



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE de TLEMEN

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département d'Écologie et Environnement

Laboratoire d'Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels

MEMOIRE

Présenté par

M^{lle} Kabli Hassiba

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Écologie

Thème

**Étude histologique d'une Santalaceae de la région de Tlemcen
(Rachgoun) : *Osyris lanceolata* Kochst. & Steud**

Soutenu le : 25 / 06 /2024, Devant le jury d'examen composé par :

Président	M. ABOURA Rédda	Professeur	Université de Tlemcen
Encadrante	Mme SARI-ALI Amel	Professeure	Université de Tlemcen
Co-encadrante	Mme BELKHODJA Amal Nesrine	MAB	Université de Tlemcen
Examinatrice	M ^{lle} BENSOUNA Amel	MCB	Université de Tlemcen

Année universitaire 2023 – 2024

Remerciements

*Avant de présenter ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à **Dieu** le tout puissant, le Clément et le Miséricordieux pour toute sa bonté, de m'avoir donné la foi, la force pour survivre, les moyens et surtout le courage, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés et continuer ce travail.*

*Avec tous mes respects et toute ma gratitude, j'exprime mes chaleureux remerciements à mon encadrante Madame **Sari-Ali Amel**, Professeure à l'Université de Tlemcen, pour m'avoir encadré et orientée le long de ce travail, pour sa grande disponibilité avec ses corrections utiles, sa grande gentillesse, sa rigueur et surtout son soutien moral qui m'ont aidée à aller au bout de ce travail.*

*J'aimerais également exprimer ma profonde reconnaissance à ma co-encadrante, Madame **BELKHODJA Amal Nesrine**, maître-assistant classe B à l'Université de Tlemcen, pour sa précieuse aide, ses encouragements constants, ses conseils avisés, ses remarques pertinentes, et sa grande disponibilité tout au long de la réalisation de cette thèse. Je lui suis éternellement reconnaissante.*

*Ainsi, je tiens à exprimer mes sincères remerciements aux membres du jury., avec un grand plaisir et un grand respect à mon enseignant Monsieur **ABOURA Rédda** Professeur à l'Université de Tlemcen, pour avoir bien voulu accepter de présider le jury de ce mémoire.*

*Je remercie également M^{lle} **BENSOUNA Amel**, de m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail et de l'enrichir par ses critiques constructives.*

*Je tiens à exprimer mes remerciements à l'Ingénieure de Laboratoire du Département d'Écologie et Environnement de l'Université 1000PP, Mme **BERRAYAH Nassima**, pour sa gentillesse et son aide précieuse lors de l'étude histologique.*

Je voudrais à nouveau exprimer mes plus sincères remerciements à mes parents pour leur soutien moral constant et leurs encouragements incessants tout au long de cette étude. À mes frères, à ma famille et à tous ceux qui m'ont apporté leur soutien pour la réalisation de ce travail, je vous exprime ma plus profonde gratitude et mon respect sincère. Votre présence et votre confiance en moi ont été essentielles à mon succès, et je suis reconnaissant de votre amour et de votre appui.





Dédicaces

Je tiens à exprimer ma gratitude et mon humilité envers l'Éternel, Dieu le Tout-Puissant, pour m'avoir guidée sur le chemin correct et m'avoir donnée la force, l'aide, le courage, la santé et la sérénité nécessaires tout au long de la réalisation de ce travail.

À mon Père et ma Mère

Au bonheur de ma vie, les plus généreux et les plus proches de mon cœur qui ont toujours cru en moi, qui m'ont fait confiance, qui m'ont soutenue dans mes décisions et qui ont su toujours me donner de l'encouragement, peu importe les obstacles que j'ai pu rencontrer dans mon travail.

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour vous, rien au monde ne vaut vos efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

A mes frères

*À mon grand frère, **Fethi**, ton soutien moral dans les moments de doute qui m'ont donné la force de persévérer et d'atteindre mes objectifs. Ton expérience et ta persévérance ont été une source d'inspiration pour moi.*

*À mon petit frère, **Bilal**, merci pour ta joie de vivre, ta capacité à apporter une touche de légèreté dans les moments de stress. Ta présence et ton optimisme m'ont aidé à garder toujours mon sourire.*

A mes chers grands-mères (maternelles et paternelles)

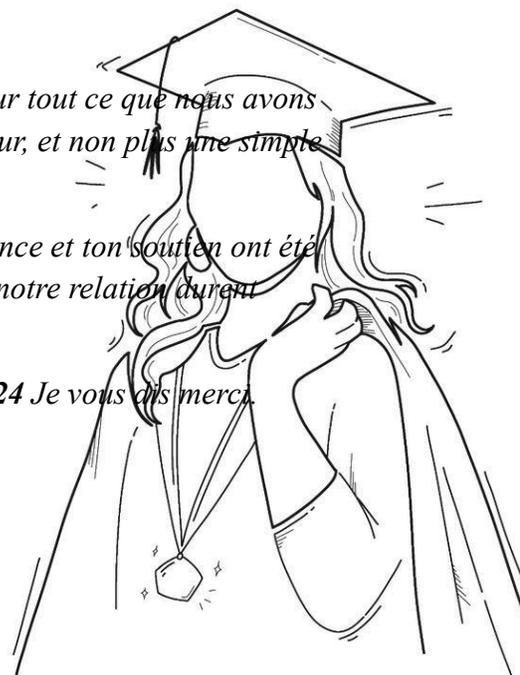
Merci infiniment pour l'amour, la tendresse, la gentillesse et surtout pour vos prières. Que Dieu vous protège, vous accorde une santé florissante et prolonge vos vies pour que je puisse continuer à profiter de votre amour.

A mes amies

*Je tiens à remercier chaleureusement ma chère copine « **Khadija** » pour tout ce que nous avons passé ensemble durant ces années. Tu as été pour moi une véritable sœur, et non plus une simple amie.*

*Je remercie mon cher « **Alla Eddine** ». Ton amitié, ton amour, ta présence et ton soutien ont été essentiels à la réussite de ce travail. Je souhaite sincèrement que notre relation dure éternellement.*

A Tous les étudiants de ma promotion Master 2 Ecologie 2023/2024 Je vous dis merci.



ملخص

النباتات في المنطقة المتوسطة تتميز بتنوع كبير، مما يفتح المجال أمام العديد من الأبحاث العلمية. ومن هنا تأتي هذه الدراسة التي تتناول نوعاً ينتمي إلى عائلة الصندلية، وهو *Osyris lanceolata* Kochst. & Steud. هذا النوع شبه الطفيلي يعتمد باستمرار على نباتات مضيفة أثناء نموه. ويستخدم بشكل شائع في الطب التقليدي وفي العديد من المجالات الأخرى. الهدف الرئيسي من هذا البحث هو دراسة التركيب النسيجي لساق وورقة *Osyris lanceolata* الموجودة في محطة "رشقون".

لقد قمنا بتقديم، بشكل موجز، خصائص هذا النبات ثم تطرقنا إلى دراسة الوسط الفيزيائي وكذلك التحليل البيومناخي. وكشف هذا التحليل أن محطة الدراسة "رشقون" تقع في الطابق البيومناخي شبه الجاف العلوي وتتميز بفصول شتاء دافئة وحارة. هذا المناخ يؤثر بشكل كبير على تركيب وتنوع الغطاء النباتي في المنطقة.

كشفت تحليل التنوع النباتي في محطة الدراسة عن هيمنة ملحوظة لأسر نباتية مثل النجمية (Asteraceae) والبقولية (Fabaceae) والصليبية (Brassicaceae) والنجيليات (Poaceae)، وهي أسر تتميز بمقاومتها للإجهادات المناخية.

مؤشر الاضطراب المحسوب هو مرتفع جداً، حيث يصل إلى 59%؛ مما يشير إلى ضغط بشري قوي أدى إلى تدهور المنطقة. ومع ذلك، فإن قيم مؤشرات التنوع (شانون، سيمبسون، مارغاليف، ومؤشر التساوي) تشير إلى أن محطة الدراسة تحتوي على تنوع نباتي غير قليل. هذا التنوع العالي، رغم الاضطراب البشري، يبرز مرونة النباتات المحلية وأهمية الحفاظ على المواطن الطبيعية للحفاظ على التنوع البيولوجي.

مكننا دراسة تربة من وصف تفصيلي للتربة في بيئة نمو *Osyris lanceolata* وكشفت أن نسيج التربة رملي طمي على السطح وطيني رملي في العمق، والمادة العضوية متوسطة، ودرجة الحموضة معتدلة، ونسبة الكلس الكلي متوسطة، مع معدل منخفض من التوصيل الكهربائي مما يعبر عن غياب الملوحة.

سمحت الدراسة النسيجية بتحديد الهياكل النسيجية المختلفة ووظائفها. وكشفت مقارنة مفصلة للقياسات النسيجية لهذا النبات عن اختلافات كبيرة في سماكة الأنسجة التي تتكون منها الجزأين المدروسين (الساق والورقة). هذه الاختلافات الهيكلية ضرورية لفهم التكيفات ووظائف *Osyris lanceolata*

الكلمات المفتاحية: *Osyris lanceolata*، Santalaceae، علم الأنسجة، علم التربة، رشقون.

Résumé

La flore de la région méditerranéenne est d'une grande variété, ce qui ouvre la voie à de nombreuses recherches scientifiques. D'où cette étude portant sur une espèce appartenant à la famille des Santalacées, à savoir *Osyris lanceolata* Kochst. & Steud. Cette espèce semi-parasite reste constamment soumise à des plantes hôtes pendant sa croissance. Elle est couramment employée en médecine traditionnelle et dans de nombreux autres domaines. Le principal objectif de cette recherche est l'étude histologique de la tige et de la feuille d'*Osyris lanceolata* présente au niveau de la station « Rachgoun ».

Nous avons présenté tout d'abord, brièvement, les caractéristiques de cette plante puis nous sommes attelés à l'étude du milieu physique ainsi qu'à l'analyse bioclimatique. Cette dernière a révélé que la station d'étude, « Rachgoun », se trouve au niveau de l'étage bioclimatique semi-aride supérieur et est caractérisée par des hivers doux et chauds. Ce climat exerce une influence significative sur la composition et la diversité du cortège floristique de la région.

L'analyse de la diversité floristique de la station d'étude a révélé une dominance marquée des Astéracées, Fabacées, Brassicacées et Poacées, familles remarquables pour leur résistance aux stress climatiques.

L'indice de perturbation calculé est très élevé, atteignant 59% ; il est révélateur d'une forte pression anthropique ayant conduit à une dégradation de la région. Cependant, les valeurs des indices de diversité (Shannon, Simpson, Margalef, et d'équitabilité) indiquent néanmoins que la station d'étude présente une diversité d'espèces non négligeable. Cette diversité élevée, malgré la perturbation humaine, souligne la résilience de la flore locale et l'importance de la conservation des habitats naturels pour maintenir la biodiversité.

L'étude pédologique a permis de dresser une description édaphique détaillée du milieu de croissance d'*Osyris lanceolata*. Celle-ci a révélé que la texture est sablo-limoneuse en surface et limono-sableuse en profondeur, la matière organique est moyenne, le pH neutre, le taux de calcaire total est moyen, avec un taux réduit de conductivité électrique ce qui exprime l'absence de salinité.

L'étude histologique a permis d'identifier les différentes structures tissulaires et leurs fonctions. Une comparaison détaillée des mesures histologiques de cette plante a révélé des différences significatives dans l'épaisseur des tissus composant les deux parties étudiées (tige et feuille). Ces variations structurales sont essentielles pour comprendre les adaptations et le fonctionnement d'*Osyris lanceolata*.

Mots clés : *Osyris lanceolata*, Santalacées, Rachgoun, Histologie, Pédologie.

Abstract

The flora of the Mediterranean region is of great variety, which opens the way too many scientific researches. Hence this study on a species belonging to the family Santalaceae, namely *Osyris lanceolata* Kochst. & Steud. This semi-parasitic species is constantly subjected to host plants during its growth. It is widely used in traditional medicine and in many other fields. The main objective of this research is the histological study of the stem and leaf of *Osyris lanceolata* present at the station «Rachgoun».

We first presented, briefly, the characteristics of this plant and then we focused on the study of the physical environment and bioclimatic analysis. The latter revealed that the study station, «Rachgoun», is at the upper semi-arid bioclimatic stage and is characterized by mild and warm winters. This climate has a significant influence on the composition and diversity of the floristic procession of the region.

The analysis of the floristic diversity of the study station revealed a marked dominance of Asteraceae, Fabaceae, Brassicaceae and Poaceae, families remarkable for their resistance to climatic stress.

The calculated disturbance index is very high, reaching 59%; it is indicative of a strong anthropogenic pressure that led to a degradation of the region. However, the values of the diversity indices (Shannon, Simpson, Margalef, and equitability) nevertheless indicate that the study station has a significant diversity of species. This high diversity, despite human disturbance, highlights the resilience of local flora and the importance of conserving natural habitats to maintain biodiversity.

The pedological study made it possible to draw up a detailed edaphic description of the growth medium of *Osyris lanceolata*. This revealed that the texture is sandy-silty on the surface and limono-sandy at depth, the organic matter is average, the neutral pH, the total limestone content is average, with a reduced rate of electrical conductivity which expresses the absence of salinity.

The histological study identified the different tissue structures and their functions. A detailed comparison of the histological measurements of this plant revealed significant differences in the thickness of the tissues composing the two studied parts (stem and leaf). These structural variations are essential for understanding the adaptations and functioning of *Osyris lanceolata*.

Keywords : *Osyris lanceolata*, Santalaceae, Rachgoun, Histology, Pedology.

Table des Matières

Remerciements	
Dédicaces	
ملخص	
Résumé	
Abstract	
Liste des Figures	
Liste des Tableaux	
Liste des Abréviations	
Introduction Générale	1
Chapitre I :Synthèse Bibliographique	4
1. Plantes médicinales	5
2. Plantes parasites	5
3. Famille des Santalacées.....	7
3.1. Distribution dans le Monde.....	9
3.2. Liste des espèces de la famille des Santalacées	10
4. Le Genre <i>Osyris</i>	12
5. L'espèce <i>Osyris lanceolata</i>	13
5.1. Ecologie et situation géographique	14
5.2. Noms vernaculaires de l'espèce	15
5.3. Systématique d' <i>Osyris lanceolata</i>	15
5.4. Description morphologique.....	16
5.5. Exigence pédoclimatique	19
5.6. Domaine d'application et intérêts.....	19
En Afrique	19
En Afrique du Sud	20
En Tanzanie	20
Au Kenya	20
Conclusion	21
Chapitre II : Etude du milieu physique	22
Introduction	23

1. Milieu physique.....	23
1.1.Présentation générale de la région d'étude.....	23
1.2.Données géographiques et géomorphologiques.....	24
Les Monts de Tlemcen	24
Le littoral	24
Le bassin de Tlemcen	24
Les plaines Telliennes	24
1.3.Choix de la station.....	25
1.4.Description de la station d'étude.....	25
a) Relief	26
b) Géographique et géomorphologique :.....	27
c) Hydrographie	27
2. Etude bioclimatique.....	27
2.1. Choix de la station météorologique.....	27
2.2. Facteurs climatiques.....	28
A. Précipitations.....	28
□ Régime mensuel des pluies de la station météorologique de Béni-Saf	28
□ Régime saisonnier des pluies de la station météorologique de Béni-Saf	29
B. Température	31
2.3. Synthèse bioclimatique	33
1) Diagrammes ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953).....	33
2) Indice xerothermique d'Emberger.....	35
3) Quotient pluviothermique d'Emberger	35
4) Indice d'aridité de De Martonne	37
5) Amplitude thermique moyenne (Indice de continentalité).....	38
Conclusion	39
Chapitre III : Analyse Floristique.....	40
Introduction.....	42
1. Composition systématique	42
1.1. Caractéristiques biologiques	47
1.2. Indice de perturbation.....	50
1.3. Caractéristiques morphologiques	50
1.4. Caractéristiques biogéographiques.....	51
2.Étude de la biodiversité	53

2.1.Indices de diversité.....	53
2.1.1.Indice de diversité de Shannon-Weaver	53
2.1.2.Indice d'équitabilité (E).....	54
2.1.3.Indice de Simpson (D).....	54
2.1.4.Indice de De Margalef.....	54
Conclusion	58
Chapitre IV : Etude Pédologique.....	59
Introduction.....	60
1. Principaux types de sol de la région d'étude.....	61
2. Méthodologie	62
2.2. Méthode d'étude au laboratoire.....	64
3. Analyses physiques	66
3.1. Analyse granulométrique	66
3.2. Détermination de la couleur	67
4. Analyse chimique.....	68
4.1. Dosage du calcaire total (CaCO ₃)	68
4.2. Matière organique.....	70
4.3. Mesure du pH	71
4.4. Conductivité électrique.....	72
4.5. Définition du diagramme triangulaire	73
5. Résultats et interprétation.....	73
Conclusion.....	76
Chapitre V : Etude Histologique	77
Introduction	78
1. Étude histologique.....	78
1.1. Généralités sur les tissus végétaux	79
1.2. Classification des tissus végétaux	79
1.3. Matériel et méthodes	80
1.3.1. Matériel utilisé.....	81
1.3.2. Méthodes d'étude	82
<input type="checkbox"/> Sur le terrain	82
<input type="checkbox"/> Au laboratoire.....	82
1- Préparation des coupes	82
2- Double coloration des coupes.....	83

3- Montage des coupes et observation au microscope	84
1.3.3. Résultats et interprétation.....	86
□ Observations.....	86
1- La tige.....	86
2- La feuille	88
2. Etude histométrique.....	91
2.1. Histogrammes.....	95
3. Discussion	99
Conclusion.....	100
Conclusion Générale	101
Références Bibliographiques.....	104

Liste des Figures

Figure 01 : Appareil végétatif et reproducteur de quelques espèces de la famille des Santalacées.....	08
Figure 02 : Répartition géographique de la famille des Santalacées dans le Monde.....	09
Figure 03 : <i>Osyris lanceolata</i> à Rachgoun.....	13
Figure 04 : Répartition géographique d' <i>Osyris lanceolata</i> dans le Monde.....	14
Figure 05 : Appareil végétatif et reproducteur d' <i>Osyris lanceolata</i>	17
Figure 06 : Illustrations des différentes parties de la plante (A : fleur ; B : fruit ; C : feuilles ; D : tige).....	18
Figure 07 : Situation géographique de la région de Tlemcen.....	23
Figure 08 : Géolocalisation de la station d'étude sur image satellitaire.....	25
Figure 09 : Photos de la station « Rachgoun ».....	26
Figure 10 : Histogramme déterminant les variations des précipitations moyennes en mm de la station « Béni-Saf » pour la période s'étendant de 2015 à 2020.....	29
Figure 11 : Régime saisonnier des précipitations de la station « Béni-Saf ».....	30
Figure 12 : Courbe de variations des températures (minimale, moyenne et maximale) pour la période s'étendant de 2015 à 2020 de la station « Beni-Saf ».....	32
Figure 13 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) de la station « Béni-Saf » pour la période s'étendant de 2015 à 2020.....	34
Figure 14 : Climagramme pluviothermique d'Emberger (Q ₂) de la station « Béni-Saf » » (2015 à 2020).....	46
Figure 15 : Représentation graphique de la composition de la flore par famille.....	46
Figure 16 : Pourcentage des familles dans la station « Rachgoun ».....	46
Figure 17 : Types biologiques de RAUNKIAER (1934).....	48
Figure 18 : Pourcentages des types biologiques.....	49
Figure 19 : Pourcentages des types morphologiques.....	51
Figure 20 : Pourcentages des types biogéographiques de la station « Rachgoun ».....	52
Figure 21 : Représentation graphique des indices de diversité.....	57
Figure 22 : Type de sol de la région d'étude « Rachgoun », selon la carte des sols.....	62
Figure 23 : Photo d' <i>Osyris lanceolata</i> au niveau de la station « Rachgoun ».....	63
Figure 24 : Echantillons étalées sur du papier journal pour séchage.....	64
Figure 25 : Tamisage d'un échantillon de sol à l'aide d'un tamis à mailles de 2mm.....	65
Figure 26 : Eléments grossiers récupérés et séchés dans une étuve.....	65

Figure 27 : Différentes étapes de l'analyse granulométrique.....	67
Figure 28 : Identification de la couleur du sol à l'aide du Munsell Soil Color Book.....	67
Figure 29 : Calcimètre de Bernard.....	69
Figure 30 : Dosage CaCO ₃ : 0,2g de CaCO ₃ + 2.5 ml d'HCl.....	69
Figure 31 : Quelques étapes du dosage de la matière organique.....	70
Figure 32 : A : Agitateur / B : pH mètre.....	71
Figure 33 : Echelle de salure en fonction de la conductivité de l'extrait aqueux.....	72
Figure 34 : Mesure de la conductivité électrique.....	72
Figure 35 : Triangle des textures de sol.....	73
Figure 36 : Triangle texturale de l'échantillon de surface de la station « Rachgoun ».....	75
Figure 37 : Triangle texturale de l'échantillon de profondeur de la station « Rachgoun ».....	75
Figure 38 : Matériel utilisé lors de l'étude histologique.....	84
Figure 39 : Différentes étapes de préparation des coupes histologiques.....	85
Figure 40 : Observation microscopique d'une coupe histologique de la tige d' <i>Osyris lanceolata</i> (G×10).....	87
Figure 41 : Observation microscopique des tissus au niveau de la tige d' <i>Osyris lanceolata</i> (G×40).....	87
Figure 42 : Observation microscopique du xylème, phloème et de la moelle au niveau de la tige d' <i>Osyris lanceolata</i> (G×40).....	88
Figure 43 : Vue d'ensemble d'une coupe histologique de la feuille d' <i>Osyris lanceolata</i> (G×10).....	89
Figure 44 : Coupe histologique de la feuille d' <i>Osyris lanceolata</i> (G×40).....	89
Figure 45 : Observation microscopique des stomates au niveau de l'épiderme de la feuille d' <i>Osyris lanceolata</i> (G×10)/ (G×40).....	90
Figure 46 : Observation microscopique d'un stomate fermé (G×100).....	90
Figure 47 : Comparaison histométrique entre les différents tissus de la tige d' <i>Osyris lanceolata</i> dans la station « Rachgoun ».....	95
Figure 48 : Comparaison histométrique entre le xylème et le phloème de la tige d' <i>Osyris lanceolata</i>	96
Figure 49 : Comparaison histométrique entre les différents tissus de la feuille d' <i>Osyris lanceolata</i> dans la station « Rachgoun ».....	97
Figure 50 : Comparaison histométrique entre le xylème et le phloème de la feuille d' <i>Osyris lanceolata</i>	98

Liste des Tableaux

Tableau 01 : Familles parasites en Algérie.....	06
Tableau 02 : Liste des genres de la famille des Santalacées.....	10
Tableau 03 : Position systématique de l'espèce <i>Osyris lanceolata</i>	15
Tableau 04 : Données météorologiques de la station « Rachgoun ».....	25
Tableau 05 : Caractéristique de la station météorologique : station Béni-Saf.....	27
Tableau 06 : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles de la station météorologique de Béni-Saf de la période s'étendant de 2015 à 2020.....	28
Tableau 07 : Régime pluviométrique saisonnier (2015-2020).....	30
Tableau 08 : Température maximale (Tmax), minimale (Tmin) et moyenne (Tm) de la station de Béni -Saf (Période : 2015-2020).....	31
Tableau 09 : Indice de sécheresse.....	35
Tableau 10 : Quotient pluviothermique d'Emberger (Q ₂).....	36
Tableau 11 : Classification des climats en fonction des valeurs de l'indice de De Martonne.....	37
Tableau 12 : Indice d'aridité de De Martonne.....	37
Tableau 13 : Indice de continentalité de Debrach.....	38
Tableau 14 : Inventaire floristique de la station « Rachgoun ».....	42
Tableau 15 : Inventaire des familles en pourcentage de la zone d'étude.....	45
Tableau 16 : Pourcentages des types biologiques présents dans la station d'étude « Rachgoun ».....	48
Tableau 17 : Pourcentages des types morphologiques dans la station d'étude.....	50
Tableau 18 : Pourcentages des types biogéographiques de la station d'étude « Rachgoun ».....	51
Tableau 19 : Résultat de l'indice de Shannon-Weaver (H') de la station d'étude.....	55
Tableau 20 : Résultats du calcul des indices de diversité.....	56
Tableau 21 : Classification des sols.....	66
Tableau 22 : Echelle d'interprétation des carbonates.....	69
Tableau 23 : Echelle d'interprétation du pourcentage de la matière organique.....	70
Tableau 24 : Echelle d'appréciation du pH.....	71
Tableau 25 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol de la station « Rachgoun ».....	74

Tableau 26 : Matériel pour l'étude histologique.....	81
Tableau 27 : Mesures histométriques des tissus de la tige d' <i>Osyris lanceolata</i>	91
Tableau 28 : Mesures histométriques des tissus de la feuille d' <i>Osyris lanceolata</i>	93

Liste des Abréviations

Canar.Méd	Canarie Méditerranéen
CH	Chamaephytes
Circum-Méd	Circum-Méditerranéen
Cosmop	Cosmopolite
End. N.A.	Endémique Nord-Africain
End-alg-Mar.	Endémique Algérie-Maroc
EP	Epiphyte
ER	Épirhize
Euras	Eurasiatique
Eur-Méd	Européen-Méditerranéen
GE	Géophytes
HA	Herbacée annuelle
Haloph-Méd Alt	Haloph Méditerranéen Atlantique
HE	Hémicryptophytes
HV	Herbacée vivace
Ibéro-Maur	Ibéro Mauritanien
LV	Ligneux vivace
Méd	Méditerranéen
Méd-Occiden	Méditerranéen Occidental
Naturalisé	Naturalisé
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
Paléo-Subtrop	Paléo subtropical
Paléo-Temps	Paléotempéré
PH	Phanérophytes
Sub-cosmop	Sub cosmopolite
TH	Thérophytes
Sub-méd	Sub Méditerranéen
Sud-Euro	Sud Européen
Thermocosmo	Thermo cosmopolite
W-Mèd	Ouest Méditerranéen

Introduction Générale

Le bassin méditerranéen est un lieu d'importance écologique en raison de sa biodiversité unique et de son riche patrimoine naturel. L'écologie du bassin méditerranéen est influencée par de nombreux facteurs, notamment le climat méditerranéen, la diversité géographique et les interactions complexes entre les plantes et leurs habitats.

La région méditerranéenne est connue pour sa diversité végétale unique, ce qui en fait un sujet fascinant pour les chercheurs. Cette diversité de la flore résulte d'une interaction complexe entre différents facteurs historiques, paléogéographiques, géologiques et écologiques qui ont influencé son développement au fil du temps (**BENMOUSSAT, 2004**).

L'Algérie fait partie du bassin méditerranéen. Elle est située sur la côte nord de l'Afrique, en bordure de la mer Méditerranée et fait donc partie d'une zone géographique caractérisée par un climat méditerranéen, des paysages diversifiés et une histoire riche. D'après **RADFORD et al. (2011)**, la flore du pays comprend environ 3994 espèces et 464 groupes endémiques (387 espèces, 53 sous-espèces et 24 variétés), représentant 11,61% des plantes vasculaires de l'Algérie. Plus des trois quarts (77,9%) des taxons strictement endémiques ou endémiques en Algérie sont plus ou moins rares et plus ou moins communs endémiques (**VELA & BENHOUHOU, 2007**).

Comme dans d'autres parties de l'Algérie, la wilaya de Tlemcen, est renommée pour sa riche diversité floristique, constituant un véritable trésor botanique. Son climat méditerranéen favorise la croissance d'une multitude de plantes, cette région abrite une flore remarquablement variée, résultat de facteurs tels que sa géographie particulière, son histoire écologique et son climat clément. En parallèle, elle se distingue également par ses riches variétés de plantes médicinales, qui suscitent un vif intérêt dans le domaine pharmaceutique et de la médecine traditionnelle.

L'utilisation millénaire des plantes médicinales par l'homme perdure jusqu'à nos jours, avec la majorité de la population mondiale qui utilise de nombreuses plantes pour leurs arômes en cuisine ou leurs vertus médicinales. Cependant, cette pratique séculaire n'est pas étayée par des critères scientifiques, mais repose plutôt sur des observations empiriques transmises de génération en génération (**MAJINDA et al., 2001, MAU et al., 2004**).

À l'échelle mondiale, les plantes parasites sont des organismes qui vivent aux dépens d'autres êtres vivants (hôte) doivent être considérées comme des bioagresseurs redoutables pour les cultures végétales. Le mode de vie parasitaire de certaines plantes reste largement méconnu du grand public en raison de leur originalité et de leur rareté. En effet, on estime à environ 4200 le nombre d'espèces de plantes parasites, ce qui ne représente qu'environ 1% de toutes les Angiospermes. Ces plantes sont réparties dans 22 familles et 273 genres différents, et elles sont présentes dans diverses régions, de l'Arctique aux tropiques (NICKRENT et *al.*, 1998 ; WESTWOOD et *al.*, 2010).

Les plantes parasites comprennent plusieurs familles distinctes, reflétant ainsi une diversité taxonomique remarquable, parmi lesquelles on retrouve la famille des Santalacées.

Parmi les bioagresseurs associés aux adventices, les Santalacées forment une famille de plantes à fleurs répandues dans le monde entier, caractérisées par leurs fleurs discrètes et leurs fruits souvent charnus. Le genre *Osyris*, appartenant à cette famille, comprend des arbustes et de petits arbres, souvent associés à des régions arides. Parmi les espèces du genre *Osyris*, *Osyris lanceolata*, objet de cette étude, se distingue par ses feuilles lancéolées, ses fleurs verdâtres et ses fruits rougeâtres ou blancs. Répandue en Afrique du Nord, en Asie de l'Ouest et dans certaines régions méditerranéennes, cette plante est connue pour son utilisation dans la médecine traditionnelle.

Ce travail intitulé « Etude histologique d'une Santalaceae de la région de Tlemcen (Rachgoun) : *Osyris lanceolata* Kochst. & Steud » ambitionne de fournir une compréhension détaillée de la structure anatomique d'*Osyris lanceolata* offrant ainsi des informations essentielles pour la caractérisation de cette espèce, évoluant dans un environnement particulier et ce, à l'aide de méthodes et des techniques d'analyse appropriés.

Pour atteindre notre objectif, nous aborderons les chapitres suivants :

✓ **Première partie :**

- Chapitre 01 : comprend une synthèse bibliographique ;
- Chapitre 02 : traite du milieu physique de la région d'étude incluant une approche bioclimatique ;

✓ **Deuxième Partie :**

- Chapitre 3 : correspond à l'analyse floristique liée à *Osyris lanceolata* ;
- Chapitre 4 : aborde l'étude pédologique du sol au pied d'*Osyris lanceolata* ;
- Chapitre 5 : correspond à l'étude histologique de l'espèce étudiée.

Chapitre I:

Synthèse Bibliographique

1. Plantes médicinales

Les plantes médicinales revêtent une importance capitale dans divers systèmes thérapeutiques, lesquels peuvent différer significativement tant dans leurs fondements théoriques que dans leur approche globale de la guérison. Par ailleurs, de nombreuses pratiques thérapeutiques traditionnelles sont étroitement influencées par le cadre législatif régissant notre système de santé (**GRUNWALD & JANICK, 2006**).

Selon l'OMS, sur les plus de 20 000 plantes utilisées dans le monde pour leurs propriétés médicinales, seulement entre 2 000 et 3 000 ont été l'objet d'études scientifiques approfondies. Cette lacune dans la recherche souligne le besoin urgent d'explorer davantage le potentiel médicinal des nombreuses plantes traditionnelles non étudiées, afin de maximiser les bénéfices thérapeutiques pour la santé publique.

Par ailleurs, l'OMS mentionne que près de 6377 espèces de plantes sont utilisées en Afrique, dont plus de 400 sont des plantes médicinales, représentant 90% de la médecine traditionnelle. En 2004, environ 75% de la population africaine a eu recours aux plantes pour se soigner, faute d'accès aux médicaments modernes. Cette dépendance souligne l'importance des ressources naturelles dans les systèmes de santé de nombreux pays africains (**HOSTETTMANNO et al., 1998**).

2. Plantes parasites

Les plantes parasites, équivalent botanique du vampirisme, utilisent des structures spécialisées appelées haustoria pour pénétrer dans les tiges ou les racines de leurs hôtes, formant ainsi des connexions vasculaires pour aspirer l'eau ou la sève. Certaines deviennent des plantes épiphytes, sans contact direct avec le sol, tandis que d'autres établissent des connexions sous la surface du sol, attachées aux racines de leurs hôtes. Le degré de dépendance varie : les holoparasites ne font pas de photosynthèse et dépendent entièrement de l'hôte, tandis que les hémiparasites volent l'eau et les minéraux sans nécessiter de photosynthèse (**JACQUES, 2021**).

En Algérie, il y a une diversité de 55 espèces de parasites, réparties dans 6 familles botaniques différentes. Parmi les angiospermes parasites, les épiphyses sont prédominantes, comptant 47 espèces selon les recherches de **KAZI-TANI (2014)**.

Tableau 01 : Familles parasites en Algérie (KAZI-TANI,2014).

Famille	Genres	Nombre d'espèces	Type d'implantation	Type de parasitisme
Santalaceae R. Brown	<i>Osyris</i> L.	2	ER	Hémi parasite
	<i>Thesium</i> L.	3	ER	Hémi parasite
	<i>Viscum</i> L.	1	EP	Hémi parasite
Loranthaceae A.L. De Jussieu	<i>Arceuthobium</i> M. Bien.	1	EP	Hémi parasite
Cynomoriaceae Lindley	<i>Cynomorium</i> L.	1	ER	Hémi parasite
Rafflesiaceae Dumortier	<i>Cytinus</i> L.	6	ER	Hémi parasite
Convolvulaceae A.L. de Jussieu	<i>Cuscuta</i> L.	3	EP	Hémi parasite
Orobanchaceae Ventenat	<i>Cistanche</i> Hoffmanns. & Link	7	ER	Hémi parasite
	<i>Odontites</i> Spreng.	27	ER	Hémi parasite
	<i>Orobanche</i> L.	2	ER	Hémi parasite
	<i>Parentucella</i> Viv.	1	ER	Hémi parasite
	<i>Pedicularis</i> L.		ER	Hémi parasite

3. Famille des Santalacées

Les Santalacées ont été mentionnées pour la première fois dans "Prodromus Florae Novae Hollandiae" par Robert Brown en 1810. Dans cet ouvrage, Brown a élaboré ses descriptions des Santalacées en se référant à des spécimens qu'il avait prélevés en Australie entre 1802 et 1805. Ces échantillons ont été collectés alors qu'il agissait en tant que naturaliste lors du voyage circum continental dirigé par Matthew Flinders (**STEARNS, 1960**).

D'après la classification APG III de 2009, la famille des Santalacées (qui comprend également les Viscaceae) compte désormais un total de 1 100 espèces d'hémiparasites ou de parasites aériens, réparties dans 47 genres différents (**DER & NICKRENT, 2008**).

En Afrique australe, on recense environ 300 espèces réparties entre six genres distincts. Parmi ceux-ci, *Thesium* L. (avec environ 180 espèces) et *Viscum* L. (avec 17 espèces) se démarquent comme les genres les plus prédominants dans cette région (**FOREST & MANNING, 2013**), incluant des espèces telles que Phoradendron, Dendrophthora, Arceuthobium, et Exocarpos. Ces plantes sont réparties de manière plus ou moins cosmopolite, mais elles sont particulièrement abondantes dans les régions tropicales ou arides.

Appartenant à l'ordre des Santalales, ces plantes sont souvent parasites ou hémiparasites, avec leurs racines transformées en suçoirs de différentes natures.

Ce mode de vie singulier est probablement lié à une dégradation de l'appareil reproducteur, ce qui peut se traduire parfois par des fleurs peu développées (**MICHEL, 2010**).

Selon **QUEZEL & SANTA (1963)**, ces plantes décrites sont caractérisées par leur nature parasitaire ou semi-parasitaire.

Leurs feuilles : sont généralement disposées de manière alternée et sont entières, presque dépourvue de pétioles.

Leurs fleurs : peuvent être hermaphrodites ou dioïques, selon l'espèce, et sont souvent accompagnées de bractées et de bractéoles qui peuvent tomber après la floraison.

Le périanthe : se compose habituellement de 3 à 5 tépales, avec autant d'étamines que de divisions dans le périanthe.

L'ovaire : est en partie inférieur et contient une ou plusieurs loges, chacune contenant de 2 à 5 ovules.

Les fruits : peuvent être secs ou drupacés.

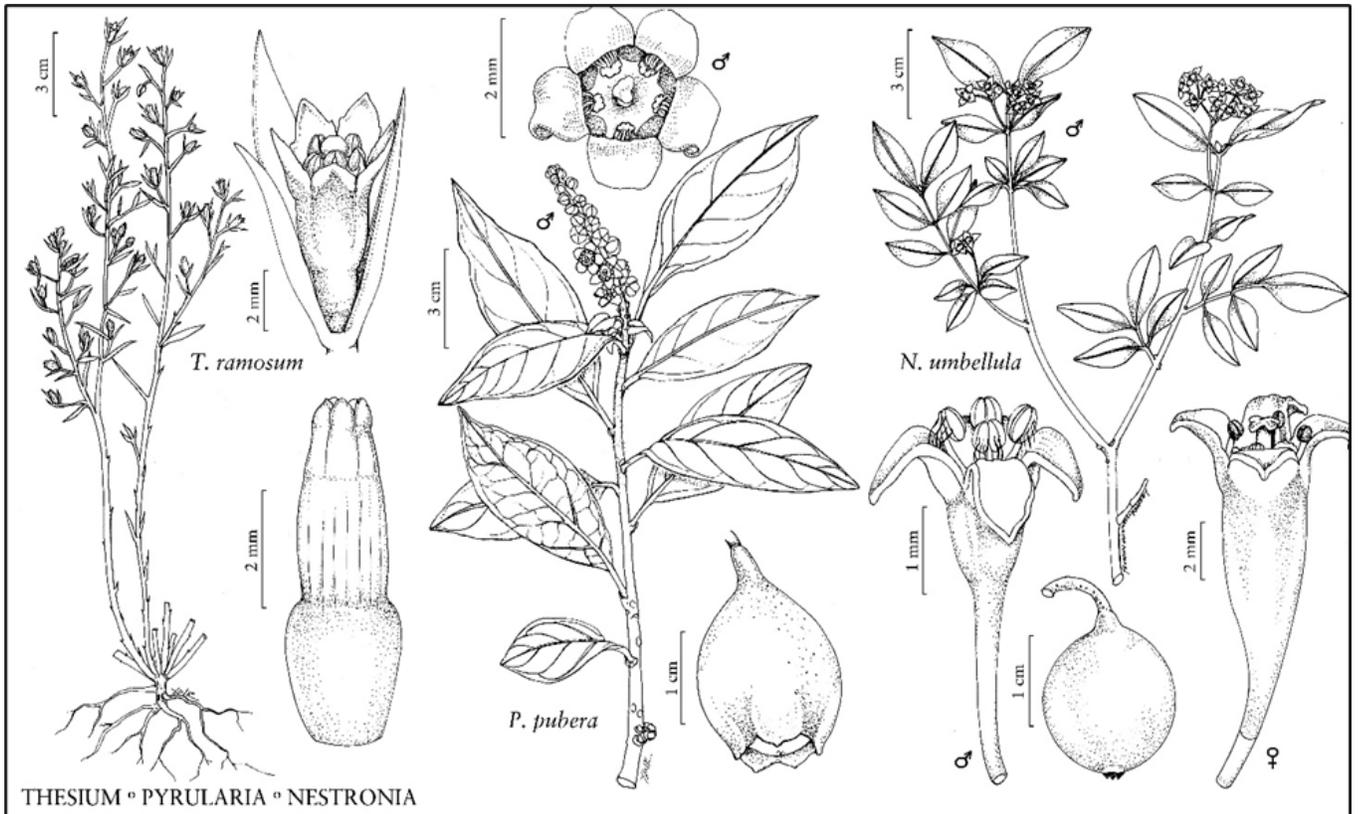


Figure 01 : Appareil végétatif et reproducteur de quelques espèces de la famille des Santalacées.[6]

Les Santalacées constituent effectivement une famille de plantes comprenant à la fois des espèces parasites et semi-parasites. Certaines de ces plantes sont utilisées à des fins médicinales dans diverses cultures à travers le monde. Il est intéressant de noter que leur mode de vie particulier, souvent parasitaire, a suscité l'intérêt de la recherche pour comprendre leur interaction avec leurs hôtes et leur potentiel en tant qu'agents thérapeutiques.

3.1. Distribution dans le Monde

Les santalacées, une famille de plantes, sont largement dispersés à travers le globe. Environ la moitié de ses genres sont localisés dans des régions sèches ou tempérées, tandis que l'autre moitié préfère les biomes tropicaux humides. La plupart de ces genres sont limités soit aux Amériques, soit à l'Eurasie et l'Afrique. Néanmoins, quelques exceptions notables existent, comme *Pyrularia* et *Buckleya*, qui se trouvent en Asie et dans l'est de l'Amérique du Nord, comme l'ont noté **LI et al. en 2001**.

De plus, *Comandra* est présente à la fois en Amérique du Nord et en Europe, selon **RAM (1957)**, tandis que *Thesium* comprend des espèces présentes à la fois dans l'Ancien Monde et au Brésil, comme l'a souligné **KUIJT en 1969**.

Cette répartition diversifiée témoigne de l'adaptabilité remarquable de la famille des Santalacées à une multitude de climats et d'environnements à travers le globe.

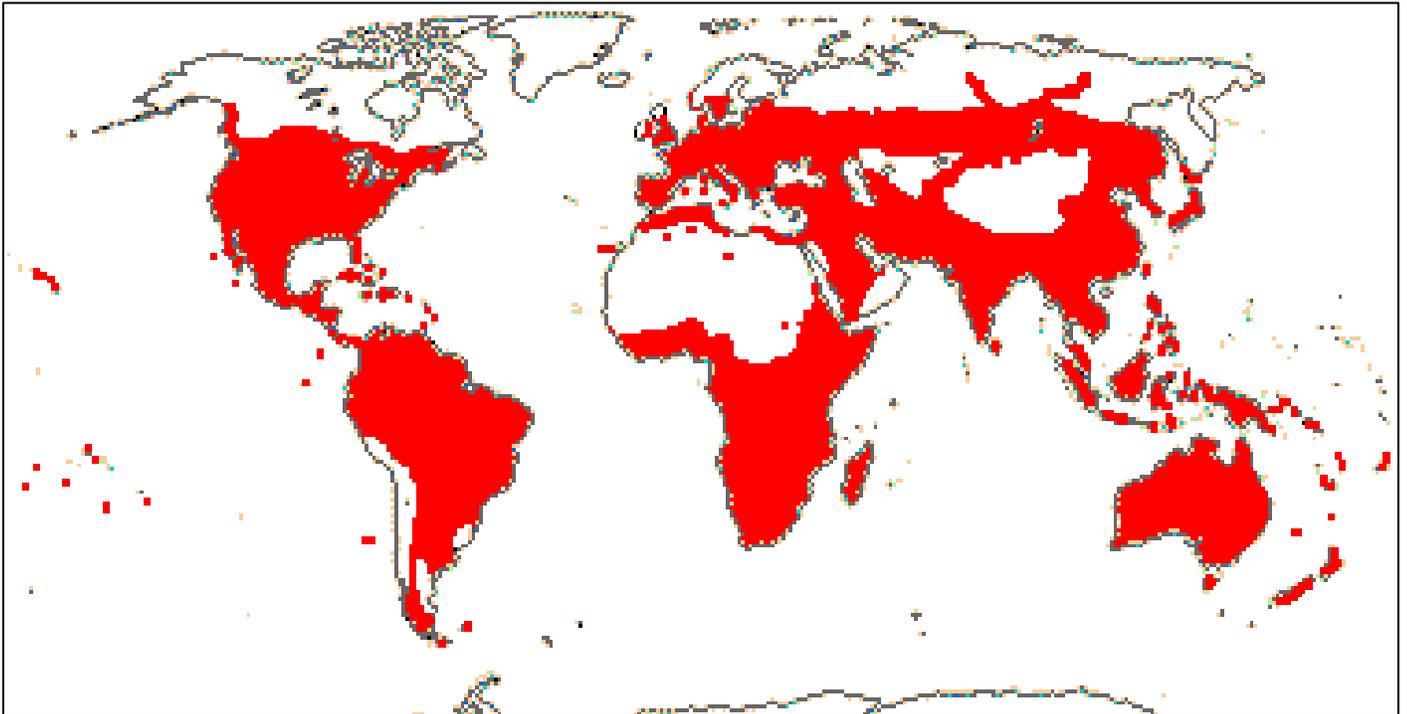


Figure 02 : Répartition géographique de la famille des Santalacées dans le Monde [1].

3.2. Liste des genres de la famille des Santalacées

Tableau 02 : Liste des genres de la famille des Santalacées selon ANGIOSPERM PHYLOGENY WEBSITE (21 mai 2010) [7] :

Genres de la famille des Santalacées	01	<i>Acanthosyris (Eichler) Griseb.</i>
	02	<i>Amphorogyne Stauffer & Hurl.</i>
	03	<i>Anthobolus R. Brown</i>
	04	<i>Arceuthobium M.Bieb.</i>
	05	<i>Arjona Cavanilles</i>
	06	<i>Buckleya Torr.</i>
	07	<i>Cervantesia Ruiz & Pavon</i>
	08	<i>Choretrum R. Brown</i>
	09	<i>Cladomyza Danser</i>
	10	<i>Colpoon Bergius</i>
	11	<i>Comandra Nutt.</i>
	12	<i>Daenikera Hurl. & Stauffer</i>
	13	<i>Dendromyza Danser</i>
	14	<i>Dendrophthora Eichler</i>
	15	<i>Dendrotrophe Miq.</i>
	16	<i>Dufrenoya Chatin</i>
	17	<i>Elaphanthera N.Halle</i>
	18	<i>Exocarpos Labill.</i>
	19	<i>Geocaulon Fernald</i>
	20	<i>Ginalloa Korth.</i>

21	<i>Iodina Hooker & Arnott ex Meisn.</i>
22	<i>Korthalsella Tiegh.</i>
23	<i>Kunkeliella Stearn</i>
24	<i>Leptomeria R. Brown</i>
25	<i>Mida A. Cunn. ex Endl.</i>
26	<i>Myoschilos Ruiz & Pavon</i>
27	<i>Nanodea Banks ex C.F. Gaertn.</i>
28	<i>Nestronia Rafinesque</i>
29	<i>Notothixos Oliv.</i>
30	<i>Okoubaka Pellegr. & Normand</i>
31	<i>Omphacomeria (Endl.) A. DC.</i>
32	<i>Osyridicarpos A. DC.</i>
33	<i>Osyris L.</i>
34	<i>Phacellaria Bentham</i>
35	<i>Phoradendron Nutt.</i>
36	<i>Pyricularia Michaux</i>
37	<i>Quinchamalium Molina</i>
38	<i>Rhoiacarpos A. DC.</i>
39	<i>Santalum L.</i>
40	<i>Scleropyrum Arn.</i>
41	<i>Spirogardnera Stauffer</i>
42	<i>Thesidium Sond.</i>
43	<i>Thesium L. Viscum L.</i>

4. Le Genre *Osyris*

Le genre *Osyris* est classé au sein de la famille des Santalacées. La majorité des représentants de ce genre se caractérisent par leur nature héli parasite, démontrant ainsi une physiologie, une physionomie et une morphologie d'une grande complexité (MUGULA et al., 2021).

Ce genre englobe une variété de plantes, comprenant des herbacées, des arbustes et des arbres à feuilles caduques ou persistantes. Ces végétaux présentent généralement un parasitisme partiel, se nourrissant principalement des racines d'autres plantes, ce qui contribue à leur complexité physiologique.

Leurs feuilles, qui sont habituellement simples, exstipulées et alternes mais parfois opposées, peuvent également se présenter sous forme écailleuse chez certains membres du genre. Cette adaptation permet le transfert des fonctions photosynthétiques aux tiges, soulignant ainsi leur adaptabilité.

Les racines d'*Osyris* sont remarquables pour leur capacité à émettre plusieurs suçoirs, ce qui leur permet de se fixer aux racines d'une gamme de plantes hôtes, démontrant ainsi une polyphagie intéressante.

Dans l'ensemble, le genre *Osyris* se distingue au sein de la famille des Santalacées grâce à son parasitisme partiel et à ses adaptations végétales spécifiques. Ces caractéristiques en font un élément important de cette famille diversifiée de plantes dicotylédones [2],[3].

Selon BENMECHTA (2022), il existe deux espèces d'*Osyris* :

- *Osyris alba* ;
- *Osyris lanceolata* = (*Osyris quadripartita*).

Elles sont originaires de certaines régions d'Afrique du Nord, d'Ibéro-Mauritanie et du pourtour méditerranéen.

5. L'espèce *Osyris lanceolata*

Osyris lanceolata Hochst. & Steud, a été décrite en 1832 par les botanistes allemands Christian Ferdinand Hochstetter et Ernst Gottlieb von Steudel. Cette plante originaire d'Afrique australe et orientale et est également connue sous les noms communs de bois de santal africain (TSHISIKHAWE et al., 2012 ; SUBASINGHE, 2013), c'est un arbuste dioïque qui peut atteindre une hauteur de 1 à 7 mètres, en fonction des types de sol, des conditions climatiques et des variations génétiques (SUBASINGHE, 2013).

Selon TEXEIRA DA SILVA et al. (2016), cette plante est classée comme une plante hémiparasite, ce qui implique qu'elle peut tirer à la fois de la lumière grâce à la photosynthèse et des nutriments des racines d'autres plantes. Son mode de vie dépendant nécessite un hôte pour se développer.

Les premiers choix d'hôtes ou les hôtes intermédiaires comprennent *Rhus natalensis*, *Dodonaea viscosa*, *Tecomaria capensis*, *Catha edulis*, *Apodytes dimidiata* Meyer, *Brachystegia spiciformis*, *Maytenus acuminatus* et *Aphloia theiformis*, comme indiqué par MWANG'INGO et al. (2005).

MENGICH (2010) a souligné que *Osyris lanceolata* est une plante recherchée pour ses précieux produits variés. Ses différentes parties ont été exploitées dans divers domaines, incluant la fabrication d'huiles essentielles et son utilisation en tant que plante médicinale. Elle est célèbre pour la production de bois parfumé, dont est extraite l'huile essentielle



Figure 03 : *Osyris lanceolata* à Rachgoun (Kabli, 2024).

5.1. Ecologie et situation géographique

Osyris lanceolata est une espèce représentative avec une large distribution géographique, s'étendant de l'Algérie à l'Éthiopie et du sud de l'Afrique jusqu'à l'Afrique du Sud. Elle est également présente en Europe, notamment sur la péninsule ibérique et les îles Baléares, ainsi qu'en Asie, de l'Inde à la Chine, et sur l'île de Socotra. Cette répartition étendue a été documentée par plusieurs sources, dont **ANDIEGO (2022)** ; **GIATHI et al. (2011)** ; **MARY et al. (2014)** ; **TEKLEHAIMANOT et al. (2004)**.

Dans son habitat africain, *Osyris lanceolata* est fréquemment observée dans des zones arides à semi-arides, en particulier sur des sols caillouteux et rocheux, comme l'ont noté **JAIME et al. (2016)**. On le trouve également dans des habitats variés, tels que des sites rocheux et le long des marges de forêts sèches, de broussailles à feuilles persistantes, de prairies et de fourrés.

Cette plante prospère généralement à des altitudes comprises entre 900 et 2250 mètres au-dessus du niveau de la mer, comme l'ont rapporté **GIATHI et al. (2011)** ainsi que **KAMONDO et al. (2012)**. Cette large distribution géographique et sa capacité à prospérer dans divers environnements témoignent de l'adaptabilité et de la résilience d'*Osyris lanceolata*.



Figure 04 : Répartition géographique d'*Osyris lanceolata* dans le Monde [4]

5.2. Noms vernaculaires de l'espèce

En arabe/berbère : Madjad, Aatak, Ain Bagra.

En Africain : Rotslooibas, Bergbas, Looibas, Pruimbos.

En Anglais : East African sandalwood, Transvaal sumach, rock tannin-bush, bark bush, morogabaloï.

En Français : Bois de santal Est-Africain, bois de santal africain, mpete, barkbush et le sumach transvaal.

En Espagnole : bayón.

5.3. Systématique d'*Osyris lanceolata*

Tableau 03 : Position systématique de l'espèce *Osyris lanceolata* (selon APG III, 2009).

<u>Cladus :</u> Plante
<u>Cladus :</u> Embryophytes
<u>Cladus :</u> Tracheophytes
<u>Cladus :</u> Spermatophytes
<u>Cladus :</u> Angiospermesae
<u>Cladus :</u> Eudicots
<u>Cladus :</u> Dicotyledones vraies supérieures
<u>Ordre :</u> Santalales
<u>Famille :</u> Santalaceae
<u>Genre :</u> <i>Osyris</i>
<u>Espèce :</u> <i>Osyris lanceolata</i> Hochst. & Steud.

5.4. Description morphologique

Selon la description fournie par **QUEZEL & SANTA (1963)**, **VAN WYK & VAN WYK (1997)**, **SCHMIDT et al. (2002)** :

Osyris lanceolata est un arbuste ou un petit arbre vivace atteignant généralement de 2 à 6 mètres de hauteur. Il s'enracine souvent sur des pentes rocheuses élevées, tirant ainsi sa subsistance de ce milieu particulier. Son écorce grise lisse est une caractéristique distinctive, lui conférant une allure remarquable dans son environnement.

Les feuilles persistantes, épaisses et ovales, présentent une teinte vert-bleuâtre singulière qui contribue à son charme. Ses fleurs, regroupées en petites grappes, exhibent une couleur jaunâtre qui évolue subtilement vers le vert. Les fruits, des drupes ovales, changent de couleur d'un rouge lumineux à une teinte noir violacé à maturité, tout en étant surmontés d'un calice persistant.

Ce qui distingue cette espèce est sa floraison prolongée, étalée sur près de six mois pour les femelles et jusqu'à un an pour les mâles. De plus, l'intervalle de maturation entre la floraison et la formation du fruit varie considérablement, assurant ainsi une production continue de fruits mûrs à peu près tout au long de l'année.

Les caractéristiques florales d'*Osyris lanceolata*, avec ses 3 à 4 tépales disposés sur de petits rameaux axillaires, témoignent de son adaptation à son habitat. Les fleurs mâles se regroupent en faisceaux, tandis que les fleurs femelles sont solitaires. Les feuilles, décrites comme lancéolées-aiguës et subpenninerviées, ajoutent à l'aspect raffiné de cette plante.

Généralement, l'espèce fleurit généralement de mars à août, voire parfois plus tard entre septembre et février, avec des fruits qui mûrissent entre mai et septembre. La période la plus abondante en fruits se situe entre juillet et décembre. Pour sa propagation, la plante peut être reproduite à partir de graines, de boutures et de porte-greffes.

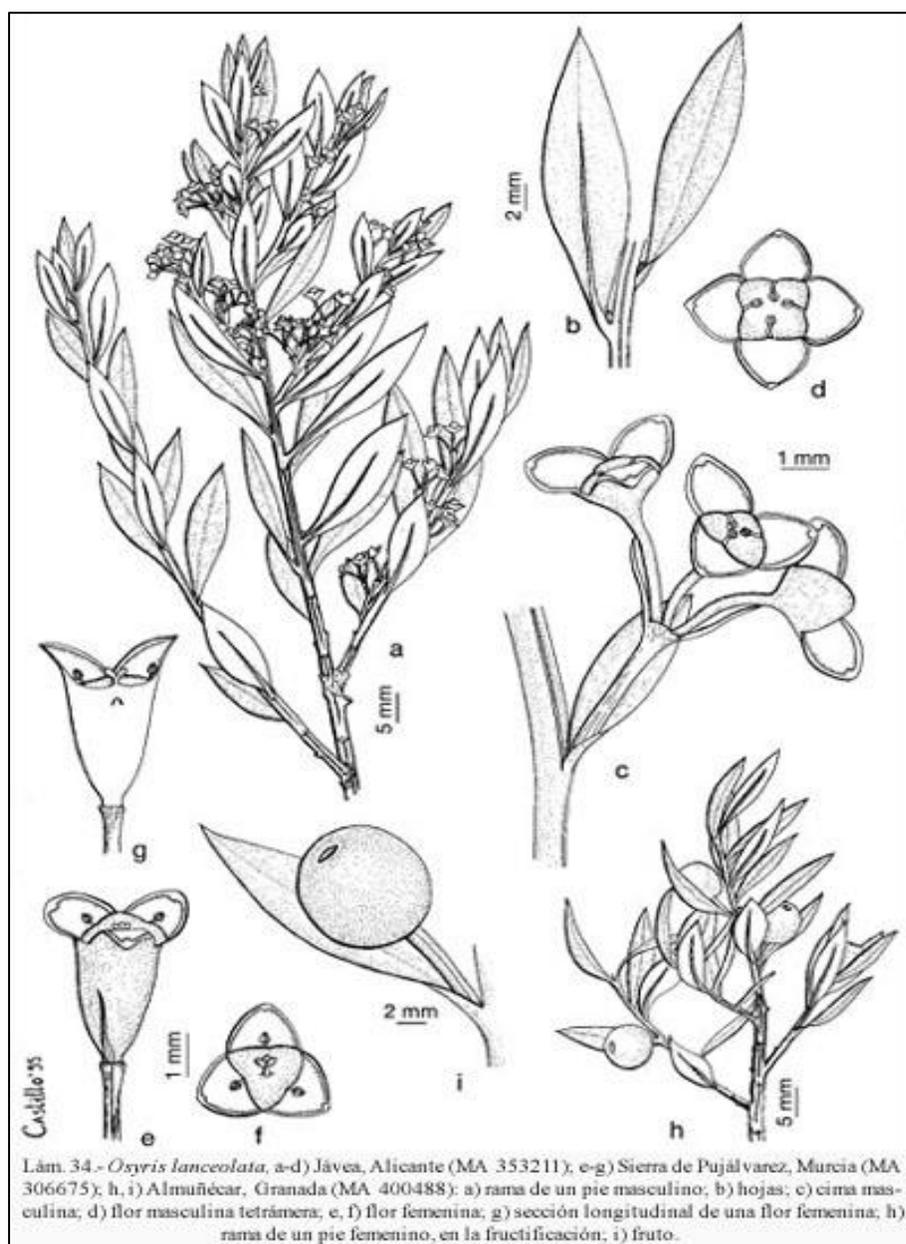


Figure 05 : Appareil végétatif et reproducteur d'*Osyris lanceolata* (CASTROVIEJO et al., 1997).



Figure 06 : Illustrations des différentes parties de la plante (A : fleur ; B : fruit ; C : feuilles ; D : tige).
(KABLI, 2024).

Selon les recherches de **TEKLEHAIMANOT et al. (2004)** ainsi que de **MWANG'INGO et al. (2007)**, les arbres mâles d'*Osyris lanceolata* se distinguent par une couronne ouverte et des feuilles d'un vert bleuâtre. Ces arbres sont également caractérisés par des branches qui tendent à se détacher naturellement. En revanche, les arbres femelles de cette espèce ont des feuilles vert jaunâtre et droites, avec des branches plus stables.

Ces différences morphologiques entre les arbres mâles et femelles fournissent des indices importants pour l'identification des individus et peuvent jouer un rôle dans leur cycle de reproduction et leur écologie.

5.5. Exigence pédoclimatique

Osyris lanceolata a une distribution écologique variée, étant souvent localisée sur des pentes rocheuses et des terrains vallonnés, mais également présente dans des habitats tels que les forêts de *Brachystegia*, les zones de plage, les gorges, les lisières des forêts sèches, les prairies et les taillis.

Cette espèce se développe généralement de manière isolée, en association avec d'autres espèces ligneuses, et démontre une tolérance remarquable au gel et à la sécheresse, ce qui lui permet de prospérer dans des environnements diversifiés (CITES, 2013 ; ANDIEGO, 2022).

5.6. Domaine d'application et intérêts

Osyris lanceolata Hochst. & Steud est une plante largement utilisée à des fins médicinales et autres. Elle est intégrée aux pratiques ethno médicinales dans diverses régions du monde, notamment en Afrique du Sud, au Zimbabwe, au Kenya, en Éthiopie et même dans certaines parties d'Asie comme le Népal, comme l'ont souligné plusieurs études (NJOROGÉ et BUSSMANN, 2006 ; MUTHEE et al., 2011 ; ALEMAYEHU et al., 2015 ; ESHETU et al., 2015 ; LOURENS et al., 2015 ; LOURENS et al., 2015 ; NYAHANGARE et al., 2015 ; SUBBA et al., 2016 ; HILONGA et al., 2019).

Voici quelques exemples des utilisations dans quelques pays :

En Afrique

Osyris lanceolata est largement utilisée comme remède traditionnel pour divers maux, notamment la candidose, le paludisme, la diarrhée, les douleurs thoraciques et la fièvre, comme indiqué par NJOROGÉ et BUSSMANN (2006) ; ORWA et al. (2009) et MUGULA et al. (2021).

De plus, des études récentes, telles que celles menées par SINGH et al. (2023), ont mis en évidence les propriétés chimio préventives de son huile, qui sont utiles pour gérer les affections cutanées éruptives, les maladies inflammatoires et les infections urinaires. En outre, l'écorce et les racines de cette plante présentent un potentiel de phytoremédiation et sont également sources d'un colorant rouge utilisé pour le bronzage de la peau.

En Afrique du Sud

Osyris lanceolata est utilisée pour diverses affections, y compris l'infertilité, les problèmes gynécologiques et les maladies vénériennes. En outre, elle est réputée comme agent styptique pour les plaies. Des études menées par **ARNOLD & GULUMIAN (1984)** ainsi que par **STEENKAMP (2003)**, ont confirmé ces utilisations médicinales. De plus, les racines de cette plante sont également traditionnellement utilisées pour traiter la ménorragie.

En Tanzanie

Osyris lanceolata est utilisée dans les pratiques médicinales pour le traitement du cancer, comme indiqué dans une étude menée par **YEBOAH et al. (2009)**. Cette plante est intégrée aux méthodes traditionnelles de guérison et joue un rôle important dans le traitement des affections graves telles que le cancer.

Au Kenya

Cette Plante est spécifiquement utilisée dans le cadre de pratiques culturelles comme un remède traditionnel. Il est reconnu pour ses propriétés antipaludiques, antibactériennes et antifongiques, et est couramment utilisé pour traiter un éventail de problèmes de santé, notamment la diarrhée, les problèmes thoraciques, les douleurs articulaires, la teigne, l'impuissance et la fatigue, comme l'ont noté **NJOROGE & BUSSMANN (2006)** ; **WILLIAM (2010)** ; **MUTHEE et al. (2011)**.

En plus de ses nombreuses applications médicinales, *Osyris lanceolata* est également utilisée dans divers autres domaines. Par exemple, elle est utilisée pour conserver le lait dans des récipients en courge pendant de longues périodes. De plus, l'écorce de cette plante est utilisée comme colorant pour les tisanes, ainsi que dans le processus de tannage du cuir et comme teinture solide. Les fibres extraites de ses racines sont utilisées dans la vannerie. Dans de nombreuses régions, les foyers dépendent de cette plante pour leur subsistance et leurs besoins médicaux, comme le souligne **MOICHWANETSE et al. (2020)**.

De plus, le bois de cœur d'*Osyris lanceolata* contient des huiles essentielles qui sont utilisées à l'échelle internationale dans l'industrie de la parfumerie, ainsi que dans la médecine traditionnelle locale, comme l'ont mentionné **BUNEI (2017)** ; **PERIS et al. (2018)** ; **OMARA (2020)**.

Conclusion :

Le chapitre débute en mettant en évidence l'importance des plantes médicinales dans de nombreux systèmes de santé à travers le monde. Ces plantes jouent un rôle crucial dans les pratiques médicales traditionnelles pour traiter différentes affections.

En parallèle, la recherche sur les plantes parasites a mis en lumière des mécanismes captivants de survie et d'interaction avec leurs hôtes. En Algérie, on a recensé une grande variété de ces plantes, réparties dans plusieurs familles botaniques. Parmi ces familles, on a étudié en profondeur la famille des Santalacées, en particulier en ce qui concerne leur classification et leur répartition à l'échelle mondiale. Ces plantes, principalement des hémiparasites, se distinguent par leur grande adaptabilité à différents types de climats, allant des zones sèches et tempérées aux biomes tropicaux humides.

Le genre *Osyris*, et en particulier l'espèce *Osyris lanceolata*, a été étudié en profondeur pour comprendre ses caractéristiques botaniques et morphologiques. Cette plante hémiparasite, *Osyris lanceolata*, présente des feuilles persistantes, des fleurs jaunâtres et des fruits drupacés, ce qui en fait une espèce distincte.

Sa distribution mondiale montre une présence significative en Afrique, en Europe et en Asie, ce qui témoigne de sa grande adaptabilité et de son importance écologique. Cette plante est capable de se développer dans des conditions pédoclimatiques variées, allant des zones arides à semi-arides et des altitudes variées. Elle est également utilisée dans divers domaines, notamment pour ses propriétés médicinales et la production de bois de santal.

En résumé, cette étude bibliographique nous a permis de mieux comprendre les caractéristiques générales de la famille des Santalacées, à laquelle appartient le genre *Osyris*. Nous avons examiné la position systématique et les traits distinctifs de l'espèce étudiée, *Osyris lanceolata*, ainsi que sa répartition géographique à travers le monde et ses exigences pédoclimatiques. Nous avons également exploré les utilisations traditionnelles et l'intérêt médicinal de cette plante. Ce premier chapitre fournit une base solide d'informations variées qui nous sera utile pour aborder les parties pratiques suivantes de notre étude.

Chapitre II :
Etude du milieu physique

Introduction

Ce chapitre est dédié à l'étude du milieu physique, mettant en lumière les caractéristiques géomorphologiques, hydrologiques et pédologiques pertinentes à notre recherche. En outre, une analyse bioclimatique détaillée est incluse pour décrire le climat influant sur la région de Tlemcen dans son ensemble, ainsi que sur notre site d'étude spécifique « Rachgoun ».

1. Milieu physique

1.1. Présentation générale de la région d'étude

La région de Tlemcen, située à l'extrême Nord-Ouest de l'Algérie entre 34° et 40' de latitude Nord, ainsi qu'entre 2°30' de longitude Ouest, couvre une étendue impressionnante de 9017,69 km². Limitée géographiquement par :

- Au Nord, la Mer méditerranée.
- Au Nord Est par la Wilaya d'Ain-Temouchent.
- A l'Est par la Wilaya de Sidi Belabbes.
- A l'Ouest par le Maroc.
- Au Sud par la Wilaya de Naama.

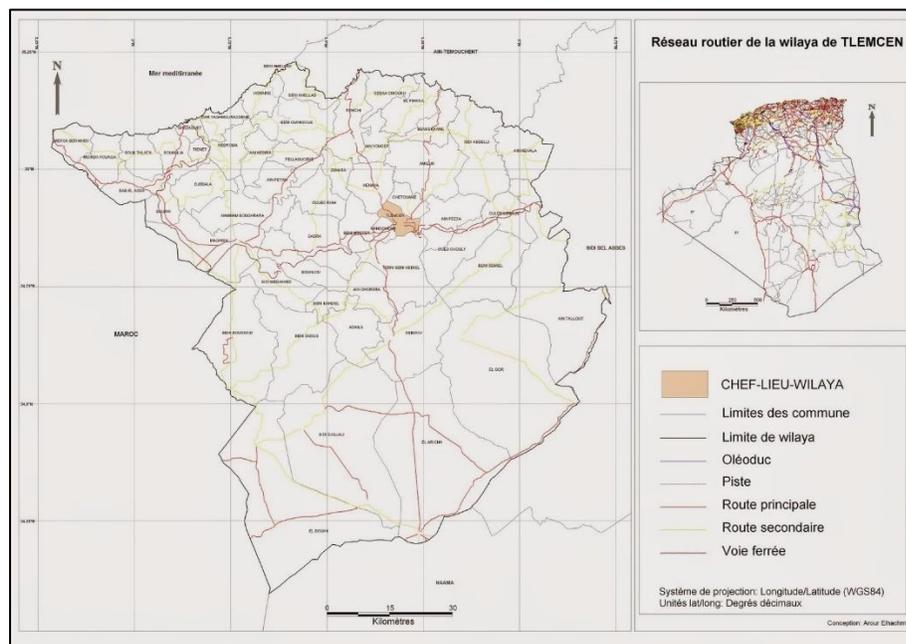


Figure 07 : Situation géographique de la région de Tlemcen [5].

1.2. Données géographique et géomorphologique

Sur le plan géographique, la région de Tlemcen se divise naturellement en quatre secteurs distincts, chacun caractérisé par une hétérogénéité géomorphologique marquée. Ces secteurs offrent un panorama varié de paysages, de reliefs et de formations géologiques, créant ainsi des environnements uniques et diversifiés à explorer et à étudier en profondeur.

- **Les Monts de Tlemcen**

Les Monts de Tlemcen, situés dans la partie occidentale de la chaîne tellienne, atteignent des altitudes moyennes de 900 à 1000 mètres, avec un point culminant à 1843 mètres au Djebel Tenouchfi dans la commune de Sidi-Djilalli au Sud-Ouest. D'autres sommets notables incluent le Djebel Ouargla à 1717 mètres et le Djebel Nador à 1579 mètres. Ces montagnes présentent des pentes assez raides et asymétriques, avec des inclinaisons parfois supérieures à 30% (**BENABDELAH, 2011**).

- **Le littoral**

Cette région, faisant partie des Monts des Traras, englobe la partie littorale de la région de Tlemcen, s'étendant de Marsat Ben Mhidi jusqu'à l'embouchure de la Tafna (Rachgoun) à l'Est (**ZAOUI, 2014**). Elle se caractérise par des côtes à la fois sablonneuses et rocheuses ainsi que par le massif montagneux des Traras. Ces terres présentent principalement des collines marneuses très sensibles à l'érosion, offrant un paysage géomorphologiquement diversifié et fascinant à explorer dans le cadre de notre étude.

- **Le bassin de Tlemcen**

D'Ouest en Est, la région est caractérisée par une alternance de plaines et de plateaux, traversés par des cours d'eau importants qui prennent leur source principalement dans les Monts de Tlemcen. À l'Ouest, on trouve la plaine de Maghnia, bordée au Nord par l'Oued Mouilah. À l'est de cette plaine, une série de plateaux se déploie, délimités au Nord-Ouest par la vallée de la Tafna et au Nord par la vallée de l'Isser (**SIBA, 2016**).

- **Les Plaines Telliennes**

Ces régions se trouvent positionnées entre les Monts des Traras au Nord et les Monts de Tlemcen au Sud, formant un couloir géographique allongé d'Ouest en Est. Leur relief actuel a principalement émergé lors de l'ère tertiaire et du Quaternaire, recouvrant des substrats formés au cours du Primaire et du Secondaire, comme décrit par **GUARDIA (1975)**.

1.3. Choix de la station

Osyris, plante spontanée, est largement répandue dans la région de Tlemcen. Le choix de la station d'étude est principalement influencé par la présence de l'espèce *Osyris lanceolata*, qui est l'objet de notre recherche. Dans la région d'étude, qui englobe une partie de l'Ouest Oranais, correspondant administrativement aux wilayas de Tlemcen et d'Aïn Témouchent, nous avons choisi la station « Rachgoun ».

1.4. Description de la station de l'étude

La station « Rachgoun », intégrée dans la Wilaya d'Ain Témouchent, est une petite station balnéaire qui borde la mer Méditerranée. Elle se trouve entre le 35°18' N de latitude et le 01°21' W de longitude, à environ 7 km à l'est de Béni-Saf, le chef-lieu de commune.

Ses frontières géographiques sont définies par :

- La Mer Méditerranée au Nord ;
- Le village de l'Emir Abdelkader au Sud ;
- La commune d'Oulhaça à l'Ouest ;
- Le village De Sidi Safi à l'Est.

Tableau 04 : Données de localisation de la station « Rachgoun ».

Station	Latitude N	Longitude W	Altitude	Exposition
Rachgoun	35°16'59.9808''	001°27'17.208''	18 m	Nord



Figure 08 : Géolocalisation de la station d'étude sur image satellitaire.



Figure 09 : Photos de la station « Rachgoun » (KABLI, 2024).

Du fait de leur proximité géographique dans la région côtière de l'Ouest de l'Algérie, il est plausible que la géomorphologie de Rachgoun soit similaire à celle de Béni-Saf. Cette similitude géomorphologique pourrait découler de plusieurs facteurs, notamment des formations géomorphologiques partagées à l'échelle régionale, des processus géomorphologiques similaires et des conditions environnementales communes qui ont contribué au développement des caractéristiques géomorphologiques des deux zones.

a) Relief

La région de Béni-Saf offre une variété de reliefs, comprenant d'une part le massif de Béni-Saf qui culmine à 409 mètres au djebel Skhouna, et d'autre part la vallée de la Tafna, localisée sur la rive droite. Cette vallée s'étend sur l'extrémité occidentale de la commune, présentant une topographie relativement plane avec une altitude inférieure à 30 mètres. Les sols fertiles de cette zone résultent de dépôts alluviaux, tandis que les problèmes d'érosion restent limités, mis à part le sapement occasionnel des berges de l'Oued Tafna, comme mentionné dans le rapport de l'A.N.A. T en 1994.

b) Géographique et géomorphologique

En termes de géographie régionale, le site préhistorique de Rachgoun est situé dans le bassin de la Tafna, caractérisé par deux vastes glacis d'alluvions. À l'Ouest, se trouve la plaine de Maghnia, tandis qu'à l'Est se trouve la plaine des Ghossels. Ces plaines sont encadrées par trois importantes formations montagneuses : au Sud, les Monts de Tlemcen, dont les sommets dépassent les 1500 mètres d'altitude, au Nord-Ouest, les Monts des Traras, avec le Djebel Fellaoucen culminant à 1136 mètres, et au Nord-Est, le Djebel Sebaa Chioukh, atteignant une altitude de 660 mètres (BETROUNI, 2021).

c) Hydrographie

La région d'étude est traversée par l'Oued Tafna, seule unité hydrographique principale, s'étendant sur environ 150 km avec une superficie de 7245 km², excluant les affluents drainant une partie de la plaine d'Oujda au Maroc. Originaire des monts de Tlemcen, l'Oued Tafna débute son parcours par un écoulement souterrain, émergeant ensuite au niveau de la grotte de Ghar Boumaza, formant la haute Tafna. La quantité et l'importance des affluents diminuent du Sud au Nord. Dans la plaine de Maghnia, la partie ouest est principalement alimentée par l'Oued Mouilah et les Oueds du versant Nord des Monts de Tlemcen, comprenant le barrage de Hammam Boughrara, formant la moyenne Tafna. Traversant ensuite les plaines de Remchi, l'Oued Tafna reçoit son principal affluent, l'oued Isser, avant de se jeter dans la Mer Méditerranée, formant la basse Tafna au niveau de l'estuaire à la plage de Rachgoun (DAHMANI *et al.*, 2002).

2. Etude bioclimatique

2.1. Choix de la station météorologique

Pour étudier le climat de la région de Rachgoun, nous nous appuyerons sur les données climatiques de la ville la plus proche, Béni-Saf. En l'absence d'une station météorologique spécifique à Rachgoun, l'analyse se fera à partir des données disponibles pour Béni-Saf. Surveiller les températures et les précipitations sur une période de 5 ans est essentiel pour comprendre le climat régional, en particulier dans le Nord-Ouest algérien.

Tableau 05 : Caractéristique de la station météorologique : station « Béni-Saf ».

Station	Latitude N	Longitude W	Altitude	Exposition
Béni-Saf	35°18' N	1°21' W	68 m	Aïn Temouchent

2.2.Facteurs climatiques

A. Précipitations

Les précipitations sont souvent considérées comme le premier facteur de la bioclimatologie. Elles jouent un rôle crucial dans la régulation des écosystèmes terrestres en influençant la disponibilité en eau, la végétation.

D'après **DJEBAÏLI (1978)**, la pluviosité est décisive dans la détermination du climat d'une région. Elle influence directement la préservation et la distribution de la végétation, ainsi que la détérioration de l'environnement par l'érosion, particulièrement au début du printemps.

La quantité de pluie varie en fonction de la distance par rapport à la mer et de l'orientation des versants par rapport aux vents humides. Cette orientation influence directement la végétation et l'état du sol (**LAHOUEL , 2015**).

□ Régime mensuel des pluies de la station météorologique de Béni-Saf

Le régime mensuel de la pluie fait référence à la répartition et à l'intensité des précipitations sur une période d'un mois donné dans une région spécifique. Il s'agit d'une mesure importante pour comprendre le climat d'une région et pour évaluer les variations saisonnières des précipitations (tableau 06).

Tableau 06 : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles de la station météorologique de Béni-Saf de la période s'étendant de 2015 à 2020.

Mois	JN	FV	MR	AV	MA	JU	JL	AU	SP	OC	NV	DC	Annuelle
P (mm)	78,8	30,0	49,1	36,1	19,5	1,6	0,7	3,1	5,8	44,0	32,2	34,3	335,2

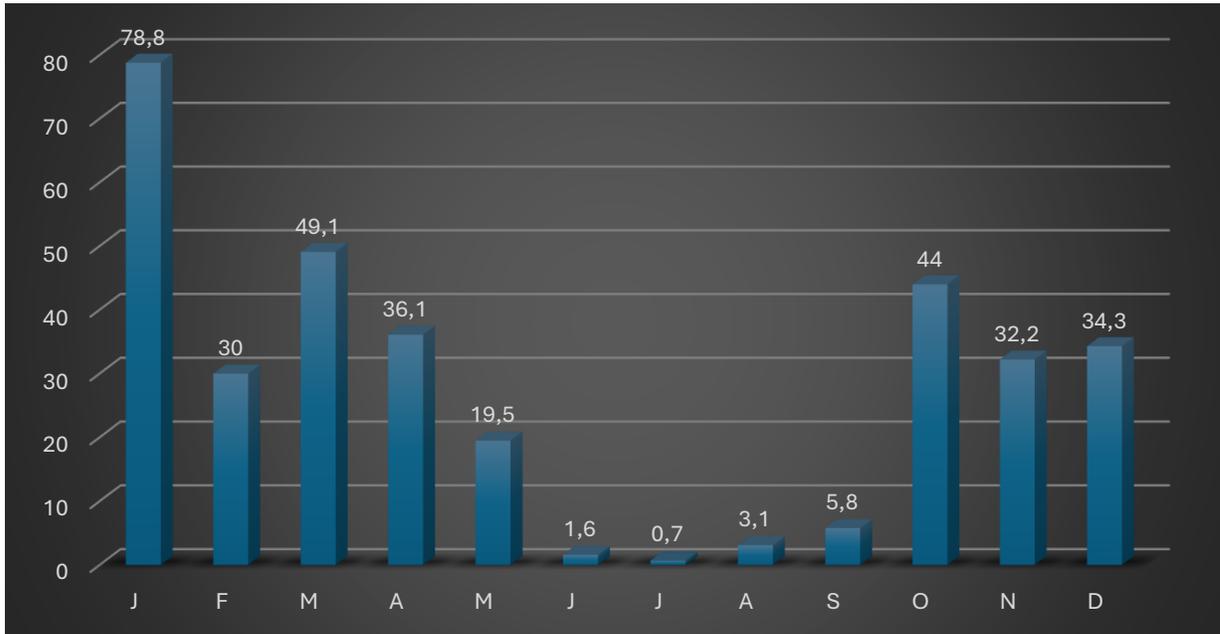


Figure 10 : Histogramme déterminant les variations des précipitations moyennes en mm de la station « Beni-Saf » pour la période s'étendant de 2015 à 2020.

D'après les données de la figure 10, le mois de janvier se distingue par le plus haut niveau de précipitations, atteignant 78,8 mm, tandis que le mois de juillet affiche la valeur la plus basse, avec seulement 0,7 mm de précipitations.

□ **Régime saisonnier des pluies de la station météorologique de Beni-Saf**

Il désigne la variation périodique des précipitations au fil des saisons de l'année dans une région donnée. Cette variation peut inclure des périodes de fortes pluies pendant la saison des pluies (ou saison humide) et des périodes de sécheresse pendant la saison sèche. Chaque saison comprend trois mois et est signalée par son initial. Ainsi on a :

- H : hiver (Décembre, Janvier, Février) ;
- P : printemps (Mars, Avril, Mai,) ;
- E : été (Juin, Juillet, Aout,) ;
- A : automne (Septembre, Octobre, Novembre).

Avec :

- Ps : Précipitations saisonnières.
- Pa : Précipitations annuelles.
- Crs : Coefficient relatif saisonnier de MUSSET.

$$\text{Crs} = \text{Ps} \times 4 / \text{Pa}$$

Le régime saisonnier des pluies au niveau de la station « Béni-Saf » est présenté dans le tableau ci-dessus :

Tableau 07 : Régime pluviométrique saisonnier (2015-2020).

Station	Période	Régime saisonnier								Type
		Hiver		Printemps		Été		Automne		
		P(mm)	Crs	P(mm)	Crs	P(mm)	Crs	P(mm)	Crs	
Béni-Saf	2015-2020	143,1	1,70	104,7	1,24	5,4	0,06	82	0,97	HAPE

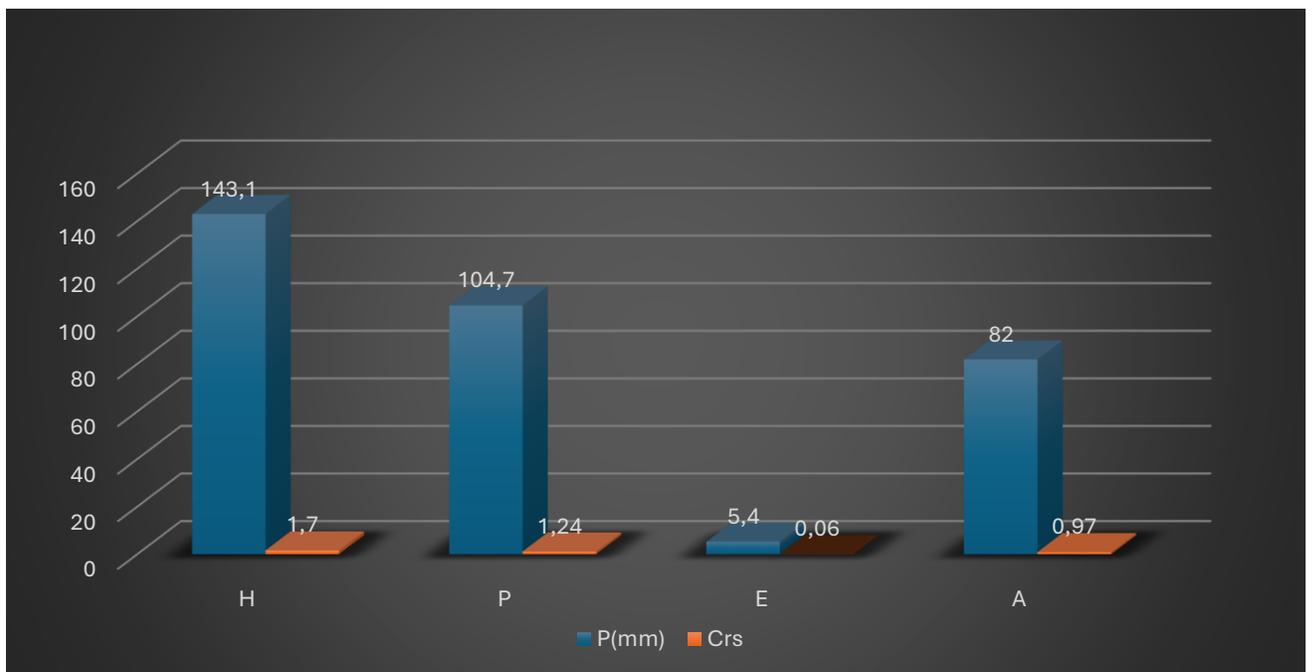


Figure 11 : Régime saisonnier des précipitations de la station « Béni-Saf ».

B. Températures :

Tout comme l'eau, la lumière et l'oxygène, la température joue un rôle essentiel en écologie et est indispensable pour le développement des formations végétales. Elle exerce une influence écologique significative sur les organismes vivants. La température soit considérée comme une qualité de l'atmosphère et non une grandeur physique mesurable (PEGUY, 1970).

Elle constitue le deuxième facteur majeur du climat qui influe sur la croissance de la végétation. Les températures moyennes annuelles jouent un rôle important dans la détermination de l'aridité du climat. En général, ce sont les températures extrêmes, plutôt que les moyennes, qui affectent le plus la végétation, à moins qu'elles ne soient exceptionnelles et de courte durée (GRECO, 1966).

EMBERGER (1955) a employé la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (M) et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (m), ces dernières ayant une importance biologique.

Tableau 08 : Températures maximale (Tmax), minimale (Tmin) et moyenne (Tm) de la station « Béni-Saf »
(Période : 2015-2020).

Mois	JN	FV	MR	AV	MA	JU	JL	AU	SP	OC	NV	DC
T max (°C)	16,6	17,5	19,1	20,3	23,5	26,9	29,7	30,3	28,3	20,8	20,7	17,0
T min (°C)	10,6	11,3	12,6	14,2	16,9	20,0	23,1	23,8	21,4	18,4	14,4	12,4
T m (°C)	13,6	14,4	15,58	17,25	20,2	23,45	26,4	27,05	24,85	19,6	17,55	14,7

Les données de ce tableau nous ont permis de tracer cette courbe de variation de température sur la figure ci-dessous :

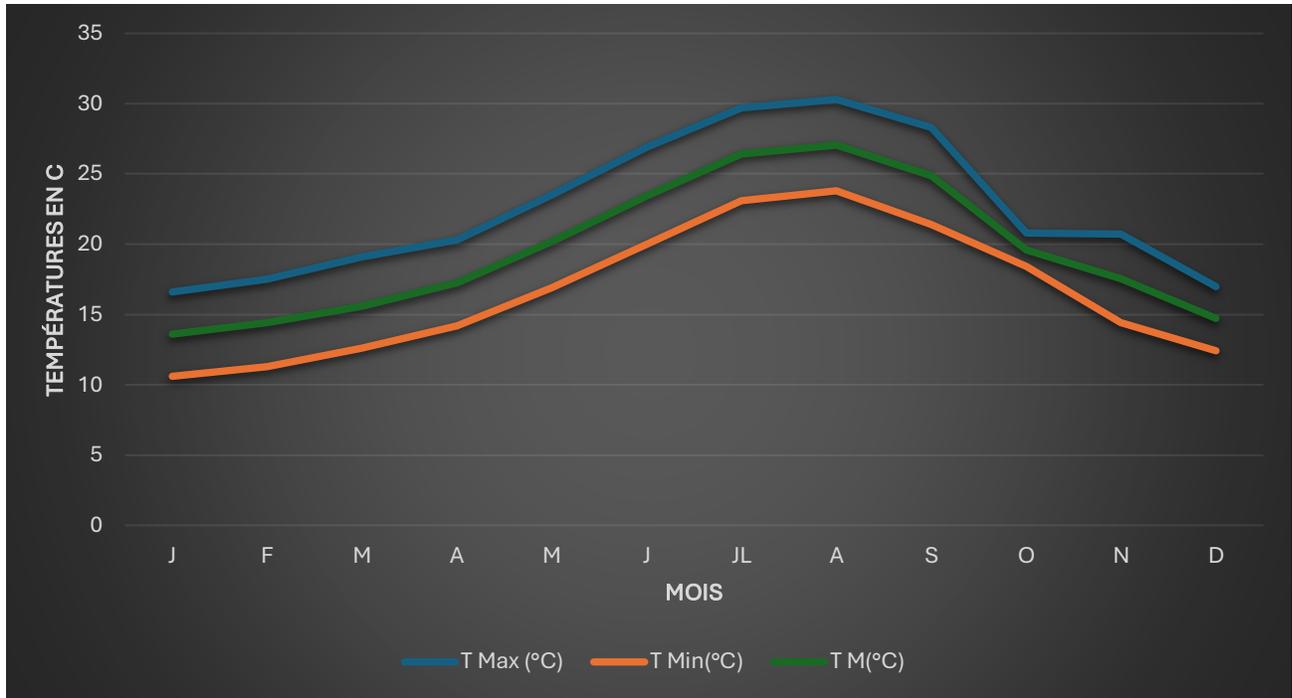


Figure 12 : Courbe de variations des températures (minimale, moyenne et maximale) pour la période s'étendant de 2015 à 2020 de la station « Béni-Saf ».

Selon les données de la figure :

- Le mois le plus froid est janvier, avec une température moyenne de 13,6°C.
- Le mois le plus chaud est août, avec une température moyenne de 27,05°C.

2.3.Synthèse bioclimatique

Depuis de nombreuses années, les chercheurs se sont penchés sur la synthèse des données climatiques afin de mieux comprendre leur influence sur la végétation. Une préoccupation centrale a été la classification des types de climats, dans le but de délimiter les zones homoclimatiques où les conditions climatiques favorisent des réponses végétales similaires. Comme **LE HOUEROU** l'a souligné en **1975**, l'objectif était de mettre en lumière ces zones où les conditions de croissance et de production végétale étaient sensiblement identiques. Les différentes classifications proposées reposent souvent sur le calcul d'indices climatiques combinant la pluviosité et les températures, permettant ainsi de mieux appréhender la variabilité climatique et son impact sur la végétation.

1) Diagrammes ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953)

D'après **BAGNOULS & GAUSSEN (1953)**, un mois est considéré comme sec lorsque le cumul mensuel des précipitations, mesuré en millimètres, est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle, exprimée en degrés centigrades.

La méthode de Bagnouls et Gaussen nous offre un moyen de calculer la durée de la saison sèche en utilisant un diagramme où nous plaçons la pluviométrie moyenne annuelle et la température sur des axes où la pluviométrie est représentée à une échelle double de celle de la température. Lorsque nous traçons ces courbes, la saison sèche est clairement définie comme le moment où la courbe des précipitations croise et descend en dessous de celle des températures. Cela nous permet de visualiser et de déterminer de manière précise la période de sécheresse dans une région donnée, ce qui est crucial pour comprendre son climat et ses écosystèmes.

L'analyse des données climatiques s'articule autour de deux types d'approches :

- Les synthèses graphiques, représentées par des outils comme le diagramme ombrothermique de Gaussen ou le climagramme pluviométrique d'Emberger et Sauvage, spécifiquement développés pour étudier les régions méditerranéennes.
- Les indices, tels que l'indice d'aridité annuel de De Martonne, qui synthétisent les données climatiques pour fournir une mesure quantitative de certains aspects du climat, comme l'aridité.

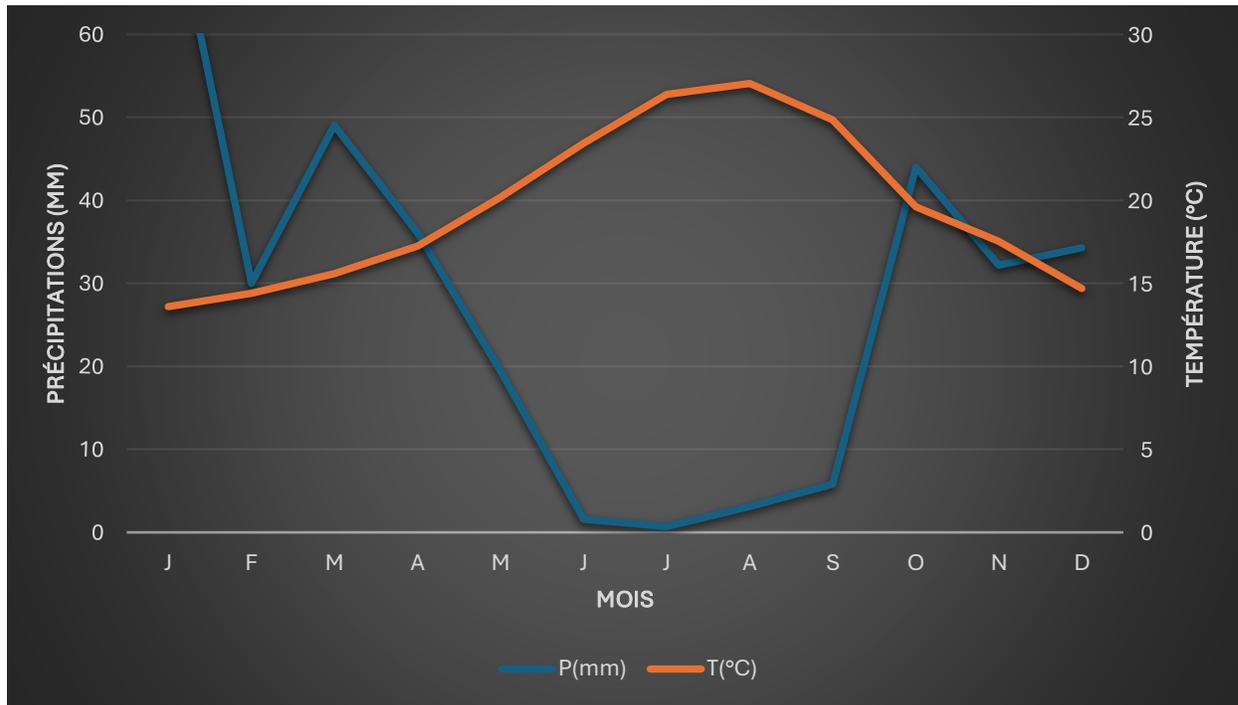


Figure 13 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) de la station « Béni-Saf » pour la période s'étendant de 2015 à 2020.

Le diagramme ombrothermique est un outil utilisé pour évaluer la durée de la saison sèche, située entre deux saisons humides, identifiable lorsque la courbe des précipitations se trouve en dessous de celle des températures. Dans cette localité, l'analyse du diagramme révèle la présence de deux périodes sèches distinctes :

- La première s'étend de manière significative, débutant en avril et se prolongeant jusqu'en octobre, totalisant ainsi près de six mois ;
- La seconde période, quant à elle, est plus brève, se limitant au mois de novembre.

2) Indice xerothermique d'Emberger

Basé sur les données climatiques recueillies entre 2015 et 2020, l'évaluation de cet indice repose sur la recherche de **DAGET (1977)**.

Selon les principes phytogéographiques établis par **EMBERGER (1942)**, un climat ne peut être considéré comme méditerranéen que si l'indice xerothermique "S" est inférieur à 7.

Is : indice de sécheresse estivale.

PE : Total des moyennes des précipitations estivales (juin, juillet, août) (en mm).

M(°C) : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud

$$I_s = PE / M$$

Tableau 09 : Indice de sécheresse.

Station	Période	PE (mm)	M(°C)	S
Beni-Saf	2015-2020	5,4	27,05	0.19

En observant le tableau 09, on remarque que l'indice "Is" pendant la période de 2015 à 2020 est bas dans la région de Béni-Saf. Cette observation corrobore la rareté des précipitations, les températures élevées et la prolongation de la saison sèche. Ces conditions favorisent la croissance des espèces végétales telles que *Osyris lanceolata*.

3) Quotient pluviothermique d'Emberger

Pour déterminer les différents étages climatiques prévalant ces dernières années, nous avons fait appel à l'utilisation du quotient pluviothermique d'**Emberger**, largement privilégié en Afrique du Nord selon les travaux de **BENABADJI & BOUAZZA (2000)**. L'indice d'**Emberger** tient compte des précipitations annuelles (P), ainsi que des moyennes des températures maximales du mois le plus chaud (M°C) et des températures minimales du mois le plus froid (m°C) (**EMBERGER, 1955**).

Le Q₂ est calculé par la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{(2000P)}{M^2 - m^2} = \frac{1000P}{\frac{M+m}{2} \times (M-m)}$$

- P : Précipitations moyennes annuelles en mm.
- M : Moyenne des maxima thermiques du mois le plus chaud en °K.
- m : Moyenne des minima thermiques du mois le plus froid en °K.
- M-m : Amplitude thermique.
- M et m : exprimés en degrés absolus ($T^{\circ}K = T^{\circ}C + 273,2$).

Tableau 10 : Quotient pluviothermique d’Emberger (Q_2).

Station	Période	P(mm)	M(K°)	m (K°)	Q_2	Étage bioclimatique
Beni-Saf	2015-2020	335,2	303,5	283,8	57,9	Semi-aride supérieure à hiver chaud

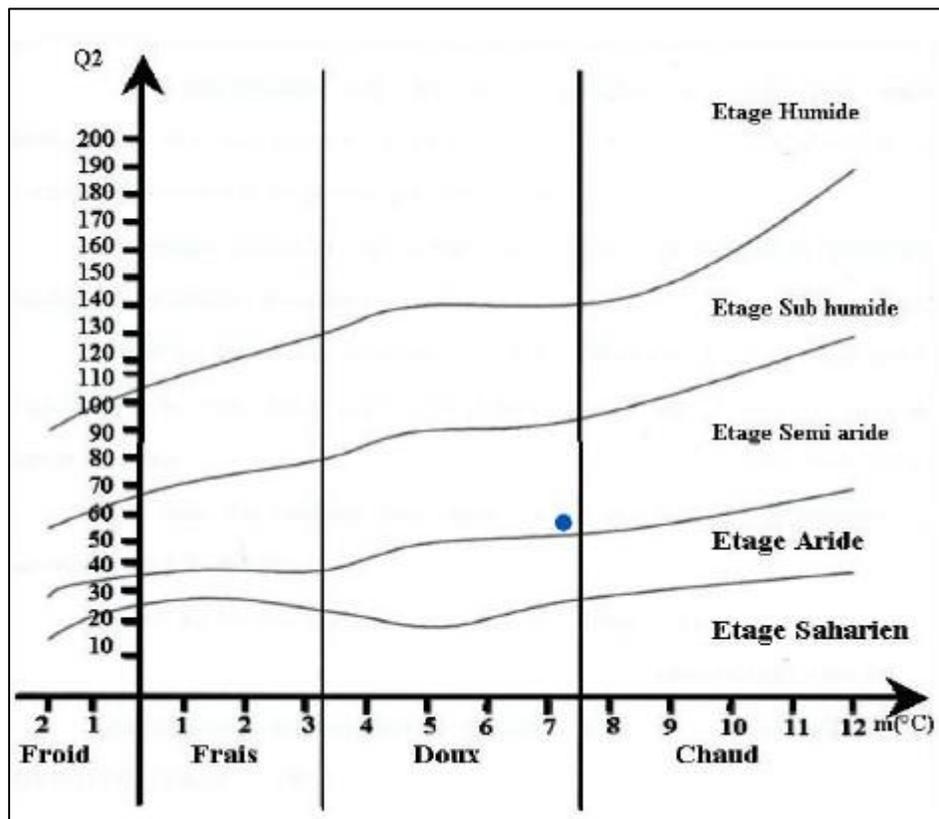


Figure 14 : Climagramme pluviothermique d’Emberger (Q_2) de la station « Béni-Saf » (2015 à 2020).

D'après le tableau 10 et la figure 14, la station météorologique de Béni-Saf est soumise à l'influence d'un climat méditerranéen distinct. Ce type de climat se caractérise par un étage bioclimatique bien défini, à savoir le semi-aride supérieur, marqué par des hivers chauds et secs.

4) Indice d'aridité de De Martonne

DE MARTONNE (1926) a proposé un indice d'aridité comme moyen d'évaluer l'intensité de la sécheresse dans une région donnée. Cet indice prend en compte à la fois les précipitations moyennes annuelles et les températures moyennes annuelles. Plus cet indice est faible, plus le climat est considéré comme aride. Ainsi, la formule pour calculer cet indice est la suivante :

- I : Indice d'aridité de De Martonne.
- P : Pluviométrie moyenne annuelle (mm).
- T : Température moyenne annuelle (°C).

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

Tableau 11 : Classification des climats en fonction des valeurs de l'indice de De Martonne.

Valeur de l'indice d'aridité	Type de climat
I < 5	climat hyper-aride
5 < I < 7,5	climat désertique
7,5 < I < 10	climat steppique
10 < I < 20	climat semi-aride
20 < I < 30	climat tempéré

Tableau 12 : Indice d'aridité de De Martonne.

Station	Période	P (mm)	T +10 (°C)	Indice de De Martonne	Type de climat
Béni-Saf	2015-2020	335.2	29 ,55	11.34	Climat Semi-aride

D'après l'indice d'aridité de De Martonne, la station présente un climat semi-aride (tableau 11 et figure 12). Ce type de climat est caractérisé par des précipitations relativement faibles et des températures élevées, ce qui crée des conditions de sécheresse périodiques. En conséquence, on observe généralement une végétation composée principalement de formations arbustives réduites, avec une prédominance de plantes herbacées annuelles et/ou vivaces.

5) Amplitude thermique moyenne (Indice de continentalité)

Le terme "amplitude thermique" est utilisé en climatologie pour désigner la disparité entre les températures maximales et minimales enregistrées. La mesure est cruciale en écologie afin de déterminer le degré de continentalité d'une station et de fournir également des informations sur la variabilité thermique. La température minimale (m) est simplement déduite de la température maximale (M) pour la calculer.

Les climats sont différenciés selon leurs particularités thermiques :

- Climat insulaire : $M - m < 15^{\circ}\text{C}$.
- Climat littoral : $15^{\circ}\text{C} < M - m < 25^{\circ}\text{C}$.
- Climat semi - continental : $25^{\circ}\text{C} < M - m < 35^{\circ}\text{C}$.
- Climat continental : $M - m > 35^{\circ}\text{C}$.

Tableau 13 : Indice de continentalité de Debrach.

Station	M	m	M-m (°C)	Type de climats
Béni-Saf	30.3	10.6	19.7	Climat Littoral

Selon la classification de Debrach pour la période de 2015 à 2020, la station « Béni-saf » est classée comme ayant un climat littoral, avec des hivers froids (m) et des étés chauds (M).

Selon la classification des ambiances bioclimatiques établie par **RIVAS MARTINEZ (1981)**, les étages de végétation sont définis en fonction de la température moyenne annuelle (T) et de la température moyenne des minima (m).

- Thermo-méditerranéen : $T > 16^{\circ}\text{C}$ et $m > +3^{\circ}\text{C}$.
- Méso-méditerranéen : $12^{\circ}\text{C} < T < 16^{\circ}\text{C}$ et $0^{\circ}\text{C} < m < +3^{\circ}\text{C}$.
- Supra-méditerranéen : $8^{\circ}\text{C} < T < 12^{\circ}\text{C}$ et $-32^{\circ}\text{C} < m < 0^{\circ}\text{C}$.

À partir de cette échelle, nous avons déterminé que pour la période de 2015 à 2020, la station « Béni-Saf » se trouve dans l'étage de végétation Thermo-méditerranéen. Cet étage est défini par une température moyenne annuelle (T) supérieure à 16°C ($19,55^{\circ}\text{C}$) et une température moyenne des minima (m) supérieure à $+3^{\circ}\text{C}$ ($10,6^{\circ}\text{C}$).

Conclusion

D'après cette étude bioclimatique, la région de Tlemcen ainsi que la station d'étude, se situe au niveau de l'étage bioclimatique semi-aride et est, caractérisée par un climat méditerranéen. Voici les points saillants qui ont été dégagés :

- La station météorologique de Béni-Saf est sous l'influence d'un climat méditerranéen, avec un étage bioclimatique bien défini, le semi-aride supérieur à hiver chaud ;
- Ce bioclimat est marqué par deux périodes distinctes : une période pluvieuse d'octobre à fin avril, et une période sèche de mi-avril à mi-octobre, avec des précipitations annuelles d'environ 335,2 mm, atteignant leur minimum en juillet ;
- La végétation annuelle, principalement des matorrals dégradés, est dominée par des espèces thérophytes adaptées à l'aridité du climat ;
- La station d'étude présente un régime saisonnier de type HAPE, avec janvier comme mois le plus froid et août comme mois le plus chaud ;
- Les conditions bioclimatiques de la station auront un impact significatif sur le développement de la végétation, et notre analyse suggère que le climat influence directement le type de végétation, ce qui nous amène à conclure que la station se situe dans l'étage thermo-méditerranéen. À partir des données présentées dans ce chapitre, nous pouvons affirmer que l'*Osyris lanceolata* fait partie intégrante de la biodiversité végétale typique des régions semi-arides méditerranéennes.

Chapitre III :

Analyse Floristique

Introduction

La biodiversité, ou diversité biologique, fait référence à la multitude des espèces vivantes présentes dans la biosphère. Elle englobe également la richesse globale ou le nombre total d'espèces vivantes dans un habitat spécifique, un écosystème entier, une région biogéographique ou même dans l'ensemble de la biosphère (RAMADE, 2008).

La présence végétale dans un milieu découle de l'interaction complexe de plusieurs facteurs, comprenant notamment le climat, la diversité florale existante, la structure géologique, et d'autres encore. Cette végétation revêt une importance capitale dans l'appréciation de la santé et de la diversité d'un écosystème, tout en permettant d'en comprendre les particularités distinctives. De surcroît, elle agit comme un indicateur crucial pour évaluer les caractéristiques et la vitalité environnementale d'une zone donnée.

Les paysages méditerranéens offrent un cadre idéal pour étudier l'évolution de la flore et de la végétation, en raison de leur riche diversité et de leurs variations saisissantes. Leurs caractéristiques uniques, façonnées par des siècles d'interaction entre les facteurs climatiques, géologiques et humains, offrent un terrain propice à des recherches approfondies sur la dynamique des écosystèmes végétaux.

Du fait de sa position géographique dans le bassin méditerranéen, l'Algérie bénéficie d'une richesse végétale considérable grâce à sa grande diversité de climats et de paysages. Cette diversité topographique, allant des côtes méditerranéennes aux montagnes de l'Atlas et au désert du Sahara.

Plusieurs recherches, publiées dans des revues internationales, ont mis en lumière l'importance cruciale de diverses régions de Tlemcen en tant que véritables bastions de biodiversité végétale, comme l'ont souligné **BOUAZZA & BENABADJI (2010)**. Malgré cela, la végétation du versant sud de la région de Tlemcen est principalement constituée de matorrals, présentant divers degrés de dégradation.

Dans ce chapitre, nous avons réalisé un inventaire exhaustif de la flore présente dans la station « Rachgoun ». Cette démarche comprenait l'identification et la classification des espèces en fonction de leurs caractéristiques morphologiques, biologiques et phytogéographiques. Ces données ont été intégrées dans une analyse approfondie de notre zone d'étude, permettant ainsi une meilleure compréhension de la diversité et de la répartition des plantes dans cet environnement spécifique.

1. Composition systématique

Dans cette étude, nous avons identifié un ensemble d'espèces appartenant aux sous-embranchements des Gymnospermes et des Angiospermes, couvrant diverses familles botaniques. Pour cela, nous avons réalisé un inventaire complet de la flore présente dans la station de "Rachgoun". Nous avons utilisé la flore de **QUEZEL & SANTA (1962, 1963)** comme base pour déterminer les différentes espèces répertoriées. Les résultats de cet inventaire sont présentés dans le tableau 14 suivant :

Tableau 14 : Inventaire floristique de la station « Rachgoun ».

N°	Espèce	Famille	Type Morphologique	Type Biologique	Type Biogéographique
01	<i>Anagallis arvensis</i> L	Primulacées	HA	TH	Sub- cosmop
02	<i>Anthyllis cytisoides</i> L.	Fabacées	HV	CH	W.Méd.
03	<i>Anthyllis tetraphylla</i> L.	Fabacées	HA	TH	Méd.
04	<i>Arisarum vulgare</i>	Aracées	HV	GE	Circum-Méd
05	<i>Asparagus stipularis</i> <i>Forssk</i>	Asparagacées	HV	GE	Macar-Méd
06	<i>Asphodelus ramosus</i> L.	Liliacées	HV	GE	Canar.Méd
07	<i>Atractylis polycephala</i> <i>Coss.</i>	Astéracées	HA	HE	End-Alg-Mar
08	<i>Atriplex halimus</i>	Amaranthacées	LV	CH	Cosmop
09	<i>Bellardia trixago</i>	Scrofulariacées	HA	TH	Méd
10	<i>Brachypodium distachyon</i>	Poacées	HA	TH	Méd
11	<i>Bromus madritensis</i> L	Poacées	HA	TH	Eur-Méd
12	<i>Bromus rubens</i> L.	Poacées	HA	TH	Paléo-Subtrop
13	<i>Cakile maritima</i>	Brassicacées	HA	TH	Eur-Méd
14	<i>Calendula arvensis</i> (Vaill.) L.	Astéracées	HA	TH	Sub-méd
15	<i>Calicotome villosa</i>	Fabacées	LV	CH	Méd
16	<i>Centaurea pullata</i> L.	Astéracées	HA	TH	Méd

CHAPITRE III : ANALYSE FLORISTIQUE

17	<i>Centaurea sphaerocephala</i> L.	Astéracées	HA	TH	Méd
18	<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Fabacées	LV	PH	Méd
19	<i>Chamaerops humilis</i>	Palmacées	HV	CH	Méd
20	<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	Astéracées	HA	HE	Méd
21	<i>Chrysanthemum segetum</i> L.	Astéracées	HA	HE	Subcosm
22	<i>Cichorium intybus</i> L.	Astéracées	HV	HE	Méd
23	<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	Convolvulacées	HA.	TH	Méd
24	<i>Conyza naudini</i> Bonnet	Astéracées	HA	TH	Naturalisé
25	<i>Coronilla scorpioides</i> (L.)	Fabacées	HA	TH	Méd
26	<i>Cynodon dactylon</i> (L.)	Poacées	HV	GE	Thermocosmo
27	<i>Cynoglossum cheirifolium</i> L.	Boraginacées	HV	HE	Méd.
28	<i>Daphne gnidium</i> L.	Thymelaeacées	HV	CH	Méd
29	<i>Daucus carota</i>	Apiacées	HV	TH	Méd
30	<i>Dipcadi</i> sp.	Liliacées	HV	GE	Méd
31	<i>Diplotaxis muralis</i>	Brassicacées	HA	TH	Sud-Euro
32	<i>Euphorbia helioscopia</i>	Euphorbiacées	HA	TH	Euras
33	<i>Echium creticum</i>	Boraginacées	HV	HE	Méd
34	<i>Erodium moschatum</i> (L.)	Geraniacées	HA	TH	Eur-Méd.
35	<i>Eryngium maritimum</i>	Apiacées	HV	HE	W. Méd
36	<i>Gladiolus italicus</i>	Iridacées	HV	GE	Méd
37	<i>Helichrysum stoechas</i> (L.)	Astéracées	HV	CH	W.Méd
38	<i>Helminthotheca echioides</i>	Astéracées	HA	TH	Eur-Méd
39	<i>Inula Crithmoides</i>	Astéracées	HV	GE	Haloph-Méd Alt
40	<i>Juncus maritimus</i> Lam.	Juncacées	HV	GE	Sub-cosmop
41	<i>Juniperus phoenicea</i> L.	Cupressacées	LV	PH	Circum-Méd
42	<i>Lavandula dentata</i> L.	Lamiacées	LV	CH	W-Méd
43	<i>Lavandula multifida</i> L.	Lamiacées	LV	CH	Méd
44	<i>Lavatera maritima</i>	Malvacées	LV	CH	Lbéro-Mar

CHAPITRE III : ANALYSE FLORISTIQUE

45	<i>Lobularia maritima</i>	Brassicacées	HA	TH	Méd
46	<i>Lotus edulis</i> L.	Fabacées	HA	TH	Méd
47	<i>Malva subovata</i>	Malvacées	HA	TH	W.Méd
48	<i>Olea europea</i>	Oleacées	LV	PH	Méd
49	<i>Ononis natrix</i> L.	Fabacées	HA	TH	Méd
50	<i>Onopordon arenarium</i>	Astéracées	HA	HE	A.N.
51	<i>Osyris lanceolata</i>	Santa Laceae	LV	PH	Ibéro-Maur
52	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	Oxalidacées	HV	GE	Méd
53	<i>Pallenis spinosa</i> (L.)	Astéracées	HV	CH	Eur-Méd
54	<i>Petrosedum sediforme</i>	Crassulacées	HV	HE	Méd
55	<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	Oleacées	LV	PH	Méd
56	<i>Pinus halepensis</i>	Pinacées	LV	PH	Méd
57	<i>Pistacia atlantica</i>	Anacardiaceae	LV	PH	End. N.A.
58	<i>Plantago albicans</i> L.	Plantaginacées	HA	TH	Méd
59	<i>Plantago coronopus</i> L.	Plantaginacées	HA	TH	Euras
60	<i>Plantago lagopus</i> L.	Plantaginacées	HA	TH	Méd
61	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Polygonacées	HA	TH	Paléo-subtrop
62	<i>Ranunculus repens</i> L.	Renonculacées	HA	HE	Paléo-Temps.
63	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Brassicacées	HA	TH	Méd
64	<i>Rhus pentaphylla</i>	Anacardiaceae	LV	PH	Méd-Occiden
65	<i>Rumex bucephalophorus</i>	Polygonacées	HA	TH	Méd
66	<i>Scolymus hispanicus</i>	Astéracées	HV	HE	Méd
67	<i>Senecio vulgaris</i>	Astéracées	HA	TH	Sub-Cosmop
68	<i>Sideritis montana</i>	Lamiacées	HA	HE	Méd
69	<i>Sonchus asper</i>	Astéracées	HA	TH	Cosmop
70	<i>Taraxacum officinale</i>	Astéracées	HV	HE	Eur-Méd
71	<i>Thymelaea hirsuta</i>	Thymeleaceae	HA	TH	Méd
72	<i>Verbascum</i> sp.	Scrofulariacées	HV	HE	Méd
73	<i>Withania frutescens</i>	Solanacées	LV	CH	Lbéro-Mar
74	<i>Xanthium italicum</i> Moretti	Asteracées	HA	TH	Naturalisé
75	<i>Zygophyllum creticum</i>	Zygophyllacées	LV	CH	Méd

Tableau 15 : Inventaire des familles en pourcentage de la station d'étude.

N°	Familles	Nombre d'espèces	Pourcentage
01	Amaranthacées	01	1%
02	Anacardiacees	02	3%
03	Apiacées	02	3%
04	Aracées	01	1%
05	Asparagacées	01	1%
06	Asteracées	18	24%
07	Boraginacées	02	3%
08	Brassicacées	04	5%
09	Convolvulacées	01	1%
10	Crassulacées	01	1%
11	Cupressacées	01	1%
12	Euphorbiacées	01	1%
13	Fabacées	07	9%
14	Geraniacées	01	1%
15	Iridacées	01	1%
16	Juncacées	01	1%
17	Lamiacées	03	4%
18	Liliacées	02	3%
19	Malvacées	02	3%
20	Oleacées	02	3%
21	Oxalidacées	01	1%
22	Palmacées	01	1%
23	Pinacées	01	1%
24	Plantaginacées	03	4%
25	Poacées	04	5%
26	Polygonacées	02	3%
27	Primulacées	01	1%
28	Renonculacées	01	1%
29	Santalacées	01	1%
30	Scrofulariacées	02	3%
31	Solanacées	01	1%
32	Thymelaeacées	02	3%
33	Zygophyllacées	01	1%

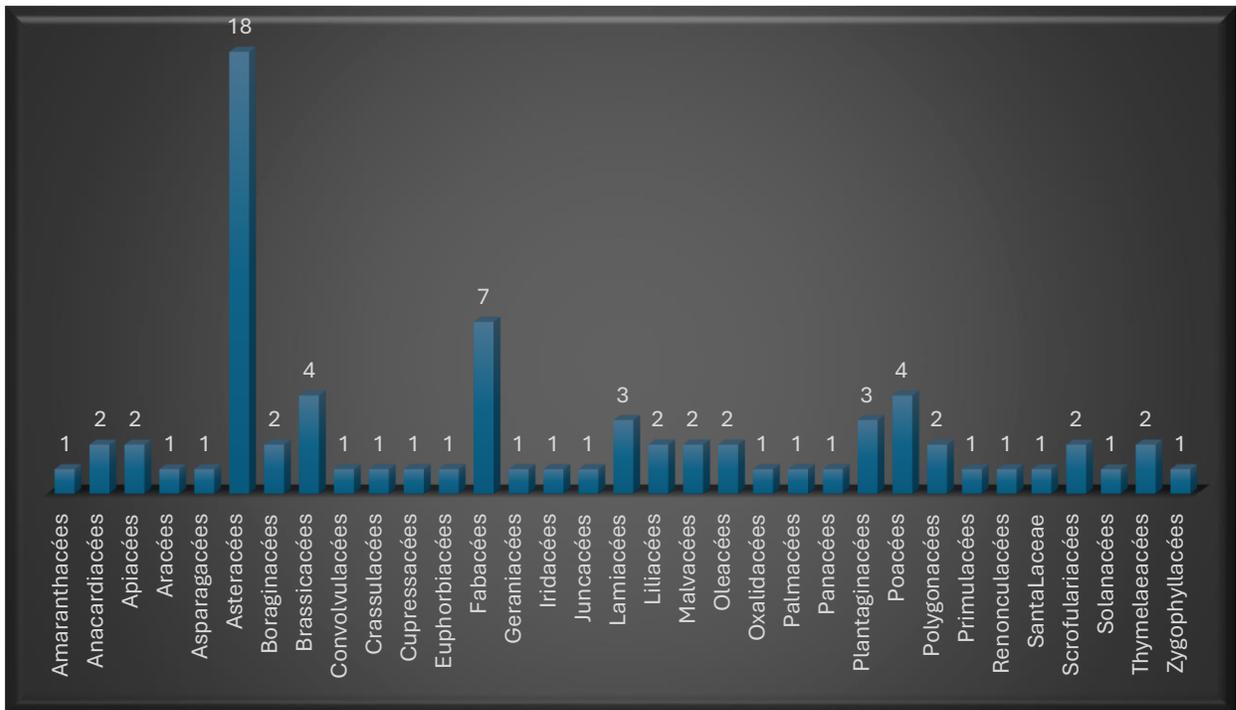


Figure 15 : Représentation graphique de la composition de la flore par famille.

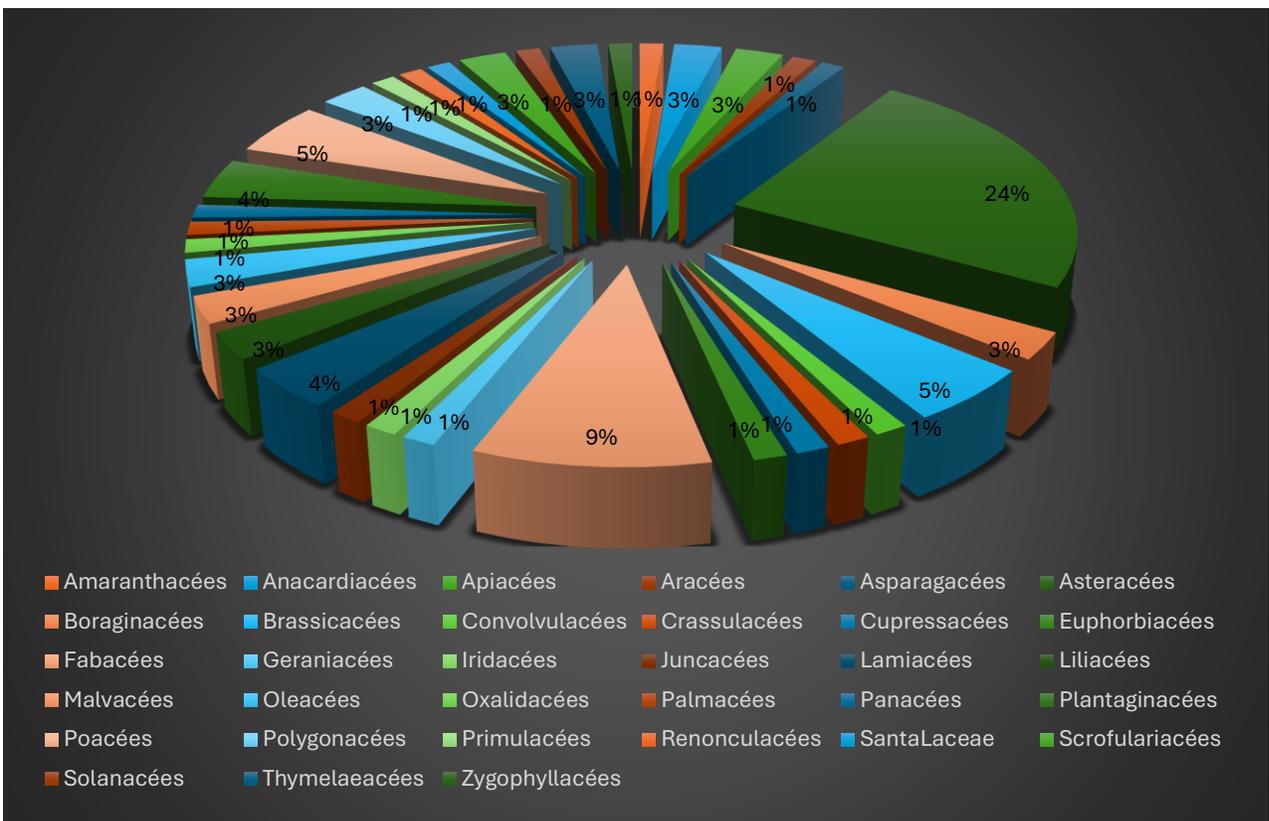


Figure 16 : Pourcentage des familles dans la station « Rachgoun ».

La répartition des familles dans la zone d'étude est diversifiée, avec une nette prédominance des Astéracées, qui comptent un nombre élevé d'espèces (18 au total), représentant ainsi 24 % de l'ensemble. Ensuite, viennent les Fabacées avec 7 espèces, constituant 9 % du total, suivies des Brassicacées et des Poacées, chacune avec 4 espèces, représentant 5 % chacune. Les Lamiacées et les Plantaginacées suivent de près avec 3 espèces, équivalent à 4 % du total. Les familles des Anacardiacees, Apiacées, Boraginacées, Liliacées, Malvacées, Oleacées, Polygonacées, Scrofulariacées et Thymelaeacées sont également présentes avec 2 espèces chacune, représentant également 3 %. Enfin, les autres familles Amaranthacées, Aracées, Asparagacées, Convolvulacées, Crassulacées, Cupressacées, Euphorbiacées, Geraniacées, Iridacées, Juncacées, Oxalidacées, Palmacées, Pinacées, Primulacées, Renonculacées, Santalacées, Solanacées et Zygophyllacées sont chacune représentées par une seule espèce, représentant un pourcentage très faible de 1 % pour chacune des familles.

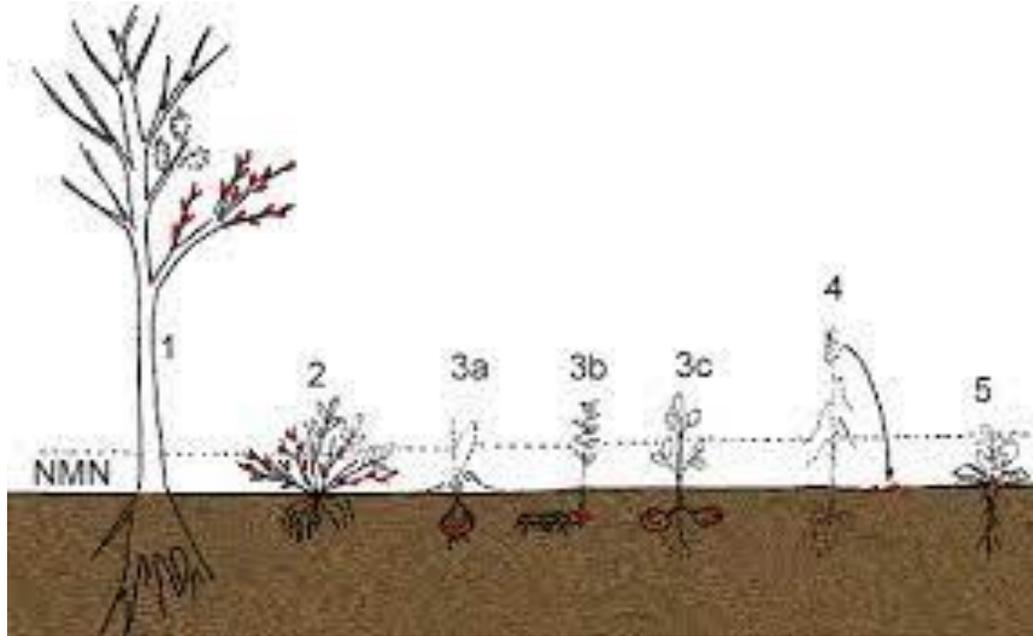
1.1. Caractéristiques biologiques

La description de la physionomie et de la structure de la végétation trouve son principal outil dans les formes de vie des végétaux. D'après **RAUNKIAER (1907)**, ces types biologiques représentent une expression concrète de la manière dont la flore et la végétation s'adaptent aux conditions du milieu, constituant ainsi une expérience de leur stratégie d'adaptation.

Nous avons sélectionné cinq formes de vie ou types biologiques (figure 17), comme définis par l'écologue **RAUNKIAER (1934)**, de la manière suivante :

- ✚ **Phanérophytes (PH)** : dérivés de "Phanéros" signifiant "visible" et "phyte" pour "plante", désignent des plantes vivaces souvent sous forme d'arbres ou d'arbrisseaux. Leurs bourgeons persistants se trouvent sur des tiges aériennes dressées et ligneuses, atteignant généralement de 25 à 50 mètres de hauteur au-dessus du sol.
- ✚ **Chamaephytes (CH)** : tirant leur origine de "Chami" signifiant "à terre", représentent principalement des herbes vivaces et des sous-arbrisseaux. Leurs bourgeons hibernants se situent à moins de 25 cm de la surface du sol.
- ✚ **Hémi-cryptophytes (HE)** : du préfixe "crypto" signifiant "caché", désignent des plantes vivaces caractérisées par des rosettes de feuilles dispersées sur le sol. Leurs bourgeons se trouvent à la surface du sol, et leur partie aérienne est herbacée et disparaît pendant la mauvaise saison.
- ✚ **Géophytes (GE)** : Les Géophytes sont des espèces herbacées vivaces dont les bourgeons se trouvent dans des organes souterrains tels que des bulbes, des tubercules ou des rhizomes.

- ✚ **Thérophytes (TH) :** dont le nom provient de "theros" signifiant "été", désignent des plantes annuelles dont le cycle végétatif complet, de la germination à la maturité des graines, s'accomplit en une seule saison. Elles se caractérisent par une période végétative brève et ne survivent pas à la mauvaise saison, persistant uniquement sous forme de graines, de spores ou d'autres organes reproducteurs spéciaux.



1 : Phanérophytes - 2 : Chamaephytes
3 : Géophytes (3a à bulbe, 3b à rhizome et 3 c à tubercule)
4 : Thérophytes - 5 : Hémicryptophytes

Figure 17 : Types biologiques de RAUNKIAER (1934).

Tableau 16 : Pourcentages des types biologiques présents dans la station d'étude « Rachgoun ».

Types biologiques	Nombre d'espèces	Pourcentages
Phanérophytes (PH)	08	11%
Chamaephytes (CH)	12	16 %
Hémicryptophytes (HE)	14	19%
Géophytes (GE)	09	12%
Thérophytes (TH)	32	42%

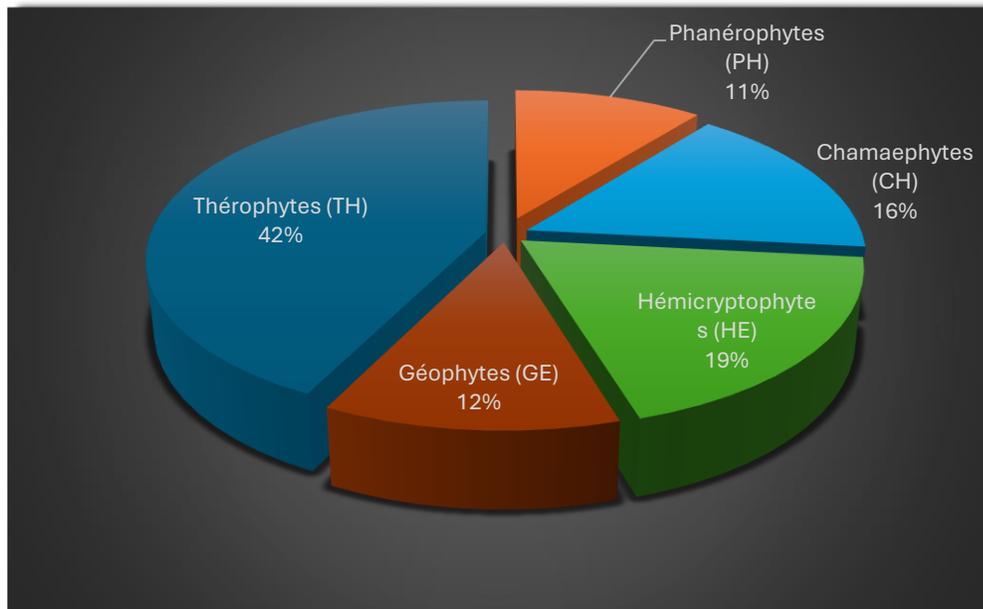


Figure 18 : Pourcentages des types biologiques.

Dans la station d'étude :

- Les thérophytes (Th) se distinguent comme le type biologique le plus prédominant, représentant près de la moitié de l'ensemble de la végétation étudiée, avec un pourcentage de 42 % ;
- Ils sont suivis par les hémicryptophytes, qui occupent une part significative de 19 % ;
- Les chamaephytes avec un taux de 16 % ;
- Les géophytes avec les 3 formes (à bulbes, à rhizomes et à tubercules) représentent 12 % de la végétation. Et les phanérophytes classés en dernier, contribuent à 11 % ;

D'après **SARIALI (2004)**, les thérophytes sont fréquents dans la région d'étude en raison de leur résistance à la sécheresse et aux températures élevées des milieux arides. La présence des hémicryptophytes reste également importante dans l'écosystème. La variété des espèces biologiques reflète la complexité des relations entre la flore et son environnement, mettant ainsi en évidence l'importance de ces éléments dans la gestion et la préservation des écosystèmes.

1.2. Indice de perturbation

Pour évaluer le niveau de dégradation des groupements, un indice de perturbation (IP) a été calculé pour la station d'étude. Cet indice, défini par **LOISEL & GAMILA (1993)**, est donné par le rapport suivant :

$$IP = \frac{\text{Nombre de chamaephytes} + \text{Nombre de thérophytes}}{\text{Nombre des espèces}}$$

$$IP = \frac{12+32}{75}$$

IP=59%

Dans la station d'étude « Rachgoun », l'indice de perturbation est élevé, atteignant 59 %. Cela met en évidence l'impact significatif de l'intervention humaine, incluant des éléments tels que la pollution et le surpâturage. La majorité de ces impacts d'origine anthropique explique en grande partie la prédominance des thérophytes dans cet écosystème spécifique.

1.3. Caractéristiques morphologiques

La classification des espèces selon leur morphologie repose surtout sur la forme des végétaux. En général, on la classe en trois catégories :

- Les herbacées annuelles (HA) ;
- Les herbacées vivaces (HV) ;
- Les ligneux vivaces (LV) ;

Tableau 17 : Pourcentages des types morphologiques dans la station d'étude.

Type morphologique	Nombre d'espèces	Pourcentage
Herbacée annuelle (HA).	37	46%
Herbacée vivace (HV).	23	33%
Ligneux vivace (LV).	15	21%

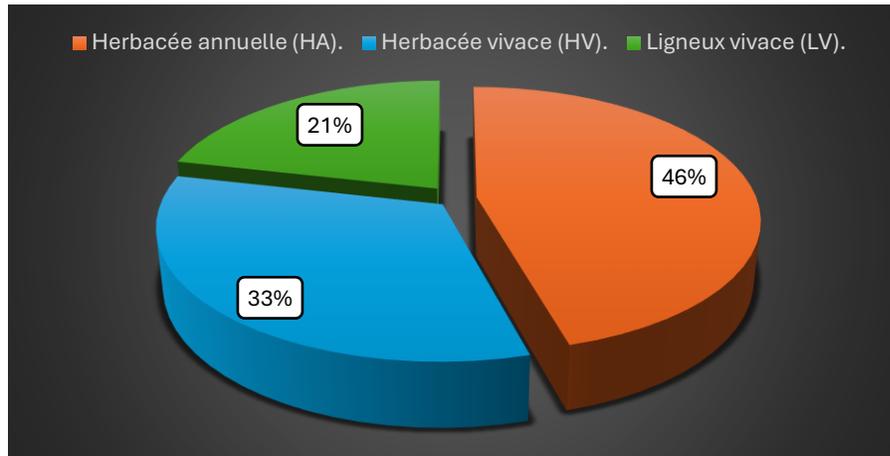


Figure 19 : Pourcentages des types morphologiques.

En examinant la figure 19, il est évident que la strate herbacée annuelle est la plus dominante, représentant 46 % de la couverture végétale. Elle est suivie de près par la strate herbacée vivace, qui affiche un taux de 33 %. Enfin, la strate des ligneux vivaces occupe la troisième place, avec une présence de 21 %. Ces données mettent en évidence la diversité des strates végétales dans la station d'étude.

1.4. Caractéristiques biogéographiques

L'analyse biogéographique fournit un cadre précieux pour comprendre les phénomènes de régression, comme l'ont souligné OLIVIER *et al.* (1995). Du point de vue biogéographique, la végétation de la station d'étude est caractérisée par une diversité d'éléments provenant de différentes origines méditerranéennes, formant ainsi un ensemble éclectique.

Tableau 18 : Pourcentage des types biogéographiques de la station d'étude « Rachgoun ».

Types Biogéographiques	Nombre	Pourcentages
A.N.	1	1%
Canar.Méd	1	1%
Circum-Méd	2	3%
Cosmop	2	3%
End. N.A.	1	1%
End-alg-Mar.	1	1%
Euras	2	3%
Eur-Méd	6	8%
Haloph-Méd Alt	1	1%

2. Étude de la biodiversité

La biodiversité est une notion complexe qui englobe la variation génétique des populations, la diversité spécifique et fonctionnelle des communautés, la variété des écosystèmes, ainsi que les interactions entre ces différents niveaux d'organisation. Aucun indicateur ne peut saisir l'ensemble de ces aspects ; les indicateurs évaluent plutôt des aspects partiels de la biodiversité (BALMFORD et al., 2005).

La biodiversité végétale méditerranéenne est le résultat d'une histoire paléogéographique mouvementée et complexe, mais aussi de l'impact harmonieux et traditionnel de l'activité humaine sur l'environnement (IBOUKASSENE, 2008).

2.1. Indices de diversité

Pour évaluer la biodiversité dans une zone spécifique, différentes approches sont employées, parmi lesquelles figurent les méthodes de Shannon-Weaver, de Simpson et d'Équitabilité, largement utilisées dans la pratique.

- ✓ **S=33** représente la richesse spécifique (nombre des familles).
- ✓ **N=75** représente le nombre total des espèces.

2.1.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver :

Selon DAGET (1976), l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') représente la quantité d'information fournie par un échantillon sur la structure du peuplement dont il est issu, ainsi que sur la répartition des individus entre différentes espèces.

Il définit par la formule suivante :

$$H' = - \sum ((n_i / N) * \log_2(n_i / N))$$

$$\text{ou } H' = - \sum (P_i * (\log_2 P_i))$$

Avec :

$$P_i = (n_i / N)$$

- H' : l'indice de diversité
- n_i : le nombre d'individus dans le premier groupe taxinomique
- N : le nombre d'individus à la station

L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') atteint sa valeur minimale (0) lorsque tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce. Lorsque les individus sont répartis de manière égale sur toutes les espèces, " H " atteint sa valeur maximale.

2.1.2. Indice d'équitabilité (E)

L'indice d'équitabilité de Pielou, dérivé de l'indice de Shannon-Weaver, a été spécialement conçu pour prendre en compte l'abondance relative de chaque taxon, et varie entre 0 et 1. Lorsque la majorité des individus appartiennent à une seule espèce, l'équitabilité tend vers 0, tandis qu'elle tend vers 1 lorsque chaque espèce est représentée par un nombre équivalent d'individus.

Il est calculé à l'aide de la formule :

$$E = H' / H_{\max}$$

- $H_{\max} = \log_2(S)$
- S : Richesse spécifique = nombre total des familles.

2.1.3. Indice de Simpson (D)

Cet indice, développé par le statisticien Edward H. Simpson, évalue la probabilité que deux individus choisis au hasard appartiennent au même groupe.

$$D = 1 / \sum P_i^2$$

2.1.4. Indice de Margalef

Bien que simple à calculer, cet indice peut néanmoins être influencé par l'effort d'échantillonnage (MAGURRAN, 2004). D'autre part, l'indice de Margalef prend en considération à la fois le nombre total d'espèces et l'effectif global des individus présents dans un écosystème.

$$D = S - 1 / \ln(n)$$

- $D = 0$ Lorsque tous les individus d'un échantillon sont de la même espèce.
- D est maximum quand chaque individu de l'échantillon appartient à une espèce différente ($S=N$).

Tableau 19 : Résultat de l'indice de Shannon-Weaver (H') de la station d'étude.

Familles	Ni	N	Pi (Ni/N)	Pi ²	Log2pi	Pi* Log2pi
Amaranthacées	01	75	0,01333333	0,000177778	-6,22881869	-0,083050895
Anacardiacees	02	75	0,02666666	0,000711111	-5,22881869	-0,13943513
Apiacées	02	75	0,02666666	0,000711111	-5,22881869	-0,13943513
Aracées	01	75	0,01333333	0,000177778	-6,22881869	-0,083050895
Asparagacées	01	75	0,01333333	0,000177778	-6,22881869	-0,083050895
Asteracées	18	75	0,24	0,0576	-2,05889368	-0,494134483
Boraginacées	02	75	0,02666666	0,000711111	-5,22881869	-0,13943513
Brassicacées	04	75	0,05333333	0,002844444	-4,22881869	-0,225536983
Convolvulacées	01	75	0,01333333	0,000177778	-6,22881869	-0,083050895
Crassulacées	01	75	0,01333333	0,000177778	-6,22881869	-0,083050895
Cupressacées	01	75	0,01333333	0,000177778	-6,22881869	-0,083050895
Euphorbiacées	01	75	0,01333333	0,000177778	-6,22881869	-0,083050895
Fabacées	07	75	0,09333333	0,00871111	-3,42146375	-0,319336605
Geraniacées	01	75	0,01333333	0,000177778	-6,22881869	-0,083050895
Iridacées	01	75	0,01333333	0,000177778	-6,22881869	-0,083050895
Juncacées	01	75	0,01333333	0,000177778	-6,22881869	-0,083050895
Lamiacées	03	75	0,04	0,0016	-4,64385618	-0,185754247
Liliacées	02	75	0,02666666	0,000711111	-5,22881869	-0,13943513
Malvacées	02	75	0,02666666	0,000711111	-5,22881869	-0,13943513
Oleacées	02	75	0,02666666	0,000711111	-5,22881869	-0,13943513
Oxalidacées	01	75	0,01333333	0,000177778	-6,22881869	-0,083050895
Palmacées	01	75	0,01333333	0,000177778	-6,22881869	-0,083050895
Pinacées	01	75	0,01333333	0,000177778	-6,22881869	-0,083050895
Plantaginacées	03	75	0,04	0,0016	-4,64385618	-0,185754247
Poacées	04	75	0,05333333	0,002844444	-4,22881869	-0,225536983
Polygonacées	02	75	0,02666666	0,000711111	-5,22881869	-0,13943513
Primulacées	01	75	0,01333333	0,000177778	-6,22881869	-0,083050895

CHAPITRE III : ANALYSE FLORISTIQUE

Renonculacées	01	75	0,01333333	0,000177778	-6,22881869	-0,083050895
SantaLaceae	01	75	0,01333333	0,000177778	-6,22881869	-0,083050895
Scrofulariacées	02	75	0,02666666	0,000711111	-5,22881869	-0,13943513
Solanacées	01	75	0,01333333	0,000177778	-6,22881869	-0,083050895
Thymelaeacées	02	75	0,02666666	0,000711111	-5,22881869	-0,13943513
Zygophyllacées	01	75	0,01333333	0,000177778	-6,22881869	-0,083050895
Somme			1	0,08479999		-4,385885832

Tableau 20 : Résultats du calcul des indices de diversité

Indices de diversité	Valeur
Richesse spécifique (S)	33
Indice de Shannon-Weaver	4,38
Indice d'équitabilité (E)	0.86
Indice de Simpson (D)	11,79
Indice de De Margalef	7,41

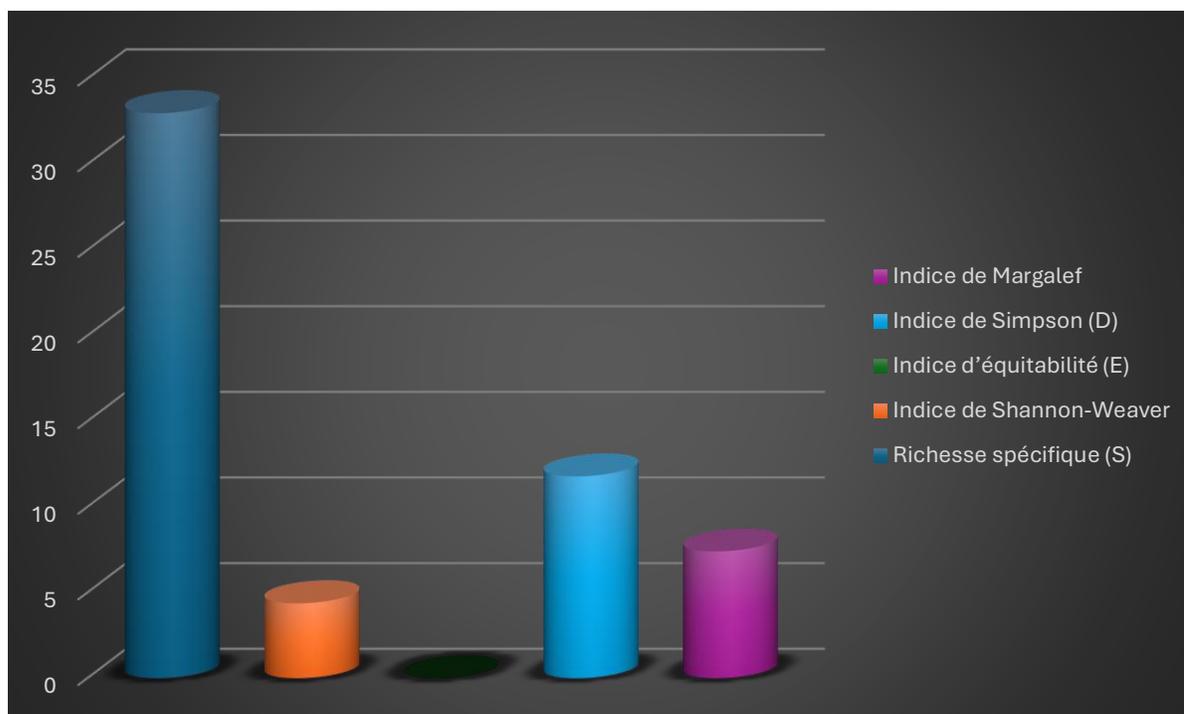


Figure 21 : Représentation graphique des indices de diversité.

Les résultats obtenus (tableau 20 et figure 21) mettent en évidence une diversité floristique remarquable au sein de la station d'étude « Rachgoun », caractérisée par une distribution équilibrée des différentes espèces.

Conclusion

Lors de cette étude, les prospections floristiques réalisées au niveau de la station « Rachgoun » nous ont donné une vision de la composition floristique de cette région. Nous avons également pu déterminer certaines caractéristiques, notamment les types biologiques, morphologiques, phytogéographiques et évaluer les indices de diversité floristique.

En ce qui concerne la flore, le travail mené sur la végétation de la station révèle une grande diversité de la composition des espèces présentes, caractérisée par la prédominance notable d'espèces appartenant à la famille des Astéracées, Fabacées, Brassicacées et Poacées, qui se distinguent par leur résistance aux conditions climatiques.

Les spectres biologiques montrent que les Thérophytes sont majoritaires dans les stations, ce qui est confirmé par le taux élevé de l'indice de perturbation, qui s'élève à 60%. Les Héli-cryptophytes arrivent en deuxième position, suivis des Chamaephytes, puis des Géophytes et des Phanérophytes, qui se trouvent également dans la même position. Et sur le plan morphologique, les formations végétales de la zone d'étude sont dominées par les espèces herbacées annuelles.

Du point de vue biogéographique, le pourcentage des taxons à répartition méditerranéenne est élevé à 48% ce qui représente presque la moitié de l'ensemble de la flore de la région.

Cette forte présence de taxons méditerranéens met en évidence l'influence du climat méditerranéen sur la composition floristique de la zone d'étude.

La station d'étude présente une grande diversité spécifique, comme le démontrent les valeurs des indices de diversité (Shannon et Simpson, Margalef et d'équitabilité).

En somme, l'étude de la flore de la station « Rachgoun » met en évidence une grande diversité de la composition floristique, qui est influencée par des éléments climatiques, biogéographiques et humains. L'adaptation des plantes à leur environnement est mise en évidence par la présence d'espèces résistantes aux conditions climatiques, la variété des types biologiques et morphologiques et l'abondance de taxons méditerranéens. Ces résultats mettent en évidence l'importance de saisir et de protéger la diversité végétale face aux évolutions rapides de l'environnement, ce qui requiert une gestion attentive et éclairée afin de garantir la pérennité des écosystèmes et des services qu'ils offrent.

Chapitre IV :

Etude Pédologique

Introduction

La pédologie, qui tire son nom du grec pédon, « plaine », couvre l'intégralité de la science du sol, avec un focus spécifique sur la genèse et l'évolution des sols. Comme l'a souligné **EMILE (1947)**, elle se concentre sur l'origine, les caractéristiques et la classification des composants du sol, ainsi que sur l'étude des interactions complexes entre le sol et la végétation. Un accent particulier est mis sur les liens entre les communautés végétales et les observations pédologiques.

Le sol présente une composition complexe, résultant de la dégradation des roches en diverses particules telles que des cailloux, des sables, des limons et des argiles, ainsi que de la présence de matière organique, qu'elle soit vivante ou en décomposition, de gaz, d'eau et de minéraux solubles. Sa formation est le fruit de l'interaction entre plusieurs facteurs tels que le climat (température, humidité, vents, gel...), le type de roche mère, la topographie et l'activité biologique. Au-delà de sa composition, la définition d'un sol repose sur ses propriétés fondamentales (sa texture, sa structure...). Ces caractéristiques influent sur tous les aspects du sol. Ainsi, une grande diversité de sols existe, chacun jouant un rôle crucial dans des fonctions vitales pour l'humanité, telles que la promotion de croissance végétale et le maintien de la vie [8].

Selon **BELKHODJA (2022)**, Plusieurs chercheurs ont étudié et cartographié les sols dans le bassin méditerranéen, en particulier les sols ferrallitiques, qui ont subi une évolution pédogénétique spécifique. Parmi les auteurs : **GAUCHER (1947)** ; **BOULAINÉ (1957)** ; **DURAND (1958)** ; **DRESCH (1960)** ; **SIMONNEAU (1961)** ; **RUELLAN (1971)** ; **VAUDOUR (1976)**, **POUGET (1980)** ; **ALCARAZ (1982)** ; **AIDOUUD & NEDJRAOUI (1982)** ; **ACHOUR (1983)** ; **HALITIM (1985)**, ainsi que, **ADI (2001)** ; **MERZOUK et al. (2009)** ; **REGAGBA et al. (2012)**. Certains ont également lié les sols d'Afrique du Nord soit aux sols rouges méditerranéens, soit aux sols steppiques, largement présents dans la plupart des plaines et vallées semi-arides.

Cette étude pédologique, qui combine différentes analyses, vise à mettre en lumière l'influence des propriétés physiques et chimiques du sol sur la croissance d'*Osyris lanceolata*.

1. Principaux types de sol de la région d'étude

Selon **GOBAT et al. (2010)**, les sols du bassin méditerranéen se distinguent par leur grande variété, leur vulnérabilité naturelle et leur exposition à des conditions climatiques extrêmes. De plus, même lorsqu'ils présentent des caractéristiques physiques ou chimiques favorables, ils sont soumis à une pression anthropique.

D'après **BENSOUNA (2014)**, les sols de la région méditerranéenne se distinguent par une grande diversité, façonnée par de nombreux facteurs naturels tels que le climat, la végétation, la physiographie, la géologie et la lithologie. La région d'étude (station « Rachgoun ») se caractérise par trois types de sols différents : des sols alluviaux, des sols calcaires et des sols insaturés.

- **Sols Alluviaux** : Il s'agit de terrains jeunes, c'est-à-dire proches de leur matériau d'origine, dont l'évolution pédologique est nulle ou faible. Leur principale particularité, qui résulte directement de cette jeunesse, est qu'ils sont peu modifiés chimiquement. Ainsi, la répartition du fer, des carbonates ou des sels est faible. Les profils de ces sols sont peu colorés en raison de la faible quantité de fer libre qu'ils renferment, ce qui explique cette faible altération chimique (**DUCHAUFOR, 2001**).
- **Sols Calcaires** : Selon **RUPELLAN (1984)**, les sols calcaires sont ceux qui contiennent du carbonate de calcium et d'autres carbonates dans la terre fine avec une épaisseur inférieure à 2 mm ou, au moins, dans la fraction grossière. Le calcaire actif, c'est-à-dire le carbonate de calcium en particules si fines, est solubilisé en permanence par les acides de sol, ce qui maintient une forte concentration d'ions Ca^{+2} dans la solution. Le complexe adsorbant des sols est généralement équilibré, voire saturé en calcium (**LOZET & MATHIEU, 2011 ; SOLTNER, 2005**).
- **Sols Insaturés** : Ce genre de sols se forme sur les schistes et les quartzites primaires, La végétation est constituée d'une forêt dégradée composée de taillis clairs de chêne vert. La présence de cette couverture empêche le sol de préserver sa matière organique. Ces sols fréquemment accidentés sont souvent trop minces pour être exploités en culture. Cependant, il est possible d'envisager une régénérescence de la forêt et son enrichissement (**DURAND, 1954**).

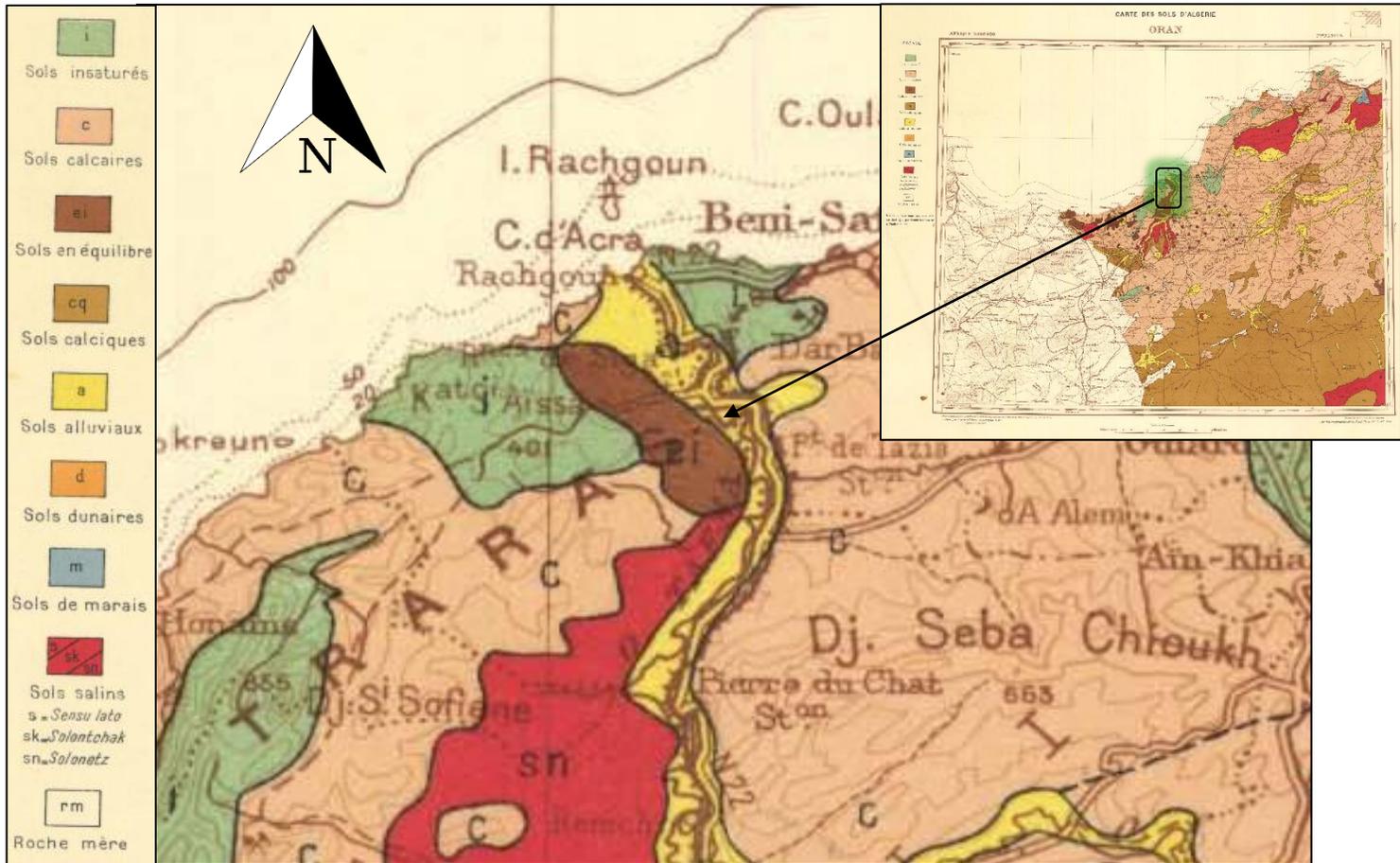


Figure 22 : Type de sol de la région d'étude « Rachgoun », selon la carte des sols

(BARBUT & DURAND, 1952).

2. Méthodologie

Pour identifier les facteurs édaphiques qui influencent la distribution des peuplements d'*Osyris lanceolata* dans la station « Rachgoun », une série d'analyses physico-chimiques du sol a été effectuée selon une méthodologie en deux étapes. La première phase s'est déroulée sur le terrain avec des observations et des prélèvements, tandis que la seconde phase s'est déroulée au laboratoire avec des analyses approfondies des échantillons. L'objectif de ces recherches est de mieux appréhender les conditions du sol qui permettent la croissance et la répartition de cette espèce spécifique.

2.1. Méthode d'étude sur le terrain

Nous avons choisi la station « Rachgoun » en fonction de la présence de l'espèce étudiée à savoir, *Osyris lanceolata*. Deux échantillons de sol ont été recueillis : l'un en surface (0-30 cm) et l'autre en profondeur (> 30 cm). Pour ce faire, nous avons utilisé un marteau pédologique, un GPS (Système de Position Globale), des sachets en plastique étiquetés, un couteau, des étiquettes et un ruban métrique. Grâce à ces outils, nous avons pu réaliser des prélèvements précis et méthodiques, garantissant ainsi la fiabilité des échantillons pour les futures analyses.



Figure 23 : Photo d'*Osyris lanceolata* au niveau de la station « Rachgoun » (KABLI, 2024).

2.2. Méthode d'étude au laboratoire

Après avoir soigneusement numérotés et étiquetés les échantillons mis dans des sachets en plastique, ils sont envoyés au laboratoire de pédologie de l'Université Abou Bekr Belkaid à Tlemcen pour y effectuer les autres étapes de l'analyse du sol.

2.2.1. Séchage

Une fois arrivé au laboratoire, il est nécessaire d'ouvrir les échantillons et les étales sur du papier journal pour absorber l'humidité et préparer le séchage. Ils doivent sécher à l'air libre pendant le temps requis jusqu'à ce qu'ils soient entièrement secs (figure 24).



Figure 24 : Echantillons étalées sur du papier journal pour séchage (KABLI, 2024).

2.2.2. Séparation des éléments

Après avoir été séchés, les échantillons sont passés au tamis à mailles de 2 mm de diamètre, grâce à ce processus essentiel, il est possible de distinguer la terre fine composée de particules de moins de 2 mm, des éléments plus grossiers, mesurant plus de 2 mm. Les éléments grossiers, sont ensuite bien nettoyés à l'eau pour les débarrasser de la matière organique puis, séchés à l'étuve et quantifiés (figures 25-26), grâce à cette opération, nous pouvons évaluer le pourcentage des éléments grossiers dans nos échantillons. Par la suite, la terre fine est utilisée pour les analyses physiques et chimiques restantes.



Figure 25 : Tamisage d'un Echantillon de sol à l'aide d'un tamis à maills de 2mm (KABLI, 2024).



Figure 26 : Eléments grossiers récupérés et séchés dans une étuve (KABLI, 2024).

Les analyses physico-chimiques qui ont été réalisées au niveau de la terre fine récupérée :

- Granulométrie (détermination de la texture) à partir de la méthode densimétrique de **Casagrande**.
- Conductivité électrique, à partir de la méthode de l'extrait **aqueux au 1/5 (mS/cm)**.
- Calcaire total à partir de la méthode du **Calcimètre de Bernard**.
- Matière organique (MO) déterminée par le rapport : **MO/C= 1,72**.
- pH à partir de la méthode **électrométrique**.
- Couleur à partir du code international **Munsell**

3. Analyses physiques

3.1. Analyse granulométrique

La granulométrie d'un sol est le rapport entre le poids total d'un échantillon et la proportion de particules minérales de différents diamètres. Cet élément joue un rôle essentiel dans l'évaluation des caractéristiques physiques et chimiques du sol (BENMECHTA,2022),

Grâce à l'analyse granulométrique d'un sol, il est possible d'évaluer la distribution des particules minérales dans le sol pour chaque taille. La méthode utilisée, élaborée par CASAGRANDE (1934), est basée sur la loi de Stokes. D'après cette règle, les particules de plus grande taille tombent plus rapidement dans l'eau et se sédimentent plus vite (BAIZE, 2000). D'après la classification internationale (tableau 21), généralement acceptée, les particules sont classées de la manière suivante :

Tableau 21 : Classification des sols

Terre Fine	Argile	Particules de moins de 2µm
	Limons Fins	2µm à 20µm
	Limon Grossiers	20µm à 50µm
	Sables Fins	50µm à 200µm
	Sables Grossiers	200µm à 2mm
Eléments Grossiers	Graviers	2mm à 2cm
	Cailloux	2cm à 7.5cm
	Pierres	7.5cm à 25cm
	Blocs	> 25cm

➤ Mode opératoire

On pèse 30 g de sol fin auquel on ajoute 30 ml d'hexa métaphosphate de sodium. On place le mélange dans un récipient sec et on ajoute 100 ml d'eau distillée. On met le tout sur plaque chauffante à 200°C ; le mélange est agité pendant 2 heures à l'aide d'une pipette. Durant ce temps, on ajoute progressivement des gouttes d'eau distillée. Après les deux heures d'agitation, on laisse le mélange refroidir. Une fois refroidi, on transfère le mélange dans une éprouvette et on l'agite avec un agitateur pendant quelques minutes. Enfin, on laisse le mélange sédimenter pendant 48 à 72 heures avant de procéder aux mesures (figure 27).



Figure 27 : Différentes étapes de l'analyse granulométrique (KABLI, 2024).

3.2. Détermination de la couleur

Selon AUBERT (1978) la couleur du sol est une caractéristique physique qui met en évidence certaines conditions du sol et parfois les différentes utilisations possibles du sol. Le code international de couleur utilisé pour déterminer la couleur d'un sol est le **code de Munsell** (Munsell Soil Color Chart). Cette couleur est obtenue sur des échantillons secs afin d'éviter l'humidité et exposés à l'éclairage naturel.



Figure 28 : Identification de la couleur du sol à l'aide du Munsell Soil Color Book (KABLI, 2024).

4. Analyse chimique

4.1. Dosage du calcaire total (CaCO₃)

La présence du calcaire dans le sol joue un rôle essentiel dans la nutrition des plantes et même dans la formation du sol. Le taux total de calcaire a été calculé en utilisant la méthode du calcimètre de Bernard (figure 29). Cette mesure repose sur la réaction entre l'acide chlorhydrique et le calcaire total du sol, ce qui génère du dioxyde de carbone selon la formule suivante :



$$\text{CaCO}_3\% = ((p * V) / (P * v)) * 100$$

Avec :

- Soit v le volume de CO₂ dégagé par p (0,2 g) de CaCO₃ pur ;
- Soit V le volume de CO₂ dégagé par P g de terre, le pourcentage de CaCO₃ de la terre.

➤ Mode opératoire

Mettre 5 ml d'HCl à 0,5 N ou 2,5 ml d'HCl à 1,0 N (dans notre cas 2,5 ml d'HCl à 1,0 N) dans un tube que l'on introduit délicatement dans une fiole et peser ensuite 0,2 g de CaCO₃ pur que l'on introduit dans la fiole (figure 30). Fermer celle-ci et s'assurer que le niveau du liquide est bien au repère zéro. Fermer le robinet puis incliner la fiole pour couler l'acide sur le CaCO₃.

Le dégagement de CO₂ refoule l'eau dans la colonne du calcimètre. Agiter et attendre que l'équilibre thermique se réalise, puis abaisser l'ampoule du calcimètre jusqu'à ce que les deux niveaux soient dans un même plan horizontal. Lire le volume « v » de gaz carbonique dégagé. Peser ensuite de 0,5 g à 5 g de terre selon la teneur présumée en calcaire (dans notre cas on a pesé 2,5g) dans la fiole. Humidifier la terre avec de l'eau distillée.

Introduire la même quantité d'HCl dans l'expansion latérale. Fermer la fiole et le robinet et faire agir l'acide sur la terre comme précédemment. Lire le volume « V » de CO₂ dégagé à la pression atmosphérique. Les dosages seront d'autant plus précis que v et V seront plus voisins.



Figure 29 : Calcimètre de Bernard (KABLI, 2024).



Figure 30 : Dosage CaCO_3 : 0,2g de CaCO_3 + 2.5 ml d' HCl (KABLI, 2024).

Tableau 22 : Echelle d'interprétation des carbonates.

% Carbonates	Charge en Calcaire
< 0,3	Très faible
0,3-3	Faible
3-25	Moyenne
25-60	Forte
> 60	Très forte

4.2. Matière organique

L'ensemble des débris végétaux de toutes sortes, tels que les feuilles et les rameaux morts, qui tombent sur le sol, constitue la principale source de matière organique dans les sols, ces débris forment la litière, laquelle subit une transformation principalement biologique appelée humification, produisant ainsi l'humus. Ce processus de décomposition et de transformation est crucial pour la formation et la fertilité des sols (DUCHAUFOR, 1977).

➤ Mode opératoire

Peser 100 g de sol et les placer dans un tamis de 250 μm . Rincer soigneusement le sol avec de l'eau dans une bassine pour permettre aux débris du sol de flotter à la surface. Utiliser une spatule pour récupérer ces débris flottants et les mettre dans un récipient. Ajouter encore de l'eau dans le récipient pour bien rincer les débris (figure 31). Prendre une boîte de yaourt et retirer son fond. Fixer un tissu (au but de la filtration) à la hauteur de la boîte pour former un petit tamis. Verser la solution dans la boîte de yaourt, permettant ainsi à la boîte de filtrer la solution. Récupérer les débris retenus par le tissu et les sécher sur une plaque chauffante à une température de 50°C jusqu'à ce qu'ils soient secs. Peser les débris secs pour obtenir la quantité de matière organique des 100 g de sol et effectuer les calculs nécessaires pour déterminer la proportion de matière organique dans le sol à l'aide de l'échelle d'interprétation (tableau 23).

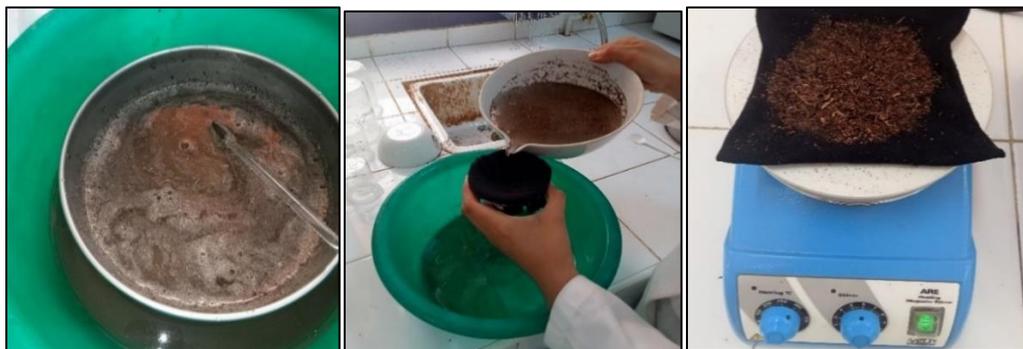


Figure 31 : Quelques étapes du dosage de la matière organique (KABLI, 2024).

Tableau 23 : Echelle d'interprétation du pourcentage de la matière organique

Taux de M.O (%)	Quantité
< 0.6	Très faible
0.6 - 1.15	Faible
1.15 - 1.75	Moyenne
1.75 - 2.9	Forte
> 2.9	Très forte

4.3. Mesure du pH

Le pH est utilisé pour évaluer la base, l'acidité ou la neutralité d'un sol. On peut mesurer le pH soit à l'aide d'indicateurs colorés, soit à l'aide d'un pH-mètre.

➤ **Mode opératoire**

On commence par préparer une solution pour évaluer le pH du sol en mélangeant 10g de terre séchée dans un bécher de 100 ml et on ajoute 25ml d'eau distillée. Par la suite, la solution est agitée avec un agitateur magnétique pendant environ 15 minutes à une vitesse plus ou moins moyenne. Après avoir préparé la solution, l'électrode du pH-mètre est trempée dans le liquide et la valeur est affichée sur l'écran du pH-mètre (figure 32).

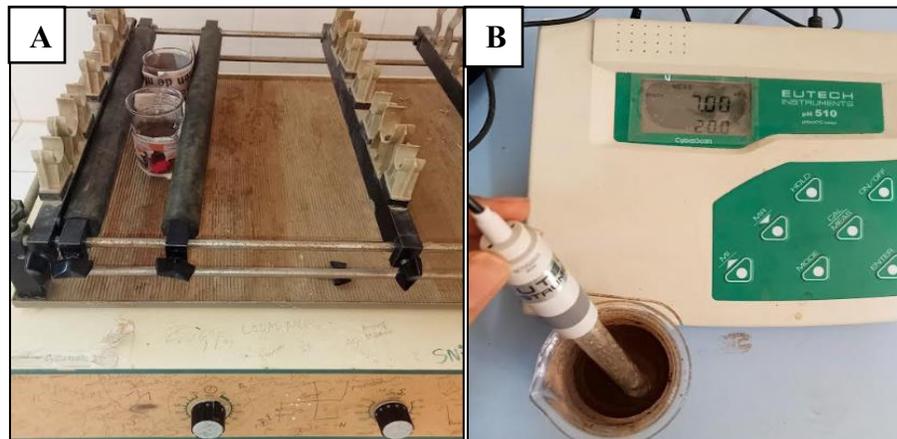


Figure 32 : A : Agitateur / B : pH mètre (KABLI, 2024).

Tableau 24 : Echelle d'appréciation du pH.

pH	Sol
<3,5	Hyperacide
3,5 - 4,2	Très Acide
4,2- 5	Acide
5 - 6,5	Peu Acide
6,5 - 7,5	Neutre
7,5 - 8,7	Basique
> 8,7	Très Basique

4.4. Conductivité électrique

D'après SARI-ALI (2014), la conductivité électrique est une autre caractéristique des sols, c'est-à-dire que l'état chimique d'une solution de sel possède une conductivité électrique donnée. La conductivité électrique varie en fonction de la quantité d'électrolytes et est exprimée en mS/cm. elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre. Tous les échantillons ont le même rapport entre la quantité de sol et la quantité d'eau requise pour préparer l'extrait. Ce pourcentage peut différer en fonction des laboratoires, mais il est généralement de 1/5.



Figure 33 : Echelle de salure en fonction de la conductivité de l'extrait aqueux

➤ Mode opératoire

On commence par mélanger 20 g de sol avec 100 ml d'eau et on laisse reposer le mélange pendant 30 minutes. Ensuite, on filtre la suspension obtenue ; il est essentiel que le filtrat soit parfaitement clair. On plonge ensuite l'électrode du conductimètre dans la solution filtrée, puis on lit et enregistre les valeurs de conductivité obtenues (figure 34).



Figure 34 : Mesure de la conductivité électrique (KABLI, 2024).

4.5. Définition du diagramme triangulaire

Le diagramme triangulaire, souvent appelé triangle des textures (figure 35), est un graphique spécialisé dans lequel les trois côtés représentent respectivement les pourcentages de sable, de limon et d'argile présents dans un échantillon de sol. Ce type de diagramme est employé afin de déterminer la typologie texturale du sol en fonction de la proportion relative de ces trois composants.

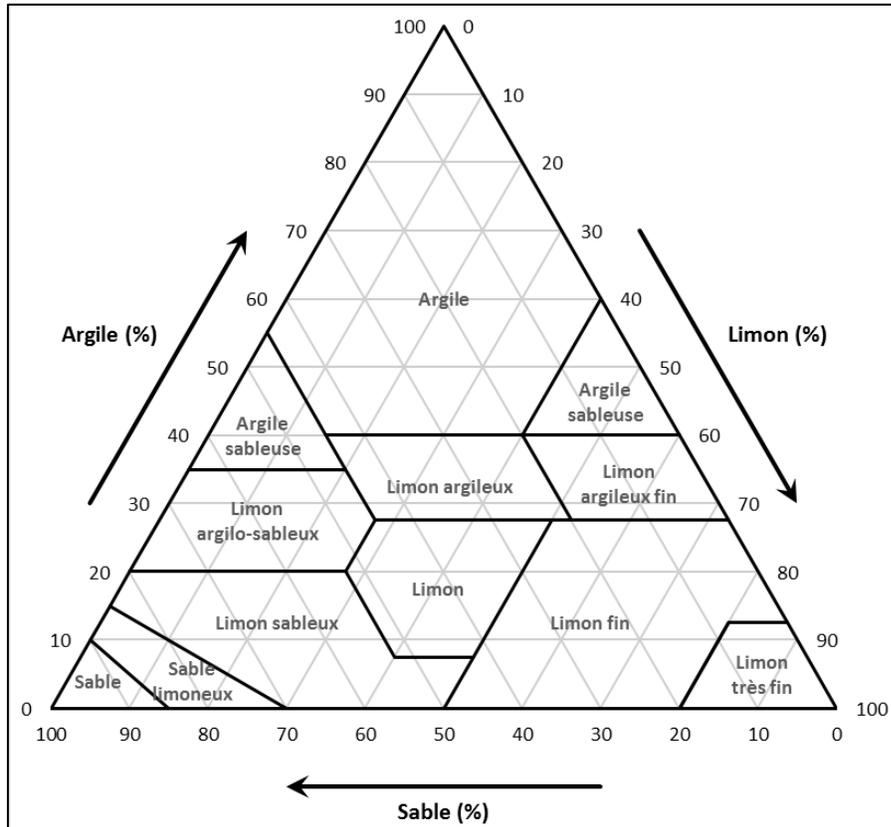


Figure 35 : Triangle des textures de sol

5. Résultats et interprétations

Tous les résultats obtenus des analyses physico-chimiques du sol, visant à une connaissance approfondie du milieu (pH, granulométrie, calcaire.....), de la station d'étude « Rachgoun » sont représentés dans le tableau n°25. Par ailleurs, les résultats détaillés de l'analyse granulométrique ont été représentés sur le triangle des textures de sol (Figures36 et 37) pour une meilleure visualisation et interprétation.

Tableau 25 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol de la station « Rachgoun ».

	Echantillons	
	Surface	Profondeur
Profondeurs(cm)	0 – 30	> 30
Couleur	7.5YR4/4	7.5YR4/3
Granulométrie (%)		
Sable	74%	67%
Limon	21%	28%
Argile	05%	05%
Type de texture	Sablo Limoneuse	Limono-sableuse
pH	7.24	7.00
Appréciation	Neutre	Neutre
Conductivité électrique(mS/cm)	0.474	0.35
Estimation de la salinité	Non salé	Non salé
CaCO3 (%)	8.16	7.73
Quantité	Moyenne	Moyenne
Matière organique	2.1%	1.6%
Estimation (%)	Forte	Moyenne

Nous avons analysé deux échantillons de sol (surface et profondeur) dans cette station, prélevés sous les pieds des peuplements d'*Osyris lanceolata*.

- Initialement, il n'y a pas de grande différence entre la couleur de l'échantillon de surface (7.5YR 4/4) et celui de profondeur (7.5YR 4/3), les deux correspondant à une teinte Brown. Cette similitude suggère une homogénéité de la composition du sol sur différentes profondeurs
- Les analyses approfondies ont permis de déterminer une texture sablo-limoneuse pour l'horizon de surface et limono-sableuse pour celui en profondeur. Le taux de sable, variant de 67% à 74%, et le taux de limon variant, de 21% à 28% témoignent de la prédominance de ces composants dans la texture globale du sol. En revanche, le taux d'argile demeure très faible, ne dépassant pas 5% pour les deux échantillons.
- La conductivité électrique mesurée indique que le sol n'est pas salé pour l'ensemble des échantillons. Avec un pH neutre pour chacun des échantillons.

- La quantité de CaCO_3 est moyenne, variant de 7,73% à 8,16% pour les deux échantillons.
- Pour l'échantillon prélevé en surface, le taux de matière organique est significativement fort, tandis que pour l'échantillon en profondeur, il demeure à un niveau moyen.

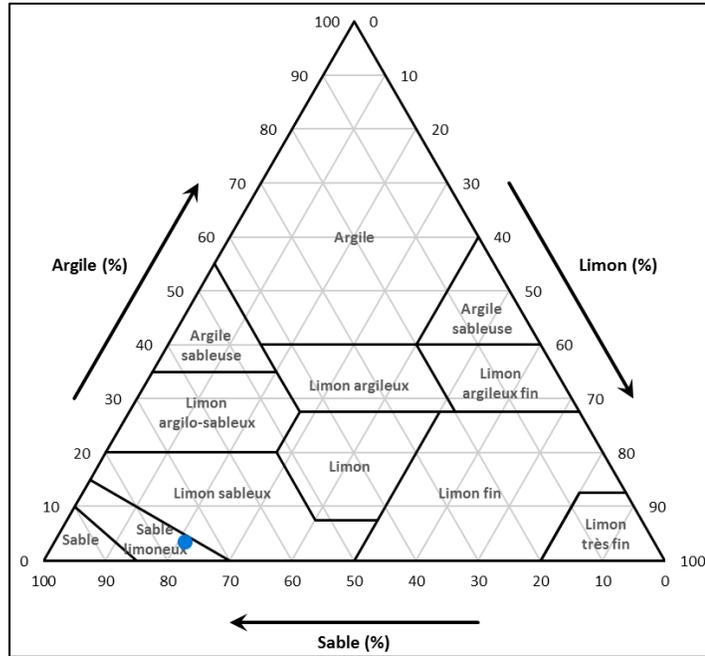


Figure 36 : Triangle textural de l'échantillon de surface de la station « Rachgoun ».

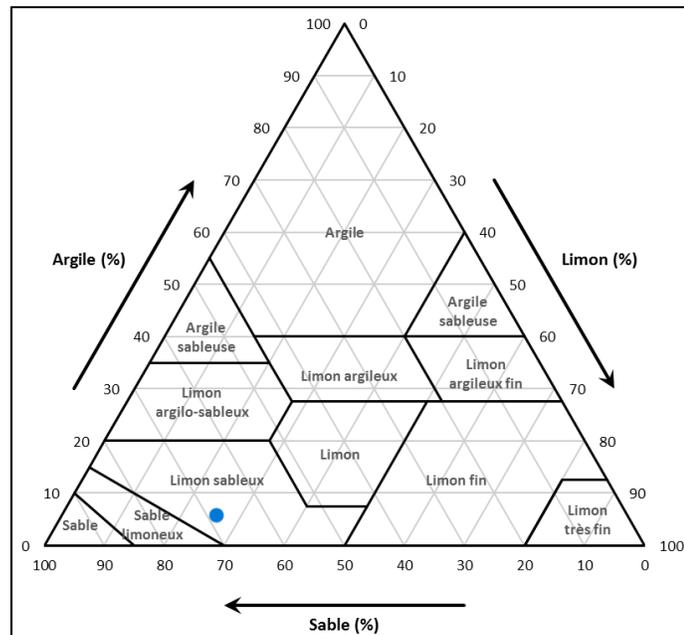


Figure 37 : Triangle textural de l'échantillon de profondeur de la station « Rachgoun ».

Conclusion

En conclusion, l'analyse pédologique approfondie de la station « Rachgoun » a donné une description précise des caractéristiques physiques et chimiques du sol, ce qui fournit des informations précieuses et essentielles sur sa composition et sa structure. Les études menées ont mis en évidence une texture sablo-limoneuse en surface et limono-sableuse en profondeur, avec des proportions majoritaires de sable et de limon et un taux d'argile relativement faible. Cette répartition granulométrique indique une certaine uniformité de la composition du sol, mettant en évidence des conditions propices à la croissance des végétaux.

Le sol de la station « Rachgoun » présente un pH neutre, aussi bien en surface qu'en profondeur, ainsi qu'une faible conductivité électrique, ce qui indique l'absence de salinité significative. Les résultats des analyses ont révélé une variation notable du taux de matière organique, plus élevé en surface (2,1 %) qu'en profondeur (1,6 %). Cette différence est typique des sols en contact direct avec la litière végétale, où l'apport de matière organique est plus conséquent. De plus, la quantité de carbonate de calcium (CaCO_3), oscillant entre 7,73 % et 8,16 %, caractéristique des sols de cette région.

Ces informations sont cruciales pour appréhender l'impact des caractéristiques pédologiques sur la flore locale. Elles revêtent une importance capitale pour les sols très vulnérables à la dégradation, qui requièrent une gestion immédiate et adéquate pour éviter la dégradation des terres environnantes. Il est donc essentiel d'effectuer une intervention rapide et bien organisée afin de préserver la santé écologique de ces écosystèmes.

Chapitre V :

Etude Histologique

Introduction

En raison de l'absence de données précises sur l'anatomie et les mesures des tissus d'*Osyris lanceolata*, cette étude vise à fournir un aperçu des formes et des tailles moyennes des tissus des différents organes de cette espèce, notamment les feuilles et la tige.

Ce chapitre présente une analyse histologique détaillée de l'espèce résineuse *Osyris lanceolata*, mettant en évidence ses caractéristiques structurelles et fonctionnelles. En outre, ce travail a pour objectif d'enrichir la littérature scientifique en fournissant de nouvelles informations sur cette plante peu étudiée, dans l'espoir de stimuler et d'orienter de futures études dans ce domaine. Nos résultats sont présentés sous forme de planches illustrant les meilleures coupes anatomiques des différentes parties de la plante, tandis que les mesures des différents tissus sont détaillées dans nos tableaux histométriques pour une référence précise.

1. Étude histologique

La signification étymologique de « histologie » est « science des tissus », dérivée du grec « Histo » qui signifie « tissus » et « logs » qui signifie « science ». Selon **CRETE (1965)**, l'histologie consiste à examiner les associations de cellules en tissus. Le domaine de la biologie végétale appelé histologie végétale se concentre sur l'analyse de la structure microscopique des tissus végétaux. Cette discipline offre un cadre fondamental pour l'analyse de la physiologie (**LESSON & LESSON, 1980**).

L'étude histologique permet de saisir le fonctionnement morphologique et physiologique des plantes présentes dans un milieu naturel. L'étude microscopique des tissus végétaux permet de mettre en évidence les caractéristiques structurelles et fonctionnelles des cellules. Cela comprend l'analyse de la composition des cellules, de leur dimorphisme et de leur interdépendance au sein des différents tissus.

On parle aussi d'anatomie microscopique. Selon **SPERANZA & CALZONI (2005)**, le terme "anatomie" fait référence au fait de "couper" afin de découvrir les caractéristiques des structures internes, un examen qui se fait généralement au niveau microscopique. Tandis que l'histologie examine la qualité des tissus, l'anatomie examine leur position dans l'organisme, ce qui permet de saisir leurs relations de développement et d'association à des niveaux hiérarchiques de plus en plus élevés, jusqu'à celui de l'organe.

1.1. Généralités sur les tissus végétaux

Un tissu est composé d'un groupe de cellules d'origine embryonnaire commune, partageant des caractéristiques morphologiques similaires et différenciées de façon similaire pour la réalisation d'une fonction particulière. Différentes catégories structurales ou fonctionnelles peuvent être attribuées aux tissus en fonction de leurs caractéristiques et de leurs fonctions au sein de l'organisme.

1.2. Classification des tissus végétaux

Selon **RAVEN et al. (2007)** les tissus végétaux sont classés en 4 types :

1.2.1. Les tissus protecteurs

D'après **NABORS (2008)**, les tissus qui couvrent la plante assurent sa protection des dommages physiques et de la déshydratation, Pendant la première année de croissance, les végétaux apparaissent avec une assise cellulaire, connue sous le nom d'épiderme chez les tiges et de rhinoderme chez les racines, au niveau de laquelle les cellules sont fixées. L'épiderme et le rhinoderme sont remplacés par un tissu de protection appelé périderme chez les plantes vivant plus d'une année (plantes pérennes). Ce tissu secondaire est principalement composé de suber, dont les cellules mortes contribuent à la protection de la plante contre la prédation et la perte d'eau.

1.2.2. Les tissus fondamentaux

Ils se composent de parenchyme, également connu sous le nom de tissu de remplissage, un tissu constitué de cellules vivantes, souvent en nombre élevé, qui présentent un niveau de différenciation diversifié. Il arrive souvent que la vacuole soit unique et cruciale. Une circulation symplasmique est favorisée par des plasmodesmes.

Les parenchymes se trouvent principalement au niveau :

- Des tiges (avec une concentration modérée à faible de chlorophylle) et des racines (sans chlorophylle) : Disponible soit en position centrale (parenchyme médullaire), soit en position périphérique (parenchyme cortical).
- Des feuilles, il y a souvent une variation entre un parenchyme palissadique (partie supérieure) et un parenchyme lacuneux (partie inférieure, remplie de défauts aériens) (**BERTHET, 2006**).

1.2.3. Les tissus de soutien

Les tissus de soutien sont composés de cellules à paroi épaisse, ce qui leur confère une certaine rigidité, en particulier chez les plantes herbacées. Parmi ces tissus, on peut citer le collenchyme et le sclérenchyme, qui jouent un rôle essentiel dans la fourniture de soutien structurel aux plantes herbacées.

- Le collenchyme, composé de cellules à membrane cellulosique, permet à la plante de poursuivre sa croissance dans la zone en question.
- Le sclérenchyme, qui est composé de cellules à membrane lignifiée, empêche la plante de se développer. Ces cellules génèrent des fibres et des sclérites par leur production.

1.2.4. Les tissus conducteurs

Selon **ROLAND et al. (2008)**, les tissus conducteurs (xylème et phloème) ou tissus vasculaires constituent le système vasculaire qui permet de relier les différentes parties de la plante.

En direction de l'intérieur de la plante, le xylème dirige la sève brute (ascendante) des racines vers les autres parties de la plante. Par contre, la sève élaborée, riche en éléments organiques provenant de la photosynthèse, est transportée par le phloème vers toutes les parties de la plante dans un mouvement principalement descendant.

1.3. Matériel et méthodes

L'étude histologique des tiges et des feuilles d'*Osyris lanceolata* nous permet d'étudier de manière approfondie les structures tissulaires de ces parties de la plante.

La précision des coupes est très importante pour la qualité des observations. Effectivement, il est primordial de réaliser des coupes minces et régulières pour identifier précisément les différents tissus. Nous avons besoin d'une liste précise de matériel et d'un ensemble de solutions chimiques pour l'étude histologique de notre espèce, dont des fixateurs, des colorants, etc. Il est également crucial de suivre une méthodologie rigoureuse, en laboratoire, afin d'assurer des résultats fiables et reproductibles.

1.3.1. Matériel utilisé

Pour l'analyse histologique de l'espèce et la préparation des coupes anatomiques, il est indispensable d'avoir un équipement expérimental strict, comprenant une liste précise de matériel. En outre, cela nécessite un ensemble de solutions chimiques afin de préparer et d'analyser les échantillons de manière optimale, comme indiqué dans le tableau 26 ci-dessous.

Tableau 26 : Matériel pour l'étude histologique

<i>Sur terrain</i>		<i>Au laboratoire</i>
Pioche	<i>Matériel et appareil</i>	Lames de rasoir
Gants		Des verres de montre pour mettre les coupes
		Pince fine
		Passoire pour filtrer les coupes
		Des lames porte objets
		Des lamelles couvre objets
		Un microscope optique pour l'observation des coupes
		Un micromètre pour effectuer les mesures histométriques
	<i>Solutions utilisées</i>	Eau distillée (Rinçage)
		Eau de javel
		Acide acétique à 10% (Fixateur)
		Bleu de méthylène
		Carmin aluné

1.3.2. Méthodes d'étude

□ Sur le terrain

Au mois de mars, les échantillons frais de l'espèce *Osyris lanceolata* ont été récoltés au niveau de la station « Rachgoun ». Dans le but de faciliter les coupes histologiques et de préserver l'intégrité des tissus végétaux, les échantillons ont été placés dans un bocal rempli d'eau du lieu de récolte et transportés rapidement au laboratoire. Grâce à ce procédé, les échantillons restent frais et humides pendant le transport, ce qui les préserve de la déshydratation et de la détérioration.

□ Au laboratoire

Nous mettons l'accent sur la réalisation de coupes minces pour pouvoir identifier précisément les différents tissus. Les tiges et les feuilles, qui sont des organes d'intérêt histologique doivent être en parfait état, c'est-à-dire qu'ils ne doivent pas être déformés par des dents d'animaux ou par tout autre dommage. Il est important que les feuilles et les tiges choisies soient d'âge intermédiaire, ni trop anciennes ni trop jeunes, afin d'assurer une représentativité optimale des types de tissus. Donc, nous avons opté pour des échantillons d'âge moyen, afin de réduire les différences liées à la maturité et d'obtenir des résultats plus homogènes et fiables lors de l'analyse histologique.

1- Préparation des coupes

Nous avons effectué des coupes transversales fines au laboratoire à l'aide d'une lame de rasoir et en utilisant la méthode des coupes à main levée. Les coupes ont été réalisées au niveau des feuilles et des tiges, des échantillons ont également été prélevés de l'épiderme des feuilles. Il est essentiel de réaliser ces prélèvements avec le plus grand soin, car la qualité de l'observation au microscope repose sur la précision des coupes, les coupes ont été placées dans des verres de montre remplis d'eau distillée afin d'éviter leur dessèchement et le maintien de leur intégrité. Ceci permet de préserver l'hydratation des tissus et de simplifier les prochaines étapes de la préparation histologique. Ensuite, les coupes les plus fines et les mieux conservées ont été sélectionnées pour passer à l'étape de la coloration.

2- Double coloration des coupes

Dans cette étude, nous utilisons une technique couramment employée : la double coloration au bleu de méthylène et au carmin aluné. Cette méthode permet de mettre en évidence les deux types de tissus conducteurs présents dans la structure histologique de la plante.

- Le bleu de méthylène colore les tissus lignifiés, tels que le xylème, en bleu ou en vert, facilitant leur identification ;
- Le carmin aluné teinte les tissus cellulosiques, comme le phloème, en rose, permettant de visualiser clairement ces structures.

La technique :

- 1- **Destruction du contenu cellulaire :** Plonger les coupes dans une solution d'eau de Javel pendant 15 à 20 minutes pour éliminer le contenu cellulaire.
- 2- **Rinçage soigneux :** Transférer les coupes successivement dans trois verres de montre contenant de l'eau distillée pour éliminer toutes traces d'hypochlorite de sodium, en veillant à un rinçage complet.
- 3- **Immersion dans l'acide acétique :** Immerger les coupes dans de l'acide acétique pendant 5 à 10 minutes pour fixer les colorants.
- 4- **Coloration au bleu de méthylène :** Plonger les coupes dans une solution de bleu de méthylène pendant moins de 30 secondes pour teindre les tissus lignifiés (xylème) en bleu. Cette étape est rapide pour éviter une sur-coloration.
- 5- **Rinçage répétitif :** Rincer les coupes à l'eau distillée pour éliminer l'excès de bleu de méthylène, répétant ce processus jusqu'à ce que l'eau de rinçage soit claire.
- 6- **Traitement au carmin aluné :** Plonger les coupes dans une solution de carmin aluné pendant 10 à 15 minutes pour teindre les tissus cellulosiques (phloème) en rose, permettant une distinction claire des différents types de tissus.
- 7- **Rinçage final :** Rincer les coupes à l'eau distillée pour éliminer l'excès de carmin aluné, garantissant une coloration nette et précise des échantillons.

3- Montage des coupes et observation au microscope

Nous avons choisi et monté délicatement 50 coupes les plus fines à l'aide d'une pince sur une lame et nous avons déposé au-dessus une goutte d'eau ; ensuite, une lamelle a été soigneusement posée sur la coupe pour éviter la formation de bulles d'air et garantir une bonne visibilité. Enfin, les lames préparées ont été soumises à l'observation microscopique pour une analyse détaillée des structures tissulaires.

L'observation microscopique a été réalisée à l'aide d'un microscope optique, d'abord à un grossissement de 10x10, puis à un grossissement de 10x40. Les meilleures coupes observées ont été sélectionnées pour prendre des photographies et identifier les tissus des différentes parties de la plante.



Figure 38 : Matériel utilisée lors de l'étude histologique (KABLI,2024).



Choix des bonnes parties de la plante pour réaliser de belles coupes



Préparation des coupes



Placer les coupes dans l'eau distillée



Après avoir été blanchis avec de l'eau de javel et rincé



Fixation par l'acide acétique



Couleur avec du bleu de méthylène, puis rinçage.



Utilisation du carmin aluné pour recolorer, puis rinçage.



Placement entre lame et lamelle



Observation sous microscope optique

Figure 39 : Différentes étapes de préparation des coupes histologiques (KABLI, 2024).

1.3.3. Résultats et interprétation

Les résultats de l'analyse histologique d'*Osyris lanceolata* constituent certaines des données les plus essentielles révélées par notre recherche et forment le fondement même de ce mémoire. L'examen microscopique des coupes transversales des tiges et feuilles a permis de mettre en évidence des différences significatives dans l'épaisseur des tissus végétaux des coupes en fonction de la taille des organes prélevés.

Les résultats de cette analyse incluent des tableaux détaillés des mesures micrométriques, qui fournissent des données quantitatives précises sur les dimensions des différents tissus observés. Ces tableaux sont accompagnés de photographies illustratives, présentées ci-dessous.

□ Observations

1- La tige

L'observation des coupes de la tige d'*Osyris lanceolata* sous microscope a permis d'observer les tissus suivants :

- **L'épiderme** : composé d'une seule couche de cellules superficielles, plus ou moins épaisses.
- **Le parenchyme** : Leurs cellules sont de taille importante, isodiamétriques ou allongées. Leurs vacuoles présentent une grande expansion, mais leurs parois pectocellulosiques sont fragiles et souples en raison de l'absence de paroi secondaire.
- **Sclérenchyme** : formé de cellules mortes, à paroi secondaire entièrement lignifiée. Il assure la protection mécanique du végétal contre les agressions par les grains de sable, il est bien développé.
- **Phloème** : Tissu conducteur de la sève élaborée. Il est constitué de cellules vivantes. Coloré en rose
- **Xylème** : C'est le tissu dans lequel circule la sève brute. Coloré en bleu
- **Le parenchyme médullaire (La moelle)** : connue aussi sous le nom de parenchyme de remplissage il se trouve au niveau de centre de la tige qui joue un rôle de stockage et un rôle de remplissage.

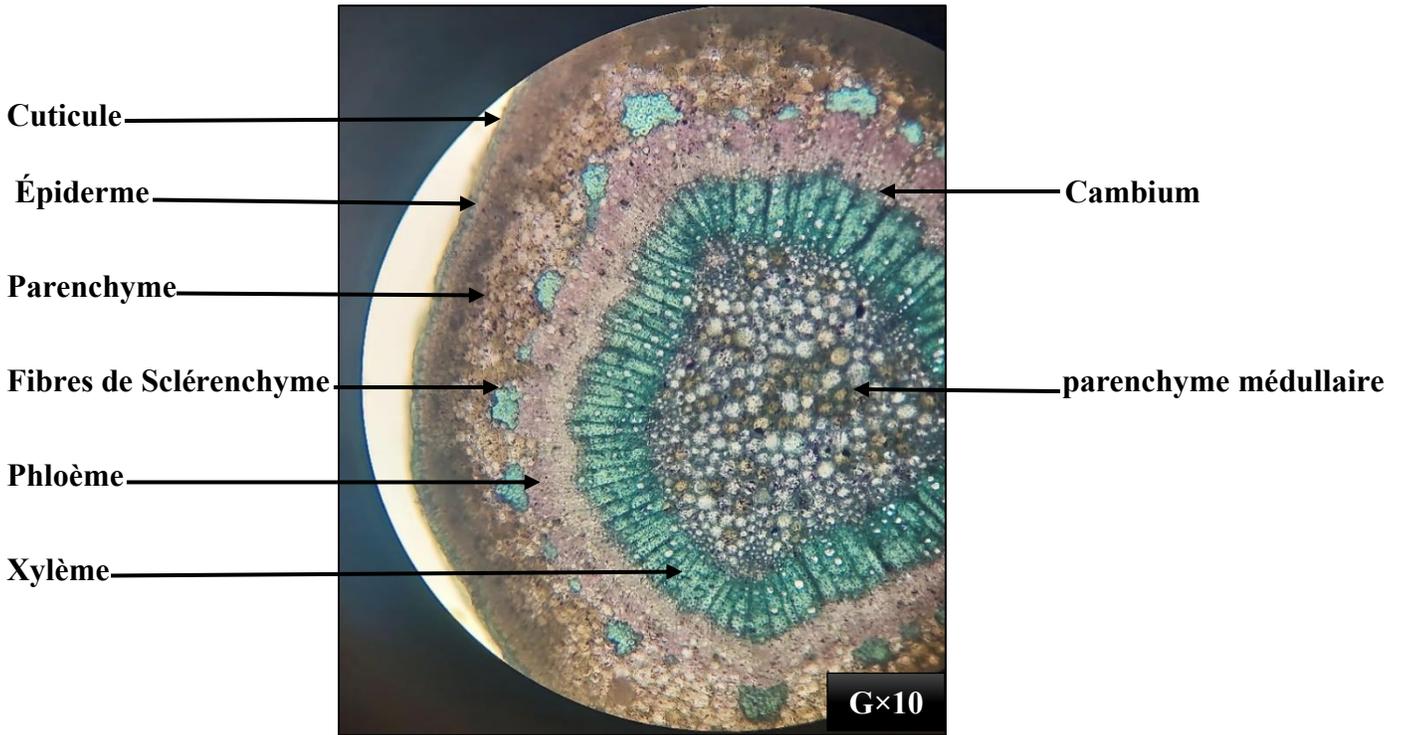


Figure 40 : Observation microscopique d'une coupe histologique de la tige d'*Osyris lanceolata* (KABLI, 2024).

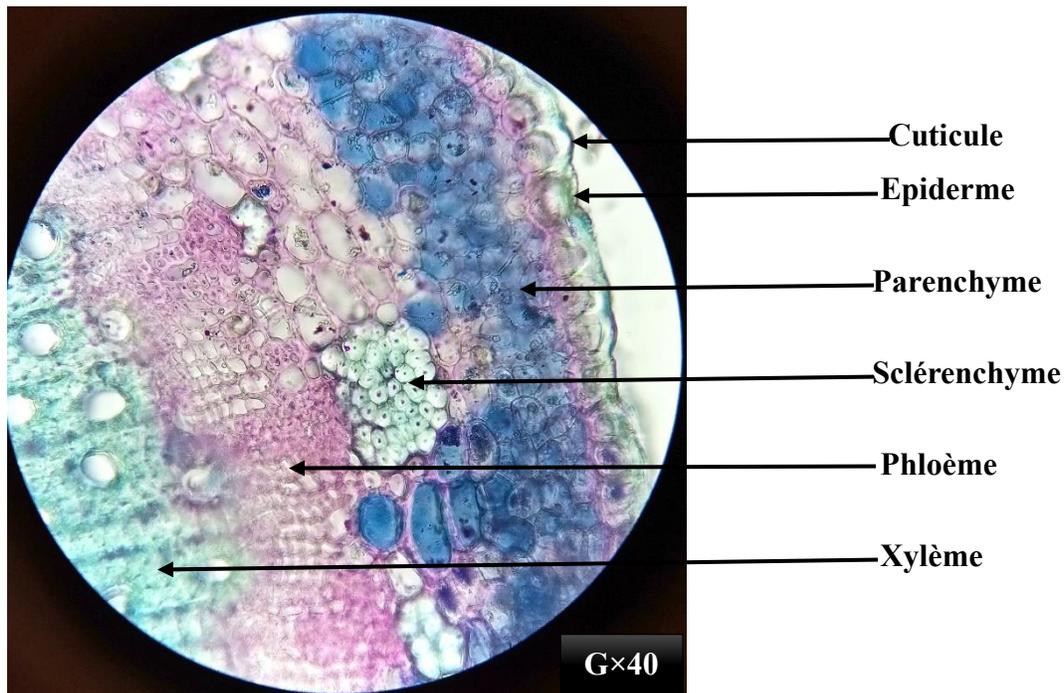


Figure 41 : Observation microscopique des tissus au niveau de la tige d'*Osyris lanceolata* (KABLI, 2024).

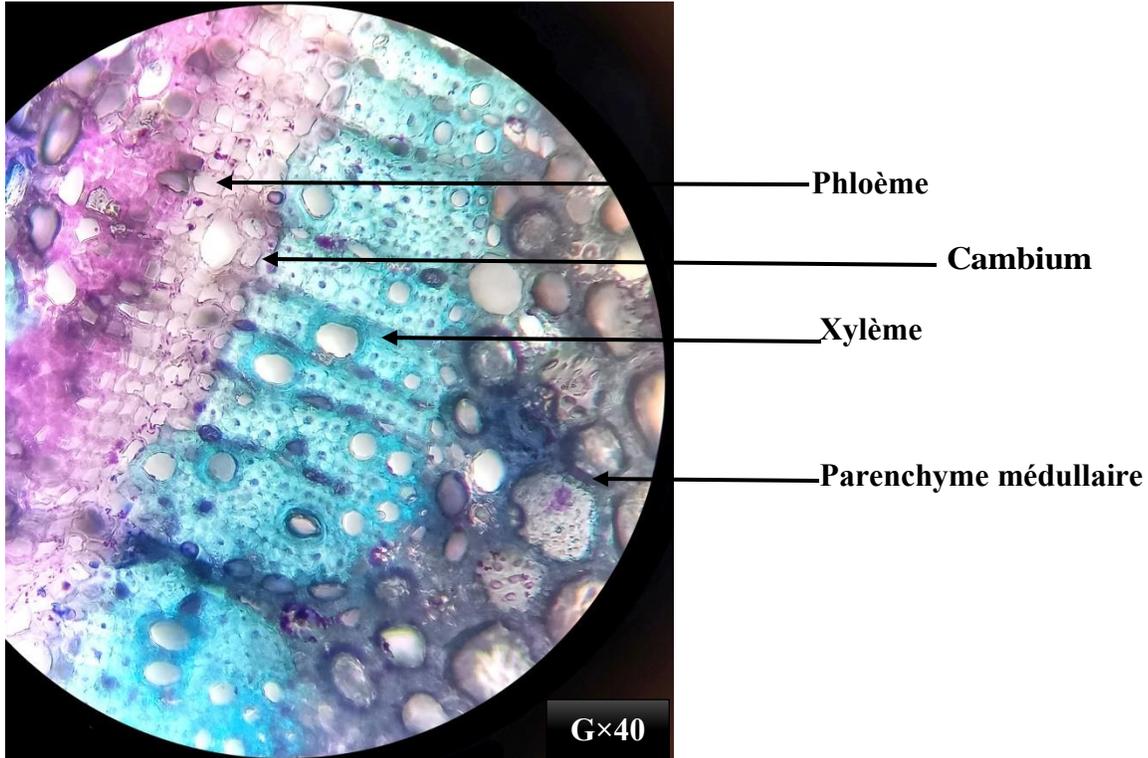


Figure 42 : Observation microscopique du xylème, phloème et de la moelle au niveau de la tige d'*Osyris lanceolata* (KABLI, 2024).

2- La feuille

En examinant une coupe transversale de feuille à l'aide d'un microscope binoculaire, nous observons les différents tissus dans l'ordre suivant, de l'extérieur vers l'intérieur :

- **Epiderme ;**
- **Parenchyme palissadique chlorophyllien ;**
- **Les faisceaux libéro-ligneux (Phloème, Xylème) centrales et périphériques.**

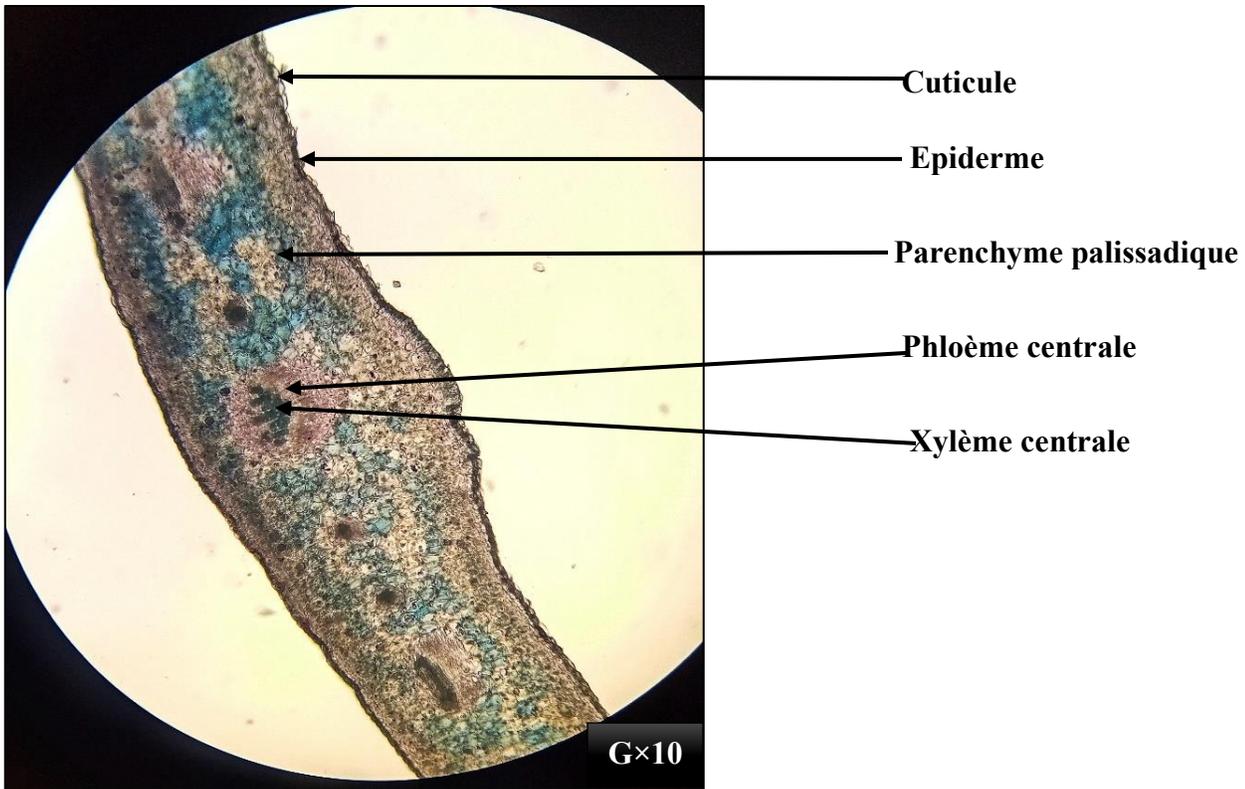


Figure 43 : Vue d'ensemble d'une coupe histologique de la feuille d'*Osyris lanceolata* (KABLI, 2024).

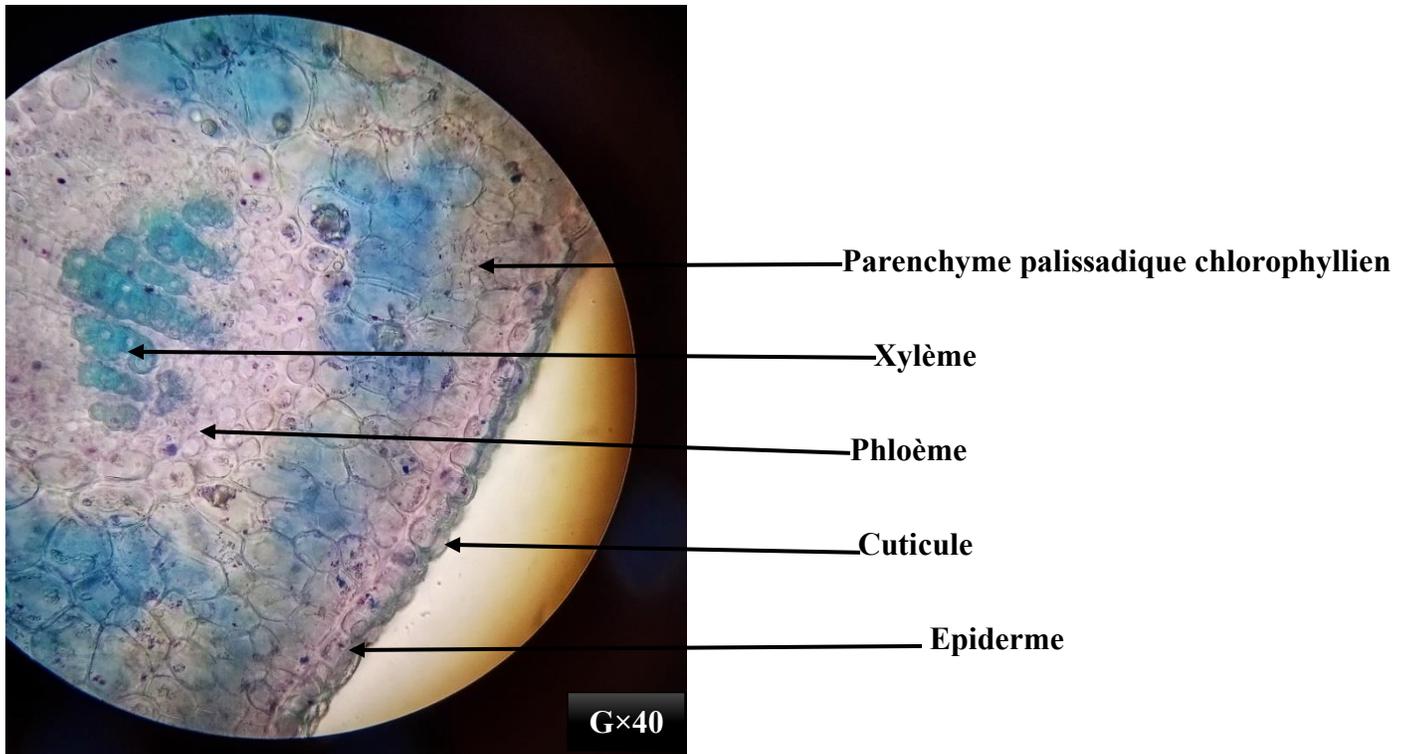


Figure 44 : Coupe histologique de la feuille d'*Osyris lanceolata*. (KABLI, 2024).

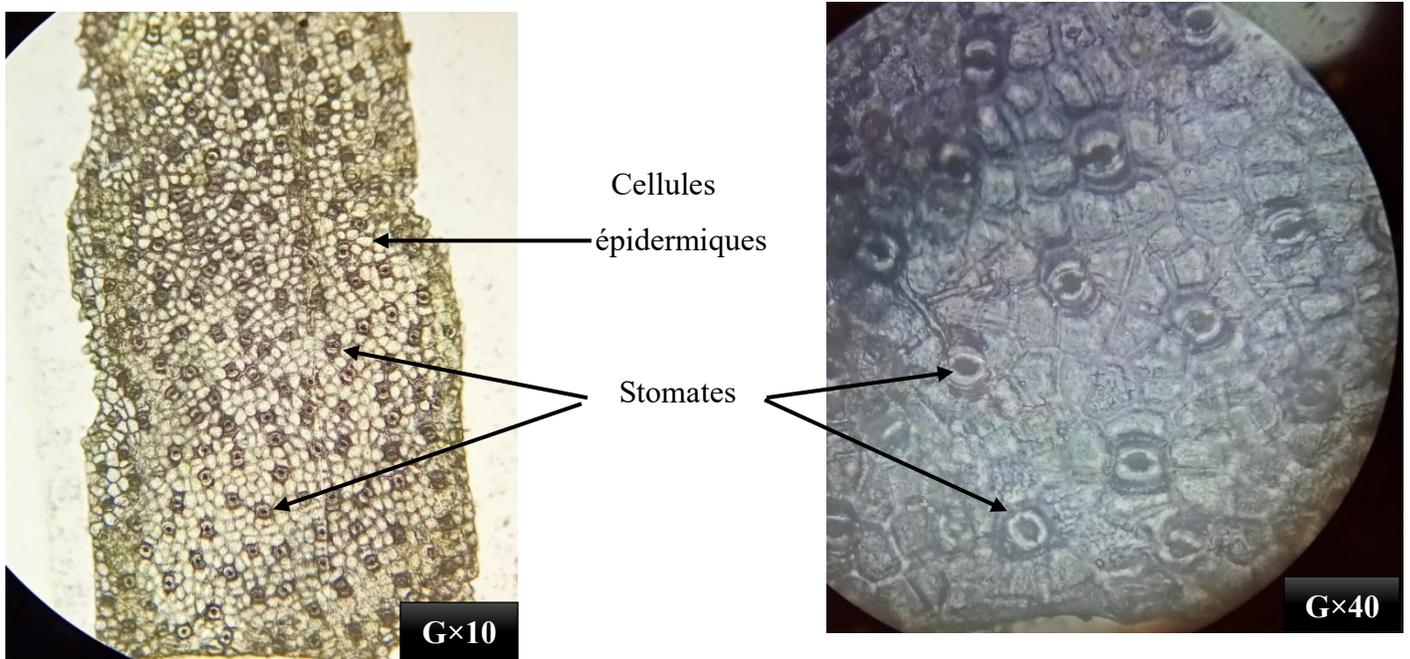


Figure 45 : Observation microscopique des stomates au niveau de l'épiderme de la feuille d'*Osyris lanceolata*. (KABLI, 2024).

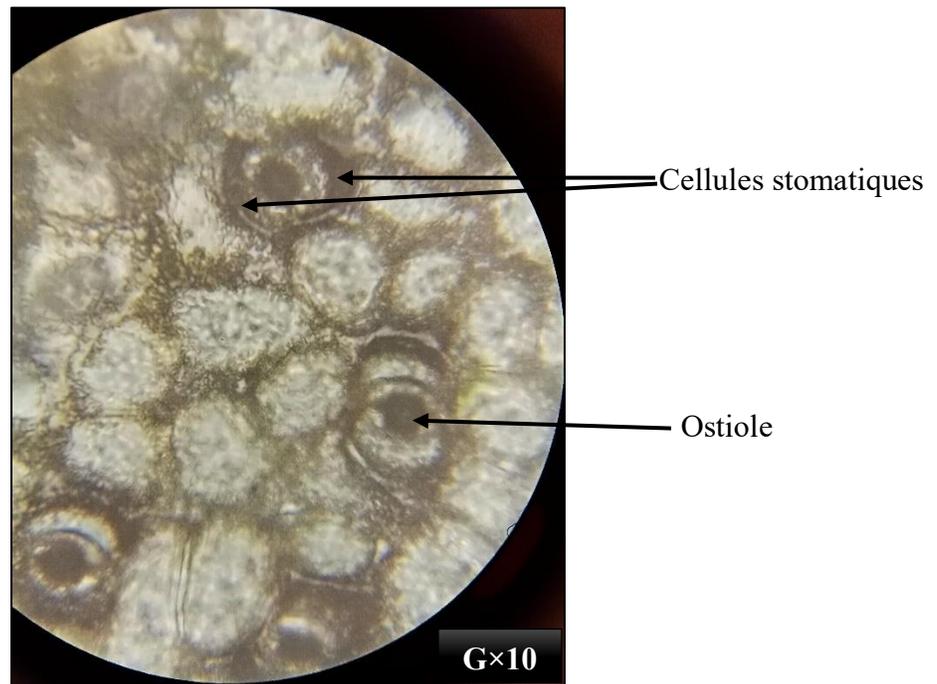


Figure 46 : Observation microscopique d'un stomate fermé (KABLI, 2024).

2. Etude histométrique

L'étude histométrique, qui consiste à mesurer et à étudier les dimensions des structures tissulaires, permet d'obtenir des informations précises sur l'épaisseur et l'organisation des divers tissus observés. Les tissus ont été mesurés à l'aide d'un micromètre sur 50 coupes pour chaque organe (tige et feuille) et les résultats ont été consignés dans les tableaux ci-dessous.

- **Mesures de la tige**

Tableau 27 : Mesures histométriques des tissus de la tige d'*Osyris lanceolata*.

Tissus (µm)						
les coupes	Epiderme	Parenchyme	Sclérenchyme	Phloème	Xylème	Moelle
01	0,3	2	0,5	0,8	1,3	2,8
02	0,2	2,2	0,4	1	1,2	3,9
03	0,2	2,1	0,3	1	1,1	3,4
04	0,3	2,8	0,4	0,9	1,3	3,8
05	0,1	1,7	0,5	0,8	1,1	3,3
06	0,2	2	0,4	1	1,3	2,8
07	0,3	2,1	0,5	1,1	1,4	3,5
08	0,3	1,8	0,3	1,1	1,5	2,4
09	0,1	1,6	0,4	0,9	1,3	4,2
10	0,2	1,9	0,5	0,7	1,1	3,4
11	0,2	2,3	0,3	1	1,3	4
12	0,1	1,8	0,3	0,7	1,1	3,3
13	0,3	2	0,4	0,9	1,3	1,9
14	0,1	1,8	0,4	1,1	1,2	3,4
15	0,2	2,1	0,3	0,8	1,3	4,1
16	0,3	2,1	0,3	1,2	1,4	3,9
17	0,3	2	0,4	1	1,3	4
18	0,2	2,1	0,5	1,2	1,4	3,8
19	0,3	1,9	0,4	1	1,3	4,4

CHAPITRE V: ETUDE HISTOLOGIQUE

20	0,1	2,1	0,5	0,9	1,1	2,7
21	0,3	2	0,3	1	1,1	3,6
22	0,2	2,3	0,4	1,2	1,1	4
23	0,3	2	0,4	1	1,3	4,2
24	0,1	1,8	0,3	0,8	1,2	3,7
25	0,1	2	0,2	1	1,3	3,4
26	0,4	1,7	0,6	1,2	1,3	3,8
27	0,2	1,6	0,4	1,1	1,2	3,7
28	0,1	1,9	0,4	0,9	1,3	4,1
29	0,3	2,1	0,3	0,7	1,1	3,4
30	0,1	1,7	0,3	1,1	1,3	3,7
31	0,1	1,8	0,3	1,2	1	3,3
32	0,2	2,1	0,4	1,1	1,2	4
33	0,1	1,8	0,5	1	1,3	3,4
34	0,3	2,3	0,5	1,2	1,4	4,3
35	0,3	2,2	0,6	0,8	1,3	4,5
36	0,1	1,8	0,3	1	1,2	3,7
37	0,3	2,4	0,6	1,1	1,3	4
38	0,2	2,2	0,4	1	1,1	3
39	0,4	2,2	0,5	0,9	1	4,6
40	0,2	1,7	0,4	1,3	1,1	3,8
41	0,3	1,9	0,5	1,1	1,4	4,2
42	0,1	1,8	0,3	1,2	1,4	2,8
43	0,3	2,4	0,5	1	1,2	4,2
44	0,2	2,2	0,4	0,8	0,9	2,9
45	0,1	2,3	0,3	1,2	1,3	3,5
46	0,2	2,4	0,4	1,1	1,2	3,7
47	0,2	2,1	0,3	1,2	1,4	4,5
48	0,1	2,3	0,5	0,9	1,2	4,3
49	0,3	2,2	0,6	1	1,2	3,8
50	0,3	1,8	0,5	1,2	1	3,1

• Mesures de la feuille

Tableau 28 : Mesures histométriques des tissus de la feuille d'*Osyris lanceolata*.

Les tissus (µm)					
Les coupes	Epiderme Supérieur	Parenchyme palissadique	Phloème	Xylème	Epiderme Inférieur
01	0,2	3,1	0,8	0,6	0,2
02	0,3	2,8	1	0,8	0,1
03	0,3	3	0,8	0,6	0,3
04	0,1	2,6	0,7	0,5	0,2
05	0,2	2,9	0,5	0,6	0,3
06	0,2	3	0,5	0,7	0,3
07	0,3	2,8	0,6	0,7	0,2
08	0,2	3,1	0,5	0,6	0,1
09	0,1	3	0,5	0,7	0,1
10	0,3	3,1	0,8	0,6	0,3
11	0,2	2,9	0,7	0,5	0,1
12	0,2	3	0,5	0,8	0,2
13	0,3	3,2	0,7	0,6	0,2
14	0,2	3,3	0,8	0,6	0,3
15	0,3	2,7	0,5	0,7	0,3
16	0,1	2,6	0,5	0,6	0,2
17	0,3	3,1	0,6	0,8	0,2
18	0,2	3	0,5	0,6	0,1
19	0,3	3,3	0,6	0,5	0,2
20	0,3	3,3	0,5	0,7	0,3
21	0,2	3	0,8	0,5	0,3
22	0,1	2,5	0,6	0,6	0,2
23	0,2	3,2	0,7	0,5	0,3
24	0,1	3,1	0,6	0,7	0,1

CHAPITRE V: ETUDE HISTOLOGIQUE

25	0,2	3,2	0,5	0,6	0,2
26	0,2	3	0,7	0,4	0,1
27	0,3	2,8	0,5	0,5	0,3
28	0,2	2,6	0,8	0,5	0,3
29	0,1	3	0,6	0,5	0,2
30	0,1	2,9	0,5	0,7	0,1
31	0,3	3,4	0,7	0,4	0,2
32	0,2	3,2	0,4	0,5	0,3
33	0,2	2,6	0,5	0,6	0,2
34	0,2	2,8	0,5	0,5	0,3
35	0,3	3,1	0,7	0,4	0,3
36	0,1	2,7	0,4	0,5	0,1
37	0,3	3,3	0,7	0,4	0,2
38	0,1	2,8	0,6	0,5	0,2
39	0,1	3,1	0,7	0,6	0,2
40	0,2	2,7	0,8	0,5	0,2
41	0,1	2,6	0,4	0,5	0,1
42	0,2	3	0,6	0,5	0,2
43	0,2	3,2	0,5	0,7	0,3
44	0,2	3,1	0,5	0,6	0,3
45	0,3	3,3	0,5	0,5	0,3
46	0,2	2,8	0,7	0,6	0,2
47	0,2	2,7	0,5	0,7	0,1
48	0,1	2,6	0,6	0,4	0,2
49	0,3	3,1	0,5	0,6	0,2
50	0,2	2,9	0,8	0,6	0,1

2.1. Histogrammes

Les résultats de l'étude histométrique sont présentés sous forme d'histogramme afin de comparer les tissus des différentes coupes anatomiques des organes végétatifs, notamment la tige et la feuille.

- **La tige**

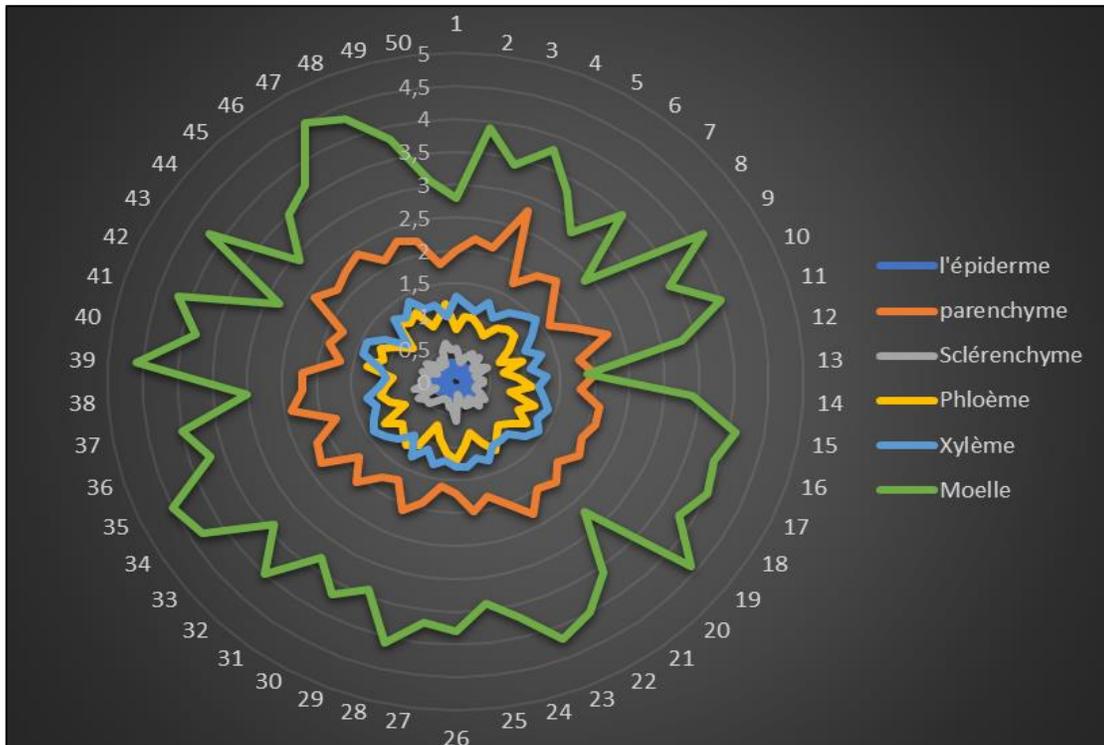


Figure 47 : Comparaison histométrique entre les différents tissus de la tige d'*Osyris lanceolata* dans la station « Rachgoun ».

L'histogramme comparatif (figure 47) des mesures histométriques des différents tissus de la tige d'*Osyris lanceolata*, prélevée dans la station « Rachgoun », met en évidence des différences notables dans l'épaisseur des tissus. Selon l'analyse, le parenchyme médullaire (la moelle) est le tissu le plus abondant, avec une nette avance sur les autres tissus en termes de volume. Par la suite vient le parenchyme, qui est le deuxième en termes de mesures. Le xylème et le phloème, tous deux des tissus conducteurs, se classent en troisième position. On retrouve ensuite le sclérenchyme. Finalement, le tissu le plus mince observé est l'épiderme.

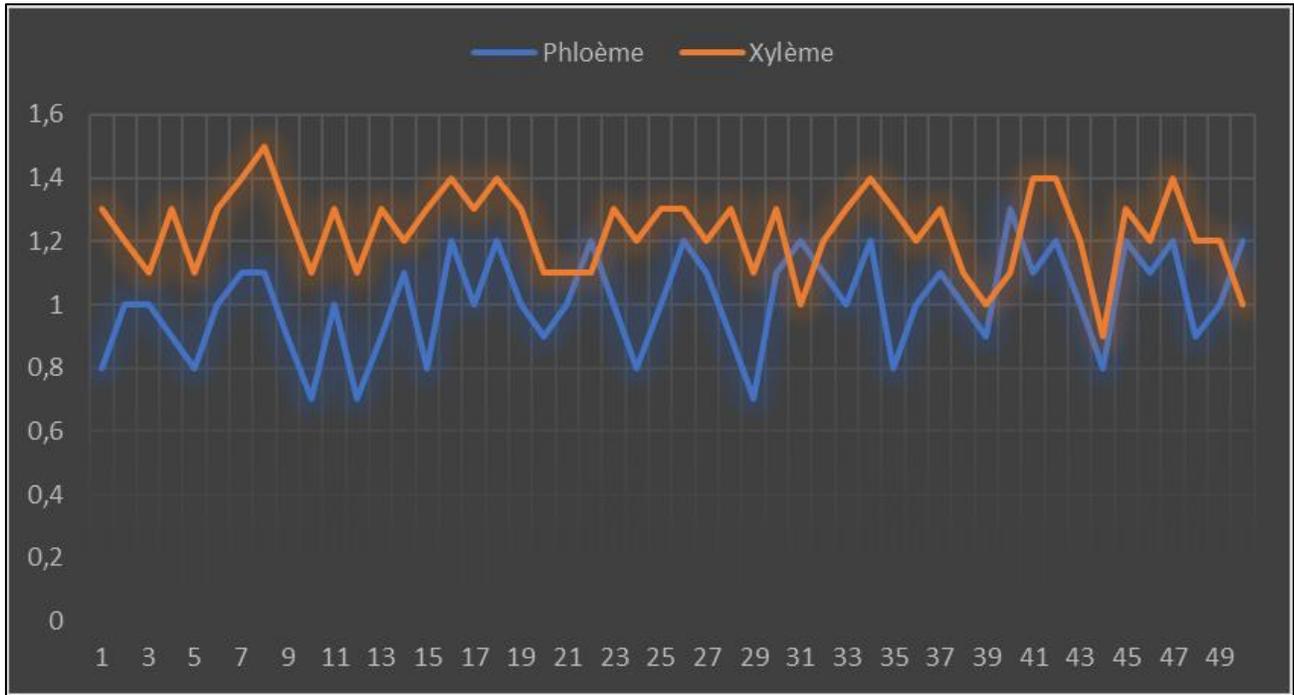


Figure 48 : Comparaison histométrique entre le xylème et le phloème de la tige d'*Osyris lanceolata*.

Les mesures histométriques comparées du xylème et du phloème de la tige d'*Osyris lanceolata* montrent une différence minime entre les dimensions des deux tissus. Les observations montrent que, dans certaines coupes, le xylème dépasse légèrement le phloème en terme d'épaisseur, tandis que dans d'autres, le xylème et le phloème présentent des dimensions identiques. Cette variation se manifeste par des croisements dans l'histogramme, indiquant que les deux types de tissus conducteurs ont des mesures très similaires.

• La feuille

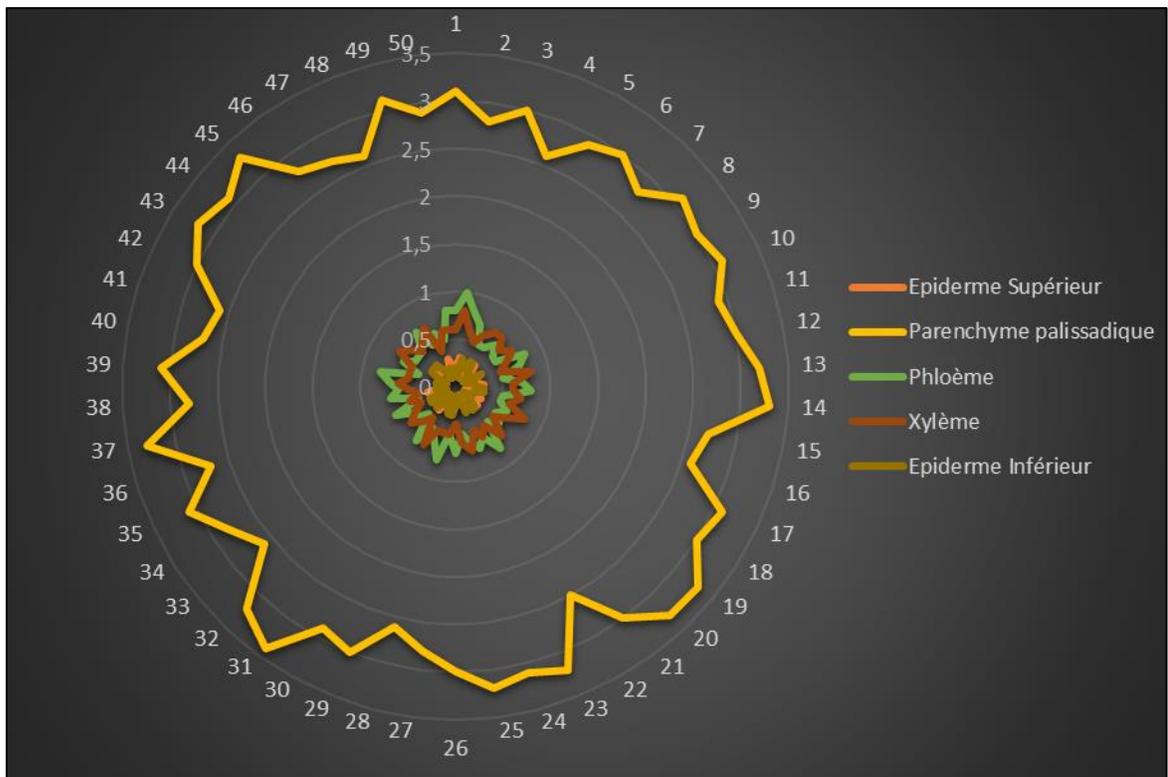


Figure 49 : Comparaison histométrique entre les différents tissus de la feuille d'*Osyris lanceolata* dans la station « Rachgoun ».

L'histogramme comparatif des mesures histométriques des différents tissus de la feuille d'*Osyris lanceolata*, prélevée dans la station « Rachgoun », met en évidence des différences notables dans l'épaisseur des tissus. Selon l'analyse, le Parenchyme palissadique chlorophyllien est le tissu le plus abondant, avec une nette avance sur les autres tissus en termes de volume. Par la suite vient le xylème et le phloème, tous deux des tissus conducteurs. Finalement, l'épiderme, qu'il soit supérieur ou inférieur, est identifié comme le tissu le plus mince observé.

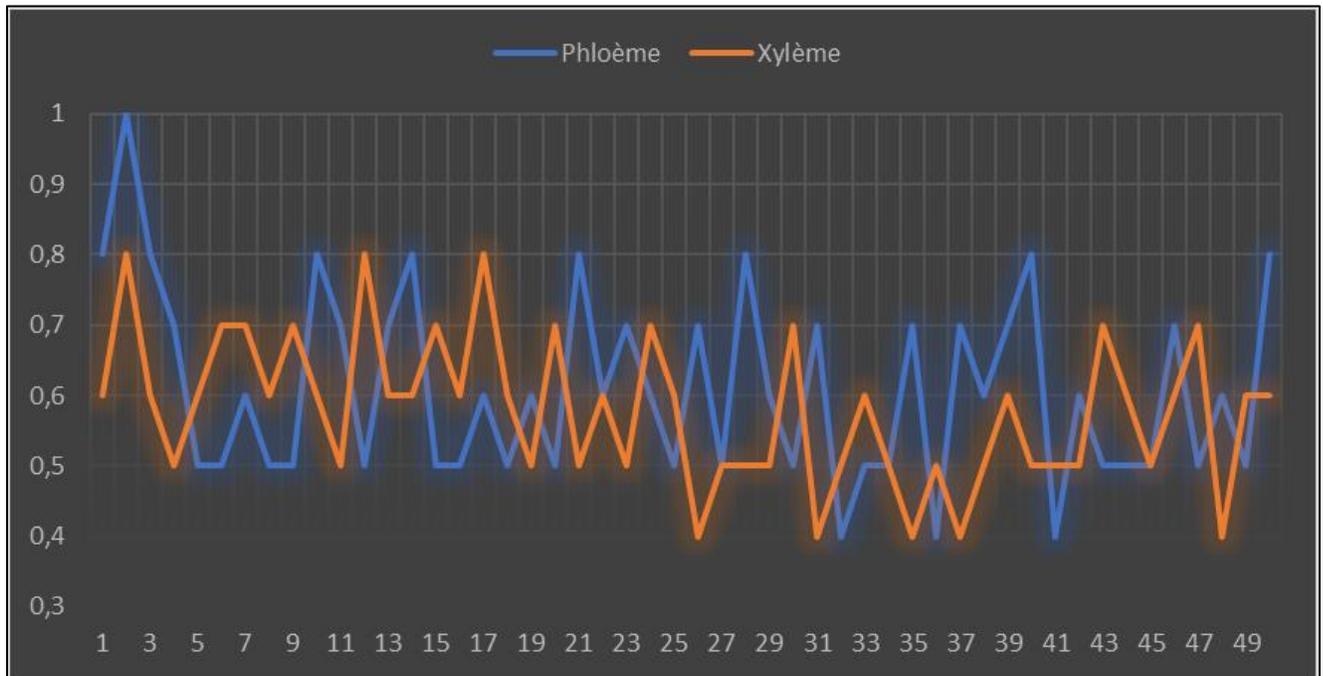


Figure 50 : Comparaison histométrique entre le xylème et le phloème de la feuille d'*Osyris lanceolata*.

Les valeurs histométriques du xylème et du phloème de la feuille d'*Osyris lanceolata* sont très proches les unes des autres. D'après les données, on observe une approche entre les dimensions, ce qui suggère que, dans certains cas, l'épaisseur du phloème est supérieure à celle du xylème, et vice versa. On peut observer cette variation à travers des croisements dans l'histogramme, où aucun des deux n'est forcément abondant. L'histogramme comparatif suivant montre bien ces variations, soulignant la variabilité inhérente des dimensions du xylème et du phloème.

3. Discussion

Pour la tige, La présence d'une mince couche d'épiderme explique sa fonction de protection et de régulation des échanges gazeux entre la plante et l'environnement. D'une autre manière, l'épiderme joue un rôle crucial dans l'adaptation de la plante aux conditions environnementales et édaphiques. Ensuite, la présence de sclérenchyme, qui est un tissu de soutien représentant une carcasse résistante à la plante, est suivie par l'ensemble des tissus conducteurs, composés du xylème et du phloème, qui deviennent plus importants par rapport à l'épiderme et au sclérenchyme. Ces tissus sont associés l'un à côté de l'autre car ils assurent la même fonction de transport de la sève. Ce qui est essentiel pour la croissance et la survie de la plante.

La présence de parenchyme médullaire (la moelle) occupe un espace très important au niveau des tiges de la plante car il joue un rôle capital dans la photosynthèse et l'accumulation des réserves

En résumé, la structure anatomique de la tige d'*Osyris lanceolata*, avec son épiderme protecteur, ses tissus de soutien et de conduction performants, ainsi que ses réserves de parenchyme, est bien adaptée pour permettre à cette plante de croître et se développer dans son environnement. Ces caractéristiques anatomiques sont le résultat d'une évolution sur le long terme pour optimiser l'adaptation aux conditions du milieu.

Il en est de même pour la feuille d'*Osyris lanceolata*, pour ce qui est de l'épiderme qu'il soit supérieur ou inférieur, celui-ci est identifié comme le tissu le plus mince observé et l'ensemble formé par le xylème dont les mesures sont très proches et devient plus important car ils assurent la circulation de la sève élaborée et de la sève brute entre les feuilles et les racines. Cependant la structure anatomique est caractérisée par la présence du parenchyme palissadique chlorophyllien, qui est le tissu le plus abondant et joue un rôle capital dans la photosynthèse. Cette structure anatomique est bien adaptée pour permettre à la feuille de cette plante de croître et de se développer dans son environnement, en optimisant l'adaptation aux conditions du milieu.

Conclusion

L'étude histologique d'*Osyris lanceolata* a révélé des informations cruciales sur la structure et la fonction des tissus de cette plante. L'analyse des coupes transversales des tiges et des feuilles a montré que le parenchyme palissadique chlorophyllien dans les feuilles est le tissu le plus abondant, responsable de la photosynthèse. L'épiderme, identifié comme le tissu le plus mince, offre une protection essentielle tout en facilitant les échanges gazeux. Les tissus conducteurs, xylème et phloème, assurent la circulation efficace de la sève, indispensable pour la croissance et la survie de la plante.

Pour la tige, l'épiderme protecteur, le sclérenchyme de soutien et le parenchyme médullaire (moelle) illustrent une adaptation structurale complexe visant à optimiser la résistance et la fonction de stockage. Les résultats soulignent l'importance du parenchyme dans la tige, et montrent une hiérarchie des tissus adaptée aux conditions environnementales.

En conclusion, les caractéristiques anatomiques observées chez *Osyris lanceolata* démontrent une adaptation évolutive avancée, permettant à cette plante de prospérer dans son environnement naturel. Ces découvertes enrichissent notre compréhension de la biologie de cette espèce mais demeurent néanmoins une modeste base pour de futures recherches plus poussées nécessitant d'avantage de moyens. Nous tenons à rappeler que les coupes histologiques ont été réalisées au niveau du laboratoire du bloc 1000pp d'une manière qui reste archaïque (coupes à main levée sans moelle de sureau) avec des colorants rudimentaires en quantités infimes. Un microtome et des colorants de meilleure qualité auraient facilité la manipulation.

Conclusion Générale

CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette recherche a porté sur l'étude d'*Osyris lanceolata* dans la région de Tlemcen (Rachgoun) et à combiné à la fois un travail de terrain et de laboratoire. Différents aspects ont été abordés : l'aspect bioclimatique, biologique, floristique, pédologique et histologique.

La partie pédologique a été réalisée au laboratoire de Biologie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen. Quant à la partie histologique elle a été effectuée au laboratoire d'Ecologie de la même Faculté.

Ce travail, été initié par une synthèse bibliographique qui rassemble dans le premier chapitre une grande partie les informations pertinentes liées à *Osyris lanceolata*, telles que, la répartition géographique dans le Monde, la systématique, les caractères généraux de la famille des Santalacées, ainsi que ses diverses utilisations dans différents pays et dans plusieurs domaines telles que la médecine traditionnelle, la parfumerie et l'agriculture.

Le deuxième chapitre a été consacré à l'étude du milieu physique, offrant une vue d'ensemble de la région de Tlemcen. On y retrouve une caractérisation détaillée de la géologie, de l'hydrologie et d'autres aspects environnementaux liés à la station d'étude « Rachgoun ».

De plus, y retrouve des connaissances bioclimatologiques sur la station d'étude « Rachgoun », le climat est de type méditerranéen et la station d'étude appartient, selon le climagramme d'Emberger à l'étage bioclimatique semi-aride supérieur. Ces conditions bioclimatiques ont un impact significatif sur la végétation en général et sur les peuplements d'*Osyris lanceolata* en particulier. Cette analyse nous a permis de mieux comprendre comment les facteurs environnementaux influencent la distribution et la croissance de cette espèce dans son habitat naturel.

L'étude de la diversité floristique menée dans la station d'étude « Rachgoun » a permis de recenser 75 espèces réparties en 33 familles. Nous avons observé une dominance notable des Astéracées, Fabacées, Brassicacées et Poacées, familles remarquables par leur résistance aux stress climatiques. La station a également révélé une prédominance d'herbacées annuelles et de thérophytes, qui se développent en réponse à l'aridité du climat, indiquant ainsi la présence de phénomènes de thérophytisation. En ce qui concerne le type biogéographique, la zone d'étude a montré une dominance importante des espèces méditerranéennes, qui constituent presque la moitié de l'inventaire floristique propre à la station. Ces résultats soulignent l'adaptation des communautés végétales locales aux conditions environnementales spécifiques de Rachgoun.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'indice de perturbation est très élevé, atteignant 59%, ce qui confirme la présence d'une forte pression anthropique ayant conduit à une nette dégradation de la région. Les valeurs des indices de diversité (Shannon, Simpson, Margalef, et d'équitabilité) indiquent néanmoins que la station d'étude présente une forte diversité d'espèces. Cette diversité élevée, malgré la perturbation humaine, souligne la résilience de la flore locale et l'importance de la conservation des habitats naturels pour maintenir la biodiversité.

Selon les recherches pédologiques, *Osyris lanceolata* s'installe au niveau des Monts des Traras orientaux (station « Rachgoun ») dans des conditions spécifiques du sol. Cette espèce se développe dans des sols caractérisés par une texture sablo-limoneuse à limono-sableuse, un taux de matière organique fort à moyen, un pH neutre, un taux de calcaire total moyen, et une absence de salinité. Ces caractéristiques physico-chimiques du sol sont essentielles pour la croissance et la prospérité d'*Osyris lanceolata* dans cette région.

À travers ce travail, l'étude histologique effectuée sur la plante *Osyris lanceolata*, au niveau de la tige et de la feuille, nous a permis de déterminer la structure des tissus qui composent cette plante, en précisant la fonction et l'importance de chaque tissu. Le parenchyme médullaire représente le tissu le plus abondant dans la tige, avec pour fonction principale de stocker et d'assimiler l'eau, assurant ainsi la résistance de la plante à la chaleur. D'un point de vue histométrique, les tissus présentaient des différences d'épaisseur entre les divers organes étudiés, soulignant une adaptation morphologique d'*Osyris lanceolata* aux conditions environnementales.

Pour conclure, *Osyris lanceolata* présente un intérêt écologique certain d'autant plus que cette espèce semi-parasite contribue de manière significative à la dynamique et à la diversité des écosystèmes locaux par son interaction complexe avec les plantes hôtes. Elle montre une grande adaptation aux variations pédologiques, prospérant dans des sols à texture sablo-limoneuse à limono-sableuse, ce qui aide à stabiliser les sols et à réduire l'érosion. En outre, sa présence est associée à une diversité floristique élevée, même sous forte pression anthropique, soulignant sa capacité à résister aux perturbations environnementales. Cette résilience et diversité mettent en lumière l'importance de préserver les habitats naturels où elle se trouve, car elle joue un rôle essentiel non seulement pour sa survie mais aussi pour le maintien des fonctions écologiques qu'elle supporte (BENMECHTA, 2022).

Afin de protéger ces écosystèmes, soumis à une forte pression anthropique, il est urgent de mettre en place une politique de gestion raisonnée et de préservation.

Références Bibliographiques

- **Achour, H. 1983.** Etude phytoécologique des formations à Alfa (*Stipa tenacissima* L.) du Sud Oranais, wilaya de Saïda. Thèse. Doct. 3^{ème} Cycle, USTHB, Alger, 216 p.
- **Adi, N. 2001.** Contribution à l'étude des formations à *Salsola vermiculata* L. le long d'un gradient de salinité dans la région du Chott Chergui (Sud-Oranais). Mém. Mag. Univ. Alger. 118 p.
- **Aïdoud, A., & Nedjraoui, D. 1982.** Evaluation des ressources pastorales dans les hautes plaines steppiques du sud oranais. Productivité et valeurs pastorales des parcours. Biocénose N°2 : 43-62 p.
- **Alcaraz, C. 1982.** La végétation de l'Ouest algérien. Thèse Doct - état, Univ. Perpignan. 415 p.
- **Alemayehu, K., Zemedu, A. & Ensermu, K. 2015.** Ethnobotany of medicinal plants in Ada'a District, East Shewa Zone of Oromia Regional State, Ethiopia. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 11(1): 2-28.
- **Andiego, P.K. 2022.** Phenology and Reproductive Biology of Kenyan endangered Sandalwood (*Osyris lanceolata* Hoscht and Steudel). Journal of Environmental Studies, 28(1): 7-13.
- **APG II. 2009.** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: Botanical Journal of the Linnean Society, 2003, 141: 399-436.
- **Arnold, H.-J. & Gulumian, M. 1984.** Pharmacopoeia of traditional medicine in Venda. Journal of Ethnopharmacology, 12: 35-74.
- **Aubert, G. 1978.** Méthodes d'analyses du sol. 2^{ème} Edition. C.N.D.P. Marseille, 199 p.
- **Bagnouls, F., & Gaussen, H. 1953.** Saison Sèche et Indice Xérothermique. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse, 88 : 3-4, 193-239.
- **Baize, D. 2000.** Guide des analyses en pédologie. 2^{ème} édition revue et augmentée. INRA Edition.
- **Balmford, A., Bennun, L., Ten Brink, B., Cooper, D., Cote, I.M., Crane, P., Dobson, A., Dudley, N., Dutton, I., Green, R.E., Gregory, R.D., Harrison, J., Kennedy, E.T., Kremen, C., Leader-Williams, N., Lovejoy, T.E., Mace, G., May, R., & Mayaux, P. 2005.** The convention on biological diversity's 2010 target. Science, 307(5707): 212-213.
- **Barbut, M. M., & Durand, J. H. 1952.** Carte des Sols d'Algérie. Oran. Feuille N.I. 30- N.E. Service Géographique de l'Armée.

- **Beentje, H.J. 1994.** Kenya trees, shrubs and lianas. Nairobi: National Museums of Kenya.
- **Belkhdja, A N. 2022.** Contribution à l'étude diachronique des formations des rives d'oueds dans l'Ouest algérien. Thèse . Doctorat. Univ. Tlemcen. 273p.
- **Benabadji, N., & Bouazza, M. 2000.** Quelques modifications climatiques intervenues dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie occidentale). Enreg, Ren, 3 : 117-125.
- **Benabdellah, M.A. 2011.** Analyse phytoécologique des groupements à thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters) et à chêne vert (*Quercus rotundifolia* Lam.) dans les monts de Tlemcen (Algérie occidentale). Thèse de Doctorat. Université de Tlemcen, 270 p.
- **Benmoussat, A. 2004.** Relations bioclimatiques et physiologiques des peuplements halophytes. Thèse Magistère, Univ. Tlemcen. p. 2.
- **Benmechta, I. 2021.** Étude phytoécologique des peuplements à *Osyris lanceolata* en Oranie (Algérie). Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, 275p.
- **Bensouna, A. 2014.** Qualification par la méthode multivariée de l'influence des facteurs physico-chimiques du sol sur la répartition spatiale des groupements végétaux halophiles dans la région de l'Ouest oranais. Magister, Univ Tlemcen, pp. 146-228.
- **Berthet, J. 2006.** Dictionnaire de Biologie. De Boeck Université, Bruxelles (Belgique).
- **Betrouni, M. 2021.** Le site préhistorique de Rachgoun Approche paléoenvironnementale. Retrieved from <https://hal.science/hal-03108934>.
- **Bouazza, M., & Benabadji, N. 2010.** Changements climatiques et menaces sur la végétation en Algérie occidentale. Changements climatiques et biodiversité. Vuibert- Apas, Paris, 101-110.
- **Boulaine, J. 1957.** Etude des sols des plaines du Chelif. Thèse Fac. Sci. Doct. Alger, 582 p.
- **Bunei, E.K. 2017.** The hunt for the precious wood: Illegal trade of sandalwood as an international criminal enterprise in Kenya. Society and Business Review, 12(1): 63-76.
- **Casagrande, A. 1934.** Die oraemeter method zur bestimmung der koruverbeilung von boden. Berlin, 66p.
- **Castroviejo, S., Aedo, C., Benedí, C., Lainz, M., Muñoz Garmendia, F., Nieto Feliner, G. & Paiva, J. 1997.** Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. VIII. Haloragaceae-Euphorbiaceae. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid. Santalaceae, pp. 149-152.

- **CITES. 2013.** Convention in international trade in endangered species of wild fauna and flora: Sixteenth meeting of the conference of the parties, Bangkok (Thailand), CoP 16 Prop. 69, pp. 3-14.
- **Crête, P. 1965.** Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, modes de classification. *Végétation*, 34 : 1-20.
- **Daget, J. 1976.** Les modèles mathématiques en écologie. Masson, Paris, 172 p.
- **Daget, Ph. 1977.** Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, méthode de classification. *Végétation*, 34 p.
- **Dahmani, B., Hadji, F., & Allal, F. 2002.** Traitement des eaux du bassin hydrographique de la Tafna (N-W Algeria). *Desalination*, 152: 113-124.
- **Der, J.P. & Nickrent, D.L. 2008.** A molecular phylogeny of Santalaceae (Santalales). *Systematic Botany*, 33: 107-116.
- **Djebaili, S. 1978.** Recherches phytosociologiques et écologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas Saharien algérien. Thèse de Doctorat. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 229 p.
- **Dresch, J. 1960.** Les changements du climat et les mouvements du sol en Afrique du Nord au Paléo-quaternaire, *Info. Géo.* 3 : 107-113 p.
- **Duchaufour, P. 1977.** Pédologie 1 pédogenèse et classification. Paris : Ed. Masson.
- **Duchaufour, P. 2001.** Introduction à la science du sol. Ed. Dunod. Paris, 331 p.
- **Durand, J. 1958.** Du nouveau au sujet de la formation des croûtes calcaires. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 49 : 196-203.
- **Durand, J. H. 1954.** Les sols d'Algérie. SES Alger, 209 p.
- **Emberger, L. 1942.** Un projet de classification des climats du point de vue Phytogéographique. *Bulletin des Sciences Historiques et Naturelles de Toulouse*, 77 : 97-124.
- **Emberger, L. 1955.** Une classification bio-géographique des climats. *Revue des Travaux du Laboratoire de Géologie et Zoologie de la Faculté des Sciences de Montpellier*, 7: 3-43.
- **Emileh, D. 1947.** Types des sols de l'Afrique du Nord. Fax I, Rabat, 136 p.
- **Eshetu, G.R., Dejene, T.A., Telila, L.B. & Bekele, D.F. 2015.** Ethnoveterinary medicinal plants: Preparation and application methods by traditional healers in selected districts of Southern Ethiopia. *Veterinary World*, 8(5): 674-684.

- **Forest, F. & Manning, J.C. 2013.** The minor genera *Kunkeliella* and *Thesidium* included in *Thesium*. *Bothalia-African Biodiversity & Conservation*, 43(2): 214-217.
- **Gaucher, G. 1947.** Premières observations sur la plaine des Triffa. Multi, 66 p.
- **Giathi, G., Machua, J., Ndegwa, W. & Bala, P. 2011.** Developing technology for mass propagation of *Osyris lanceolata* (East African Sandalwood): Through rooting stem cutting. KEFRI, Kitu.
- **Gobat, J. M., Aragno, M., & Matthey, W. 2003.** *Le Sol Vivant*. PPUR, Suisse, 571 p.
- **Greco, J. 1966.** L'érosion, la défense et la restauration des sols, le reboisement en Algérie. Pub. Univ. Agr. Révolution Agraire. Algérie.
- **Grunwald, J. & Janick, C. 2006.** Guide de la phytothérapie, 2^{ème} édition. Italie: Marabout. pp. 24, 58, 337, 387-388.
- **Guardia, P. 1975.** Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie occidentale. Relation structurale et paléogéographique entre le Rif extérieur, le Tell et l'avant-pays atlasique.
- **Halitim, A. 1985.** Contribution de l'étude des sols des zones arides (hautes plaines steppiques de l'Algérie). Morphologie, distribution et rôle des sols dans la genèse et le comportement des sols. Thèse. Doct. Univ. Rennes : 1-183.
- **Hilonga, S., Otieno, J.N., Ghorbani, A., Pereus, D., Kocyan, A. & De Boer, H. 2019.** Trade of wild-harvested medicinal plant species in local markets of Tanzania and its implications for conservation. *South African Journal of Botany*, 122: 214-224.
- **Hostettmann, K., Potterat, O. & Wolfender, J.L. 1998.** The potential of higher plants as a source of new drugs. *Chimia*, 52: 10-17.
- **Ibukassene, S. 2008.** Dynamique de la végétation des forêts à *Quercus suber* anthropisées du Nord-Est de l'Algérie (Parc National d'El-Kala). Thèse de doctorat, Université Catholique de Louvain, Faculté d'Ingénierie Biologique, Agronomique et Environnementale, Département des sciences du milieu et de l'aménagement du territoire, Unité des Eaux et Forêts.
- **Jacques, B. 2021.** Les plantes parasites, ces merveilleuses méconnues. *Quatre-temps*, 45(1): 23-27.
- **Jaime, A., Mafatlal, M.K., Deepak, S. & Murugan, N. 2016.** African Sandalwood or Nepalese Sandalwood: a Brief Synthesis. *Not Sci Biol*, 8(1): 57-61.

- **Jordaan, M. & Burgoyne, P. 2000.** Santalaceae. Seed plants of southern Africa: families and genera. *Strelitzia*, 10. National Botanical Institute, Pretoria, pp. 501-503.
- **Kamondo, B., Chahilu, O., Gitehi, G. & Kariuki, J. 2012.** Collection handling and germination of *Osyris lanceolata* seeds: Guidelines for farmers and extension agents. Kenya Forestry Research Institute Report, Nairobi, Kenya.
- **Kazi Tani, C. 2014.** Biologie et écologie d'une nouvelle plante parasite en Algérie : *Cuscuta campestris* Yunck. (Convolvulaceae).
- **Kuijt, J. 1969.** The biology of parasitic flowering plants. Berkeley: University of California Press.
- **Lahouel, Z. 2015.** Étude diagnostique de la filière pomme de terre dans la région de Tlemcen, Cas de deux fermes pilotes : Hamadouche et Belaidouni. Thèse de Master, Département des Sciences Agronomiques.
- **Le Houérou, H.N. 1975.** Le cadre bioclimatique des recherches sur les herbages méditerranéens. *Georgofili*, Florence, XXI : 57-67.
- **Lesson, C. R., & Lesson, T. S. 1980.** Histologie. 2^{ème} édition. Masson. 4-5p.
- **Li, J., Boufford, D.E. & Donoghue, M.J. 2001.** Phylogenetics of *Buckleya* (Santalaceae) based on its sequences of nuclear ribosomal DNA. *Rhodora*, 103(914): 137-150.
- **Loisel, R., & Gamila, H. 1993.** Traduction des effets du débroussaillage sur les écosystèmes forestiers par indice de perturbation. *Annales de la Société des Sciences Naturelles et Archéologiques de Toulon et du Var*, 123-132.
- **Lourens, J.C.E., Marthienus, J.P. & Sebu, S.S. 2015.** Erectile dysfunction: Definition and material medica of Bapedi traditional healers in Limpopo Province, South Africa. *Journal of Medicinal Plants Research*, 9(3): 71-77.
- **Magurran, A.E. 2004.** Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing, Malden, Oxford and Victoria, 256 p.
- **Majinda, R.R.T., Abegaz, B.M., Bezabih, M., et al. 2001.** Recent results from natural product research at the University of Botswana. *Pure Appl. Chem.*, 73(7): 1197-1208.
- **Mary, G., Paul, M., James, K. & Gabriel, M. 2014.** Prediction of *Osyris lanceolata* Hochst. & Steud. site suitability using indicator plant species and edaphic factors in humid highland and dry lowland forests in Kenya. *Journal of Horticulture and Forestry*, 6(11): 99-106.
- **Mathieu, C., & Lozet, J. 2002.** Dictionnaire de sol. 4^{ème} édition. Lavoisier, Paris, 575 p.

- **Mau, J.-L., Huang, P.-N., Huang, S.-J. & Chen, C.-C. 2004.** Antioxidant properties of methanolic extracts from two kinds of *Antrodia camphorata* mycelia. *Food Chemistry*, 86: 25-31.
- **Mbuya, L.P., Msanga, H.P., Ruffo, C.K., Birnie, A. & Tegnass, B. 1994.** Useful trees and shrubs of Tanzania: identification, propagation and management for agricultural and pastoral communities. Regional Soil Conservation Unit Technical Handbook, edition No. 6. Swedish International Development Agency, Nairobi, Kenya.
- **Mengich, E.K. 2010.** Evaluation of tree and shrub responses to soil moisture status and their potential for afforestation in the semi-arid rangelands of Makueni district, Kenya. PhD Thesis, Egerton University, Kenya.
- **Merzouk, A., Benabadji, N., Benmansour, D., & Thinon, M. 2009.** Quelques aspects édaphofloristiques des peuplements halophiles de l'Algérie occidentale. Première partie : aspects édaphiques. *Bull. Soc. Limn.*, T. 60 : 1-15.
- **Michel, B. 2010.** Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Eds Tec & Doc, Université Paris, pp. 412-413, 416. ISBN 978-2-7430-1112-3.
- **Moichwanetse, B.I., Ndhlovu, P.T., Sedupane, G. & Aremu, A.O. 2020.** Evaluation of the anti-inflammatory, anti-acetylcholinesterase and antioxidant properties of *Osyris lanceolata* (African Sandalwood). *South African Journal of Botany*, 129: 404-409.
- **Mugula, B.B., Kiboi, S.K., Kanya, J.I., Egeru, A., Okullo, P., Curto, M. & Meimberg, H. 2021.** Knowledge Gaps in Taxonomy, Ecology, Population Distribution, Drivers, and Genetic Diversity of African Sandalwood (*Osyris lanceolata* Hochst. & Steud.): A Scoping Review for Conservation. *Plants*, 10(9): 1780.
- **Muthee, J.K., Gakuya, D.W., Mbaria, J.M., Kareru, P.G., Mulei, C.M. & Njonge, F.K. 2011.** Ethnobotanical study of anthelmintic and other medicinal plants traditionally used in Loitokitok district of Kenya. *Journal of Ethnopharmacology*, 135(1): 15-21.
- **Mwang'ingo, P.L., Teklehaimanot, Z., Lulandala, L.L. & Mwihomeke, S.T. 2005.** Host plants of *Osyris lanceolata* (African Sandalwood) and their influence on its early growth performance in Tanzania. *South African Forestry Journal*, 203: 55-65.
- **Mwang'ingo, P.L., Teklehaimanot, Z. & Hall, J., Zilihona, J.E. 2007.** Sex distribution, reproductive biology and regeneration in the dioecious species *Osyris lanceolata* (African sandalwood) in Tanzania. *Tanzania Journal of Forestry and Nature Conservation*, 76: 118–133.

- **Nabors, M. 2008.** Biologie végétale (structure, fonctionnement, écologie et biotechnologies). Ed. Pearson éducation France. p 614.
- **Nickrent, D.L., Duff, R.J., Colwell, A.E., Wolfe, A.D., Young, N.D., Steiner, K.E. & De Pamphilis, C.W. 1998.** Molecular Phylogenetic and Evolutionary Studies of Parasitic Plants. In: Soltis, D.E., Soltis, P.S. & Doyle, J.J. (eds.) Molecular Systematics of Plants II. Springer US, pp. 211-241.
- **Njoroge, G. & Bussmann, R. 2006.** Diversity and utilization of antimalarial ethno phytotherapeutic remedies among the Kikuyus (Central Kenya). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2(8): 1-7.
- **Nyahangare, E.T., Mvumi, B.M. & Mutibvu, T. 2015.** Ethnoveterinary plants and practices used for ecto-parasite control in semi-arid smallholder farming areas of Zimbabwe. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 11(30).
- **Olivier, L., Muracciole, M., & Ruderon, J.P. 1995.** Premier bilan sur la flore des îles de la Méditerranée. État des connaissances et observations diagnostics et proposition relatifs aux flores insulaires de Méditerranée par les participants au colloque d'Ajaccio, Corse, France (5-8 Octobre, 1993) à l'occasion des débats et conclusions, 356-358 p.
- **Omara, T. 2020.** Antimalarial Plants Used across Kenyan Communities. *Hindawi Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 1-31.
- **Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R. & Simons, A. 2009.** Agroforestry Database: a Tree reference and selection guide. Nairobi, Kenya.
- **Paker, C. 2012.** Parasitic Orobanchaceae. Springer, Berlin Heidelberg, 313-344.
- **Peris, M.K., Catherine, W.L., Cecilia, M.O. & Jesse, T.N. 2018.** The Trade in Wild Medicinal Plants Narok County Kenya. *Applied Ecology and Environmental Sciences*, 6(4): 118-127.
- **Peugy, C.H.P. 1970.** Précis de climatologie. Ed. Masson et Cie, 444 p.
- **Pouget, M. 1980.** Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-Algéroises. Thèse de Doctorat d'État, Université Aix-Marseille III, 555 p.
- **Quézel, P. & Santa, S. 1962-1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. C.N.R.S., Paris, 2 vol., 1170 p.
- **Quézel, P. & Santa, S. 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS, Paris, 2 vols. 279 p.

- **Radford, E.A., Catullo, G. & Montmollin, B. 2011.** Zones importantes pour les plantes en Méditerranée méridionale et orientale : sites prioritaires pour la conservation. UICN, Plantlife International, 134 p.
- **Ram, M. 1957.** Morphological and embryological studies in the family Santalaceae. I. *Comandra umbellata* (L.) Nutt. *Phytomorphology*, 7: 24–35.
- **Ramade, F. 2008.** Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Dunod.
- **Raunkiaer, C. 1907.** The life forms of plants and their bearing on geography. In: Raunkiaer, C. (ed.), *The life forms of plants and their bearing on geography*, pp. 2-101.
- **Raunkiaer, C. 1934.** Biological types with reference to the adaptation of plants to survive the unfavourable season. In: Raunkiaer, C. (ed.), *Biological types with reference to the adaptation of plants to survive the unfavourable season*, pp. 1-2.
- **Raven, P. H., Johnson, G. B., Losos, J. B., & Singer, S. S. 2007.** *Biologie végétale*. De Boeck. 2ème édition. 733 p.
- **Regagba, Z., Benabadji, N., & Mederbal, K. 2012.** Contribution à la compréhension de la dynamique de la végétation de l'interface région steppique région saharienne de l'Ouest Algérien. *Rev. Terri. D'Afrique* N°3: 1 – 35.
- **Rivas-Martinez, S. 1981.** Les Étages Bioclimatiques De La Péninsule Ibérique. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 37(2): 251-268.
- **Roland, J.-K., Françoise, R., & Hayat El Maarouf, B. 2008.** *Atlas biologie végétale 2. L'organisation des végétaux à fleurs*. 9ème édition. Dunod, Paris.
- **Ruellan, A. 1971.** Les sols à profil calcaire différencié des plaines de la basse Moulouya (Maroc oriental). *Mém. ORSTOM : Contributions à la connaissance des sols des régions méditerranéennes*, 198p.
- **Ruellan, A. 1984.** Les sols calcaires : les principaux travaux des pédologues français. Livre jubilaire du cinquantenaire AFES 1934-1984, pp. 111-121.
- **Sari-Ali, A. 2004.** Étude des relations sol-végétation de quelques halophytes dans la région Nord de Remchi. *Mémoire de Magistère*, Université de Tlemcen, 199 p.
- **Schmidt, E., Lotter, M., & McClelland, W. 2002.** *Trees and Shrubs of Mpumalunga and Kruger National Park*. Jacana, Johannesburg. Page 44.

- **Siba, A. 2016.** Contribution À L'étude Du Bilan Floristique Dans Les Matorrals Sud Et Nord De Tlemcen. Mémoire de Magistère en Phytodynamique Des Écosystèmes Matorrals Menacés. Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, 257 p.
- **Simonneau, P. 1961.** Essai sur la végétation halophile : les problèmes de la salinité dans les Régions arides. Actes Coll. U.N.E.S.C.O, Teheran : 135-138.
- **Singh, H., Kumar, S., & Arya, A. 2023.** Ethno-dermatological relevance of medicinal plants from the Indian Himalayan region and its implications on cosmeceuticals: a review. *Journal of Drug Research in Ayurvedic Sciences*, 8(2): 97.
- **Soltner, D. 2005.** Les bases de la production végétale. 24^{ème} édition. Tome I, Paris, 472 p.
- **Speranza, et Calzoni, G. L. 2005.** Atlas de la structure des plantes, guide de l'anatomie microscopique des plantes vasculaires en 285 photos. Ed. Belin. Paris cedex 06. 206 p.
- **Stearn, W. T. 1960.** An introduction to Robert Brown's Prodrumus Florae Novae Hollandiae. In *Historiae Naturalis Classica, Tomus VI: Prodrumus Florae Novae Hollandiae et Insulae Van-Diemen (1810) Supplementum Primum (1830) by Robert Brown (pp. v-lii)*. J. Cramer and H. K. Swann (Eds.). Hafner Publishing Co., New York.
- **Steenkamp, V. 2003.** Traditional herbal remedies used by South African women for gynaecological complaints. *Journal of Ethnopharmacology*, 86: 97-108.
- **Subasinghe, S.M.C.U.P. 2013.** Sandalwood Research: A Global Perspective. Department of Forestry and Environmental Science, University of Sri Jayewardenepura, Nugegoda, Sri Lanka. *Journal of Tropical Forestry and Environment*, 3(01): 1-8.
- **Subba, B., Srivastav, C., & Chandra, R.K. 2016.** Scientific validation of medicinal plants used by Yakkha community of Chanuwa VDC, Dhankuta, Nepal. *Springer Plus*, 5(155).
- **Teklehaimanot, Z., Mwang'ingo, P.L., Mugasha, A.G., & Ruffo, C.K. 2004.** Influence of the origin of stem cutting, season of collection and auxin application on the vegetative propagation of African Sandalwood (*Osyris lanceolata*) in Tanzania. *Southern African Forestry Journal*, 201: 13-24.
- **Texeira Da Silva, J.A., Kher, M.M., Soner, D., & Nataraj, M. 2016.** African Sandalwood or Nepalese Sandalwood: A Brief Synthesis. *Notulae Scientia Biologicae*, 8(1): 57-61.
- **Tricart, J. 1996.** Géomorphologie et sols en Afrique de l'Ouest et du Nord : Heinrich J., Thiemeyer H. (Coordinateurs), *Geomorphologisch-bodengeographische Arbeiten in Nord- und Westafrika. Annales de Géographie*, 105(587) : 101-103.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Tshisikhawe, M.P., van Rooyen, M.W., & Bhat, R.B. 2012.** An evaluation of the extent and threat of bark harvesting of medicinal plant species in the Venda Region, Limpopo Province, South Africa. *International Journal of Experimental Botany*, 81: 89-100.
- **Van Wyk, B., & Van Wyk, P. 1997.** Field guide to trees of southern Africa. Struik, Cape Town.
- **Vaudour, J. 1976.** La région de Madrid : Altération sol et paléosols. Contribution géomorphologique à l'étude d'une région méditerranéenne semi-aride. Thèse. Es.Lettre. Aix-Ophrys, Paris, Gap 309, 1 carte hors texte.
- **Vela, E. & Benhouhou, S. 2007.** Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *CRBiol*, 330 : 589-605.
- **Westwood, J.H., Yoder, J.I., Timko, M.P. & dePamphilis, C.W. 2010.** The evolution of parasitism in plants. *Trends in Plant Science*, 15: 227-235.
- **William, O.O. 2010.** Plant story - a very useful plant, *Osyris lanceolata* is at risk of extinction due to overexploitation. In: Kew Royal Botanical Garden.
- **Yeboah, E.M. & Majinda, R.R. 2009.** Radical scavenging activity and total phenolic content of extracts of the root bark of *Osyris lanceolata*. *Natural Product Communications*, 4(1).
- **Zaoui, A. 2014.** Contribution À l'Étude Du Genre *Asphodelus* Dans La Région De Tlemcen. Mémoire de Master en Écologie et Environnement. Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, 94 p.

SITE WEB

[1]: Missouri Botanical Garden. (s.d.). Santalaceae map. Récupéré sur Missouri Botanical Garden: <https://www.mobot.org/mobot/research/apweb/maps/santalaceaeapmap.gif>

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [2] : Wikipédia. (s.d.). Osyris. Récupéré sur Wikipédia: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Osyris>
- [3] : Plantes et botanique. (s.d.). Famille Santalaceae. Récupéré sur Plantes et botanique: https://www.plantes-botanique.org/famille_santalaceae
- [4]: Global Biodiversity Information Facility (GBIF). (s.d.). *Osyris lanceolata* (Thunb.) Druce. Récupéré sur GBI : <https://www.gbif.org/fr/species/3788959>.
- [5] : Découpage administratif Algérie. (2014). Carte réseau routier de Tlemcen. Récupéré sur Découpage administratif Algérie: <https://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/10/cartereseauroutierTLEMEN.html>
- [6]: Flora of North America. (s.d.). *Thesium ramosum*. Récupéré sur Flora of North America: http://floranorthamerica.org/File:FNA12_P52_Thesium_amosum.jpeg
- [7] : Wikipédia. (s.d.). Santalaceae. Récupéré sur Wikipédia: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Santalaceae#APWebsite>
- [8] : Association nationale Les petits débrouillards. (2012-2013). Guide pédagogique « Les sols » - Les Journées de l'ERE. Récupéré sur Les petits débrouillards.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES
