | 0,01 |

II.1.5.Diversité spécifique de Shannon (H') et Equitabilité (E_Q) :

L'indice de Shannon est l'indice de diversité le plus couramment employé, cet indice de Shannon s'accompagne souvent de l'indice d'Equitabilité, ces deux indices permettent notamment de suivre les changements temporels d'un peuplement.

Pour la période de notre étude, nous avons calculé ces deux indices et les résultats sont présentés dans le (Tableau N°08), on trouve que la valeur de l'indice de diversité de Shannon est (1,1) peuplement homogène due à la dominance d'*Atriplex canescens* par rapport aux autres espèces.

La valeur de l'Equitabilité est (38,71%), indique alors nous sommes en présence d'un déséquilibre ou une seule espèce domine tout le peuplement. Dans notre site d'étude on a remarqué la dominance de l'espèce *Atriplex canescens* par rapport l'autre espèce et qui présente aussi une contribution spécifique de plus de (80%).

La faible valeur expliquer par l'absence qui existence d'une l'équilibre des abondances entre les espèces de site d'étude , la absence de la diversité spécifique, indique que les espèces qui composent le site d'étude ont des abondances sensiblement différentes (**Guerreche.,2010**),

dans le cas de Sebgag on a remarqué la dominance de l'espèce *Atriplex canescens* par rapport à l'autre espèce.

Tableau N° 08: Diversité spécifique de Shannon (H') et Equitabilité (E_Q) des espèces inventoriées.

| | |
|--------------------------------|---------|
| Indice de Shannon (H') | 1.1 |
| Equitabilité (E _Q) | 38.71 % |

II.1.6. Spéctre biologique des espèces inventoriées:

Le spéctre biologique des espèces inventoriées (Figure 15), les divise comme suit par Nanophanérophytes (81%) *Atriplex canescens* , Hémicryptophytes (15%) *Echinops spinosus* ; *Stipa tenacissima* ; *Salvia verbenaca* , Phanérophytes(3%) *Retama raetam* , Chaméphytes (1%) *Artemisia alba turra* et Géophytes (0%) *Allium vineale* .

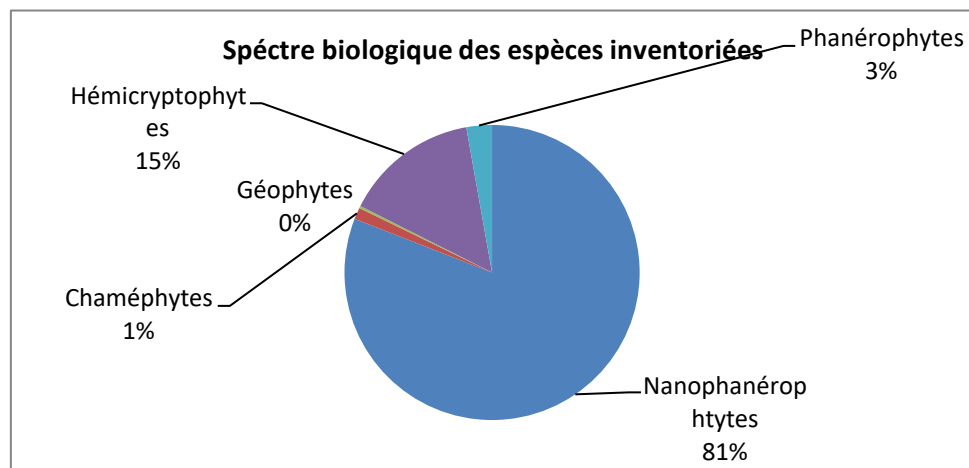


Figure N°15 :Représentation de Spéctre biologique des espèces inventoriées

II.1.7. Le spectre phytogéographique :

Le spectre phytogéographique des espèces inventoriées (Figure N°16) est obtenu en calculant le nombre de taxons pour chaque élément floristique considéré. Les résultats obtenus apparaissent sur la figure N°10.

Dans la station des espèces sont méditerranéennes *Artemisia alba turra*, *STipa Tenacissima*, *Echinops Spinosus*, *Retama raetam*, *Salvia verbenaca* parmi elle *Allium vineale* (Eurasiatique) et *Atriplex canescens* (Américaine).

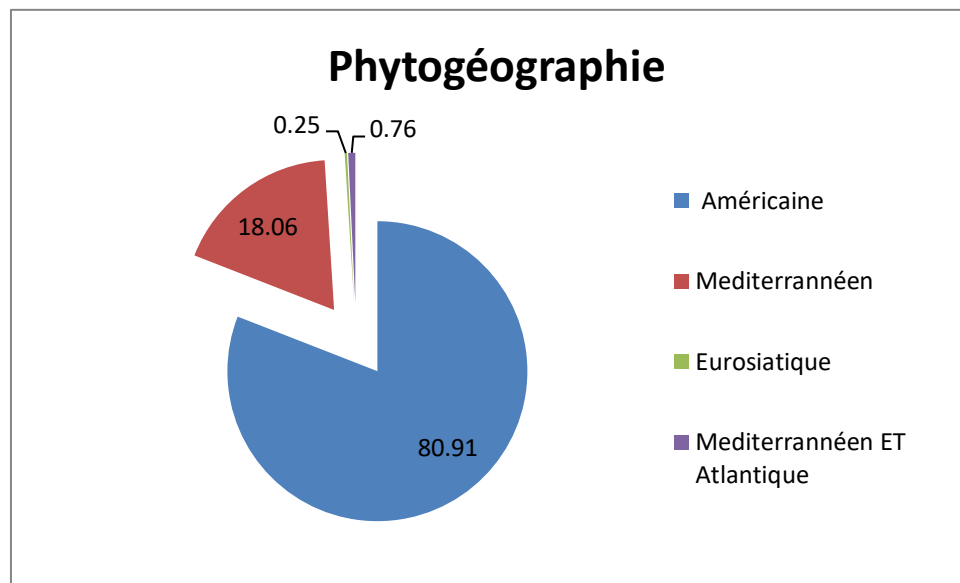


Figure N°16 :Représentation de Spéctre Phytogéographie des espèces inventoriées .

II.1.8. Indice de perturbation du milieu :

L'indice de perturbation du milieu est relativement élevé et est égale à (82%), ce pourcentage signifiant que le milieu est perturbé et les plantes stressées.

$$IP=82,17 \%$$

III. Paramètres physiologie des espèces inventoriées :

III.1. Teneur en eau:

Chez les espèces inventions nous remarquons (Figure N°17) que la teneur la plus élevée en l'eau (74,97%) est chez *Artemisia alba turra*, suivi par *Salvia verbenaca* (72,86%), *Echinops spinosus* (70,61%).les plus fables teneur en proline sont observées chez *Atriplex*

canescens (64,56%), *Retama raetam* (53,75%), *Stipa tenacissima* (41,85%), *Allium vineale* (10,00%).

L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($P < 0,0001$), avec la formation de cinq groupes statistique.

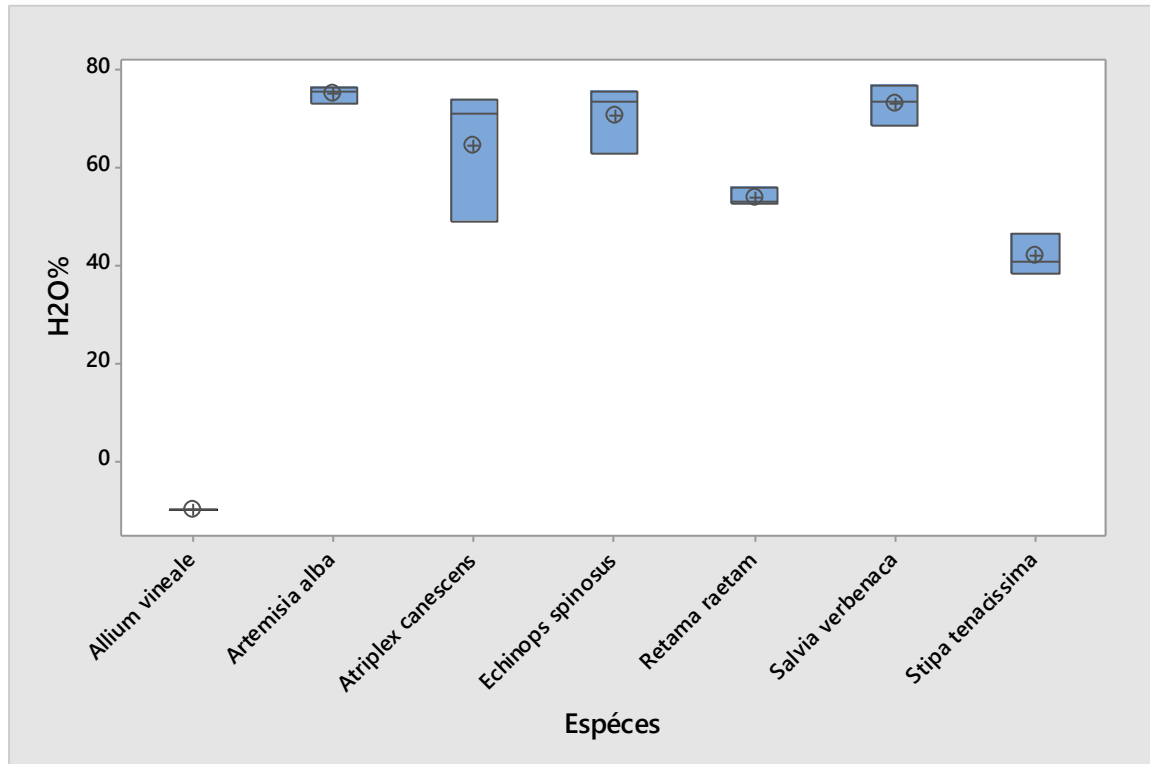


Figure N°17 : Représentation de teneur en eau des espèces inventoriées .

III.2. Paramètres biochimique des espèces inventoriées

III.2.1. Chlorophylle totale:

chez les espèces inventions nous remarquons (Figure N°18) que la teneur la plus élevée en chlorophylle (20,38 mg/gMF) est chez *Allium vineale*, suivi par *Salvia verbenaca* (16,73 mg/gMF), *Artemisia alba turra* (16,60 mg/gMF). Les plus faibles teneurs en proline sont observées chez *Echinops spinosus* (13,09 mg/gMF), *Retama raetam* (12,72 mg/gMF), *Stipa tenacissima* (8,56 mg/gMF), *Atriplex canescens* (7,85 mg/gMF).

L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($P < 0,0001$) avec la formation de quatre groupes statistique .

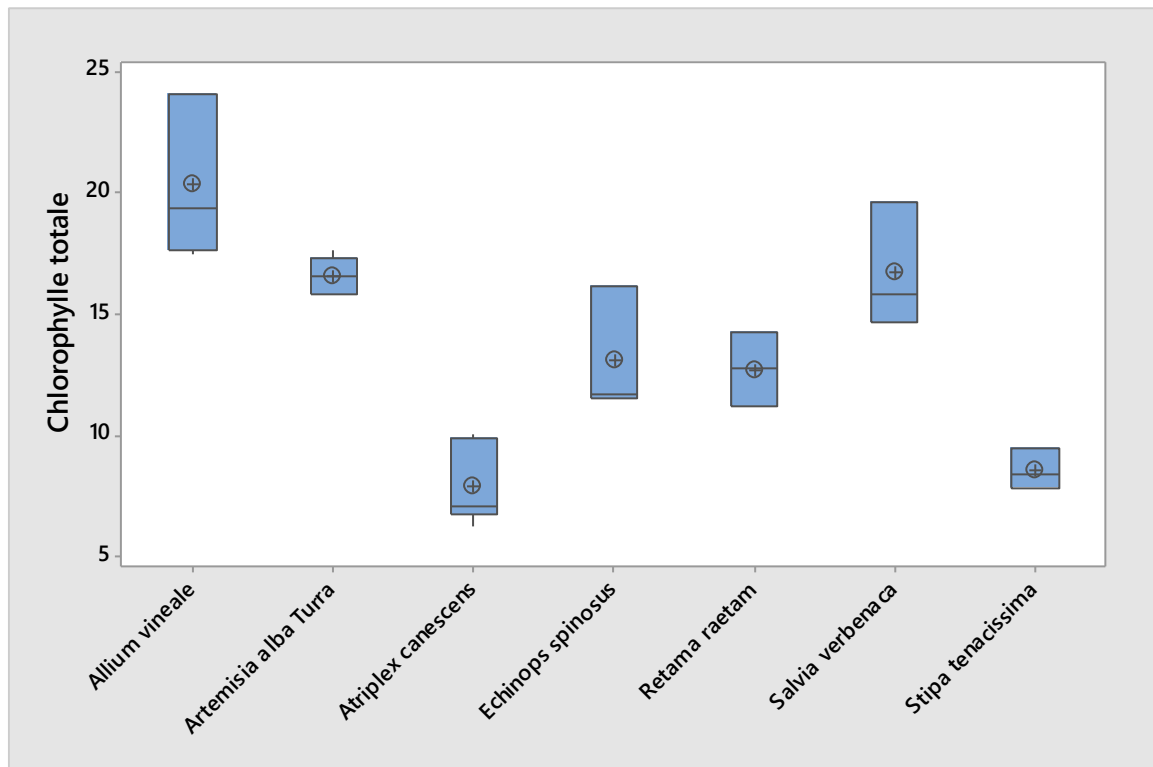


Figure N° 18: Représentation de la teneur en Chlorophylle totale des espèces inventoriées.

III.2.2. Sucre Totaux:

chez les espèces inventions nous remarquons(Figure N°19) que la teneur la plus élevée en sucre(1,62 mg/gMF)est chez *Stipa tenacissima* ,suivi par *Salvia verbenaca* (1,39 mg/gMF), *Retama raetam* (1,08 mg/gMF).les plus fables teneur en sucre sont observées chez *Echinops spinosus* (0,98 mg/gMF), *Artemisia alba turra* (0.83 mg/gMF), *Atriplex canescens* (0,83 mg/gMF), *Allium vineale* (0,77 mg/gMF).

L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($P < 0,0001$)avec la formation de cinq groupes statistique .

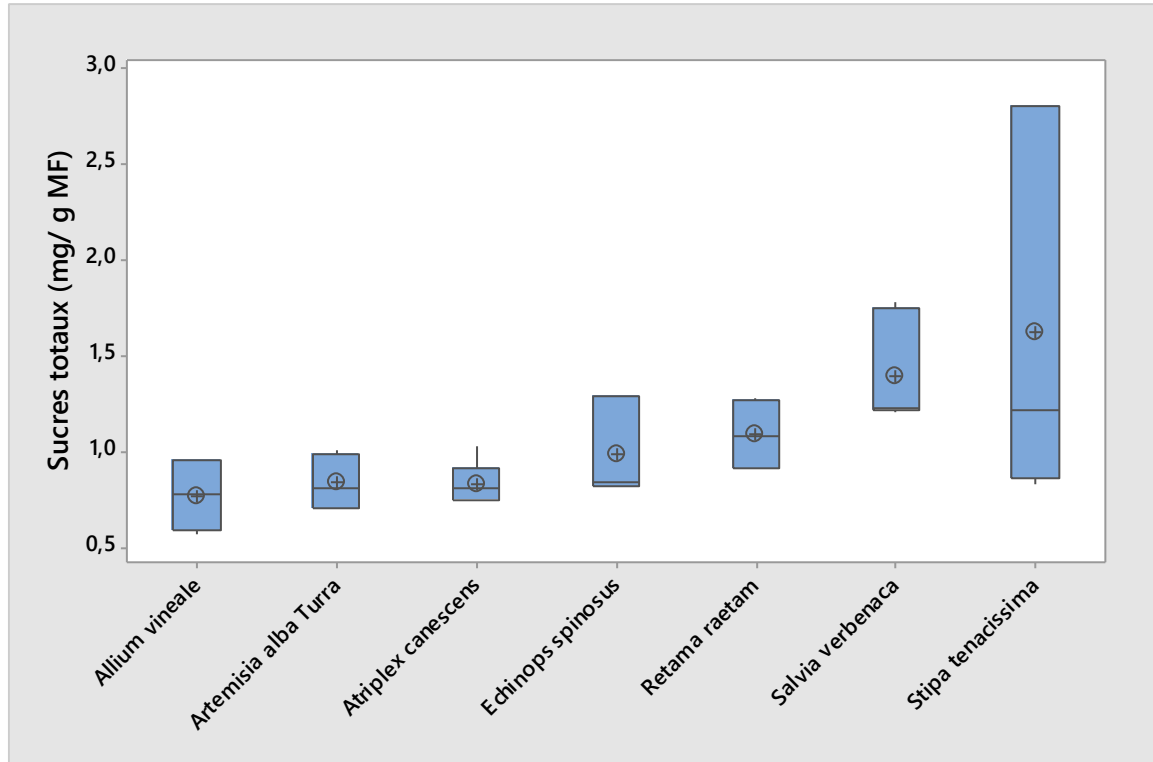


Figure N° 19 : Représentation de la teneur en Sucres des espèces inventoriées.

III.2.3. Proline:

chez les espèces inventions nous remarquons (Figure N° 20) que la teneur la plus élevée en proline (3,41 mmol/gMF) est chez *Retama raetam*, suivi par *Salvia verbenaca* (2,93 mmol/gMF), *Allium vineale* (1,89 mmol/gMF). Les plus faibles teneurs en proline sont observées chez *Atriplex canescens* (1,72 mmol/gMF), *Stipa tenacissima* (1,33 mmol/gMF), *Echinops spinosus* (1,18 mmol/gMF), *Artemisia alba turra* (0,92 mmol/gMF).

L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($P < 0,021$) avec la formation de cinq groupes statistiques.

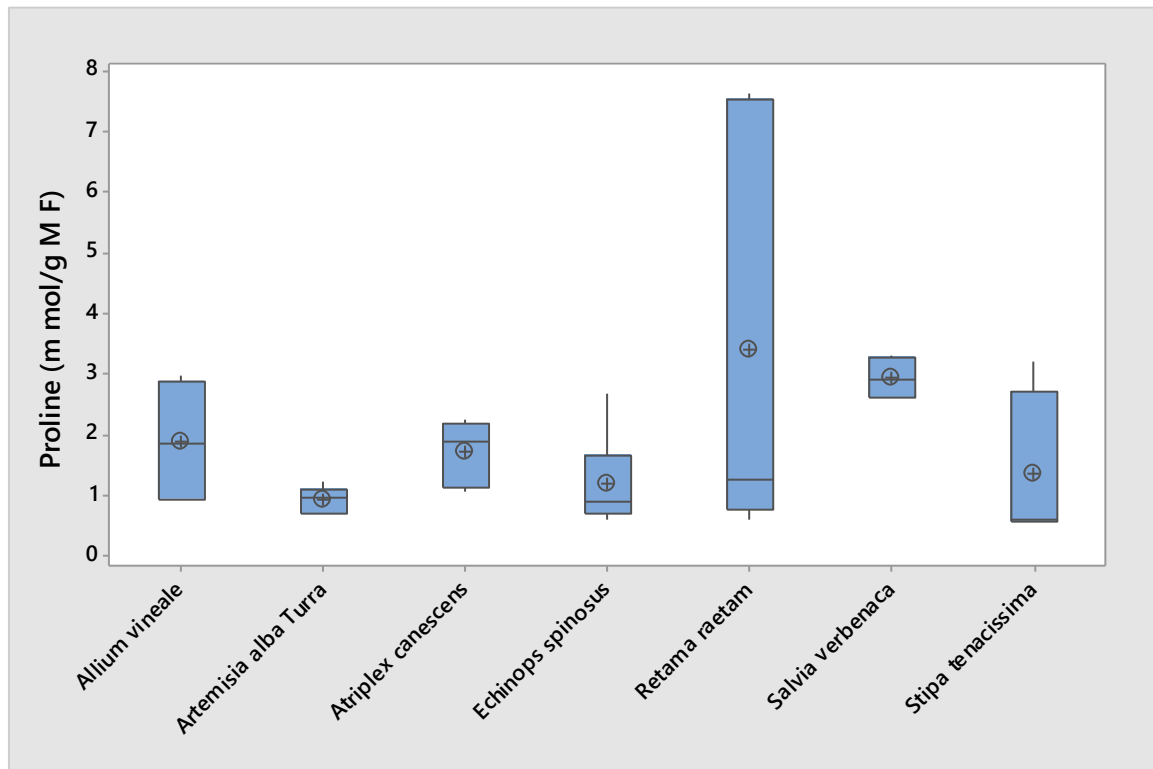


Figure N° 20 : Représentation de la teneur de proline des espèces inventoriées.

IV. Analyse en composante principale des paramètres mesurés:

L'analyse en composante principale montre dans la (FigureN°21), que la contribution spécifique de *Atriplex canescens* est fortement corrélée au biovolume de l'espèce. La présence de *Stipa tenacissima* est bien dû à l'eau qu'elle contient. Les espèces qui accumulent plus de proline sont *Retama raetam* et *Salvia verbenaca*, alors que l'activité chlorophyllienne est bien aisée chez *Artemisia alba turra* et *Allium vineale*.

Tableau N°06: Répartition de la flore inventoriée dans le site d'étude:

| Espèce | Genre | Famille |
|-----------------------------|------------|---------------|
| <i>Stipa tenacissima</i> | Macrochloa | Poaceae |
| <i>Salvia verbenaca</i> | Salvia | Camiaceae |
| <i>Retama raetam</i> | Retama | Fabaceae |
| <i>Echinops spinosus</i> | Echinops | Asteraceae |
| <i>Artemisia alba turra</i> | Artemisia | |
| <i>Atriplex canexens</i> | Atriplex | Amaranthaceae |
| <i>Alluim vineale</i> | Alium | Amarylidaceae |

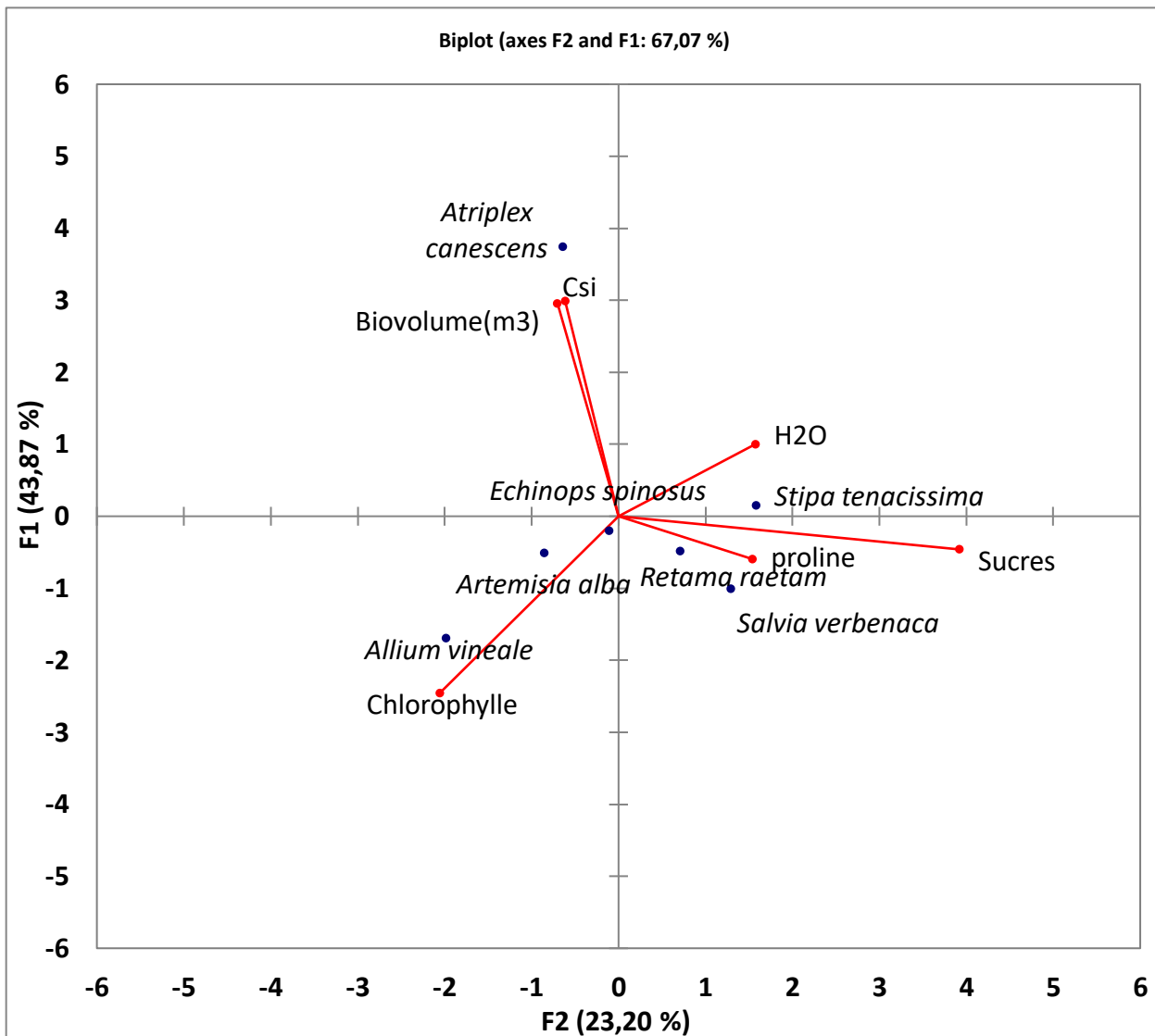


Figure N°21: Analyse en composante principale.

V. Discussions

V.1. Teneur en eau:

La teneur en eau est considérée comme un excellent indicateur de l'état hydrique de la plante. Le manque d'eau est un élément déterminant pour la croissance des plantes particulièrement en région arides et semi arides. il induit chez les plantes stressés une diminution du contenu relatif en eau (Albouchi et *al.*, 2000). Plusieurs chercheurs ont

montré que les feuilles qui proviennent de plantes stressées perdent plus d'eau que les plantes non stressées (Clark et Mac-caig, 1982).

Dans notre études les espèces ont marqué une augmentation en teneur en eau au période étudié . En prenant en considération l'augmentation du taux d'humidité et selon (JoAnn perry, 2017) si l'air est très humide, la plante n'absorbe pas beaucoup d'eau du substrat, ce qui signifie la diminution de la teneur en eau. On peut estimer que c'est dû à la transpiration, ou bien à l'agressivité climatique qui dessèche les plantes.

Et les autres paramètres physiologiques aussi elle a des effets transformation d'eau par exemple : la photosynthèse. Selon Fourneau (2000) l'eau est une source d'hydrogène pour les réactions biochimiques de la photosynthèse.

V.2. Chlorophylle totale:

D'après nos résultats, que la teneur la plus élevée en chlorophylle chez *Allium vineale* ,suivi par *Salvia verbenaca* , *Artemisia alba turra* .les plus fables teneur en proline sont observées chez *Echinops spinosus*, *Retama raetam* , *Stipa tenacissima*, *Atriplex canescens* .

Nos résultats ont été confirmés par les résultats de (El-Iklil et *al.*, 2001), Les teneurs en chlorophylle a, b et totale ont été réduites sous l'effet d'un stress salin, alors que la concentration en proline au niveau des limbes, des feuilles et des pétioles a augmenté substantiellement Selon (Hirech, 2006) les différentes observations de la teneur en chlorophylle total entre les deux espèces sont liées à la tolérance au stress hydrique.

L'augmentation des teneurs en chlorophylle totale est la conséquence de la réduction de la taille des cellules foliaires (stomates réduire) sous l'effet d'un stress hydrique qui engendre une plus grande concentration (Siakhene, 1984). 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 larésistance 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).

V.3. La teneur en sucre :

D'après nos résultats,que la teneur la plus élevée en sucre est chez *Stipa tenacissima* ,suivi par *Salvia verbenaca* , *Retama raetam* .Les plus fables teneur en sucre sont observées chez *Echinops spinosus* , *Artemisia alba turra* , *Atriplex canescens* , *Allium vineale* .

Selon (Hireche ,2006) Les plantes stressées ont réagi par l'augmentation des quantités de sucres solubles au niveau de leurs cellules. Cette augmentation est en réalité une confirmation des résultats des chercheurs qui ont affirmé que le déficit hydrique a causé une accumulation importante des sucres solubles au niveau des feuilles (Zerrad et al.,2006). Selon (Loretti et al., 2001), l'accumulation des sucres solubles est un moyen adopté par les plantes en cas de stress, afin de résister aux contraintes du milieu .Les sucres solubles sont des indicateurs des 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 (Zerrad et al., 2006).

Les sucres solubles protègent les membranes contre la déshydratation, en condition de déficit hydrique .ils participent en grande partie à l'abaissement du potentiel osmotique chez les espèces. Les plantes stressées ont réagi par l'augmentation des quantités de sucre solubles des quantités de sucre solubles au niveau de leurs cellules (Hirech,2006). Dans notre cas le vent n'est pas indicateur de stress .

V.4. Proline accumulée :

La proline est un acide aminé indispensable chez les végétaux, elle est considérée comme un indicateur des stress, semble jouer le rôle le plus important dans la réponse des plantes à la sécheresse son accumulation rapide lors du stress hydrique a été mise en évidence chez de nombreuses plantes. il en résulte que cet acide aminé s'accumule beaucoup plus dans les feuilles chez les espèces(*Retama raetam* , *Salvia verbenaca* , *Allium vineale*) au contraire moins accumulée dans feuilles chez les espèces (*Atriplex canescens* , *Stipa tenacissima* , *Echinops spinosus* , *Artemisia alba turra*).

D'une manière générale, l'accumulation de la proline se manifeste chez les feuilles et les racines, ce qui présume que cet acide aminé est synthétisé dans les feuilles et migre vers les racines, et aussi constitue un véritable mécanisme de tolérance au stress hydrique (Slama et al,2004).Nos résultats indiquent que l'accumulation de la proline se produit au niveau des organes foliaires des espèces : *Retama raetam* , *Salvia verbenaca* , *Allium vineale* . Plusieurs auteurs montrent que l'augmentation de la teneur en proline est reliée directement au stress hydrique (Cechin et al,2006). L'accumulation de la proline a été démontrée chez de nombreuses espèces et dans différentes situations de stress (osmotiques, hydriques, thermiques) (Blum,1996). Plus le niveau de stress appliqué augmente plus les teneurs en proline deviennent plus marquées (Savoure et al, 1999).

Conclusion

Dans ce travail nous avons étudié analyse des paramètres morpho métriques d'une végétation dans un parcours planté à l'*Atriplex canescens* en relation avec les paramètres de stress dans la région de Laghouat précisément dans Sebgag (Aflou).

En nous basant sur les calculs des indices écologiques effectuées à partir des mesures effectuées sur le terrain et aussi sur les mesures physiologiques et biochimiques au niveau du laboratoire

A travers cette étude nous concluons que :

- A travers la richesse totale le parcours présente une richesse relativement faible ;
- La contribution spécifique au tapis végétal est dominée par l'espèce planté ;
- L'indice de diversité spécifique et l'Equitabilité reflètent nettement la faible affinité des espèces inventoriées en matière d'espace, et de fonctions physiologiques ;
- Les types biogéographiques sont dominés par l'espèce introduite justifiant bien les valeurs des indices écologiques calculés ;
- L'indice de perturbation révèle que le parcours est très perturbé.

Les mesures des paramètres physiologiques permettent de conclure que :

- L'*Atriplex canescens* est l'espèce qui est la moins stressée ;
- *Retama raetam* semble être mal à l'aise dans le parcours de Sebgag ;
- *Stipa tenacissima* semble aussi bien se porter en raison de son mécanisme qui lui a permis de garder la quantité d'eau qui lui est nécessaire et suffisante.

Perspectives :

Les résultats obtenus laissent entrevoir de nombreuses perspectives qui nécessitent des études plus approfondies, à s'avoir :

Nous espérons que d'autres études seront réalisées qui approfondissent cet axe dans d'autres régions de la wilaya de Laghouat notamment la région nord et sud de la wilaya de Laghouat, à fin de confirmer et généraliser ces résultats dans toute la wilaya de Laghouat en particulier et la steppe algérienne en générale.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. Aidoud A, (1983) . Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud-Oranais.
2. Aidoud A. et Lounis F, (1984) .Contribution à la connaissance des groupements de Sparte.(*Lygeum spartum*) des Hauts plateaux du sud oranais. Etude phytoécologiques et Syntaxonomiques. Thèse Doctorat 3ème cycle, USTHB, Alger. 256 p
3. Albouchi, A., Sebei, H., Mezni, M.Y., et El Aouni, M.H. 2000. Influence de la durée d'une alimentation hydrique déficiente sur la production de biomasse, la surface transpirante et la densité stomatique d'*Acacia cyanophylla* Lindl. Ann.Institut National de Recherches en Génie rural, Eaux et Forêts (INRGREF, Tunis), 4:138–161.
4. Belkhodja, M., Bidai, Y., (2004).Réponse des graines d'*Atriplexhalimus* à la salinité au stade de la germination, *Sécheresse* 15 : 331-335.
5. BENHAFOUNE, M., (2012). Lutte contre la sécheresse et la désertification: les réponses probantes de l'Orient marocain. AGRIDAPE. volume 28 n°3.
6. Benkolli M et Bouzeghaia B., (2016). Etude biochimique de dix variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) Sous l'effet d'un stress oxydatif généré par un stress hydrique. Mémoire. Université Mentouri. Constantine. P :1-5-23
7. Bensaïd S., (1995). Bilan critique du barrage vert en Algérie. *Sécheresse*, 6, 247-255.
8. Bourbouze A., Donadieu R., 1987. L'élevage sur parcours en région méditerranéennes. CIHEAM /IAM-M, Montpellier. 104p.
9. Bousba, R., Ykhlef, N., and Djekoun, A. 2009. Water use efficiency and flag
10. Bousmaha Tahar, (2012). Contribution à l'étude de l'évolution de la nappe alluviale
11. Chaib G, 1998. Teneur en proline chez les différents organes de blé dur (*Triticum durum* Desf). Essai d'explication des conditions d'accumulation sous manque d'eau. Thèse de Doctorat. Univ. Constantine.
12. Clark et Mac-caig, 1982. Excised leaf water relation capability as an indicator of drought resistance of triticum genotypes. *Can.j. Plant Sci.* 62: 571-576p.
13. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*. 28.3:350- 356p.
14. Cornic G, Streb P., Bligny R., Aubert S., 2007. thème 1 : biochimie et physiologie métabolique des plantes alpines. 46p.
15. D.S.A. (2012) : Annuaire statistique de la wilaya de Laghouat. Direction des services agricoles de la wilaya de Laghouat (D.P.A.T), 8 p.
16. Daget P. et Poissonet J, (1991). Prairies et pâturages, méthodes d'étude. Montpellier, France, Institut de Botanique. 354 p

Références bibliographiques

17. Dajoz R, (1982) . Précis d'écologie, Ed. Gautier- Villars, Paris, 503p
18. Djebaili S., (1978) : Steppe algérienne phytosociologie et écologie. Alger.177p.
19. Djebaili S.,(1984) . Steppe algérienne, phytosociologie et écologie O.P.U Alger,127p.
20. Doctorat, Université Aix Marseille III Cah de l'ORSTOM. 555.
21. Dubois M., Gilles K.A., Hamilton P.A., Ruberg A. and Smith F., 1956.
22. Ducauffour,Ph.,(1977) .Pédologie,pédogénèse et classification .Tome I ,Edition :Masson,Paris,477p.
23. El Jaafari S. 1993.contribution à l'étude des mécanismes biophysiques et biochimiques de résistance à la sécheresse chez le blé. Thèse de doctorat.Univ.Gemblo-ux. Belgique :214p
24. FAO,2010. ETUDE FAO : FORETS 158 lutte contre l'ensablement l'exemple de la Mauritanie.
25. Gounot M.,(1969) .Méthode d'étude quantitative de la végétation .Ed. Masson et Cie, Paris, 314p
26. Guy CL.,2003. Freezing tolerance of plants : current understanding and selected emerging concepts Can. J.Bot.81, 1216-1223
27. Hammouda,(2009). Contribution à l'élaboration d'un modèle de gestion durable d'un parcours steppique dans la commune de Hadj Mechri wilaya de Laghouat. Thèse de magister : Université Houari Boumediene. Alger.124, p.
28. Hervieu Bertrand et Guillou Marion., 2001.Rapport d'activité. INRA- 2001
29. Hikosaka O, Nakamura K, Nakahara H. Basal ganglia orient eyes to reward. J
30. Hireche Y. 2006 : Réponse de la luzerne (*Medicago sativa* L) au stress hydrique et à la profondeur de semis. Université al hadj lakhdar. Thèse de magistère. Batna
31. Hopkins. (2003) Physiologie végétale. 2eme édition américaine. traduction en français (Serge Rambour), Paris.514p.
32. Hopkins. WG., 2003 : physiologie végétale. Traduction de 2eme édition américain par SERGE R. Ed. De Boeck, pp.
33. Houerou., (1969).Végétation de la Tunisie steppique (avec référence aux végétations Isolation, characterization, and chromosomal location of a gene encoding the Δ^1 -pyrroline-5-carboxylate synthetase in *Arabidopsis thaliana*. FEBS Lett.1995;372:13–19.

Références bibliographies

34. Kara Safeia et Zeguine Manel., 2016. Mémoire de master : dosage des anthocyanes et de la glicine bêtaïne en conditions de stress hydrique et étude des mécanismes de tolérances chez dix variétés de blé dur (*triticum durum* Desf .)
35. Krista P.,2003. How and when does water stresses impact plant growth and development. The department of land resources and environmental sciences. Water Quality and irrigation Management. Montana State University-Bozeman. American society of agronomy, Crop science Society of America 2003 Annual Meetings held in Denver, Colorado.
36. Lacoste A et Salanon R, (2006). Elément de biogéographie et d'écologie. Ed. Paris,Nathan, 300p.
37. Le Floc 'H ., (2008) .Guide méthodologique pour l'étude et le suivi de la flore et de la
38. Le Houérou H, N., (2006). Agroforestry and sylvopastoralism: The role of trees and shrubs (Trubs) in range rehabilitation and development. *Sécheresse*17 : 343-348.
39. Le houérou H. N., 1995. Considérations biogéographiques sur les steppes arides du nord de l'Afrique.*Sècheresse* n : 2-1995-vol 6. 167-182p.p.
40. Leaf photosynthetic in response to water deficit of durum wheat (*Triticum durum* Desf).*World Journal of Agricultural Sciences* 5. 5: 609 -616 p.
41. Madhava Rao k.V, Raghavendra A.S, Janardhan Reddy K.2006 Printed in the Netherlands. *Physiology and Molecular Biology of stress Tolerance in plants*. Springer :1-14p.
42. Madhava Rao K.V., Raghavendra A.S. & Janardhan Reddy K. 2006 . Printed in the Netherlands. *Comportement écophysiological de deux Chénopodiacées des genres Atriplex et Spinacia soumises au stress salin*. P 16-29-6-35.
43. Mazlaik P., 2000. *Physiologie végétale, croissance et développement*. Tome.2. Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, paris, 420p.
44. McKinney C.1941. Absorption of light by chlorophyll solution. *Journal of Biological Chemistry* 140, 315-322
45. MEROUANE B,2014-Quelques aspects liés à la désertification dans la steppe de sud de Tlemcen, Univ ,Tlemcen, 1p
46. Mouellef A., 2010. Caractère physiologiques et biochimique de tolérance du blé dur (*Triticum durum* Desf.) au stress hydrique. Mémoire de magister. Univ Mentouri. Constantine.

Références bibliographiques

47. Mouellef A., 2010. Caractère physiologiques et biochimique de tolérance du blé dur (*Triticum-mudurum* desf.) au stress hydrique. Mémoire de magister. UnivMentouri. Constantine.
48. Nedjaoui.D.,(2001).Le profil fourrager en Algérie, 36p.rnal of aride environnement.vol.2,n.2,12p.
49. Nedjimi Bouzid et Homida Mokhtar, (2006). Problématique des zones steppiques Algériennes et perspectives d’avenir
50. Nedjimi ,B .,Guit,B.,(2012) :les steppes algériennes causses déséquilibre .Algérie
51. Nedjraoui D., (2002). Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. Unité de Recherche sur les Ressources Biologiques Terrestres U.R.B.T., p 239-243.
52. Neurophysiol. 2006;95:567–84.
53. Ozenda P, (1994) .Les végétaux dans la biosphère. Ed. Doin, Paris, 43p.
54. Pearce, 1999 in Come, 1992..forest Products biotechnology.
55. Pouget M., 1980. Les relations : sol-végétation dans les steppes sud algéroises. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. (O.R.S.T.O.M), Paris.
56. Pouget, (1980) . Les relations sol végétation dans la steppe sud algéroise (Algérie). Thèse
57. Prevost P, (1999). Les bases de l’agriculture. Paris : Technique et documentation. 243 p
58. Quezel et Santa S, 1962-(1963) .Nouvelle flore de l’Algérie et des régions désertiquesméridionales .2 Vol.CNES.Ed, Paris, 117p.
59. Ramad F, (2003) . Eléments d’écologie (écologie fondamentale), Dunod, Paris, 690
60. Rasio A, Sorrentinio G, Cedola M.C,Pastore D, Wittner G, 1987. Osmotic andelastic adjustment of durum wheat leaves under stress conditions. Genetic Agr. 41,427-436 p.
61. Regagba Z, 2011 : Dynamique des populations végétales halophytes dans la région Ressources végétales. Thèse. Doct. U.S.T.H.B. Alger. 240 p.
62. Savouré A, Jaoua S, Hua XJ, Ardiles W, Van Montagu M, Verbruggen N.
63. Savouré A, Jaoua S, Hua XueJun, Ardiles W, Van Montagu M, Verbruggen N,1955. Isola-tion, characterization, and chromosomal location of a gene encoding the DELTA 1-pyroline-5-carbox-ylate synthetase in Arabidopsis thaliana. FEBS Letters. 372: 13-19p
64. Seltzer P.,(1946). Le climat de l’Algérie. Inst. Météo. Phys. Glob., Univ. Alger, 219 p

Références bibliographiques

65. Senoussi A., Chehema A. et Bensemaoune Y., 2011. La steppe algérienne à l'aube du III^{ème} millénaire: quel devenir ?. Annales des Sciences et Technologie . Vol. 3, N° 2. 129-138p.p.
66. Siakhene N., 1984.- Effet du stress hydrique sur quelques espèces de luzernes annuelles. Thèse Ing. IN4, Alger. 1 - 115.
Site1: <https://fr.weatherspark.com/y/47081/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-Aflou-Alg%C3%A9rie-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9e>
- 76 .Site1: donne climatique
67. Slama A, Ben salem M, Ben naceur M, Zid E D, 2004. Les cereals en Tunisie : Production, effet de la sécheresse et mécanisme de résistance. Institut national de la recherche agronomique de Tunisie (INRAT). Univ Elmanar. Tunisie
68. Sperry J.S., Donnell J.R., Tyree M.T., 1988. A method for measuring hydraulic conductivity and embolism in xylem. Plant, Cell and Environment II, 35-45.
69. Stitt M, Hurry V, 2002. A plant for all seasons: alteration in photosynthetic carbon metabolism during cold acclimation in Arabidopsis. Current Opinion in Plant Biology, 5: 199-206.
70. Tahri E., Belabed A. & Sadki K. 1998. Effet d'un stress osmotique sur l'accumulation de proline, de chlorophylle et des ARNm codant pour la glutamine synthétase chez trois variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Bulletin de l'Institut Scientifique. Rebat. 21: 81 - 89 p.
71. Thèse 3^{ème} cycle, Univ. d'Alger. 257 p.
72. végétation .Ed . Roselt/OSS., Montpellier, 174p
73. Vilagorosa A, Morales F, Abadia A, Bellot J, Cochard H, Gil-Pelegrin E, 2012. Are symplast tolerance to intense drought conditions and xylem vulnerability to cavitation coordinated, An integrated analysis of photosynthetic, hydraulic and leaf level processes in two Mediterranean drought-resistant species. Environ Exp Bot 69:233-242.
74. Zerrad W, Hillali S, Mataoui B, El Antri S, Hmyene A. Etude comparative des mécanismes biochimiques et moléculaires de résistance au stress hydrique de deux variétés de blé dur, Biochimie, Substances naturelles et environnement Congrès international de biochimie. Agadir, 09-12 Mai ,2006, 361-376

Références bibliographies

75. Zryd, 2004. In Anthocyanins: Biosynthesis, Functions, and Applications. Editors, KevinGould. Kevin Davies. Chris Winefield.

Annexe

Annexe

Annexe

| Espèces | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | total | csi | Fsi | Pi | Log (2)pi | Pi*Log(2)pi | Eq |
|---------------------------|----|----|----|----|----|----|-------|---------|---------|---------|-----------|-------------|-----------|
| <i>Atriplex canescens</i> | 64 | 21 | 68 | 48 | 76 | 41 | 318 | 80,916 | 55,6918 | 0,55692 | -0,8445 | -0,470297 | 0,0063228 |
| <i>Stipa tenacissima</i> | 8 | 14 | 11 | 12 | 0 | 0 | 45 | 11,4504 | 7,88091 | 0,07881 | -3,6655 | -0,288874 | |
| <i>Retama raetam</i> | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 2,79898 | 1,92644 | 0,01926 | -5,6979 | -0,109767 | |
| <i>Artemisia alba</i> | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 5 | 1,27226 | 0,87566 | 0,00876 | -6,8354 | -0,059855 | |
| <i>Allium vineale</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,25445 | 0,17513 | 0,00175 | -9,1573 | -0,016037 | |
| <i>Salvia verbenaca</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 3 | 0,76336 | 0,52539 | 0,00525 | -7,5724 | -0,039785 | |
| <i>Echinops spinosus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 2,54453 | 1,75131 | 0,01751 | -5,8354 | -0,102196 | |
| <i>sol</i> | 20 | 24 | 15 | 14 | 11 | 25 | 109 | | | | | | |
| <i>sable</i> | 0 | 9 | 3 | 10 | 0 | 0 | 22 | | | | | | |
| <i>elements groussier</i> | 1 | 6 | 1 | 0 | 0 | 1 | 9 | | | | | | |
| <i>litiere</i> | 5 | 4 | 5 | 0 | 4 | 20 | 38 | | | | | | |

| | | |
|-----------------------------|-------------|-----------|
| N totale de végétale | | H' |
| | 393 | 1,086812 |
| N totale | | |
| | 571 | |
| N total no végétale | | |
| | 178 | |
| RG | | |
| | 68,82661996 | |

