

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة عمار تليجي بالأغواط

UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم

FACULTE DES SCIENCES

قسم البيولوجيا

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : Ecologie Végétale et Environnement

THEME

Etude des attributs vitaux de quelques plantes steppiques

« Biométrie et phénologie »

(cas de la commune de Sebgag, Wialya de Laghouat)

Présenté par :

BERKANA Abdelkader
BELKHEIR Souria
LAKRI Sabrina

Devant le jury :

NOM et Prénom	Grade	Qualité
KHEDIM RabeH	MCB	Examinateur
YOUCEFI Mostafa	MCB	Président
SOUFFI Ibtissam	MAA	Rapporteur
BOUMEDIENNE Mohamed Abdelmadjid	MAB	Co-Rapporteur

2024/2025

REMERCIEMENTS

قبل كل شيء، نحمد الله تعالى ونشكره على ما منحنا من
قوة وصبر لإتمام هذا العمل.

نتقدم بخالص الشكر والامتنان إلى الأستاذة المشرفة
سوفي ابتسام على ما قدمته لنا من دعم وتوجيه علمي
طيلة فترة إعداد هذه المذكرة، وعلى ما أولته لنا من ثقة
ونصائح قيّمة ساعدتنا كثيرًا في إنجاز هذا العمل.
كما نعبر عن جزيل شكرنا وامتناننا لأعضاء لجنة المناقشة:
الأستاذ **خديم رابح**، الأستاذ **يوسف مصطفى**، على
تفضلهم بقبول مناقشة هذا العمل وعلى ملاحظاتهم
العلمية التي نعتز بها.

ولا يفوتنا أن نتوجه بالشكر كذلك إلى الأستاذ **قوالي
فيصل**، الأستاذ **بن صويلح سفيان**. **بن شتوح أحمد**. **بن
طاهر فتيحة**، **زهرة حواو** والأستاذ **بومدين عبد المجيد** على
ما قدموه لنا من علم ودعم خلال مسيرتنا الجامعية
ونتوجه بعبارات الامتنان والتقدير إلى جميع الأساتذة الذين
رافقونا وساندونا طيلة مشوارنا الجامعي في قسم
البيولوجيا بجامعة الأغواط.

شكرًا لكل من ساعدنا ووقف إلى جانبنا، من قريب أو من
بعيد، في إنجاز هذا العمل.
شكرا لكم

إهداء

إلى أولئك الذين كانوا نَفَسَ الصبر، وصوت التشجيع، وظلّ الأمان...

أبتدئ بشكر من لا تطيب البدايات إلا باسمه،
الحمد لله الذي زرع في دربي نورًا، وفي قلبي أملًا، وفي حياتي معنى.

إلى أمي وأبي،
يا من كان وجودكما طمأنينة في القلب، ودعاؤكما أمانا في الخوف،
لكما مني كل الحب، وكل الامتنان، ومل ما لا تقدر الكلمات على وصفه

إلى إخوتي و أخواتي الأحبّة،
أنتم الجزء الدافئ من روحي، من دونكم الطريق كان سيكون موحشاً
إلى أجمل زهرتين ليّنا ورنيم أنتما الأقرب لقلبي

إلى صديقاتي المقربات
آيات، مروة، و نور الهدى بختة، أنتم فصل النور في حكاية أيامي

إلى رفقاء الدرب و زملائي الأعزاء، وسام، آشواق، صورية، آماني، آمال، ريم، أمينة، عوالي، خديجة،
زينب، فاطمة، رحمة، عماد، محمد، بوعايشة، عبد القادر، محمد عز الدين، بلقاسم و عزوز
أنتم النكهة الحلوة في مرارة الطريق،
شكراً لكل لحظة صدق عشتها معكم

إلى شركائي في هذا العمل صورية و عبد القادر
كنتما أكثر من زميلين، كنتم دعماً حقيقياً، وركيزة أساسية في هذا المشوار

إلى أساتذتي الكرام،
أنتم من وضع الأساس، ومن علم وزرع وسقى

...إلى نفسي
كنتِ تستحقين هذا، وما زلتِ

وأخيّرًا،
إهداء إلى روح الشهداء في غزة،
وإلى كل طالب استشهد قبل أن يرتدي ثوب التخرج،
أرواحكم علّمتنا معنى التضحية، وأحلامكم ستبقى تُزهر فينا
أنتم شهداء العلم والكرامة، وتاج على رؤوسنا لا يذبل

"الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات"

إهداء

الحمد لله الذي وفقني لإتمام هذا العمل. في ختام هذا البحث أتقدّم بأسمى آيات الشكر والامتنان إلى والدتي العزيزة ووالدي الكريم، اللذين كانا السند الحقيقي في مسيرتي، لما قدّماه لي من دعم دائم، وتفهم، ومحبة غير مشروطة. كما لا يفوتني أن أتوجّه بالشكر لإخوتي وأخواتي على مساعدتهم القيمة ووقوفهم إلى جانبي.

كما أتقدّم بجزيل الشكر والتقدير لصديقتي صابرين العكري وصديقي بركانة عبدالقادر، اللذين كانا شريكين حقيقيين في هذا العمل العلمي. لقد تشاركنا معًا الجهد، والتعب، والمسؤولية، وتبادلنا الأفكار بكل روح تعاون وتفاهم. كان وجودكما إلى جانبي مصدر دعم كبير، وكان لإخلاصكما في العمل الأثر البالغ في إنجاح هذا المشروع. فلكما مني كل الامتنان، راجية من الله أن يوفقكما في مسيرتكما العلمية والمهنية، ويجزيكما خير الجزاء.

وأخصّ بالشكر صديقتي العزيزات: لعيدي عوالي، لعيدي أمينة، دناقة أمينة، يوسفى خديجة، يوسفى زوليخة، محيقيرة وسام، بن حرمة أشواق، لبقع أماني، بلقاسمي رحمة، ريم ساسوي، زغيب زينب و فاطمة الباي لما قدّمته لي من دعم معنوي، وصبر، وكرم طوال فترة هذا المشوار المرهق. كما أعبّر عن امتناني لزملائي بوطالب عماد محمد بومقواس، مخاطري بوعيشة، بيران أحمد، بوقادة بلقاسم و علاء لشلح الذين رافقوني في جميع مراحل إعداد هذه المذكرة، وخصّصوا من وقتهم وجهدهم من أجل مساعدتي. لقد كنتم لي عونًا حقيقيًا، جزاكم الله كل خير وبارك لكم في حياتكم وعلمكم. ولا أنسى أن أتقدّم بالشكر الخالص لطلبة السنة الأولى ماستر "البيئة النباتية"، على ما قدموه لي من مساعدة وتعاون. لكم مني كل التقدير والاحترام، متمنية لكم المزيد من النجاح والتوفيق في مسيرتكم.

أيضا لا ننسى إخواننا في فلسطين بالدعاء اللهم انصرهم. نحن مع فلسطين ظالمة أو مظلومة وفي الختام، أتوجّه بجزيل الشكر لكل من قدّم لي الدعم أو النصح أو الإرشاد بأي طريقة خلال إعداد هذه المذكرة. وآمل أن يكون هذا العمل قد ساهم، ولو بجزء يسير، في إثراء هذا المجال العلمي المتجدد والمتسارع التطور.

وأسأل الله التوفيق لكل نية صادقة.

بلخير سورية

إهداء

الحمد لله كما علمنا ان نحمد ، وصلى الله على محمد أشرف الأنبياء، وعليه أفضل الصلاة وأزكى السلام.

:في يوم تخرجي هذا اقف بقلب ممتلئاً إمتنانا وفخرا واهدي فرحة انجازي الى اغلى الناس الى والدي الغاليين الى قليين عظيمين احتواني بالحب وغمراني بالدعاء ورافقاني بالصبر والعطاء إلى من كانوا ولا يزالون سندي وقوتي في كل وقت، إلى من شاركوني أفراحي وأحزاني، أيامي الحلوة والممّزة، إلى إخوتي وأخواتي الذين تعجز الكلمات عن وصف مدى حبي وامتناني لهم إلى كل من علّمني وتعلّمت على يديه، إلى من أرشدني في مسيرتي الأكاديمية، وخاصةً في الجامعة.

إلى أستاذتنا العزيزة، نتقدم بكلمات شكرٍ مصحوبةٍ بالحب والوفاء. كنتي سندنا وطريقنا في هذا العمل.

إلى أصدقائي وزملائي وزميلاتي في الدراسة الذين شاركوني لحظاتي: أنتم أكثر من مجرد إخوة إلى زميلاتي في العمل، صابرين وصورية اللتين كانتا أكثر من مجرد زميلتين: لقد كانتا سندًا ومصدرًا للتشجيع في العمل.

إلى كل من يعرفني ويتمنون لي السعادة والنجاح

إلى أغلى الناس: شكراً لكم

لا انسى نفسي

...لقد استحققتا هذا، وهذه مجرد البداية

" . الحمد لله الذي ينعمته تتم الصالحات "

" . الحمد لله الذي انعم فأتم "

" . الحمد لله علي ما تفضل به واكرم "

. لانسى الدعاء لغزة اللهم كن لهم عوناً ونصيراً

بركانة عبد القادر

- **Résumé**

Cette étude vise à analyser les caractéristiques biométriques et phénologiques de certaines espèces steppiques dans la région de Sebgag, en mettant l'accent sur l'impact de la plantation de *Atriplex canescens* sur la structure de la couverture végétale et l'équilibre écosystémique. Des relevés de terrain précis ont été réalisés pour évaluer les paramètres structuraux (hauteur, diamètre, densité) ainsi que les phases phénologique (floraison, fructification). Les résultats ont montré que *Atriplex canescens* a atteint un taux de couverture de 65 % dans les zones plantées, contre 62 % dans les zones non plantées, contribuant ainsi à l'amélioration de certaines propriétés du sol, telles que l'augmentation de la litière et la stabilisation des particules. Toutefois, cette forte densité a été associée à une diminution des indices de diversité biologique, notamment l'indice de Shannon et l'équité, ce qui suggère un impact écologique potentiellement négatif. Sur le plan phénologique, une synchronisation plus marquée des phases de floraison et de fructification a été observée dans les sites plantés, tandis que les sites naturels ont révélé une plus grande diversité phénologique. Ces résultats soulignent l'intérêt des indicateurs biométriques et phénologiques en tant qu'outils efficaces pour évaluer la dynamique des écosystèmes steppiques et orienter les programmes de réhabilitation écologique durable.

Les Mots clé : *Atriplex canescens*, Sebgag, phénologique, plantation, hors plantation, biométrie

TABLE DES MATIERES

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
INTRODUCTION :	1
: I- RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE	
1 Cadre générale de l'écosystème steppique en Algérie	5
1.1 Définition steppes	5
1.2 Présentation générale la steppe en Algérie	5
1.3 Localisation géographique les steppes Algériennes	5
1.4 Cadre climatique	6
1.4.1 Climat	6
1.4.1.1 Température :	7
1.4.1.2 Pluviométrie	7
1.4.1.3 Type de sol	8
1.5 Parcours steppique	9
1.5.1 Les steppes à alfa	9
1.5.2. Les steppes à armoise blanche	10
1.5.3. Les steppes à sparte	10
1.5.4. Les steppes remt	11
1.5.5. Les steppes à psammophytes.	12
1.5.6. Les steppes à halophytes	12
1.6. Les ressources hydriques	13
1.7 Conceptions de biométrie	13
1.8. Concepts de la phénologie	14
1.8.1. Facteur influents :	14
1.8.1.1. Facteurs atmosphériques (Atmosphère)	14
1.8.1.2. Facteurs du sol (Sol)	14
1.8.1.3. Facteurs biologiques (Biosphère)	14
1.8.1.4. Variations individuelles (Variation individuelle)	15
1.8.2. Étapes du cycle phénologique	15
Chapitre II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	
1. Description de la région d'étude	18
1.1 Localisation géographique:	18
1.2 Dispositif expérimentale :	18

2. Caractéristique climatique et bioclimatique	19
2.1 Climat	19
2.2 Les bioclimats	19
2.3 Les facteurs climatiques	20
2.3.1 La température	20
2.3.2. Les précipitations	20
2.3.3 La neige	21
2.3.4. Les vents	21
2.4 Synthèse bioclimatique	21
2.4.1 Diagramme Ombrothermique	21
2.4.2. Climagramme d'Emberger	21
2.5 Etude de milieu physique	22
2.5.1.Géologie	23
2.5.2.Topographie	23
2.5.2.1. Djellal	23
2.5.2.2. Pédologie	23
2.5.3 Réseau hydrographique	23
2.5.3.1 Oued Sebgag	23
2.5.4. La végétation	23
Chapitre III : MATERIELE ET METHODE	
1. Méthodologie	26
1.2 Paramètres liés au milieu	26
1.3 Plan d'échantillonnage	26
1.3.1 Méthode d'échantillonnage systématique	26
1.3.2 Biométrie et nombre d'individus étudiés	26
1.3.2.1 Hauteur de la touffe	27
1.3.2.2 Diamètre de la touffe	28
1.4 Étude phénologique et observation des états des plantes	29
1.5.Le relevé linéaire	19
1.6 Les Paramètres écologique	30
1.6.1 Recouvrement global de la végétation (RG)	30
1.6.2 La fréquence spécifique (Fsi)	30
1.6.3 Contribution spécifique (Csi)	30
1.6.4 Diversité spécifique (H') ou indice de Shannon :	31
1.6.5 Équitabilité (E)	31
1.6.6 Matériel utilisé	31
1.7 Étude qualitative (le relevé floristique)	32
1.7.1. Types biologiques	32
1.7.2 Le spectre phytogéographique	32
1.7.3 Étude phénologique	33
Chapitre IV : RESULTATS ET DISCUSSION	

1. Le climat de notre zone d'étude	35
2. Analyse floristique	36
2.1 La richesse floristique	36
2.2 Recouvrement Global (RG)	37
2.3 Contributions Spécifiques (Csi) Et De La Fréquence Spécifique (Fsi)	39
2.4 L'indice De Shannon (H')	42
2.5 Equitabilité (Eq)	43
3. Étude surface de sol	44
3.1 Sable et éléments grossiers	44
3.2 Litière végétale	45
3.3 Analyse des graphiques	45
3.3.1 Spectre phytogéographique	45
3.3.2 Spectre biologiques	47
3.4 Étude Biométrique	48
3.5 Phénologique	51
VI Conclusion générale:	53

LISTE DE FIGURES

FIGURES	Page
Figure1 : Délimitation des steppes Algérienne (ANATA, 2004)	6
Figure2 : Etages bioclimatiques de l'Algérie (Benzina, 2022)	7
Figure 3 : Les steppes Alfa (<i>Macrochloa tenacissima</i> L) (Nedjraoui et al.2008)	10
Figure 4 : Les steppes à sparte (<i>Lygeum spartum</i>) (Benzina.2021)	11
Figure 5 : Les steppes remt <i>Arthrophytum scoparium</i> (Benzina.2021)	12
Figure 6 : Les steppes à psammophytes (Benzina.2021)	13
Figure7 : Les steppes à halophytes (Benzina.2021)	13
Figure 8: Facteurs influençant la croissance et le développement des plantes	15
Figure 9 : Situation géographique de la zone d'étude dans la wilaya de Laghouat	18
Figure 10 : Digramme Ombrothèrmique de BAGNOULS et GOUSSEN.1953 de station de Sebgeg (1993-2023)	21
Figure 11 : Diagramme d'Emberger 1955 de station de Sebgeg (1993-2023)	22
Figure 12: Carte d'occupation du sol de région Sebgeg	24
Figure 13 : Mesure de la hauteur de l'espèce étudiée (photo originale 2025)	27
Figure 14: Mesure du diamètre de l'espèce étudiée (photo original 2025)	28
Figure15 : Variation de la richesse floristique par famille de la zone d'étude.	36
Figure 16 : Graphique représenté Recouvrement global de la végétation 2025	38
Figure17 : Résultats de La Fréquence Spécifique (Fsi) (Plantation)	39
Figure 18 : Résultats de La Fréquence Spécifique (Fsi) (Hors plantation)	40
Figure 19 : Résultats de La Contributions Spécifiques (Csi) (plantation)	40
Figure20 : Résultats de La La Contributions Spécifiques (Csi) (Hors plantation)	41
Figure 21 : Un graphique représentant les résultats des indices de diversité obtenu dans les deux périmètre 2025	43
Figure 22 : Spectre phytogéographique reel de la zone Plantation	45
Figure 23 : Spectre phytogéographique reel de la zone HorsPlantation	46
Figure 23 : Spectre biologique réel de la zone d'étude	47
Figure24 : Résultats de mesure de la hauteur pour cinq espèces végétales dans la zone d'étude	48
Figure25 : Résultats de mesure de diamètre pour cinq espèces végétales dans la zone d'étude	49

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAUX	Page
Tableau 1: Caractéristique géographique et climatique deux sites d'étude dans la région Sebga	19
Tableau 2: Moyenne de température moyenne mensuelle de la région d'étude (1993-2023)	20
Tableau 3 : Précipitation moyennes mensuelle de la région d'étude (1993-2023)	20
Tableau4 : Recouvrement global de la végétation 2016	37
Tableau 5: Recouvrement global de la végétation 2017	37
Tableau 6: Recouvrement global de la végétation 2018	38
Tableau 7: Recouvrement global de la végétation 2025	38
Tableau 8 : Résultats des indices de diversité obtenu dans les deux périmètre 2016	42
Tableau 9: Résultats des indices de diversité obtenu dans les deux périmètre 2017	42
Tableau 10: Résultats des indices de diversité obtenu dans les deux périmètre 2025	42
Tableau 11 : Variation des éléments de la surface de sol% (2018)	44
Tableau 12 : Variation des éléments de la surface de sol% (2025)	44
Tableau 13: Stade phénologique des espèces végétales dans la zone d'étude	51

LISTE DES ABREVIATIONS

PNDA : Plan National de Développement Agricole
FAO : L'organisation pour l'alimentation et l'agriculture
CNTS : Centre National des Techniques Spatiales
MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
PNDA : Plan National de Développement Agricole

INTRODUCTION

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les steppes du nord de l'Afrique se situent dans des zones où les précipitations annuelles varient entre 100 et 400 mm, couvrant plus de 60 millions d'hectares. Elles se caractérisent par une végétation clairsemée et basse, et sont largement répandues dans le Maghreb (Tunisie, Algérie, Maroc), tandis qu'elles se limitent à une étroite bande côtière en Égypte et en Libye. Ces zones ont été exploitées par les humains depuis des milliers d'années, avec des méthodes variées selon les conditions climatiques, la densité de population et l'histoire de l'utilisation des terres. **(Aidoud, 2006)**

Depuis le VIIe siècle, les steppes sont devenues des zones pastorales traditionnelles grâce aux techniques d'élevage introduites par les tribus venues du Moyen-Orient, notamment les Banu Hilal au XIe siècle. Ces changements ont conduit à un mode de vie nomade basé sur l'élevage de moutons et de chèvres, ainsi que sur l'agriculture itinérante, organisée en fonction des variations climatiques. Bien que ce système se soit initialement adapté, il a commencé à se dégrader à partir du milieu du XXe siècle. **(Aidoud, 2006)**

Les steppes algériennes subissent une exploitation environnementale non durable, entraînant une expansion de la désertification due à des facteurs tels que les sécheresses répétées, le surpâturage et l'expansion de l'agriculture inadaptée aux conditions de la région. Cette dégradation affecte à la fois les terres collectives (pâturages) et les terres privées (cultivées), conduisant à une réduction de la couverture végétale et à l'érosion des sols. **(Khaldi, 2014)**

La végétation dégradée des steppes algériennes est dominée par des espèces pérennes, couvrant le sol à hauteur de 10 % à 80 % **(Le Houerou, 1995)** selon les précipitations. L'élevage constitue une activité économique importante, avec un cheptel ovin représentant 70 % du bétail, soit 14 millions de têtes sur un total de 20 millions en 2010. Les pâturages sont exploités collectivement selon les coutumes traditionnelles, tandis que les terres agricoles sont réparties individuellement selon les règles communautaires. **(Khaldi, 2014)**

La protection des zones steppiques nécessite des investigations écologiques et socio-économiques adaptées au milieu humain et physico-biologique, car l'absence de telles études conduit à une dégradation progressive de la végétation et des sols, favorisant ainsi la désertification **(Abderrahmane et al, 2006)**

INTRODUCTION

L'étude des plantes steppiques s'avère cruciale pour préserver la biodiversité, stabiliser les sols, nourrir la faune et le bétail, et exploiter leurs propriétés médicinales. Comprendre leur adaptation aux conditions arides est essentiel pour la gestion durable des ressources naturelles et la préservation de ces écosystèmes fragiles.

La phénologie végétale étudie la chronologie saisonnière des phénomènes périodiques de croissance des plantes (**Schnelle, 1955**), comme la floraison et la chute des feuilles. De manière générale, la phénologie analyse les cycles biologiques des êtres vivants et leur relation avec les conditions climatiques.

L'objectif de la phénologie végétale est de comprendre l'impact des changements climatiques sur les plantes, comme les printemps chauds et les étés secs. Les résultats de ces études sont utilisés pour prédire les phases de croissance, les périodes de pollinisation, les avis de gel, la production intégrée, l'élaboration de cartes phénologiques et l'identification des effets possibles des changements climatiques sur la végétation.

Biométrie constitue un outil fondamental dans l'étude des milieux naturels, car elle s'intéresse à la mesure des caractéristiques des êtres vivants tels que les arbres, les arbustes et les herbacées, dans le but de déterminer leurs dimensions et leurs quantités. Ces mesures revêtent une grande importance dans l'analyse et la compréhension des écosystèmes, puisqu'elles permettent d'identifier le type de couverture végétale dominante ainsi que la quantité de ressources biologiques qu'elle contient, telles que les éléments nutritifs, le carbone et l'eau. Elles contribuent également à distinguer les différents types de milieux, comme les forêts, les marécages ou les zones désertiques, ce qui facilite une classification précise de l'occupation du sol. La précision et la fiabilité de ces mesures sont des conditions essentielles pour garantir la qualité des données environnementales, renforçant ainsi l'efficacité des recherches scientifiques et permettant de prendre des décisions éclairées en matière de protection de l'environnement et de gestion des ressources naturelles. (**GLOBE.2005**)

Cette étude vise à analyser les caractéristiques structurelles (biométrique) et phénologiques des plantes steppiques et leur relation avec les facteurs environnementaux afin de comprendre leur adaptation et leur résilience. Les objectifs incluent l'étude de la mesure des espèces végétales sélectionnées, l'analyse des variations phénologiques en fonction des conditions climatiques et édaphiques, l'évaluation de l'impact des pressions anthropiques, et la proposition de stratégies de conservation et de gestion durable. Pour atteindre ces objectifs, nous avons organisé notre mémoire comme suit :

INTRODUCTION

I - Introduction générale

II - Premier chapitre : Recherche bibliographique

III- Deuxième chapitre: Présentation de la zone d'étude

IV- Troisième chapitre: Matériel et Méthode

V - Quatrième chapitre : Résultats et discussion

VI- Conclusion et liste des références

CHAPITRE I :
RECHERCHE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Cadre général de l'écosystème steppique en Algérie

1.1 Définition de steppe

Ensemble géographique défini exclusivement par un critère bioclimatique, caractérisé par des précipitations insuffisantes pour permettre la croissance des arbres. La végétation y est principalement constituée d'un tapis graminéen, conférant à la steppe une diversité remarquable. (Benzina, 2021).

1.2 Présentation générale la steppe en Algérie

Les écosystèmes steppiques, bien que traditionnellement dédiés au pastoralisme, subissent actuellement une dégradation significative, marquée par une diminution du potentiel biologique et une perturbation des équilibres écologiques, sociaux et économiques. Ces régions offrent un cadre propice à l'élevage extensif des ovins, ainsi qu'à des activités agricoles diversifiées telles que la production de céréales, de fourrages, la culture d'arbres fruitiers, et des pratiques limitées d'agroforesterie et de plantation, contribuant à la formation de la "barrière verte".

Les parcours naturels, bien qu'essentiels à l'économie agricole nationale, sont confrontés à des sécheresses récurrentes et à des pressions humaines croissantes, notamment le surpâturage et l'exploitation de terres non adaptées à l'agriculture. Depuis plus de trois décennies, ces zones subissent une dégradation accélérée de toutes les composantes de l'écosystème, incluant la flore, le couvert végétal, le sol et ses constituants, ainsi que la faune et ses habitats. Cette dégradation des terres, dont la désertification représente le stade ultime, entraîne une réduction du potentiel biologique et une rupture des équilibres écologiques, sociaux et économiques (Nedjraoui et Bedrani, 2008, *In Benzina, 2021*).

1.3 Localisation géographique des steppes algérienne

Les steppes algériennes, situées entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud, s'étendent sur une superficie totale de 20 millions d'hectares (Djebaili, 1984). Elles sont délimitées au nord par l'isohyète 400 mm, qui marque la limite des cultures céréalières en sec, et au sud par l'isohyète 100 mm, correspondant à la limite méridionale de l'extension de l'alfa (Djebaili, 1978 ; Le Houerou et al, 1979 ; Djallouli, 1990). (Figure1)

La steppe algérienne constitue également une zone privilégiée pour l'élevage extensif, avec un cheptel ovin estimé à environ 20 millions de têtes, représentant la principale activité productive des populations locales (**Halem, 1997**). Géographiquement, elle forme une bande de 1 000 km de longueur, avec une largeur variant de 300 km à l'ouest et au centre à moins de 150 km à l'est (**Halem, 1997**).

Selon **Guendouzi (2014)**, la steppe algérienne englobe douze wilayas : Biskra, Khenchela, El Bayadh, Djelfa, Naâma, Tiaret, Tébessa, Laghouat, Saïda, M'sila, Souk-Ahras et Batna. Les Hautes Plaines steppiques algériennes sont des régions à vocation principalement pastorale (**Nedjraoui, 2004**).

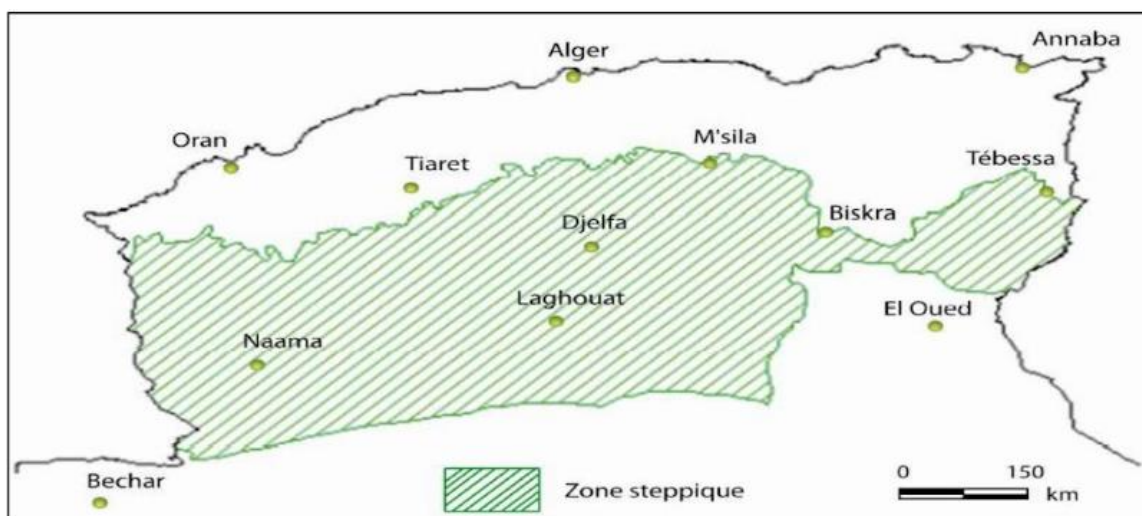


Figure1 : Délimitation des steppes Algérienne (**ANATA, 2004**)

1.4 Cadre climatique

1.4.1 Climat

La région steppique algérienne se caractérise par un climat méditerranéen, composé d'un été sec et chaud alternant avec un hiver pluvieux et frais à relativement froid. Cependant, la région connaît une diminution des précipitations et une augmentation de leur irrégularité, ainsi qu'une hausse des températures et une prolongation des périodes de sécheresse estivale. Ces changements rendent les conditions climatiques plus difficiles pour la croissance des plantes, l'écosystème souffrant d'un déficit hydrique (**Le Houérou, 1996 In Salmorok, 2016**). (**Figure2**)

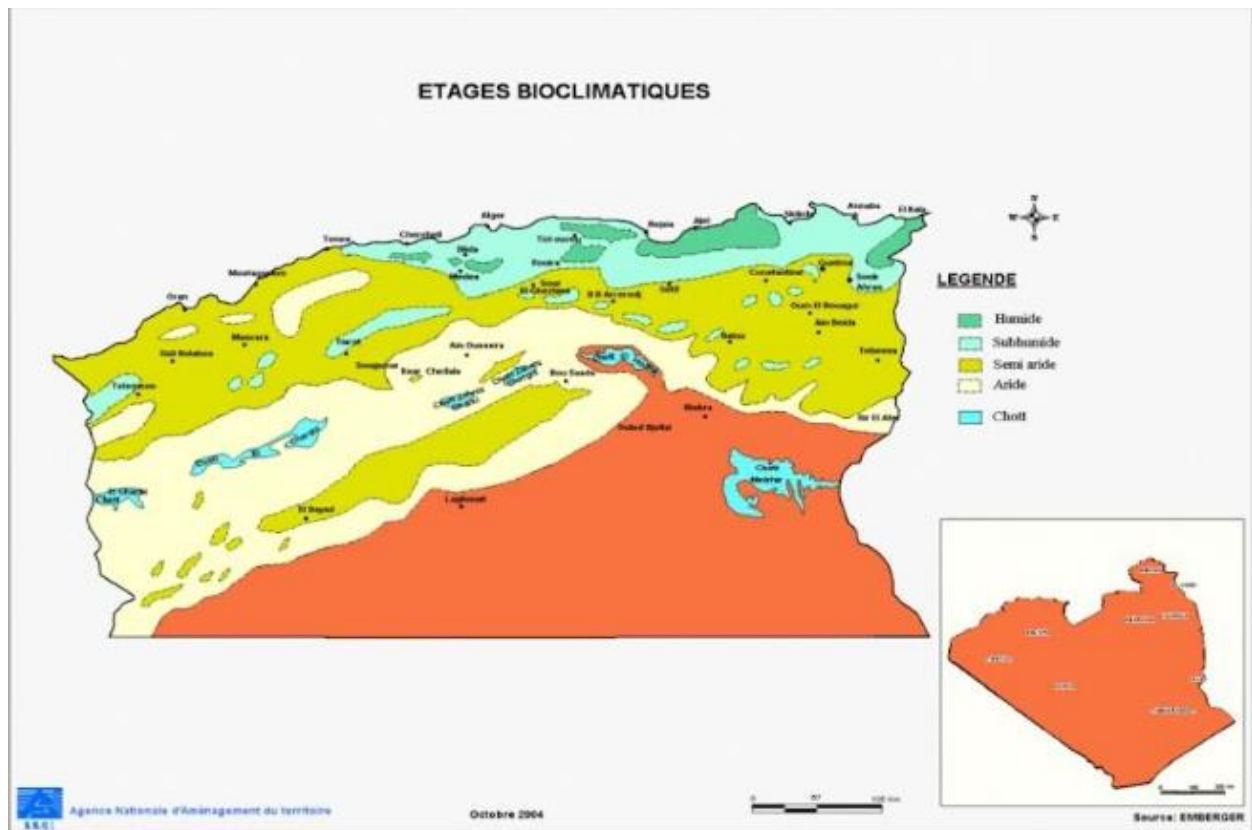


Figure2 : Etages bioclimatiques de l'Algérie (Benzina, 2021)

1.4.1.1 Température

Selon Gharbi (2023) la température joue un rôle crucial dans la vie des végétaux et des animaux. Dans les régions semi-arides et arides, la moyenne des températures minimales du mois le plus froid, notée "m", se situe entre -2°C et $+4^{\circ}\text{C}$. Les températures les plus basses, atteignant -2°C , sont observées dans la région d'El-Bayadh. En ce qui concerne les températures maximales, la moyenne du mois le plus chaud, notée "M", varie entre 33°C et 38°C dans les Hautes Plaines steppiques, tandis qu'elle dépasse 40°C dans les régions sahariennes (Nedjraoui, 1995).

1.4.1.2 Pluviométrie

D'après Gharbi,(2023) la pluviométrie moyenne annuelle dans les steppes algériennes est relativement faible, variant entre 100 et 400 mm/an, avec une répartition irrégulière dans le temps et dans l'espace. Les précipitations se caractérisent par leur intensité brutale (sous forme d'averses) et leur nature orageuse (Nedjimi et al., 2012). Ces deux phénomènes contribuent à accentuer l'érosion hydrique. Le régime thermique des steppes est de type continental.

Selon **Benzina (2021)**, les zones steppiques se caractérisent par un climat méditerranéen marqué par une saison estivale d'environ 6 mois, sèche et chaude, tandis que le semestre hivernal (d'octobre à avril) est pluvieux et froid . Cependant, les steppes présentent une forme particulière de ce climat, définie principalement par :

- **De faibles précipitations**, montrant une grande variabilité intermensuelle et interannuelle ;
- **Des régimes thermiques** relativement homogènes mais très contrastés, de type continental ;
- **Une variation climatique** allant du semi-aride inférieur frais au nord à l'aride inférieur tempéré au sud.

1.4.1.3 Type de sol

Selon **Salemkour (2016)** dans sa thèse, citant **Amghar (2012)** et **Kadi-Hanifi (1998)**, le sol est considéré comme « un milieu environnemental caractérisé par un équilibre souvent fragile, qui ne peut être exploité de manière efficace et durable qu'après une étude approfondie. Il existe des relations et des lois biologiques qui relient la plante au sol, et qu'on ne peut transgresser sans conséquences ». En plus de son rôle dans la nutrition minérale, le sol constitue un système d'atténuation des effets des conditions climatiques sur les plantes (**Aime, 1991**).

Quant aux sols steppiques, ils sont squelettiques, pauvres et fragiles en raison de la rareté de l'humus et de leur faible profondeur. Ils se présentent sous forme d'une mosaïque allant des sols anciens aux sols récents peu évolués (**Djebaili, 1983**). Ils peuvent être principalement classés en (**Amghar, 2012**) :

1. **Les sols minéraux bruts** (lithosols et régosols) : situés sur les sommets des montagnes.
2. **Les sols peu évolués**: comprenant les sols d'origine colluviale sur les glacis, alluviale dans les lits d'oueds et les dayas, et éolienne dans les formations sableuses fixées.
3. **Les sols calcimagnésiques** : caractérisés par des rendzines sur les versants des montagnes, les sols bruns calcaires à accumulations calcaires (très répandus) et les sols à encroûtement gypseux (plus rares).
4. **Les sols isohumiques** : représentés par les glacis d'érosion et les sols halomorphes qui se trouvent dans les chotts et les sebkhas.

1.5 Parcours steppique

1.5.1 Les steppes à alfa

L'alfa (*Macrochloa tenacissima L.*), espèce endémique de la Méditerranée Occidentale, bien adaptée à la sécheresse (Nedjraoui, 1990), constituait un des éléments dominants des steppes algériennes où elle occupait une superficie de 5 millions d'hectares au siècle dernier (Charrier, 1873). En 1950, Boudy donnait une surface de 4 millions d'hectares ; ce chiffre a toujours été pris comme référence jusqu'au dernier inventaire des nappes alfatières réalisé par le Centre National des Techniques Spatiales (CNTS, 1989), qui fait état d'une superficie de 2,025 millions d'hectares. Plus de 50% des nappes alfatières ont disparu depuis un siècle. Les pertes sont encore plus importantes si l'on considère que dans les 2 millions d'hectares sont comptabilisées les superficies où quelques reliques noirâtres de touffes mortes laissent supposer l'existence de l'alfa dans certaines zones. Aujourd'hui le taux à nettement régressé et diminué pour diverses causes :

Surpâturage, désertification etc. (Nahal, 2004) . L'alfa est incontestablement une espèce ayant un double rôle que ce soit sur le plan écologique, en contribuant à la fixation du sol et à sa protection contre l'érosion (hydrique et éolienne) mais est d'un intérêt économique aussi (industrie du papier), elle sert aussi de fourrage aux cheptels par période de disette.



Figure 3 : Les steppes à Alfa (*Macrochloa tenacissima L.*) (Nedjraoui et al.2008)

1.5.2. Les steppes à armoise blanche

Les groupements d'armoise blanche dominent le paysage steppique dans les zones arides, se répandant principalement dans les dépressions non salées et sur les pentes aux sols limoneux. Cette plante se caractérise par sa capacité à pousser sur une large gamme altitudinale, allant de 200 à 1500 mètres, atteignant son optimum de développement entre 900 et 1200 mètres. Sur le plan climatique et bioclimatique, l'armoise blanche préfère une pluviométrie annuelle comprise entre 200 et 300 mm, avec des températures variant entre -3 et +3 °C, et des températures maximales dépassant 32 °C (Djellouli, 1990), ce qui la rend adaptée aux climats arides à semi-arides, notamment dans les zones froides et tempérées. (Salemkour, 2016)

Sur le plan écologique, l'armoise blanche peut former des steppes homogènes de plantes basses ou des groupements mixtes avec l'alfa, le sparte, ou même le remth (*Arthrophytum scoparium*) dans les régions situées au sud de l'Atlas saharien. Ces groupements végétaux, qui présentent une grande valeur pastorale, sont soumis à de fortes pressions dues aux activités humaines et au surpâturage.

1.5.3. Les steppes à Sparte

Les steppes à sparte (*Lygeum spartum*) couvrent environ 2 millions d'hectares, rarement homogènes, et se développent principalement sur les glacis d'érosion encroûtés recouverts d'un voile éolien, avec des sols bruns calcaires et halomorphes dans la zone des chotts. Ces formations végétales se trouvent dans des bioclimats arides, supérieurs et moyens, caractérisés par des hivers froids à frais. Bien que l'espèce *Lygeum spartum* ait un faible intérêt pastoral (0,3 à 0,4 UF/kg de matière sèche), ces steppes, bien que peu productives avec une production annuelle moyenne variant entre 300 et 500 kg de matière sèche par hectare, constituent néanmoins des parcours de qualité relativement bonne (Nedjraoui, 2004). Leur valeur réside dans leur diversité floristique et leur productivité relativement élevée en espèces annuelles et petites vivaces, atteignant en moyenne 110 kg de matière sèche. Ces caractéristiques confèrent à ces parcours une production pastorale significative, estimée entre 100 et 190 UF/ha/an, avec une charge animale de 2 à 5 hectares par mouton (Nedjraoui, 2004. In Taibaoui, 2022)



Figure 4 : Les steppes à Sparte (*Lygeum spartum*) (Benzina.2021)

1.5.4. Les steppes à Remt

Les steppes dominées par le remt (*Arthrophytum scoparium*) constituent des parcours à faible intérêt pastoral. La valeur énergétique du remt est estimée à environ 0,2 UF/Kg Ms. Ces steppes présentent une production annuelle moyenne comprise entre 40 et 80 kg ms/h, avec une productivité pastorale variant de 25 à 50 unités fourragères par hectare et par an. La charge pastorale recommandée pour ces zones est de 10 à 12 h/ tête de mouton. (Benzina. 2021)



Figure 5: Les steppes à remt *Arthrophytum scoparium* (Benzina.2021)

1.5.5. Les steppes à psammophytes

Ces formations végétales sont composées d'espèces adaptées aux sols sableux et jouent un rôle clé dans la fixation des dunes. Parmi les espèces caractéristiques, on trouve le *Retam* (*Retama retam*) et le Drinn (*Aristida pungens*).



Figure 6 : Les steppes à psammophytes (Benzina.2021)

1.5.6. Les steppes à halophytes

Il s'agit de formations végétales spécifiques aux dépressions salées. Les espèces dominantes incluent différentes variétés d'*Atriplex* (*Atriplex halimus*, *Atriplex nummularia*, *Atriplex canescens*) ainsi que le Tamaris (*Tamarix gallica*)



Figure 7: Les steppes à halophytes (Benzina. 2021)

1.6. Les ressources hydriques

Les ressources en eau dans les zones steppiques se caractérisent par leur faiblesse, leur renouvellement insuffisant, leur répartition inégale et leur exploitation limitée. Le nombre de points d'eau dans la steppe est d'environ 6 500, mais plus de 50 % d'entre eux sont devenus inutilisables (Nedjraoui et Bedrani, 2008). Ces ressources sont très vulnérables et ont été gravement affectées par les sécheresses répétées qui ont frappé la région au cours des dernières décennies. L'agriculture a été développée dans les zones steppiques dans le cadre de programmes de gestion de la sécheresse et de lutte contre la désertification. Dans ce contexte, le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR) a élaboré et mis en œuvre un Plan National de Développement Agricole (PNDA), comprenant un ensemble d'incitations

et de mesures de soutien aux agriculteurs pour renforcer la durabilité agricole dans ces zones. (Benzina, 2021)

1.7 Conceptions de biométrie

La biométrie, en tant que discipline des sciences environnementales, désigne l'ensemble des méthodes de mesure et d'analyse des caractéristiques quantitatives des organismes vivants dans leur milieu naturel, dans le but d'évaluer la structure du couvert végétal, la répartition et la dominance des espèces, ainsi que de classifier les écosystèmes selon des standards scientifiques tels que la classification MUC ; elle repose sur des paramètres tels que la hauteur et la circonférence des arbres, la densité du couvert forestier, la couverture du sol et la biomasse des graminées, tout en mettant l'accent sur l'exactitude et la précision des relevés de terrain, ce qui en fait un outil fondamental dans les études écologiques quantitatives mobilisant des instruments comme le mètre ruban, le clinomètre et le densimètre, associés à une expertise biologique et écologique rigoureuse. (Globe, 2005)

1.8. Concepts de la phénologie

La phénologie est la science qui étudie les phénomènes saisonniers influençant le cycle de vie des plantes et des animaux tout au long de l'année. Chez les plantes, cela inclut l'apparition et l'éclatement des bourgeons, la période de floraison, le début et l'arrêt de la croissance des rameaux, ainsi que l'évolution des feuilles, depuis leur émergence et déploiement jusqu'à leur jaunissement et leur chute. Elle concerne également la formation des fruits, leurs changements de couleur, leur maturation et leur détachement. (Vennetier et al., 2011).

1.8.1. Facteur influents

1.8.1.1. Facteurs atmosphériques (Atmosphère) : Ce sont les éléments liés à l'environnement aérien autour de la plante :

- **Précipitations** : La quantité de pluie détermine la disponibilité de l'eau.
- **Température** : Elle influence les réactions biochimiques dans la plante.
- **Longueur du jour** : Elle affecte la photosynthèse et les cycles de floraison.
- **Climat** : Les conditions générales (chaleur, humidité, vents...) influencent le développement.

- **Polluants atmosphériques** : Les gaz nocifs comme le dioxyde de soufre peuvent nuire à la plante.

1.8.1.2. Facteurs du sol (Sol) : Ce sont les caractéristiques physiques et chimiques de la terre :

- **Propriétés du sol** : Comme la texture (sableuse, argileuse...), le pH, et la richesse en nutriments.
- **Eau** : Nécessaire pour les réactions vitales et le transport des nutriments.
- **Température du sol** : Elle influence la germination et l'absorption des nutriments.

1.8.1.3. Facteurs biologiques (Biosphère) : Ce sont les interactions avec d'autres êtres vivants :

- **Espèces utiles / Parasites** : Les insectes pollinisateurs aident, tandis que les parasites détruisent.
- **Concurrence** : Les plantes peuvent entrer en compétition pour l'eau, la lumière et les nutriments.
- **Maladies** : Provoquées par des champignons, bactéries ou virus qui ralentissent la croissance.

1.8.1.4. Variations individuelles (Variation individuelle) : Ce sont les caractéristiques propres à chaque plante :

- **Âge** : Une jeune plante a des besoins différents d'une plante adulte.
- **Code génétique** : Il détermine la résistance aux maladies, la forme, la taille et la vitesse de croissance.

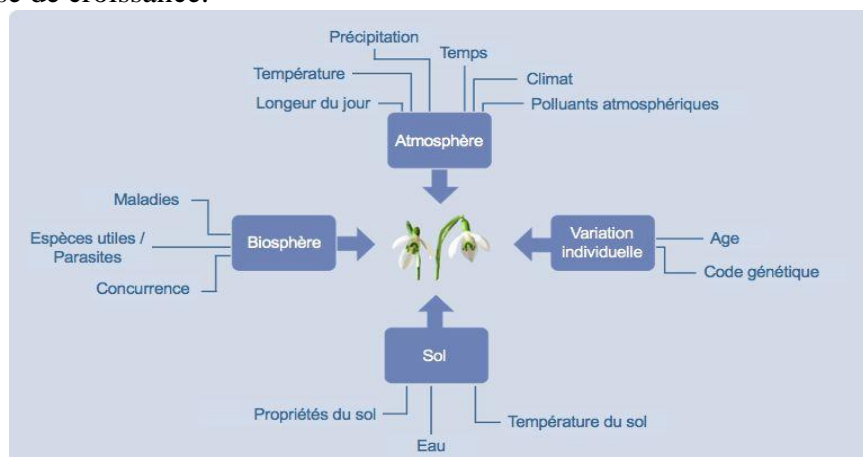


Figure 8: Facteurs influençant la croissance et le développement des plantes

(Site Web)

1.8.2. Étapes du cycle phénologique

Phase de germination : La germination des graines et le bourgeonnement sont conditionnés par des facteurs environnementaux comme la température et la disponibilité de l'eau. Un bourgeon dormant ne peut être activé que par certains signaux environnementaux.

- **Phase de croissance** : La croissance des plantes dépend de la température, de l'eau et des nutriments. L'absence de précipitations peut ralentir, voire stopper temporairement la croissance.
- **Phase de floraison** : La floraison est influencée par la photopériode et les conditions climatiques de l'année précédente.
- **Phase de fructification** : La fructification n'est pas détaillée directement dans les extraits, mais elle suit généralement la floraison et est également influencée par les conditions climatiques et la disponibilité des ressources.
- **Phase de sénescence** : La sénescence se manifeste par le jaunissement des feuilles, causé par la dégradation de la chlorophylle et d'autres pigments. La chute des feuilles est accélérée par le gel automnal et le vent. (Tela Botanica, 2025)

CHAPITRE II :
PRESENTATION DE LA
ZONE D'ETUDE

Chapitre II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1.Description de la région d'étude

1.1 Localisation géographique

La région de Sebgag se situe à environ 30 km au nord-ouest de la ville d'Aflou, en bordure sud-ouest du Djebel Sidi Okba. Elle est délimitée au nord par la commune d'Aflou, à l'est par les communes d'El Ghicha et Taouiala, à l'ouest par la commune de Gueltet Sidi Saad, et au sud par la commune de Brida (**Figure 9**). Caractérisée par des altitudes moyennes ne dépassant pas 1 500 m, la commune de Sebgag fait partie, selon le découpage en zones homogènes établi par la wilaya de Laghouat, de la zone des hautes plaines semi-arides (**D.P.A.T, 2011**).

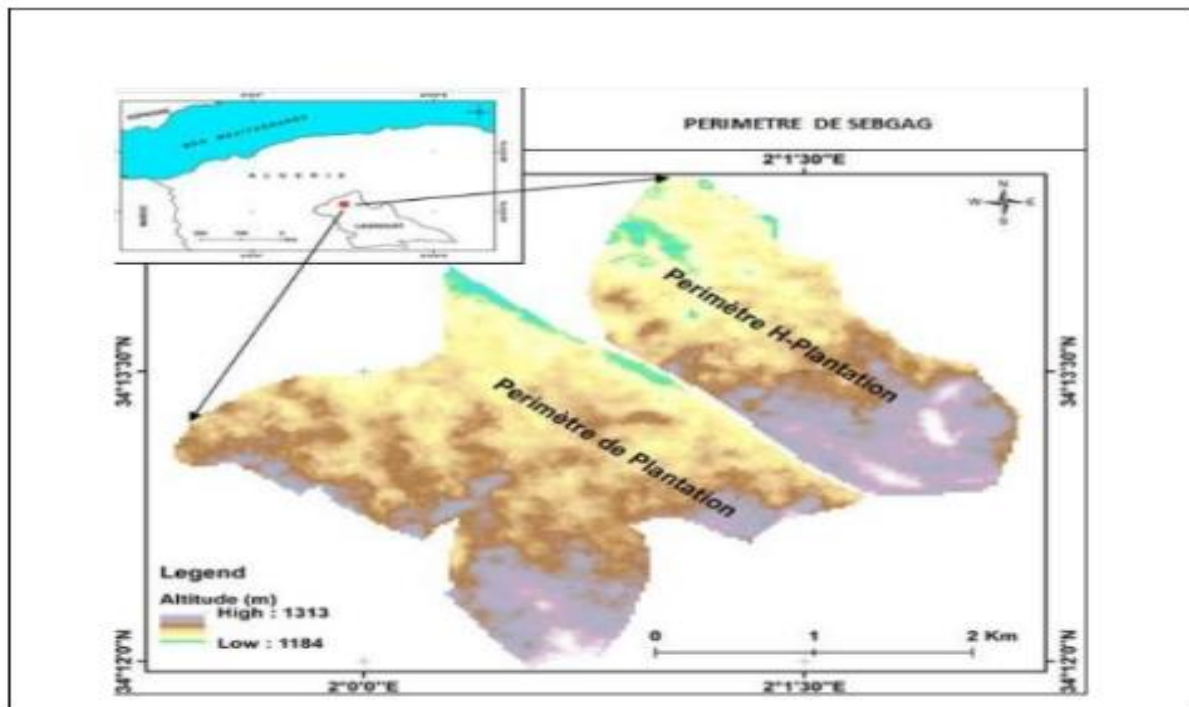


Figure 9 : Situation géographique de la zone d'étude dans la wilaya de Laghouat

1.2 Dispositif expérimentale

- Site 01 (Périmètre plantation)

Le premier site est situé aux coordonnées $34^{\circ}13'15''$ N et $2^{\circ}46''$ E, à une altitude de 1 260 mètres au-dessus du niveau de la mer. Ce site se distingue par une zone de pâturage aménagée, où des plantations d'*Atriplex* ont été réalisées pour améliorer la couverture végétale et lutter contre la désertification. Ce site fait l'objet d'une restauration active, ce

qui en fait un modèle pour étudier l'impact de l'intervention humaine dans les zones semi-arides. Le climat y est semi-aride avec des hivers tempérés.

- **Site 02 (Périmètre Hors plantation) :**

Le deuxième site est situé aux coordonnées 34°13'34" N et 2°1'3" E, à une altitude de 1 220 mètres au-dessus du niveau de la mer. Contrairement au premier site, celui-ci est laissé en pâturage naturel sans intervention humaine, permettant ainsi d'étudier la dynamique de l'écosystème dans des conditions naturelles. Ce site présente un climat semi-aride similaire au premier, mais reflète l'état des écosystèmes non gérés.

Tableau 1: Caractéristique géographique et climatique deux sites d'étude dans la région Sebga

Sites	Périmètre plantation	Périmètre H- plantation
Coordonnées	34°13'15''N, 2° 46'' E	34°13'34''N, 2°1''3'E
Altitude (m)	1260	1220
Type de restauration	Parcours planté avec <i>Atriplex canescens</i>	Parcours libre
Type de climat	Semi-aride et Hiver froid	
Nombre de relevé floristique	8	8

2. Caractéristique climatique et bioclimatique

2.1 Climat

On peut définir le climat comme un ensemble dynamique de phénomènes météorologiques qui caractérisent principalement l'atmosphère d'un lieu spécifique, et dont l'interaction complexe influence le comportement des êtres vivants (**Doucet, 2006**). En écologie, le climat ne se limite pas à la définition des météorologies ; il s'agit d'un climat très localisé, à l'échelle de l'écosystème (**Eugene, 2002**).

2.2 Les bioclimats

Comme l'a souligné **Djebaili (1984)**, puisque les différents éléments climatiques n'agissent jamais de manière isolée, les phytogéographes, climatologues et écologues ont développé des approches synthétiques pour caractériser le climat.

Cette étude a été réalisée en s'appuyant sur une analyse climatique couvrant la période de 1993 à 2023, en utilisant des données météorologiques fournies par l'agence spatiale

américaine "NASA". Ces données ont été sélectionnées pour leur précision et leur couverture temporelle étendue.

2.3 Les facteurs climatiques

Le climat constitue l'un des éléments les plus déterminants de l'environnement naturel, jouant un rôle essentiel dans le développement de la végétation.

2.3.1 La température

Constitue un facteur limitant d'une importance majeure, puisqu'elle régit l'ensemble des processus métaboliques et détermine ainsi la distribution de toutes les espèces au sein de la biosphère (**Frontier et al., 2008**). Elle influence directement l'activité enzymatique et module des fonctions essentielles telles que la respiration, la croissance et la photosynthèse.

Tableau 2: Moyenne de température moyenne mensuelle de la région d'étude (1993-2023) selon NASA (2025)

Année	1993-2023												
Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
T Max	17.44	19.53	24.19	28.21	33.60	38.7	40.34	39.71	35.91	29.64	23.11	18.39	29.02
T Min	-4.19	-3.73	-2.72	0.34	4.23	9.93	16.04	15.97	10.40	-4.86	-0.63	-3.41	3.89
T Moy	6.62	7.90	10.73	14.28	18.91	24.10	28.19	27.84	22.97	17.25	11.24	7.49	16.46

2.3.2. Les précipitations

La température et les précipitations constituent les principaux facteurs climatiques. La disponibilité en eau pour la végétation dépend non seulement des pluies, de la neige, de la grêle, de la rosée et du givre, mais aussi des brouillards, de l'évaporation et de la perméabilité du sol (**Beaux, 2004**).

Au-delà du volume total annuel, la répartition temporelle des précipitations joue un rôle crucial. L'étude du bilan hydrique est également essentielle : celui-ci reflète l'écart entre les apports en eau (précipitations) et les pertes dues à l'évaporation du sol (évaporation physique) et à la transpiration des plantes (évapotranspiration). Enfin, l'hygrométrie de l'air influence directement ce bilan, ce qui en fait un paramètre clé pour les écosystèmes végétaux et animaux.

Tableau 3 : Précipitation moyennes mensuelle de la région d'étude (1993-2023) d'après les données de NASA(2023)

Année	1993-2023												
Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Cummle
P(mm)	28.10	19.12	30.77	30.77	21.12	14.24	5.81	16.43	32.86	31.89	27.30	24.91	283.37

2.3.3 La neige

La neige joue un rôle essentiel dans la constitution des réserves hydriques souterraines, grâce à une infiltration lente (Seltzer, 1946). Elle est particulièrement caractéristique des zones septentrionales de la wilaya, notamment sur les hauteurs des monts du Djebel Amour. Le nombre de jours d'enneigement diminue naturellement du nord vers le sud (Seltzer, 1946).

2.3.4. Les vents

Les vents dominants en période hivernale proviennent principalement de l'Ouest à Nord-Ouest, favorisant ainsi le déplacement des nuages en provenance du nord. En revanche, durant la saison estivale, ce sont les vents chauds et desséchants d'Est et Sud-Est qui prédominent (Souffi, 2009). La vitesse moyenne annuelle des vents, mesurée à Aflou, atteint 4,93 m/s (Seltzer, 1936)

2.4 Synthèse bioclimatique

2.4.1 Diagramme Ombrothermique

Pour cette synthèse, nous appuyons sur le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) ainsi que sur le climagramme d'Emberger (1955).

Le diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls est une méthode graphique permettant de déterminer les périodes sèches et humides de l'année. Il illustre les caractéristiques d'un climat local en superposant deux courbes : l'une représentant les précipitations et l'autre les températures (Delage et Médaille, 2000).

Selon Gaussen (1953), un mois est considéré comme sec lorsque les précipitations (en mm) sont inférieures ou égales au double de la température moyenne mensuelle (en °C), soit :

$$P (\text{mm}) \leq 2T.$$

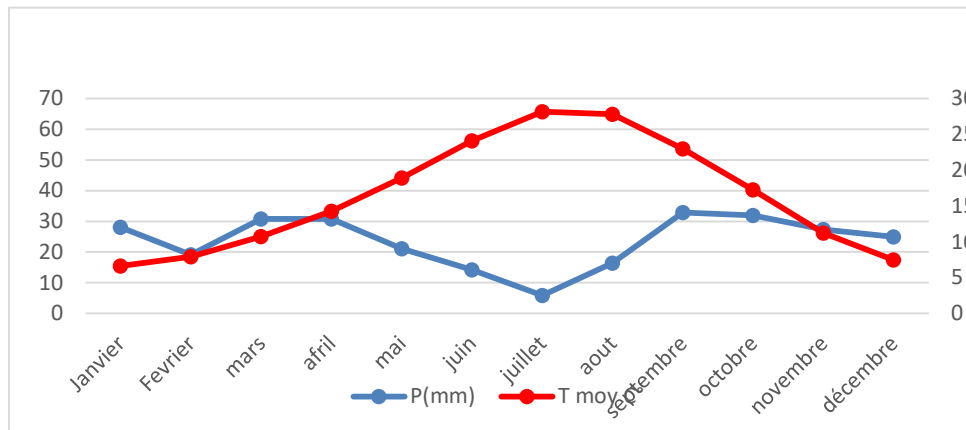


Figure 10 : Digramme Ombrothtèrmique de BAGNOULS et GOUSSEN.1953 de station de Sebgeg (1993-2023)

2.4.2. Climagramme d’Emberger:

Cet outil permet de déterminer l’étage bioclimatique de la zone d’étude. Sa representation graphique se base sur :

- En abscisse (axe horizontal) : la moyenne des températures minimales du mois le plus froid.
- En ordonnée (axe vertical) : le quotient pluviothermique (Q2) d’Emberger, simplifié par Stewart selon la formule suivante :

$$Q2 = 3,43 \times (P) / (M - m)$$

Où :

- P : Précipitations annuelles (en mm).
- M : Température maximale moyenne du mois le plus chaud (C°).
- m: Température minimale moyenne du mois le plus froid (C°).

Station	Q2	T min	Bioclimat	Variante
Sebgeg	45.05	-14.9	Semi-arid	Hiver Froid

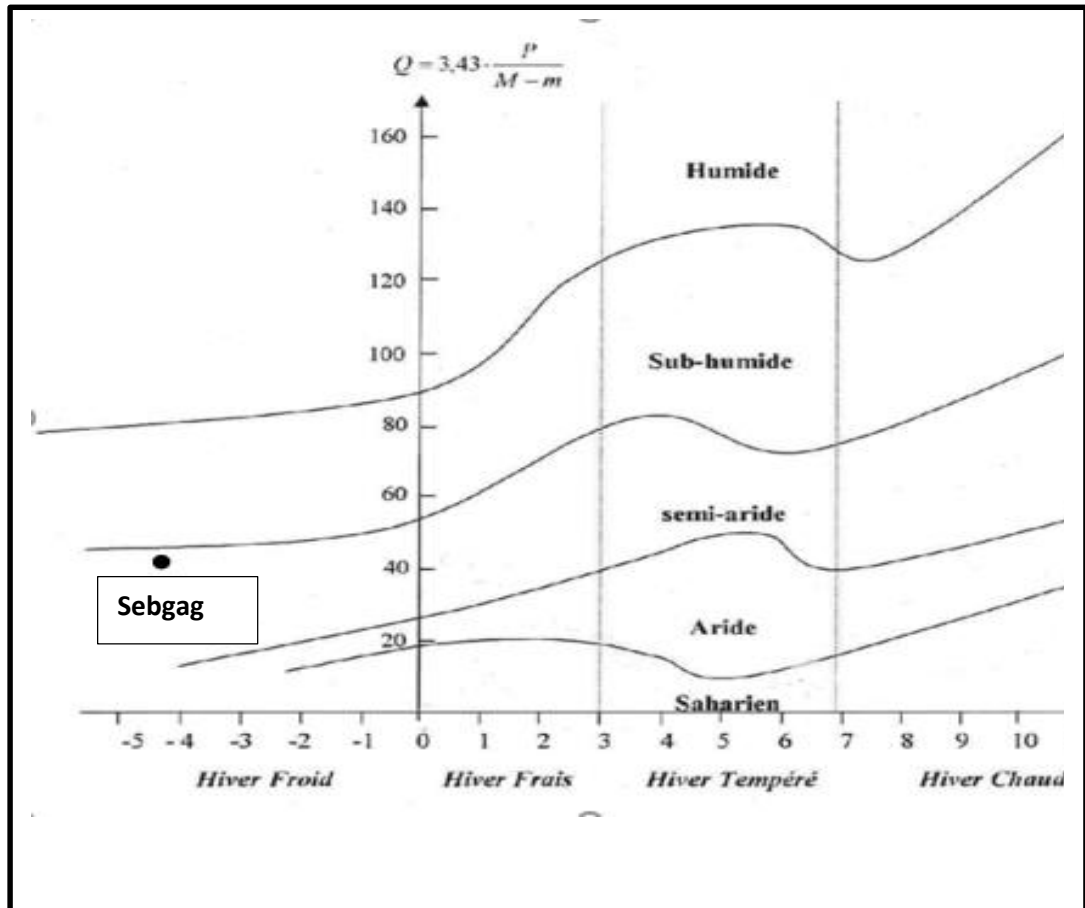


Figure 11 : Diagramme d'Emberger 1955 de station de Sebgag (1993-2023)

2.5 Etude de milieu physique

2.5.1.Géologie

La région du Djebel Amour est marquée par des structures plissées de type anticlinal, faillées et coffrées, avec une remontée du Trias constituée de roches vertes. On y trouve également des synclinaux formés par des grès issus du Continental Intercalaire. Deux grands ensembles géologiques dominent la zone d'étude : le Jurassique, composé de calcaires et de marno-calcaires, et le Crétacé, caractérisé par des formations gréseuses (B.N.E.D.E.R, 2006).

2.5.2. Topographie

2.5.2.1. Djellal

Occupant les deux tiers du nord-ouest, le Djellal provient du Tell et est accessible par la route nationale N°23 reliant Tiaret à Aflou. Il s'élève rapidement au-dessus de la steppe, formant un glacis à pente relativement forte, parfois raviné (Stamboul, 2004)

2.5.2.2. Pédologie

Les sols de la région d'Aflou sont légèrement humifères. Certains sont riches en calcaire, mais la majorité en est dépourvue, donnant lieu à des sols équilibrés ou à des sols insaturés, sableux et légers. Dans la partie sud, les formations sableuses du Tertiaire continental constituent un aquifère souterrain lorsqu'elles atteignent une grande épaisseur (Stamboul, 2004)

2.5.3 Réseau hydrographique

2.5.3.1 Oued Sebgag

À 20 km à l'ouest d'Aflou, plusieurs sources pérennes alimentent l'Oued Sebgag, qui reçoit ensuite divers affluents pour former l'Oued Touil, puis l'Oued Cheliff. Son cours s'étend sur 10 km et son bassin versant couvre une superficie de 126,5 m².

2.5.4. La végétation

La couverture végétale demeure l'un des moyens les plus efficaces pour protéger les sols contre les phénomènes d'érosion. Dans la région de Laghouat, la zone nord-ouest se caractérise par :

- D'anciens massifs forestiers couvrant une superficie de **68 430** hectares,
- Des nappes d'alfa (*Macrochloa tenacissima*) s'étendant sur **315 125** hectares, dont **77 500** hectares exploitables.
- Des parcours pastoraux occupant **508 000** hectares.

La zone sud-est, quant à elle, est dominée par de vastes étendues steppiques, dont une grande partie a subi une dégradation (sécheresse, labours illicites). La composition et la répartition des espèces végétales y sont étroitement liées aux facteurs écologiques du milieu. (CDF, 2014).

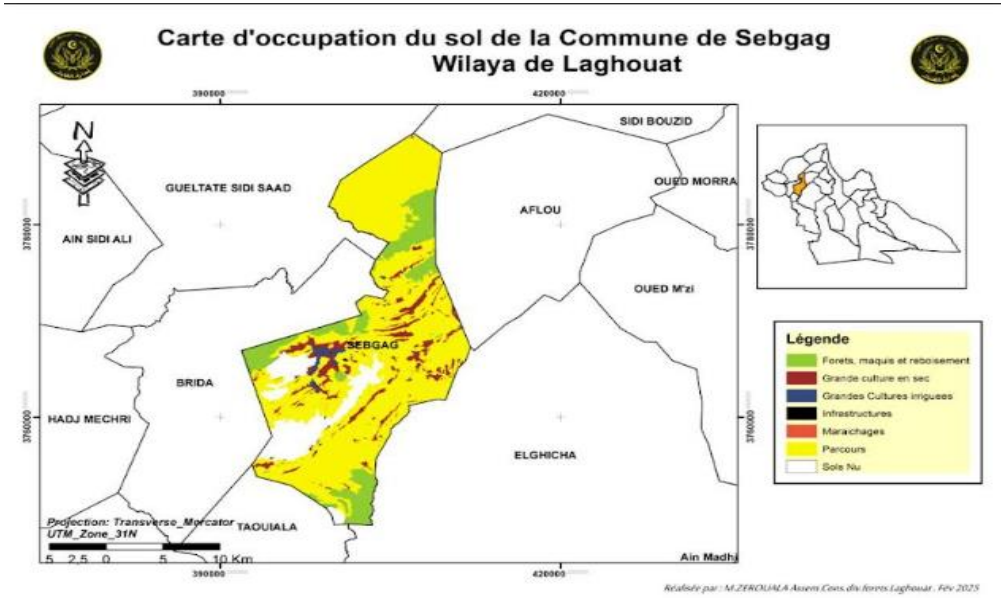


Figure 12: Carte d'occupation du sol de région Sebga

CHAPITRE III :
MATERIELE ET METHODE

Chapitre III : MATÉRIEL ET MÉTHODE

1. Méthodologie

Au mois d'avril 2025, nous avons adopté une démarche scientifique visant à comparer les caractéristiques phytécologiques entre deux zones distinctes dans la région de Sebgag : la première représente une station plantée avec *Atriplex canescens*, et la seconde une zone naturelle non plantée. L'étude a été réalisée à travers 8 relevés phytosociologiques dans chaque zone, soit un total de 16 relevés, répartis de manière méthodique afin de garantir des données précises et représentatives.

1.2. Paramètres liés au milieu

Le milieu naturel se caractérise par une diversité de paramètres, notamment géomorphologiques (liés à la forme du terrain), pédologiques (liés au sol), climatiques (tels que la température et les précipitations) et biologiques (faune et flore). Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes particulièrement concentrés sur les paramètres liés à la végétation, dans le but d'évaluer et de quantifier le couvert végétal. Pour ce faire, nous avons réalisé des relevés linéaires qui nous ont permis d'observer avec précision la répartition de la végétation le long des parcours étudiés.

1.3. Plan d'échantillonnage

1.3.1 Méthode d'échantillonnage systématique

Nous avons adopté la méthode d'échantillonnage systématique, telle que décrite par Long (1974), qui consiste à répartir les échantillons de manière régulière selon un schéma répétitif. Cette répartition peut prendre la forme d'un réseau de mailles régulières, de lignes parallèles, ou encore de segments consécutifs de points linéaires ou de carrés alignés, dans le but d'obtenir une représentation fidèle et complète du couvert végétal dans les deux zones étudiées.

1.3.2 Biométrie et nombre d'individus étudiés

Conformément aux recommandations de la FAO (1982), plusieurs paramètres fondamentaux sont utilisés pour l'étude des plantations fourragères. Dans notre étude, nous avons choisi de nous concentrer sur deux mesures biométriques considérées comme les plus représentatives de l'état de développement des plantes : la hauteur et le diamètre des touffes,

en raison de leur influence directe sur le couvert végétal à travers l'ombre portée et la chute des feuilles.

Pour effectuer ces mesures, nous avons sélectionné cinq espèces végétales (*Atriplex canescence*, *Machrocloa ténacéssima*, *Stipa parviflora*, *Artimésia campestris*, *Diploaxis harra*) dans chacune des deux zones (plantée et naturelle). Pour chaque espèce, 10 individus ont été mesurés, ce qui constitue un échantillon représentatif permettant une évaluation rigoureuse de l'état de développement des plantes dans chaque milieu.

1.3.2.1 Hauteur de la touffe : mesurée à l'aide d'un mètre ruban, de la base jusqu'au point le plus haut de l'individu, afin d'évaluer le développement vertical.

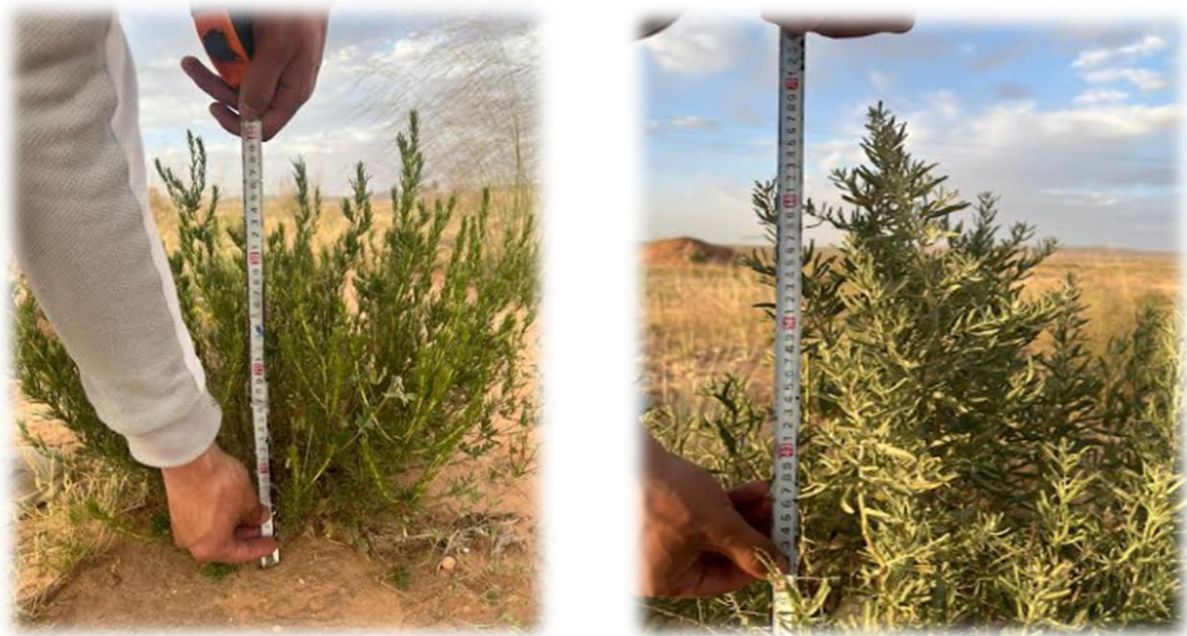


Figure 13 : Mesure de la hauteur de l'espèce étudiée (*photo originale 2025*)

1.3.2.2 Diamètre de la touffe : en raison de la forme sphérique quasi homogène des touffes, le diamètre a été mesuré dans une seule direction horizontale, en passant par le centre, de bord à bord, pour estimer la surface occupée par chaque touffe au sol.



Figure 14: Mesure du diamètre de l'espèce étudiée (*photo original 2025*)

1.4 Étude phénologique et observation des états des plantes

Dans le cadre de cette étude, nous avons également réalisé un suivi phénologique des plantes présentes dans les deux zones : la zone plantée avec *Atriplex canescens* et la zone naturelle non plantée. Les stades phénologiques des espèces végétales (tels que : la croissance, la floraison, la fructification ou la dormance) ont été enregistrés, dans le but d'évaluer l'interaction de chaque espèce avec les conditions climatiques et l'environnement spécifique à chaque milieu.

Ces observations ont permis d'obtenir une image plus claire du cycle de vie des plantes dans les deux environnements, tout en mettant en évidence les différences de rythmes phénologiques entre les espèces selon les milieux, ce qui constitue un indicateur important de l'impact des plantations et de l'intervention humaine sur la dynamique végétale.

1.5. Le relevé linéaire

Le relevé linéaire est une technique qui a été adaptée aux écosystèmes steppiques pour analyser la structure de la végétation et les caractéristiques de la surface du sol (Aidoud, 1983 ; Aidoud-Lounis, 1984 ; Nedjraoui, 1990). Elle a été décrite par plusieurs auteurs (Gounot, 1961 ; Godron, 1968 ; Daget et Poissonet, 1971). Cette technique repose sur la réalisation de relevés ponctuels permettant d'enregistrer tous les éléments de la surface du sol le long d'une ligne matérialisée par un ruban gradué tendu au-dessus de la végétation.

Cette méthode linéaire permet d'obtenir des données relatives à la végétation (nombre de points avec ou sans végétation) et aux caractéristiques de la surface du sol (nombre de points où un élément spécifique de la surface a été noté), ce qui permet d'évaluer :

- le recouvrement global (RG),
- la fréquence spécifique (Fsi) d'une espèce donnée,
- la contribution spécifique (Csi),

Ainsi que la fréquence des éléments de surface non végétalisés (éléments grossiers, roche mère, croûte de glaçage, litière et sol nu).

Dans notre étude, nous avons réalisé 16 relevés linéaires de 20 mètres de long chacun, tous effectués dans la même direction. Les lectures ont été faites tous les 20 cm, soit un total de 100 lectures par ligne. Cette méthode nous a permis de collecter des données précises sur la distribution de la végétation et les éléments de surface, facilitant ainsi l'évaluation du recouvrement végétal global, de la fréquence et de la contribution spécifique de chaque espèce, ainsi que des caractéristiques de la surface du sol non couverte par la végétation.

1.6. Les Paramètres écologique :

1.6.1 Recouvrement global de la végétation (RG):

Le recouvrement global de la végétation (RG) est un indice qui mesure la proportion de sol couverte par la végétation. Il est exprimé en pourcentage et varie généralement entre 0 (sol nu) et 100% (sol entièrement couvert). Un RG élevé indique une bonne couverture végétale, tandis qu'un RG faible suggère une dégradation de la végétation. (Ambouta,et Peltier,1997)

$$\text{Formule : } RG = \frac{\text{Nombre de pts de végétation}}{N} * 100$$

1.6.2 La fréquence spécifique (Fsi) :

D'après Le Floch (2008), la fréquence spécifique (Fsi) correspond au nombre de points de lecture où un taxon donné *i* est enregistré comme "présent" lors d'un échantillonnage le long de lignes de lecture. Selon Nedjraoui, (1981), la fréquence d'une espèce *i* (Fsi) représente le nombre de points où cette espèce a été observée le long d'une ligne tracée dans la végétation. de points où cette espèce a été observée le long d'une ligne tracée dans la végétation.

$$\text{Formule : } Fsi (\%) = \left(\frac{ni}{N} \right) * 100$$

1.6.3 Contribution spécifique (Csi)

La contribution spécifique (Csi) d'une espèce *i* exprime son degré de participation au tapis végétal. Elle est calculée comme le quotient de la fréquence spécifique centésimale de ce taxon (Fsi) divisé par la somme des fréquences spécifiques de tous les taxons recensés dans le relevé (DAGET et POISSONET, 1971, *In Le Floch, 2008*).

Selon Nedjraoui (1981), elle correspond au rapport entre la fréquence spécifique de l'espèce (Fsi) et la somme des fréquences spécifiques enregistrées sur les 200 points de lecture (ou 100 points dans notre cas).

$$\text{Formule : } Csi(\%) = 100 * (ni / \sum ni)$$

1.6.4 Diversité spécifique (H') ou indice de Shannon

L'indice de Shannon et Weaver (Shannon et Weaver, 1949), largement utilisé en écologie, est calculé à partir de données quantitatives ou semi-quantitatives de la végétation (Le Floch, 2008). Il est aujourd'hui considéré comme l'un des meilleurs indicateurs pour évaluer la diversité biologique (Blondel et al, 1973, *In Saidane, 2006*).

L'indice de diversité de Shannon (H') intègre deux composantes fondamentales de la diversité :

- D'une part, le nombre d'espèces, exprimé sous forme logarithmique ;
- D'autre part, la répartition des fréquences relatives des espèces, mesurée par le rapport entre l'indice observé et sa valeur maximale théorique (si toutes les espèces avaient la même abondance) (FRONTIER, 1983).

Les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver varient entre 0 et $\log_2 S$ (H'_{\max}), où S représente le nombre total d'espèces (BARBAULT, 1992).

$$\text{Formule : } H' = \sum_i^S (P_i \cdot \log_2 P_i)$$

H' : indice de biodiversité de Shannon.

P_i = Contribution spécifique de l'espèce.

S = Richesse spécifique.

i : une espèce du milieu d'étude.

1.6.5 Équitabilité (E)

L'analyse de la diversité spécifique d'un peuplement est souvent accompagnée du calcul d'un indice d'équitabilité (E). Cet indice, qui traduit la répartition des individus entre les espèces, est défini comme le rapport entre la diversité observée (H') et la diversité maximale théorique

($H'_{\max} = \ln(S)$, où S représente la richesse spécifique) (MAGURRAN, 2004).

$$\text{Formule : } E = H' / H_{\max} \quad H_{\max} = \log_2 S$$

1.6.6 Matériel utilisé

- ✓ Un ruban mètre (20m)
- ✓ Des piquets
- ✓ GPS pour mesure les coordonnées
- ✓ Stylo (ou crayon) et fiches de terrain

1.7 Étude qualitative (le relevé floristique)

Dans cette étude, 16 relevés ont été effectués dans chacune des deux stations. Chaque relevé linéaire a été suivi d'un relevé floristique.

Afin de satisfaire aux exigences de représentativité et d'homogénéité des relevés floristiques, les listes floristiques ont été établies dans l'aire minimale. Selon Gounot (1961), l'aire minimale correspond à la surface dans laquelle la quasi-totalité des espèces composant la communauté végétale est représentée.

1.7.1. Types biologiques

La présente étude s'appuie sur la classification des types biologiques établie par Raunkiaer (1934). Cinq catégories principales ont été retenues:

1. **Chaméphytes (Ch)** : plantes dont les bourgeons persistants sont situés à moins de 50 cm du sol
2. **Géophytes (Ge)** : plantes dont les organes de persistance sont souterrains
3. **Hémicryptophytes (He)** : plantes herbacées vivaces avec bourgeons au niveau du sol
4. **Thérophytes (Th)** : plantes annuelles survivant sous forme de graines
5. **Phanérophytes (Ph)** : plantes ligneuses avec bourgeons aériens

Cette typologie, scientifiquement validée, permet une caractérisation précise des strates végétales et une analyse écologique pertinente des formations tropicales étudiées. La standardisation de ces catégories facilite les comparaisons inter-sites et l'évaluation des potentialités écosystémiques.

1.7.2 Le spectre phytogéographique

L'élément phytogéographique désigne l'expression floristique et phytosociologique d'un territoire étendu et bien défini. Il regroupe l'ensemble des espèces végétales ainsi que les groupements phytosociologiques caractéristiques d'une région ou d'un domaine donné (**Braun-Blanquet, 1919**).

La détermination des affinités chorologiques des différentes espèces étudiées s'est appuyée sur les subdivisions chorologiques proposées par plusieurs auteurs de référence, notamment **Maire (1926)**, **Monod (1957)**, **Quézel (1965)** et **Barry et al. (1976)**.

1.7.3 Étude phénologique

Dans le cadre de l'étude de la dynamique végétale des steppes, des observations qualitatives ont été réalisées le long d'un transect (parcours linéaire) représentatif de la couverture végétale steppique. Les plantes ont été classées en trois catégories principales selon leur phase phénologique : espèces en phase de floraison, espèces en phase de fructification, et d'autres en phase de croissance foliaire (verdissement).

L'objectif principal de cette étude était d'observer l'état phénologique des espèces végétales steppiques dominantes durant cette période printanière.

- **Espèces en floraison** : La plupart des espèces observées présentaient des fleurs bien développées, indiquant un pic de floraison caractéristique du printemps.

- **Espèces en fructification** : Certaines espèces ont été observées en train de former des fruits, reflétant soit une avance dans leur développement phénologique, soit une réponse rapide aux conditions climatiques locales.
- **Espèces en verdissement** : Certaines plantes étaient encore en phase végétative, ce qui peut s'expliquer par un cycle de développement.

CHAPITRE IV :
RESULTATS ET DISCUSSION

Chapitre IV : RESULTATS ET DISCUSSION**1. Le climat de notre zone d'étude**

La condition météorologique est déterminée à partir des enregistrements horaires ou des températures maximales et minimales. Elle dépend entièrement des données collectées par les stations météorologiques réparties à travers le monde. À cela s'ajoute désormais la prévision de l'état futur de l'atmosphère, basée sur des méthodes scientifiques reconnues. Ainsi, la météo s'intéresse à la situation actuelle de l'atmosphère tout en fournissant des prévisions à court terme, allant d'un jour à une semaine.

Récemment, des prévisions à long terme couvrant plusieurs semaines ont également vu le jour. Il en résulte que les données météorologiques et les éléments enregistrés sont d'une grande importance et indispensables aux études climatiques. **(Al-Samarrai, 2007)**

Le climat de la zone d'étude Sebgag est classé parmi les climats semi-arides. Il se caractérise par une faible pluviométrie annuelle, avec une moyenne d'environ 283,37 mm enregistrée sur une période de 30 ans, répartie de manière irrégulière au cours de l'année. La majorité des précipitations est enregistrée durant la période s'étendant de septembre à mars, qui constitue la saison humide, avec un maximum mensuel observé en septembre atteignant 32,86 mm. En revanche, la saison sèche s'étend d'avril à août, marquée par des températures élevées et de faibles précipitations, souvent inférieures au seuil défini par Gaussen ($P \leq 2T$), ce qui classe ces mois parmi les plus arides. Ce régime climatique, caractérisé par l'irrégularité des précipitations et des températures estivales élevées, a un impact négatif sur le couvert végétal, entraînant sa dégradation et une diminution de sa densité, ainsi que des changements notables dans la composition floristique locale.

2. Analyse floristique

2.1 La richesse floristique

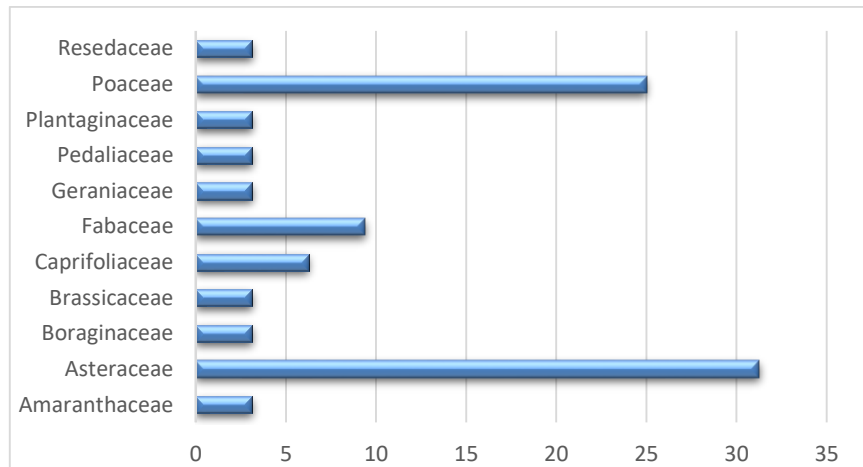


Figure15 : Variation de la richesse floristique par famille de la zone d'étude.

La composition floristique varie selon les conditions climatiques, en particulier les précipitations et la température, mais également en fonction du mode d'exploitation, de la nature du sol et de la topographie (Aidoud, 1989).

Dans les parcours étudiés, les relevés floristiques réalisés sur les deux sites ont permis de recenser 31 espèces végétales appartenant à 11 familles botaniques, parmi lesquelles on distingue des espèces vivaces.

Les résultats de l'analyse quantitative des familles botaniques représentées dans le diagramme en barres indiquent une nette dominance des familles Asteraceae et Poaceae. (Figure 10)

La famille des Asteraceae représente plus de 32,25 % des individus recensés, suivie par les Poaceae avec 25,8 %, ce qui reflète l'abondance de ces deux familles ainsi que leur grande capacité d'adaptation aux conditions environnementales dominantes dans la zone d'étude. Ces deux familles sont connues pour leur grande diversité et leur large répartition, notamment dans les écosystèmes ouverts. Les Asteraceae tendent à dominer dans les milieux arides et semi-arides, tandis que les Poaceae constituent un élément fondamental des steppes et des communautés agricoles.

La famille des Fabaceae arrive en troisième position avec 9,67 %, traduisant une présence modérée mais écologiquement importante, en particulier en raison de ses interactions bénéfiques avec le sol. En revanche, les autres familles botaniques présentent une

représentation faible à très faible. Des familles telles que Boraginaceae, Plantaginaceae et Brassicaceae montrent un faible taux de présence, tandis que Amaranthaceae, et Resedaceae enregistrent les pourcentages les plus bas, avoisinant les 3.2 %, ce qui pourrait être attribué à leur rareté naturelle dans la région. (Figure 15)

Ces résultats traduisent la structure spécifique du couvert végétal dans la zone étudiée, les familles dominantes représentant plus de la moitié des espèces recensées dans les deux sites. Selon **Aidoud (1989)**, la richesse floristique dans les zones arides dépend principalement de la présence d'espèces annuelles, en plus des conditions abiotiques du milieu. Elle résulte d'une interaction complexe entre plusieurs facteurs, notamment le climat, les caractéristiques édaphiques et le mode d'exploitation du site.

Toutefois, **Li et al. (2021)** soulignent que la nature compétitive des espèces constitue un facteur déterminant dans leur dominance au sein de certains écosystèmes. À titre d'exemple, Par ailleurs, **Sato et al. (2019)** ont mis en évidence que les conditions édaphiques, les pratiques de pâturage, ainsi que les activités agricoles et urbaines peuvent jouer un rôle essentiel dans la différenciation des espèces selon les habitats.

2.2 Recouvrement Global (RG) :

Les résultats de la comparaison du recouvrement global (RG) montrent une variation significative entre les années étudiées. En 2016, l'étude réalisée par **Amghar (2012)** a enregistré un taux de recouvrement élevé à l'intérieur du plantation végétal atteignant 72.25 %, contre 27,99 % à l'extérieur (**Tableau 4**) . En 2017, selon l'étude de **Koudri et al (2017)**, le recouvrement à l'intérieur du plantation était de 73,5 %, et de 35,3 % à l'extérieur. (**Tableau 5**).

Tableau4 : Recouvrement global de la végétation 2012

	Plantation	Hors Plantation
RG%	72.25	27.99

Tableau 5: Recouvrement global de la végétation 2017

	Plantation	Hors Plantation
RG%	73.5	35.3

Tableau 6: Recouvrement global de la végétation 2018

	Plantation	Hors Plantation
RG%	68	35.7

Selon l'étude de **Sellah et al (2018)**, le taux de recouvrement végétal à l'intérieur de la plantation était de 68 %, tandis qu'à l'extérieur, il atteignait 35,7 % (**Tableau 6**). En 2025, le recouvrement global à l'intérieur (PI) était de 65,77 %, et à l'extérieur (Hpl), de 62,76 % (**Tableau 7**).

Tableau 7: Recouvrement global de la végétation 2025

	Plantation	Hors Plantation
RG%	65	62

À travers cette comparaison, on constate une baisse progressive du taux de recouvrement à l'intérieur de la plantation 2016 à 2025, ce qui pourrait indiquer une diminution de la densité végétale, et ce malgré l'intervention humaine censée améliorer le couvert. En revanche, la zone plantation à l'extérieur de la plantation n'ayant connu aucune intervention humaine – montre une amélioration progressive du recouvrement végétal, passant de 27,57 % en 2016 à 62 % en 2025. (**Figure16**)

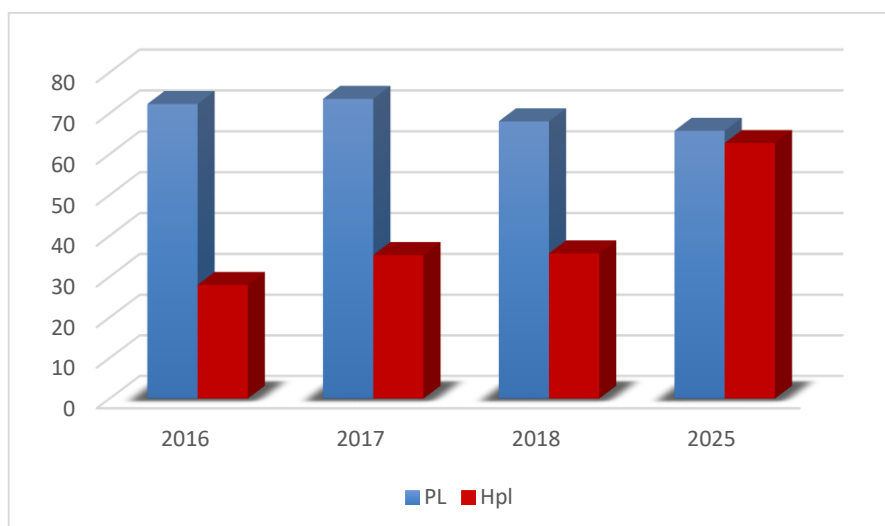


Figure 16 : Graphique représenté Recouvrement global de la végétation 2025

Cette évolution suggère que les facteurs naturels (tels que le climat ou la succession d'années pluvieuses) ont pu contribuer positivement au renouvellement du couvert végétal à l'extérieur du cordon, alors que l'intervention humaine à l'intérieur n'a pas semblé produire de meilleurs résultats au fil du temps.

Afin d'étudier les caractéristiques des plantes steppiques dans la région de Sebgag ainsi que l'état du couvert végétal, une analyse floristique a été menée sur deux sites dans le but de comparer les parcours non plantés au cours de la saison printanière.

2.3 Contributions Spécifiques (Csi) Et De La Fréquence Spécifique (Fsi)

L'étude des contributions spécifiques (Csi) et de la fréquence spécifique (Fsi) des espèces végétales à l'intérieur et à l'extérieur de la zone de plantation a révélé une variation notable dans la structure de la communauté végétale entre les deux zones. À l'intérieur de la zone reboisée, une dominance marquée de l'espèce *Atriplex canescens* a été observée, celle-ci enregistrant la valeur Csi la plus élevée, ce qui témoigne de sa grande adaptation aux conditions environnementales induites par la plantation.

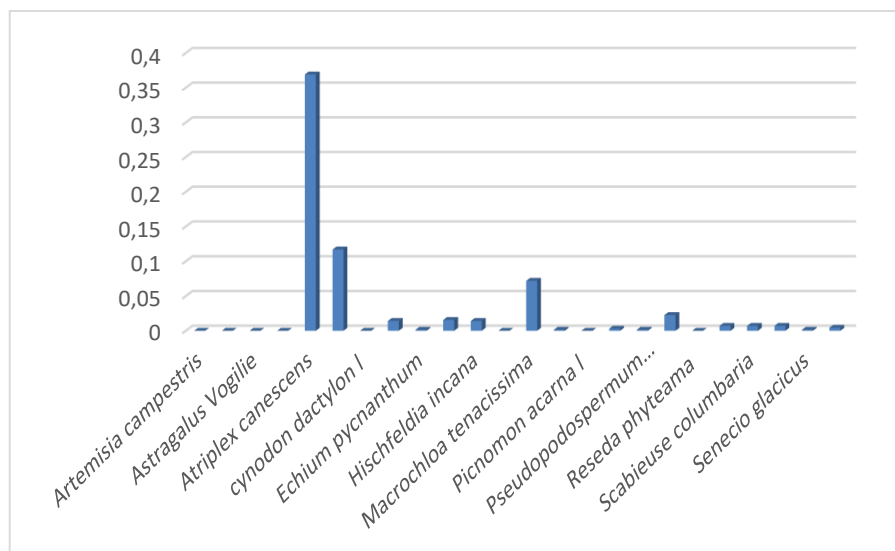


Figure 17 : Résultats de La Fréquence Spécifique (Fsi) (Plantation)

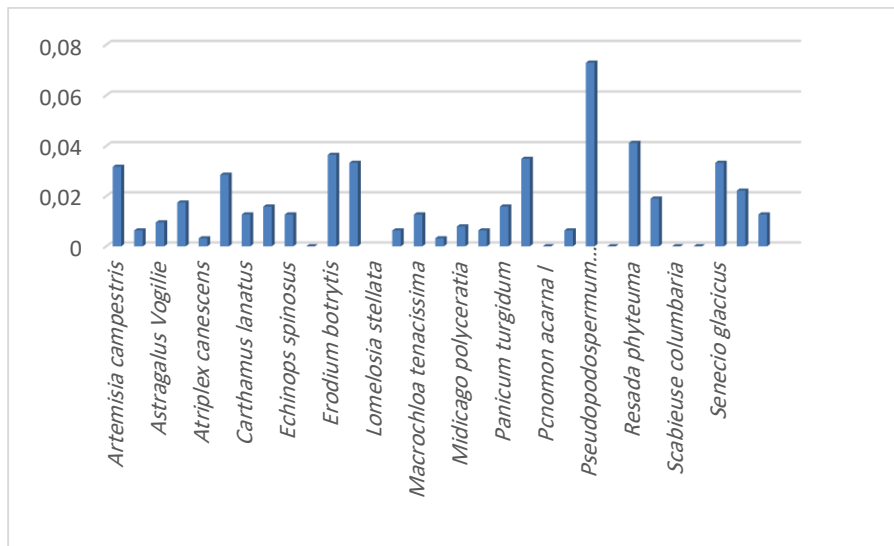


Figure 18 : Résultats de La Fréquence Spécifique (Fsi) (Hors plantation)

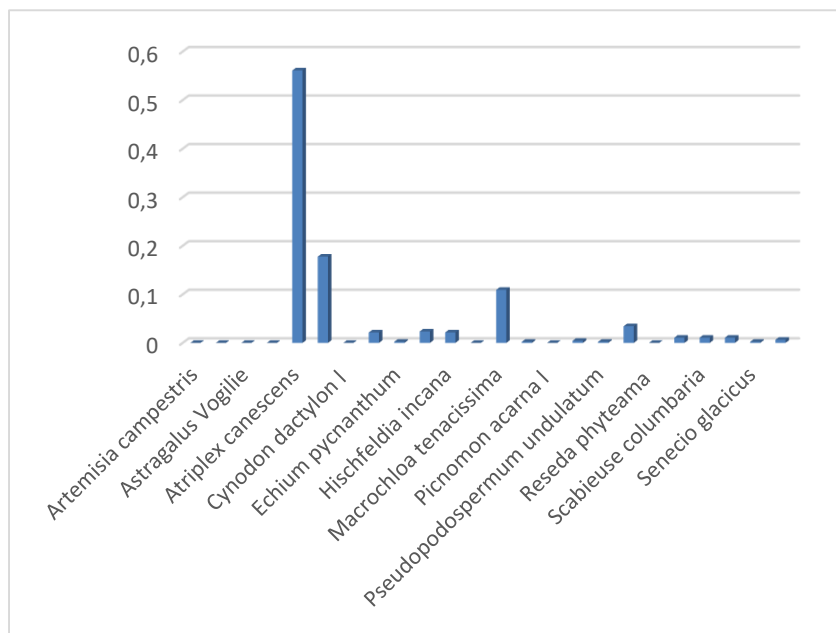


Figure 19 : Résultats de La Contributions Spécifiques (Csi) (plantation)

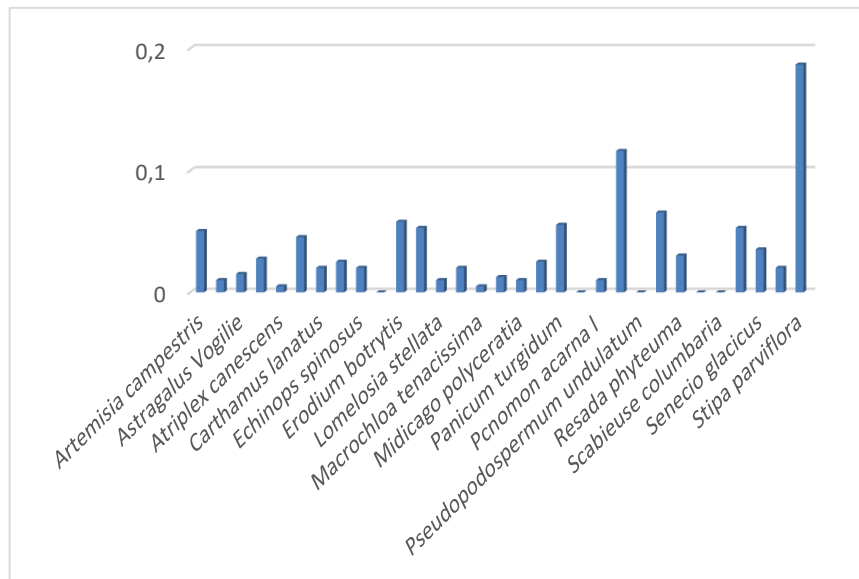


Figure20 : Résultats de La Contributions Spécifiques (Csi) (Hors plantation)

Atriplex canescens est considérée comme une espèce importante dans la réhabilitation des parcours dégradés, grâce à sa grande résistance au froid (Forti, 1986). Ses caractéristiques écologiques et physiologiques lui permettent également de se développer vigoureusement dans les zones steppiques (Maalem, 2002 ; Henni et Mehdadi, 2011).

Abderrahmane et al. (2014) ont souligné que les caractéristiques pédologiques des parcours steppiques réhabilités offrent, dans certaines conditions, un environnement favorable à la bonne croissance de cette espèce. Elle présente une croissance optimale dans des sols contenant une faible proportion de sable et une teneur élevée en argile, comme c'est le cas dans les plantations en bon état.

En revanche, l'espèce *Stipa parviflora* s'est distinguée comme étant la plus contributive en dehors de la zone de plantation, avec les valeurs Csi et Fsi les plus élevées dans cette zone. Cela reflète sa préférence pour les conditions naturelles ouvertes, non influencées par la plantation. Ce contraste entre les espèces dominantes dans les deux zones met en évidence l'impact de la plantation sur la restructuration de la composition de la communauté végétale, où les facteurs environnementaux liés à la plantation d'arbres tels que l'ombrage, la modification de l'humidité du sol et la structure des habitats favorisent le développement de certaines espèces au détriment d'autres.

2.4 L'indice De Shannon (H')

En comparant les résultats de l'étude actuelle de l'année 2025 avec ceux des études précédentes, des différences significatives sont observées dans les valeurs de l'indice de Shannon (H') et de l'équitabilité (E) entre les zones de plantation et les zones non plantées. En 2025, une valeur élevée de l'indice de Shannon a été enregistrée en hors de la zone de plantation (3,01), ce qui représente la valeur la plus élevée parmi toutes les études précédentes. En revanche, la valeur du même indice dans la zone de plantation était de (1,78), ce qui reste également supérieur aux valeurs rapportées par **Amghar (2016) (Tableau 8)**, soit (1,21) en zone plantée et (1,05) hors plantation. Cela reflète une amélioration notable de la diversité des espèces dans les milieux non plantés au cours des dernières années.

Tableau 8 : Résultats des indices de diversité obtenu dans les deux périmètre 2016

Paramètre de diversité	Plantation	Hors Plantation
Indice de Shannon(H')	1.21	1.05
Equitabilité (Eq%)	0.26	0.28

D'un autre côté, l'étude de **Kouidri et al (2017) .Le (Tableau 9)** a révélé que l'indice de Shannon atteignait (2,00) en zone de plantation et (1,51) hors plantation, des résultats inverses à ceux observés en 2025 (**Tableau 10**), où la valeur était plus élevée en dehors de la plantation. Cela pourrait traduire un changement des conditions environnementales et écologiques, telles que la pression de pâturage ou les variations climatiques, qui influencent directement la diversité des communautés végétales. (**Figure 12**)

Tableau 9: Résultats des indices de diversité obtenu dans les deux périmètre 2017

Paramètre de diversité	Plantation	Hors Plantation
Indice de Shannon(H')	2	1.51
Equitabilité (Eq%)	0.68	0.53

Tableau 10: Résultats des indices de diversité obtenu dans les deux périmètre 2025

Paramètre de diversité	Plantation	Hors Plantation
Indice de Shannon(H')	1.78	3.01
Equitabilité (Eq%)	0.44	0.63

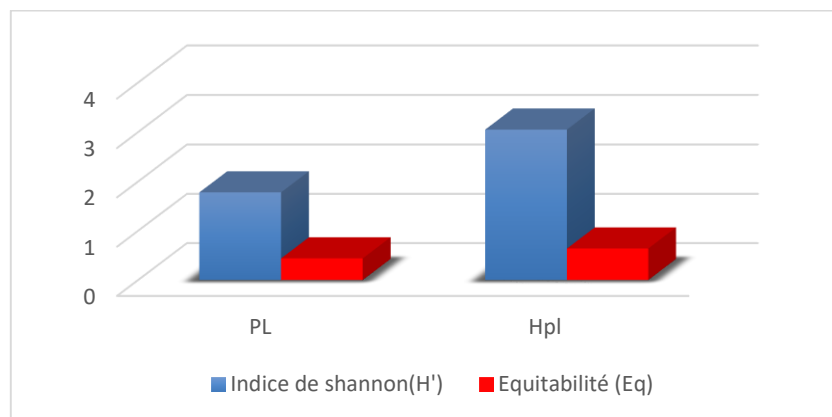


Figure 21 : Un graphique représentant les résultats des indices de diversité obtenu dans les deux périmètre 2025

Dans la région de Sebtag, une dominance claire de l'espèce *Atriplex canescens* par rapport aux autres espèces a été enregistrée. Cette dominance reflète un déséquilibre dans la répartition des abondances relatives des espèces, ce qui influence directement l'indice d'équitabilité, comme l'a mentionné **Guerrache (2010)**. Cette situation peut être expliquée par la capacité compétitive de cette espèce à occuper l'espace et à exploiter les ressources du milieu, ce qui réduit la représentation des autres espèces au sein de la communauté végétale.

2.5 Equitabilite (Eq) :

En ce qui concerne l'indice d'équitabilité (E), les valeurs enregistrées en 2025 étaient de (0,63) hors plantation et de (0,44) (Tableau 10) en plantation (**Figure 12**), des résultats supérieurs à ceux obtenus par **Amghar (2016)** (0,28 hors plantation et 0,26 en plantation) (Tableau 8), ainsi qu'à ceux de **Kouidri et al (2017)** (0,53 hors plantation et 0,68 en plantation). (Tableau 9)

Cela indique une meilleure répartition des espèces, en particulier dans les zones non plantées, ce qui témoigne d'une stabilité relative des communautés végétales dans ces milieux.

Par conséquent, cette comparaison met en évidence une évolution progressive des indicateurs écologiques liés à la diversité et à l'équité, avec des performances environnementales nettement meilleures en 2025, notamment en dehors des zones de plantation.

3. Étude surface de sol :

Les éléments de surface du sol, tels que le sable, les cailloux, la litière végétale, le sol nu et les pellicules de glace, constituent des paramètres écologiques influents qui jouent un rôle déterminant dans les caractéristiques quantitatives et qualitatives de la végétation (Lemée, 1978 ; Rtmelzi, 1986).

3.1 Sable et éléments grossiers :

Dans une étude réalisée Sellah et al (2018), un taux élevé d'éléments grossiers a été observé hors zone de plantation, atteignant 15,2 %, contre seulement 1,7 % dans la zone plantée, ce qui reflète l'effet du couvert végétal dans la limitation de l'accumulation de ces éléments. On observe également, en dehors de la zone plantée, la présence d'éléments grossiers avec un taux de 2,6 %, contre 2,5 % dans la zone reboisée. Bien que l'écart soit très faible, il traduit une certaine homogénéité dans la répartition de ces éléments entre les deux zones. Cette légère différence peut s'expliquer par la présence d'un couvert végétal relativement stable, même en dehors de la zone de plantation. (Tableau 11).

Tableau 11 : Variation des éléments de la surface de sol% (2018)

Element de sol	Plantation	Hors Plantation
Sable	5	32
Litières	6	4.3
Element grossiers	1.7	15.2

Cependant, les résultats de l'étude récente de 2025 ont montré une augmentation notable de ces taux, atteignant 29,4 % hors plantation et 21,9 % dans la zone plantée. Cela indique une dégradation progressive des propriétés du sol au fil du temps, tant dans les zones plantées que non planté, en raison de la détérioration du couvert végétal.

Tableau 12 : Variation des éléments de la surface de sol% (2025)

Elément de sol	Plantation	Hors Plantation
Sable	21.9	29.4
Litières	9	5
Elément grossiers	2.5	2.6

3.2 Litière végétale :

Les résultats ont révélé que le taux de litière dans la zone de plantation plantée avec *Atriplex canescens* a atteint 9 %, contre seulement 5 % dans une autre zone caractérisée par un couvert végétal moins dense. Cette différence est attribuée à l'effet de *Atriplex canescens*, une espèce végétale qui contribue à l'enrichissement en matière organique par la chute de ses feuilles et de ses tiges, tout en jouant un rôle important dans la réduction de la vitesse du vent. Cela s'explique par la densité importante du couvert végétal dans la zone reboisée, ainsi que par l'effet de la plantation qui contribue à ralentir la vitesse du vent, limitant ainsi le transport de la litière vers l'extérieur de la zone plantée (Amgahr, 2016). (Tableau 12)

3.3 Analyse des graphiques :

3.3.1 Spectre phytogéographique :

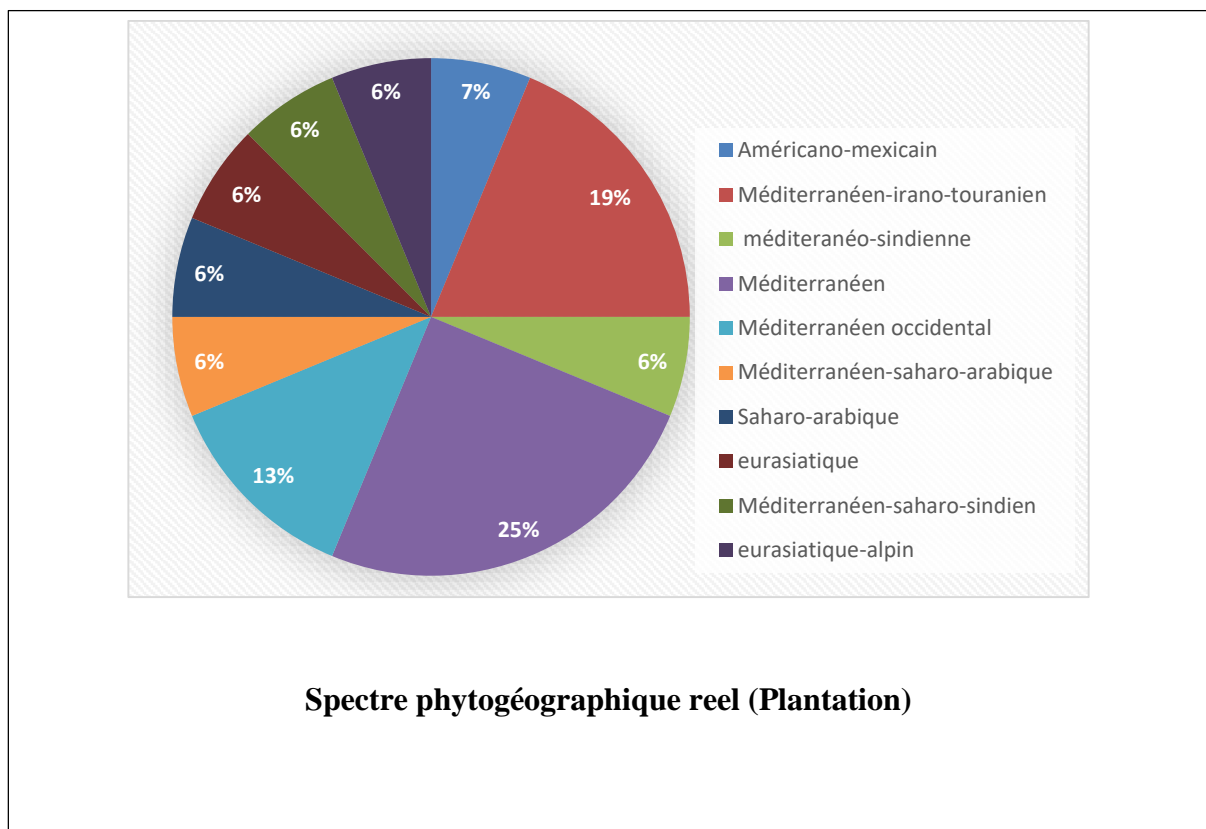


Figure 22 : Spectre phytogéographique reel de la zone Plantation



Figure 23 : Spectre phytogéographique reel de la zone Hors Plantation

Le graphique relatif à la zone de plantation révèle une nette dominance des espèces d'origine méditerranéenne (25 %), suivies par les types méditerranéens occidentaux (13 %) et méditerranéens-saharo-sindiens (6 %). Cette composition floristique traduit un assemblage végétal relativement stable, témoignant de l'influence positive des opérations de plantation, lesquelles favorisent l'installation de taxons autochtones bien adaptés aux conditions climatiques locales. (Figure 22).

Les résultats obtenus dans la zone plantée révèlent une nette prédominance du type méditerranéen avec un taux de 42 %, traduisant ainsi la capacité de l'écosystème à conserver une partie de sa composition floristique originelle. Cette dominance s'explique par la forte capacité d'adaptation des espèces méditerranéennes aux conditions environnementales locales, notamment à la sécheresse et à la pauvreté édaphique. Le type méditerranéen-irano-touranien est représenté à hauteur de 11 %, tandis que les autres types phytogéographiques

apparaissent faiblement et de manière équitable, avec un minimum observé pour le type eurasiatique-alpin (3 %).

Ces résultats confirment les observations de **Quézel et Santa (1962–1963)**, qui situent la zone d'étude dans les limites biogéographiques de la région méditerranéenne, ainsi que celles de **Quézel (1995)**, qui souligne l'importance majeure des éléments strictement méditerranéens dans la composition de la flore de cette région. Dès lors, l'importance de préserver cette diversité floristique et de l'intégrer dans les stratégies de réhabilitation écologique s'impose, les espèces méditerranéennes représentant un socle fondamental pour la restauration de l'équilibre écologique des milieux dégradés.

La prédominance des types méditerranéens dans les deux zones étudiées illustre l'influence marquée du climat méditerranéen semi-aride propre à la région de Sebgag, comme le soulignent **Quézel et Médail (2003)**. Ces espèces, généralement xérophiles, présentent une forte capacité d'adaptation à la sécheresse et constituent les éléments dominants de la végétation dans ce type de climat.

Par ailleurs, la flore observée dans la zone de plantation se distingue par une diversité réduite et une homogénéité floristique plus marquée. Cette configuration pourrait résulter d'un choix ciblé d'espèces introduites ou adaptées aux exigences agricoles et sylvicoles. Elle peut également être attribuée aux pratiques d'aménagement du territoire, telles que la plantation ou la gestion forestière.

En revanche, la zone hors plantation présente une plus grande richesse phytogéographique, traduisant une végétation plus naturelle et spontanée. Cette diversité témoigne d'un écosystème relativement préservé des perturbations anthropiques, dans lequel les espèces locales peuvent s'établir librement en réponse aux conditions écologiques du milieu.

3.3.2. Spectre biologiques

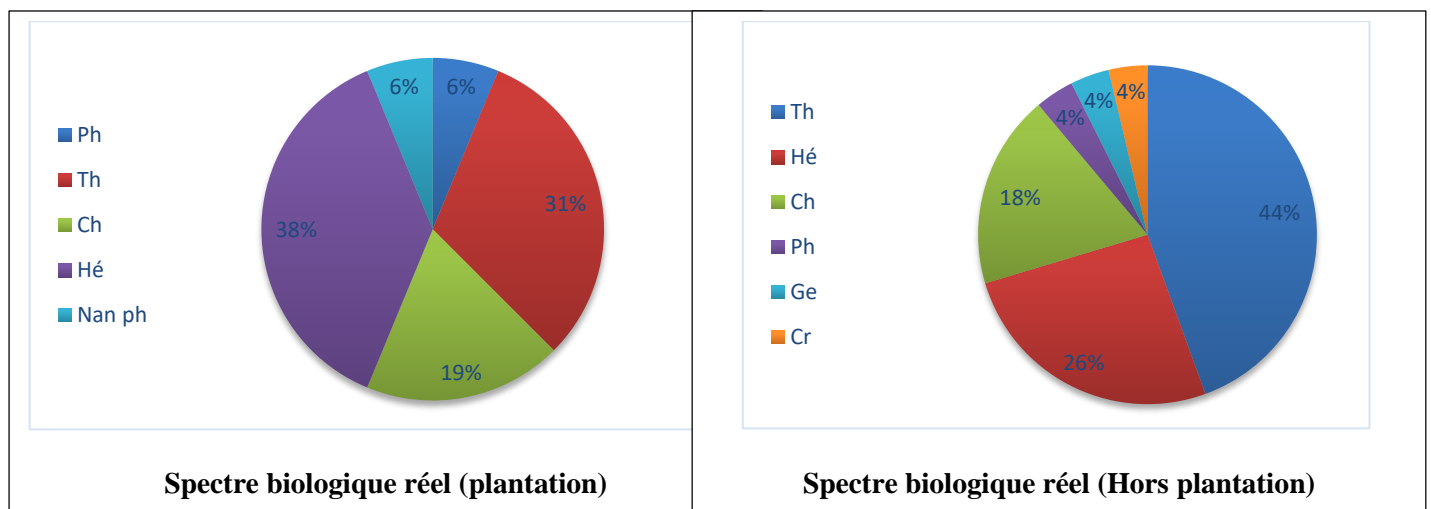


Figure 23 : Spectre biologique réel de la zone d'étude

Les résultats obtenus au niveau de la zone plantation révèlent une nette dominance des hémicryptophytes, avec un taux de 38 %, suivies des thérophytes (31 %) et des chaméphytes (19 %). Les hémicryptophytes sont des plantes vivaces dont les bourgeons de régénération persistent au ras du sol durant l'hiver ou la saison sèche, ce qui les rend typiquement associées à des milieux écologiquement stables et peu perturbés (Raunkiær, 1934 ; Quézel et Médail, 2003). Leur forte représentation dans cette zone traduit vraisemblablement les effets bénéfiques de la plantation, qui crée un microclimat favorable caractérisé par un ombrage modéré, une meilleure humidité relative, ainsi qu'une protection contre les vents desséchants. (Figure 23)

À l'opposé, dans la zone hors plantation, les données montrent une prédominance marquée des thérophytes, avec une proportion atteignant 44 %, suivies des hémicryptophytes (26 %) et des chaméphytes (18 %). Les thérophytes, plantes annuelles à cycle de vie court, sont largement reconnues comme des indicateurs de milieux instables ou dégradés, souvent soumis à des stress environnementaux tels que la sécheresse, le surpâturage ou les perturbations anthropiques (Daget et Poissonet, 1971 ; Barbero et al., 1990). Leur abondance dans cette zone reflète un écosystème fragile, faiblement résilient et sensible aux perturbations. (Figure 23)

3.4 Étude Biométrique:

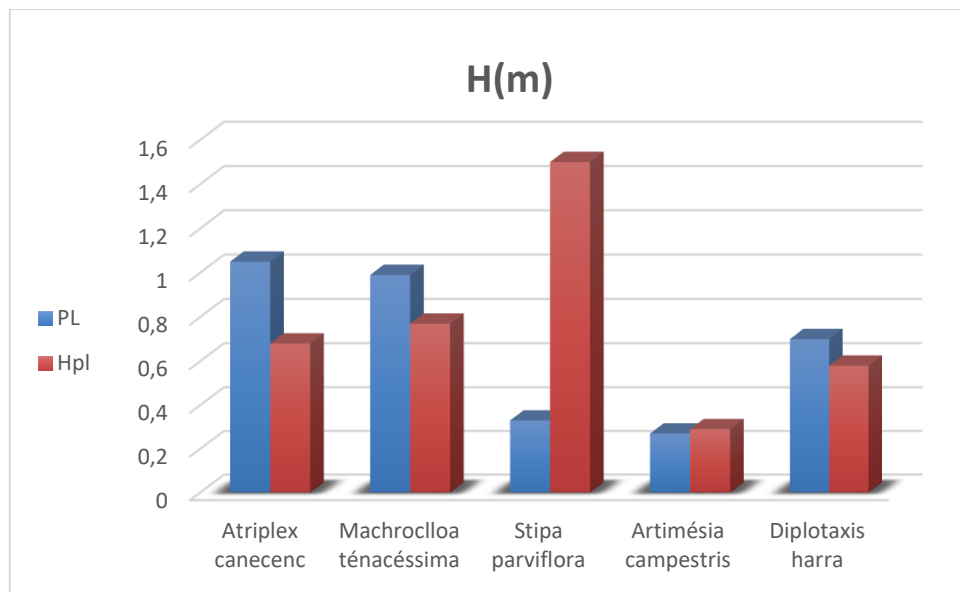


Figure24 : Résultats de mesure de la hauteur pour cinq espèces végétales dans la zone d'étude

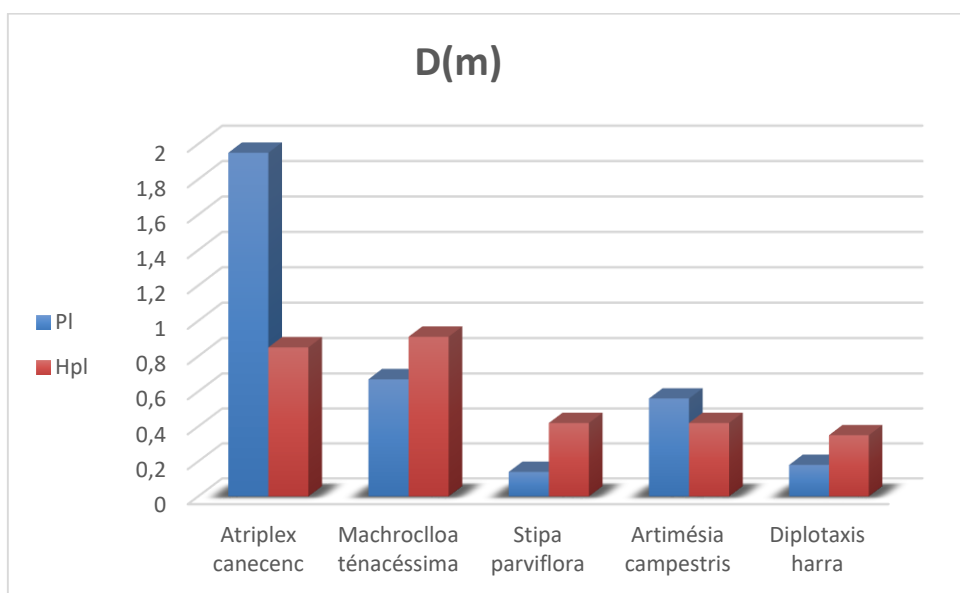


Figure25 : Résultats de mesure de diamètre pour cinq espèces végétales dans la zone d'étude

Les résultats de la présente étude menée dans la région de Sebtag ont révélé des différences notables dans la croissance de l'espèce *Atriplex canescens* entre les zones planté et non planté. Cette espèce a enregistré une croissance plus importante dans la zone de plantation, notamment en termes de diamètre (D) et de hauteur (H). Cette amélioration des paramètres morphométriques peut être attribuée à des conditions environnementales plus

favorables dans la zone planté , telles qu'une meilleure humidité du sol, une richesse en matière organique, ainsi qu'une protection contre l'érosion et le pâturage.

Ces résultats rejoignent ceux obtenus par **Yahiaoui et al. (2014)**, qui ont montré que *Atriplex canescens* atteint une hauteur moyenne supérieure à 1 mètre, accompagnée d'un taux élevé de lignification pouvant dépasser 90 %, ce qui reflète une bonne capacité d'adaptation de cette espèce introduite aux environnements arides lorsque les conditions de protection et d'aménagement sont réunies.

Cependant, la même étude indique que la régénération naturelle de cette espèce reste nulle et que le taux de recouvrement végétal global dans les zones plantées ne dépasse pas 22 %, comparativement à des taux plus élevés dans les zones plantées avec *Atriplex halimus* ou dans les zones témoins protégées. Ces constats soulignent l'importance d'un choix judicieux des espèces végétales en fonction des caractéristiques écologiques du site, ainsi que la nécessité de stratégies intégrées alliant protection, suivi écologique, et utilisation d'espèces à forte capacité de régénération naturelle pour garantir la durabilité des programmes de plantation et la restauration efficace du couvert végétal dans les zones dégradées.

Certaines espèces végétales, telles que *Stipa parviflora*, ont montré une croissance plus importante en dehors de la zone de plantation, ce qui peut s'expliquer par leur grande capacité d'adaptation aux conditions semi-arides ou par leur faible tolérance à la compétition écologique au sein de la zone plantée.

La dominance de la famille des Poacées est attribuée à leur résistance élevée aux conditions climatiques rigoureuses, comme l'a indiqué **Hellel (1998)**.

À la lumière des données précédentes, il apparaît que le deuxième site (Hors plantation) est le plus riche et le plus diversifié en termes de couverture végétale, avec une hauteur maximale enregistrée de 1,5 mètre. En revanche, cette valeur n'a pas dépassé 0,42 mètre dans le premier site (Plantation), ce qui reflète sa dégradation en raison des pressions environnementales accrues.

D'un autre côté, il a été constaté que les espèces *Diploaxis harra* et *Artemisia campestris* figurent parmi les espèces présentant les valeurs les plus faibles en termes d'indicateurs de croissance, tant en hauteur qu'en diamètre. Ces espèces ont montré des niveaux réduits pour les deux variables (« PL » et « Hpl ») par rapport aux autres espèces

étudiées, ce qui indique une réponse limitée aux conditions environnementales dominantes, notamment dans la zone de plantation

Le comportement de l'espèce *Macrochloa tenacissima* (alfa) s'est distingué par des performances notables en termes d'indicateurs de croissance, notamment au sein des zones plantées. En effet, cette espèce a enregistré des valeurs relativement élevées pour les paramètres de hauteur (Hpl) et de diamètre à la base (PL), comparativement à d'autres espèces étudiées. Ces résultats traduisent une bonne réactivité de *Macrochloa tenacissima* aux conditions environnementales améliorées résultant des opérations de plantation.

Cette dynamique positive pourrait être attribuée à la capacité de l'espèce à tirer profit des facteurs écologiques disponibles dans les zones plantation, tels que la disponibilité accrue en humidité, la protection du sol et une teneur relativement élevée en matière organique. Par ailleurs, les caractéristiques physiologiques de *Macrochloa tenacissima*, plante xérophile particulièrement résistante à la sécheresse, renforcent son aptitude à survivre et à se développer dans des milieux semi-arides (Boudy, 1950).

La comparaison des performances de cette espèce à l'intérieur et à l'extérieur des zones planté met en évidence l'impact significatif des interventions anthropiques, notamment par la plantation, dans l'amélioration des conditions écologiques locales, favorisant ainsi la croissance et la stabilité écologique de l'alfa.

3.5. Phénologique

Tableau 13: Stade phénologique des espèces végétales dans la zone d'étude

Taux floraison	Taux fructification	Taux des plantes verte
59.37%	6.25%	34.37%

L'observation des stades phénologiques des plantes dans la région de Sebgag durant le mois d'avril - correspondant au cœur du printemps en Algérie - a révélé une activité végétative notable, marquée par les phases de croissance végétative, de floraison et de début de fructification. Les données recueillies indiquent que 59,37% des espèces étaient en C, 6,25% en fructification, tandis que 34,37 % étaient encore au stade végétatif, ce qui reflète un

pic d'activité reproductive des plantes favorisé par des conditions climatiques printanières favorables. (Tableau 13)

Les résultats des données collectées ont montré que la grande majorité des espèces étaient en phase de floraison, suivies de celles en phase de fructification, tandis qu'un nombre plus réduit d'espèces était encore en phase de verdissement (croissance foliaire) comme (*Paronychia argentea* , *Senecio gallicus* , *Stipa parviflora.....* ect)

Selon Roussey et al. (2021), un « stade phénologique » représente une phase spécifique du cycle de vie d'une plante, telle que la floraison, définie par l'ouverture d'au moins 50% des fleurs. Les études phénologiques visent à suivre la temporalité de ces stades saisonniers et leur sensibilité aux facteurs climatiques.

La présence de seulement deux espèces en fructification (*Astragalus armatus* et *Astragalus vogilie*) suggère soit un cycle de vie court, soit une floraison précoce. Quant aux espèces encore au stade végétatif.

De son côté, *Artemisia campestris*, espèce pérenne dans la région étudiée, n'avait pas encore entamé sa phase de floraison au moment de l'observation.

Enfin, cette diversité des stades phénologiques floraison, fructification et croissance végétative constitue un indicateur de l'équilibre de l'écosystème végétal local et de sa réponse positive aux conditions environnementales et climatiques prévalant durant cette période.

CONCLUSION GENERALE:

CONCLUSION GENERALE

VI - Conclusion générale

Cette étude, menée dans la région de Sebgag relevant des Hauts Plateaux méridionaux d'Algérie, visait à mettre en évidence les caractéristiques biologiques et fonctionnelles de certaines espèces steppiques locales à travers l'analyse de leurs traits biométriques et phénologiques dans leur environnement naturel, tout en évaluant l'impact de l'introduction de *Atriplex canescens* dans le cadre des programmes de réhabilitation écologique. Les résultats ont révélé une variabilité marquée dans les réponses des espèces aux conditions semi-arides, tant sur le plan de la structure de croissance que de la dynamique de leurs phases phénologiques, ce qui témoigne d'une forte plasticité adaptative.

Les données biométriques ont montré que *Atriplex canescens* présente des caractéristiques structurelles supérieures (hauteur, diamètre, densité du houppier) par rapport aux espèces autochtones, lui permettant ainsi de former un couvert arbustif dense contribuant à la fixation des sols, à la réduction de l'érosion et à la création d'un microclimat favorable à la croissance d'autres espèces. Sur le plan phénologique, cette espèce a manifesté une concentration temporelle notable des phases de floraison et de fructification, influençant indirectement la synchronisation phénologique au sein de la communauté végétale steppique.

Concernant le couvert végétal, les résultats de l'étude ont montré que les zones ayant fait l'objet d'un reboisement avec *Atriplex canescens* ont enregistré un taux de recouvrement végétal de 65 %, contre 62 % dans les zones naturelles non plantées. Une amélioration du contenu en litière et une diminution des éléments grossiers en surface ont également été observées, traduisant une amélioration générale des conditions dans la zone d'étude. Toutefois, cette densité végétale élevée s'est accompagnée d'une dominance spécifique marquée, ayant eu un impact négatif sur les indicateurs de la diversité biologique. En effet, l'indice de Shannon (H') dans les zones reboisées était de 1,78 et l'équitabilité (E) de 0,44, contre des valeurs plus élevées dans les zones naturelles (H' = 3,01, E = 0,63). Ces résultats soulignent l'importance de prendre en compte les risques d'homogénéisation biologique, susceptibles d'affecter à long terme la résilience et la stabilité des écosystèmes.

L'analyse des données phénologiques a révélé une grande diversité des stades de développement entre les espèces étudiées. Certaines espèces locales se sont montrées mieux adaptées aux variations saisonnières, tandis que d'autres ont tiré parti de l'ombrage offert par *Atriplex*, ce qui a favorisé leur croissance mais retardé certaines étapes de leur cycle. Ces

CONCLUSION GENERALE

divergences mettent en lumière le rôle fonctionnel que peuvent jouer les espèces introduites dans la modulation du comportement biologique des espèces accompagnatrices.

L'introduction de *Atriplex canescens* dans la région de Sebtag a contribué à l'amélioration de certains indicateurs structurels et fonctionnels du système végétal, mais elle pourrait également compromettre l'équilibre biologique si elle n'est pas accompagnée de mesures de préservation de la biodiversité locale. La réussite de ce type d'intervention écologique doit donc reposer sur une base de connaissances rigoureuse intégrant l'analyse dendrométrique et phénologique, ainsi qu'une évaluation de l'impact à long terme sur la structure et le fonctionnement des communautés végétales.

La région de Sebtag constitue ainsi un modèle de terrain pertinent pour l'étude des interactions entre les espèces steppiques et leur environnement dans le cadre des interventions écologiques. Les résultats de cette recherche soulignent l'importance d'adopter des stratégies intégrées tenant compte des caractéristiques biologiques des espèces, tout en équilibrant les objectifs de réhabilitation avec les exigences de conservation des écosystèmes fragiles, afin d'assurer la durabilité environnementale et la lutte contre la désertification dans un contexte climatique en mutation.

**LISTE DES REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES :**

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- Abderrahmane, B., Benchaben, H., & Nadira, A. (2014). Réhabilitation Par l'atriplex Des Parcours Steppiques Du Sud De La Prefecture De Saïda (Algerie Occidentale). *European Scientific Journal*, 10(32).
- Abderrahmane, L., et Khéloufi, B. Halima, M. (2006). Essai sur le rôle d'une espèce végétale rustique pour un développement durable de la steppe algérienne. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*.
- Aïdoud, A., Le Floc'h, É., & Le Houérou, H. N. (2006). Les steppes arides du nord de l'Afrique. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 17(1), 19-30.
- Aime, S. (1991). Etude écologique de la transition entre les bioclimats subhumide, semi-aride et aride dans l'étage thermo-méditerranéen du Tell oranais (Algérie occidentale). Thèse Doctorat Es Science, Univ. Aix-Marseille III, France, 190 p.
- Al-Samarrai, Q. A. (2007). *Principes de la météorologie et du climat*. P13
- Amghar, F. (2012). Restauration et réhabilitation des écosystèmes steppiques: Effet de la mise en défens et de l'introduction des plantes fourragères sur la biodiversité, le sol et sa surface. Thèse de doctorat. USTHB, 165p.
- Aronson, J., Floret, C., Le Floc'h, E., Ovalle, C., & Pontanier, R. (1993). Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. I. A view from the South. *Restoration Ecology*, 1(1), 8–17. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.1993.tb00004.x>
- B.N.E.D.E.R., (2006) : Schéma régional d'aménagement du territoire des Hauts-Plateaux Ouest. Atelier « diagnostic », Environnement, patrimoine et ressources en eau. Bureau National d'Etudes pour le développement rural (B.N.E.D.E.R.), 31p
- Barbero, M., Bonin, G., Loisel, R., & Quézel, P. (1990). Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the Mediterranean basin. *Vegetatio*, 87(2), 151–173. <https://doi.org/10.1007/BF00042952>
- Blondel, J., Aronson, J., Bodiou, J. Y., & Boeuf, G. (2010). *The Mediterranean Region: Biological Diversity in Space and Time* (2nd ed.). Oxford University Press.

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- Boudy, P. (1950). Économie forestière nord-africaine. Monographie de l'alfa et traitement de l'alfa, Fascicule 2, Livre III. Paris : Larousse, 2(II), 777-818.
- Bureau National d'Etudes pour le développement rural (B.N.E.D.E.R.), 31p
- Charrier C.D.T. 1873. L'alfa des Hauts Plateaux de l'Algérie. Algérie Agricole, 32.p
- CNTS. 1989. Cartographie et inventaire des nappes alfatières sur l'ensemble des Wilayas
- Daget, P. (1985). La phytogéographie: concepts, méthodes, applications. Paris: Masson
- Daget, P., & Poissonet, J. (1971). Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application. Annales Agronomiques, 22(1), 5-41.
- Djebaili S., 1984. Steppe Algérienne phytosociologie et ecologie. O.P.U. Alger, 127p
- Djellouli, Y. (1990). Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes. Th. doct. es. Sci., Univ. Sci. Tech.
- Djellouli. Y et Nedjraoui. D., 1995.- Evolution des parcours méditerranéens. In pastoralisme, troupeau, espaces et société. Hatier ed. 440-454.
- Dobignard, A., & Chatelain, C. (2010-2013). Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- Doucet R., (2006) -Le climat et les sols agricoles. Ed : Berger, Estman (Québec), 426 p.
- Eugene A., (2002) : Introduction à l'écologie. Ed : Tec et Doc-Paris.21p
- Frontier S., Pichod-Viale D., Leprière A., Davoult D. & Luczak C. 2008. Écosystèmes, Structure, Fonctionnement, Évolution. 4ème Éd. Dunod, Paris. 576 p.
- Beaux J.-F. 2004. L'environnement. Nathan Éd., France. 160 p.
- La neige
Delage. et Manietaille., (2000) : comparer des relever de date différente au même emplacement Exemple du tchad. Revue [Elev.med.](#) Vêt payes trop.56(3-4) :163-166 pp.
- Faccin, C., Specht, L. P., Almeida Júnior, P. O. B. de, Schuster, S. L., & Pacheco, L. (2024). Comparison of Climate Data from NASA POWER Reanalysis and Data Measured at Surface Weather Stations for Application in Brazilian Paving Projects. Anuário Do Instituto de Geociências, 47. https://doi.org/10.11137/1982-3908_2024_47_60749

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- Fatima, K., Ahmed, B., & Benaceur, F. (2025). Toward more efficiency of some MERRA-2 reanalysis products in the central Algerian steppe: Zahrez watershed case. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 1-25 Stamboul M., 2004.- Contribution à l'étude hydrogéologique de l'Atlas Saharien (exemple du Djebel Amour). Thèse Doctorat, Univ. Oran, 310p.
- Forti M. 1986. Plantes halophytes et tolérantes au sel en Israël. *Reclamation and Revegetation Research*, 5(1-3) : 38-96.
- Halem, M. (1997). La steppe Algérienne: causes de la désertification et propositions pour un développement durable (Doctoral dissertation, MSc dissertation, University Sidi Bel Abes, Algeria).p
- HELLAL B., (1998). Diagnostic phytoécologique d'une nappe alfatière du Nord de la steppe occidentale d'Algérie. Séminaire national sur les zones arides: rétrospectives, enjeux et stratégie. CRSTRA, Adrar, 9p
- Kadi-Hanifi-Achour, H. (1998). L'alfa en Algérie. Syntaxonomie, relation milieu végétation, Dynamique et perspectives d'avenir. Thèse Doctorat Es science, USTHB,
- Khaldi, A. (2014). La gestion non-durable de la steppe algérienne. *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*. p
- LAMEE, G (1978). Précis d'écologie végétale. Edmasson Masson, Paris, 2500 pages.
- Le Houérou, H. N. (1995). Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. *Options Méditerranéennes, Série B*, 10.
- Le Houérou, H. N. (1995). Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. *Options Méditerranéennes, Série B*, (10).
- Le Houérou, H. N. (2000). Restoration and rehabilitation of arid and semi-arid Mediterranean ecosystems in North Africa and West Asia: A review. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 14(1), 3–14. <https://doi.org/10.1080/089030600263081>
- Le Houérou, H.N. (1996). Climate change, drought and desertification. *J. Arid Environmet*, (34):p 133-185.

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- Li QM, Cai CN, Xu WM, Cao M, Sha LQ, Lin LX. &He TH. La diversité génétique adaptative des espèces dominantes contribue à la coexistence des espèces et à l'assemblage des communautés. *Plant Divers*, 2021 ; 44(3) : 271-278.
- Maalem S. 2002. Etude écophysiological de trois espèces halophytes du genre *Atriplex* (*A. canescens*, *A. halimus* et *A. nummularia*) soumises à l'enrichissement phosphaté. Thèse de magistère en physiologie végétale et applications biotechnologiques. Université Baji Mokhtar, Annaba, Algérie, 76p.
- Maestre, F. T., & Escudero, A. (2009). Is the patch size distribution of vegetation a suitable indicator of desertification processes? *Ecology*, 90(7), 1729–1735. <https://doi.org/10.1890/08-2096.1>
- Nahal, I. 2004. LA désertification dans le monde causes-processus-conséquences lutte. Paris : L'harattan, 2004. p. 11. 2-7475-6367-7
- Nedjraoui, D. (1981). Teneurs en éléments biogènes et valeurs énergétiques dans trois principaux faciès de végétation dans les Hautes Plaines steppique de la wilaya de Saida. *Postgraduate thesis, USTHB, Algiers*, 156.
- Nedjraoui, D. (1990). Adaptation de l'alfa (*Stipa tenacissima L.*) aux conditions stationnelles: contribution à l'étude du fonctionnement de l'écosystème steppique. Th. Doct., Univ. Sci. Tech.
- Nedjraoui, D. et Djellouli, Y., (1995). Evolution des parcours méditerranéens. pastoralisme, troupeau, espaces et société, ed. Hatier, 440-454.
- Nedjimi, 2012. Concepts des services écosystémiques cas des zones arides
- Nedjraoui D, Bédrani S. 2008. La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 8 Numéro 1, consulté le 05 janvier 2021
- Nedjraoui, D. (2004). Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 62, 239-243.
- Ouedraogo, D. T., Rabiou, H., Inoussa, M. M., & Mahamane, A. (2022). Analyse de la diversité floristique de la zone pastorale de Gadeghin en zone soudanienne du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 16(2), 653-668.

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- Quézel, P. (1995). La végétation de l'Afrique du Nord. Éditions CNRS, Paris.
- Quézel, P., & Médail, F. (2003). Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier.
- Quézel, P., & Santa, S. (1962–1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Paris.
- Raunkiær, C. (1934). The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography. Oxford University Press.
- Rosa, S. L. K., Souza, J. L. M. de, & Santos, A. A. dos. (2023). Data from NASA Power and surface weather stations under different climates on reference evapotranspiration estimation. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. <https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2023.v58.03261>
- Roussey, C., Delpuech, X., Raynal, M., Amardeilh, F., Bernard, S., Jonquet, C., & Noûs, C. (2021, juin). Description sémantique des stades de développement phénologique des plantes, cas d'étude de la vigne. In 32èmes Journées Francophones d'Ingénierie des Connaissances (IC 2021) (pp. 30-38).
- Sato C, Strong C, Holliday P, Florance D, Pierson J et Lindenmayer D. Facteurs environnementaux et de gestion du pâturage influant sur l'état des sols. Agriculture, Écosystèmes et Environnement, 2019 ; 276, 1-7
- Schnelle, F. (1955). Pflanzen-phänologie (Vol. 3). Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft.
- Vennetier, M., Girard, F., Didier, C., Ouarmim, S., Ripert, C., Misson, L., ... & Ndyaye, A. (2011). Adaptation phénologique du pin d'Alep au changement climatique. Forêt méditerranéenne, 32(2), 151-166.
- Yahiaoui, F. Z., Labani, A., Terras, M., Boudjemaa, M., Haddouche, M. I., Adda-Hanifi, N. N., & Anteur, D. (2014). Etude de l'impact de l'introduction de trois espèces d'Atriplex halimus, Atriplex canescens et Atriplex nummularia sur les paramètres physico-chimique du sol en zone steppique; cas de la région de (Sud Ouest Algérien).

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- **Les sites web :**
- <https://sciencesnaturelles.ch/seasons> 19févri 2025; 16:57
- Tela Botanica<https://www.tela-botanica.org> PDF 17:31 ;19février 2025

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

• Abstract :

This study aims to analyze the biometric and phenological characteristics of selected steppe plant species in the Sebgaq region, with a focus on the impact of *Atriplex canescens* plantation on vegetation structure and ecosystem balance. Detailed field surveys were conducted to assess structural parameters (height, diameter, density) and phenological stages (growth, flowering, fruiting). The results showed that *Atriplex canescens* reached a plant cover of 65% in planted sites, compared to 62% in non-planted areas. This increased density contributed to improved soil properties, such as higher litter content and particle stabilization. However, this dominance was also associated with a decline in biodiversity indicators, particularly Shannon's index and evenness, suggesting a potential negative impact on ecological balance. Phenologically, a clearer synchronization of flowering and fruiting stages was observed in planted areas, while natural sites displayed a wider diversity of phenological stages. These findings emphasize the importance of biometric and phenological indicators as effective tools for evaluating steppe ecosystem dynamics and guiding sustainable ecological restoration programs

Keywords: *Atriplex canescens*, Sebgaq, phenological, biometrics, non-planted area

• الملخص :

هدف هذه الدراسة إلى تحليل الخصائص البيومترية والفينولوجية لبعض الأنواع النباتية السهبية في منطقة سبقاق، مع التركيز على تأثير زراعة *Atriplex canescens* على بنية الغطاء النباتي وتوازن النظام البيئي. تم الاعتماد على معايير ميدانية دقيقة لتقييم المعطيات البنوية للنباتات (الارتفاع، القطر، الكثافة) ومراحلها الفينولوجية (النمو، الإزهار، الإثمار). أظهرت النتائج أن *Atriplex canescens* حقق نسبة تغطية بلغت 65% في المواقع المزروعة، مقابل 62% في المواقع غير المزروعة، مما ساهم في تحسين بعض خصائص التربة كزيادة نسبة اللتير وتثبيت الجزيئات الترابية. غير أن هذه الكثافة العالية ترافقت مع انخفاض في مؤشرات التنوع البيولوجي، لا سيما مؤشر شانون ومؤشر الإنصاف، مما يشير إلى تأثير سلبي محتمل على توازن النظام البيئي. على المستوى الفينولوجي، لوحظ تزامن أوضح لمراحل الإزهار والإثمار في المواقع المزروعة، بينما أظهرت المواقع الطبيعية تنوعاً أوسع في الأطوار الفينولوجية. تبرز هذه النتائج أهمية استخدام المؤشرات البيومترية والفينولوجية كأدوات فعالة في تقييم ديناميكية النظم البيئية السهبية وتوجيه برامج الاستصلاح البيئي نحو أهداف مستدامة.

كلمات المفتاحية: *Atriplex canescens*، سبقاق، فينولوجي، منطقة مزروعة، خارج المنطقة المزروعة، البيومترية.

Annexe

Annexe :



Atriplex canescens (Amaranthaceae)



Stipa parviflora (Poaceae)



Macrochloa tenacissima (Poaceae)



Scabiosa arenaria (Caprifoliaceae)



Pseudopodospermum undulatum
(Asteraceae)



Senecio glaucus (Asteraceae)

Annexe :



Erodium botrytis (Geraniaceae)



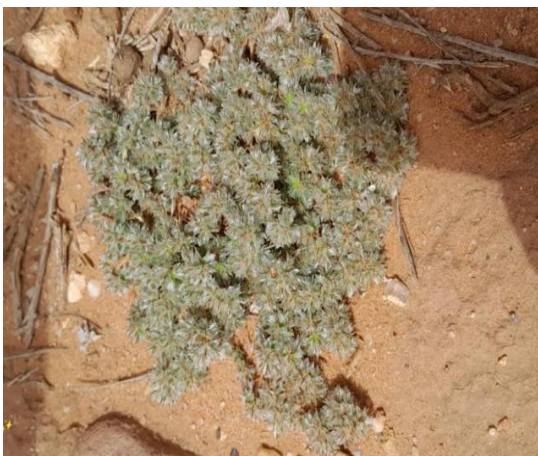
Echium pycnanthum (Boraginaceae)



Schismus barbatus (Poaceae)



Astragalus cruciatus (Fabaceae)



Paronychia argentea (Caryophyllaceae)



Reichardia picroides (Asteraceae)

Annexe :



Diplotaxis harra (Brassicaceae)



Plantago albicans (Plantaginaceae)



Bromus rubens (Poaceae)



Retama raetam (Fabaceae)



Echinops spinosus (Fabaceae)



Artemisia campestris (Asteraceae)