



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

**UNIVERSITE de TLEMCEM**

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

**DOUZI Alla Eddine**

*En vue de l'obtention du*

**Diplôme de MASTER**

**En Écologie**

**Thème**

**Etude histologique d'une Orobanchacée de la région d'Ain  
Temouchent : *Orobanche crenata* Forsk.**

Soutenu le : 01 / 07 /2024, Devant le jury d'examen composé par :

<b>Président</b>	M. MERZOUK Abdessamad	Professeur	Université de Tlemcen
<b>Encadrante</b>	Mme SARI-ALI Amel	Professeure	Université de Tlemcen
<b>Co-encadrante</b>	Mme CHERIF Ismahane	MAB	Université de Tlemcen
<b>Examinatrice</b>	Mme BELKHODJA Amal Nesrine	MAB	Université de Tlemcen

**Année universitaire 2023 – 2024**

# *Remerciement*

*Tous d'abord je remercie le bon Dieu le tout puissant de m'avoir donné la force et le courage pour réaliser ce modeste travail et de le mener à bien*

**« El hamdoulilah ».**

*Je tiens à vous exprimer toute ma gratitude à Madame **Sari-Ali Amel**, Professeure à l'Université de Tlemcen, pour l'accompagnement et le soutien précieux que vous m'avez apportés tout au long de la rédaction de mon mémoire de master. Votre expertise, vos conseils avisés et votre disponibilité ont été déterminants pour la réussite de ce travail.*

*Je souhaite également exprimer ma sincère gratitude envers ma co-encadrante, Madame **CHERIF Ismahane**, maître-assistante de classe B à l'Université de Tlemcen, pour son précieux soutien, ses encouragements constants et ses conseils avisés tout au long de la réalisation de cette thèse. Je lui exprime ma gratitude.*

*Ainsi je tiens à exprimer mes remerciements aux membres de jury, avec un grand plaisir et un grand respect à Mr **MERZOUK Abdessamad**, professeur, à l'université de Tlemcen de l'honneur qu'il me fait d'avoir accepté de présider ce jury.*

*Je remercie également Mme **BELKHODJA Amal Nesrine**, maître-assistant classe B, 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 Mme **BERRAYAH Nassima** de m'avoir accueilli dans laboratoire de département d'Écologie et Environnement  
1000 PP*

*Mes plus vifs remerciements s'adressent aussi à tout le cadre professoral de la formation Écologie et Environnement pour leurs conseils et leurs efforts durant tous les années passées et pour leurs qualité d'enseignement, finalement espérant que ce travail soit à la hauteur de leur attente.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à mes plus chers êtres au monde :*

*A mes chers parents pour leur amour, leur soutien et leurs sacrifices durant toute ma vie, grâce à eux je suis aujourd'hui ici que dieu leur prête une longue vie et tout le bonheur du monde.*

*A Adam Rayane, mon petit frère, je te remercie pour ta joie de vivre et ta capacité à apporter une touche de légèreté lors des moments de stress. Ta présence et ton enthousiasme m'ont permis de maintenir constamment mon sourire.*

*À ma chère grand-mère, Ce mémoire est dédié à vous, qui avez toujours été une source d'inspiration, de sagesse et de soutien inconditionnel. Votre amour, vos encouragements et votre foi en moi ont été des piliers tout au long de ce parcours académique.*

*À mon cher grand-père, qu'ALLAH lui accorde le repos du corps et de l'âme et de l'accueillir dans son vaste paradis.*

*À ma tante Lynda et à sa fille Mejdeline, Je tiens à vous dédier ce mémoire en signe de gratitude et d'affection. Votre soutien indéfectible, vos encouragements constants et votre amour inconditionnel.*

*À tous mes chers amis pour leurs soutiens, leur amitié sincère et aux beaux souvenirs*

## Résumé

La flore du Nord-Ouest algérien est caractérisée par une grande diversité. Parmi cette énorme multiplicité, nous nous sommes intéressés plus précisément à l'histologie d'une phanérogame holoparasite appartenant à la famille des Orobanchaceae, à savoir *Orobanche crenata*, de plus en plus préoccupante pour la culture des légumineuses.

La présentation du milieu physique avec la description de la station d'étude « Ain Tolba » situé dans la Wilaya de Ain Temouchent comprend entre autre une analyse bioclimatique et pédologique. La première analyse révèle que la station d'étude se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride inférieur à hivers doux. Quant à l'étude pédologique, celle-ci a permis de fournir une description édaphique approfondie du milieu de développement d'*Orobanche crenata* ; cette dernière évolue sur des sols à texture argilo sableuse en surface et argileuse en profondeur. Une analyse floristique de la station d'étude a révélé une forte prédominance des Astéracées, Plantaginacées et Apiacées, familles qui se distinguent par leur résistance aux changements climatiques.

Concernant l'aspect histologique, principal objectif de cette recherche, celui-ci nous a permis de repérer les diverses structures tissulaires et leurs fonctions. Une analyse approfondie des données histologiques de cette plante a mis en exergue des disparités importantes dans l'épaisseur des tissus au niveau des tiges. Il est crucial d'essayer de comprendre ces variations structurales afin de saisir les adaptations et le fonctionnement d'*Orobanche crenata*.

**Mots clés :** *Orobanche crenata*, Ain Tolba, Holoparasite, Histologie, Pédologie.

## **Abstract**

The flora of North-West Algeria is characterized by great diversity. Among this enormous multiplicity, we were more specifically interested in the histology of a holoparasitic phanerogam belonging to the Orobanchaceae family, namely *Orobanche crenata*, which is of increasing concern for the cultivation of legumes.

The presentation of the physical environment with the description of the “Ain Tolba” study station located in the Wilaya of Ain Temouchent includes, among other things, a bioclimatic and pedological analysis. The first analysis reveals that the study station is located in the lower semi-arid bioclimatic stage with mild winters. As for the pedological study, this made it possible to provide an in-depth edaphic description of the development environment of *Orobanche crenata*; the latter evolves on soils with a sandy clay texture on the surface and clayey texture in depth. A floristic analysis of the study station revealed a strong predominance of Asteraceae, Plantaginaceae and Apiaceae, families which are distinguished by their resistance to climate change.

Concerning the histological aspect, the main objective of this research, it allowed us to identify the various tissue structures and their functions. An in-depth analysis of the histological data of this plant highlighted significant disparities in the thickness of the tissues at the stem level. It is crucial to try to understand these structural variations in order to understand the adaptations and functioning of *Orobanche crenata*.

**Keywords** : *Orobanche crenata*, Ain Tolba, Holoparasitic, Histology, Pedology

## ملخص

تتميز النباتات في شمال غرب الجزائر بالتنوع الكبير. من بين هذا التعدد الهائل، كنا مهتمين بشكل أكثر تحديداً بأنسجة ، والتي تثير اهتماماً *Orobanchaceae* ، وهي الطفيليات الطفيلية الشاملة التي تنتمي إلى عائلة متزايدة بزراعة البقوليات

يتضمن عرض البيئة المادية مع وصف محطة الدراسات "عين طلبة" الواقعة بولاية عين تموشنت، من بين أمور أخرى، تحليلاً مناخياً بيولوجياً وبيدولوجياً. يكشف التحليل الأول أن محطة الدراسة تقع في المرحلة المناخية الحيوية السفلى شبه *Orobanchaceae* القاحلة مع شتاء معتدل. أما بالنسبة للدراسة التربوية، فقد أتاح ذلك تقديم وصف متعمق لبيئة تطور ؛ يتطور الأخير على تربة ذات قوام طينية رملية على السطح وقوام طينية في العمق. وكشف تحليل الأزهار *crenata* ، وهي عائلات تتميز بمقاومتها *Apiaceae* و *Plantaginaceae* و *Asteraceae* لمحطة الدراسة عن هيمنة قوية لفصيلة لتغير المناخ.

أما فيما يتعلق بالجانب النسيجي، وهو الهدف الرئيسي لهذا البحث، فقد أتاح لنا التعرف على تراكيب الأنسجة المختلفة ووظائفها. أبرز التحليل المتعمق للبيانات النسيجية لهذا النبات وجود تباينات كبيرة في سمك الأنسجة على مستوى الساق. *Orobanchaceae* من الضروري محاولة فهم هذه الاختلافات الهيكلية من أجل فهم تكيفات وأداء

الكلمات المفتاحية : *Orobanchaceae* ، عين الطلبة ، holoparasite ، علم الأنسجة ، علم التربة

# Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale	01
Chapitre I : Synthèse bibliographique	04
1. Les plantes parasites	05
2. Famille des Orobanchaceae	07
2.1 Caractères généraux	07
2.2 Diversité et distribution	07
2.3 Mécanismes de parasitisme	07
3. Le genre <i>orobanche</i>	11
3.1 Caractéristiques morphologiques et physiologiques	11
3.2 Cycle biologique de l'Orobanche	11
4. L'espèce <i>Orobanche crenata</i> Forsk	16
4.1 Description botanique	16
4.2 Systématique de l'espèce <i>orobanche crenata</i>	17
4.3 Nom vernaculaire de cette espèce	18
4.4 Répartition géographique en Algérie	18
4.5 Gamme d'hôte d' <i>Orobanche crenata</i> en Algérie	19
4.6 Impact agricole	19
4.7 Méthode de lutte	21
4.7.1 Lutte culturale	21
4.7.2 Lutte physique	22
4.7.3 Lutte chimique	22
4.7.4 Lutte biologique	22
Chapitre II : Etude du milieu physique	24
Introduction	25

1. Milieu physique	25
1.1 Situation géographique	25
1.2 Atous de la wilaya d'Ain Temouchent	26
1.3 Les données géographiques et géomorphologiques	27
2. La station d'Ain Tolba	27
2.1 Le choix de la station	27
2.2 Description de la station d'étude	28
2.2.1 Relief	30
3. Bioclimatologie	31
3.1 Choix de la station météorologique	32
3.2 Paramètres climatiques	32
3.2.1 Précipitations	32
a) Régime mensuel des pluies de la station de Béni-Saf	33
b) Régime saisonnier	34
3.2.2 Température	35
a) Températures moyennes mensuelles	36
b) Températures moyennes des « minima » du mois le plus froid « m » et des « maxima du mois le plus chaud « M »	37
c) Amplitude thermique (écart thermique)	38
3.2.3 Synthèse bioclimatique	39
a) Diagrammes ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1953)	39
b) Indice d'aridité de DE MARTONNE	40
c) Indice xérothermique d'Emberger	42
d) Quotient pluviothermique d'Emberger	43
Conclusion	45
4. Etude pédologique	46
4.1 Principaux types de sols de la région d'étude	48
4.2 Matériel et méthodes	48
4.2.1 Méthode d'étude sur le terrain	49
4.2.2 Méthode d'étude au laboratoire	49
a) Séchage et séparation des éléments	50
4.3 Analyse physique	50
4.3.1 Analyse granulométrique	52

4.3.2 Détermination de la couleur	52
4.4 Analyse chimique	52
4.4.1 Dosage du calcaire total	52
4.4.2 Matière organique	56
4.4.3 Mesure de pH	58
4.4.4 Conductivité électrique	59
4.4.5 Diagramme triangulaire	60
4.5 Résultats et interprétation	61
Chapitre III : Analyse floristique	64
Introduction	66
1. Composition systématique	67
1.1 Caractéristique biologique	70
1.2 Indice de perturbation	74
1.3 Caractéristiques morphologiques	74
1.4 Caractéristiques biogéographiques	75
2. Etude de la biodiversité	76
2.1 Indices de diversité	77
2.1.1 Indice de diversité de Shannon-Weaver	78
2.1.2 Indice d'équitabilité	79
2.1.3 Indice de Simpson	79
2.1.4 Indice de Margalef	79
Conclusion	81
Chapitre IV : Etude histologique	82
Introduction	83
1. Etude histologique	83
1.1 Généralités sur les tissus végétaux	83
1.2 Classification des tissus végétaux	84
1.2.1 Les tissus fondamentaux	84
1.2.2 Les tissus protecteurs	84
1.2.3 Les tissus de soutien	84
1.2.4 Les tissus conducteurs	84
1.3 Matériel et methods	85
1.3.1 Matériels et solution utilisées	85

a) Préparation des coupes	86
b) Protocole de la double coloration	86
c) Montage des coupes et observation au microscope	87
1.4 Résultat et interpretation	90
2. Etude histométrique	93
2.1 histogrammes	95
Discussion	98
Conclusion	99
Conclusion générale	100
Références bibliographiques	103

## Liste des figures

Figure 01 : Ensemble des plantes parasite.	5
Figure 02 : Disponibilité des types de parasitisme chez les Orobanchaceae	10
Figure 03 : Schéma simplifié du cycle de développement de l' <i>Orobanche</i> .	12
Figure 04 : Cycle biologique de l' <i>Orobanche</i> .	13
Figure 05 : Répartition géographique des Orobanches dans le monde.	15
Figure 06 : <i>Orobanche Crenata</i> à Ain Tolba (Ain Temouchent).	16
Figure 07 : Wilayas infestées par <i>Orobanche</i> .	18
Figure 08 : <i>Orobanche crenata</i> dans un champ agricole à Ain Tolba dans la wilaya d'Ain Temouchent.	21
Figure 09 : Situation géographique de la région d'Ain Temouchent.	26
Figure 10 : Situation géographique de Ain Tolba.	28
Figure 11 : Géolocalisation de la station d'étude par image satellitaire et photo de la station d'étude.	30
Figure 12 : Histogramme déterminant les variations de précipitations moyennes en mm station de Béni-Saf (2018-2023).	33
Figure 13 : Régime saisonnier des précipitations de la station de Béni Saf.	35
Figure 14 : Variation des moyennes des températures mensuelles.	37
Figure 15 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la station météorologique de Béni-Saf (2018-2023).	40
Figure 16 : Régime d'écoulement pour notre type de climat.	42
Figure 17 : Climagramme pluviothermique d'Emberger ( $Q_2$ ) de la station de Béni-Saf	44
Figure 18 : Type de sols de la région d'étude Ain Tolba selon la carte des sols.	48
Figure 19 : Quelques étapes du séchage et de la séparation des éléments.	49

Figure 20 : Quelques étapes de l'analyse granulométrique.	51
Figure 21 : Identification de la couleur du sol (Munsell soil color chart).	52
Figure 22 : Quelques étapes du dosage du calcaire total	55
Figure 23 : Quelques étapes de la mesure de la matière organique.	57
Figure 24 : Quelques étapes de la mesure du pH.	59
Figure 25 : Echelle de salure en fonction de la conductivité de l'extrait aqueux.	59
Figure 26 : Quelques étapes de la mesure de la conductivité électrique.	60
Figure 27 : Triangle des textures de sol.	61
Figure 28 : Triangle texturale pour l'échantillon de surface et de profondeur de la station de «Ain Tolba».	62
Figure 29 : Représentation graphique de la composition de la flore par famille.	69
Figure 30 : Pourcentage des familles dans la station « Ain Tolba ».	70
Figure 31 : Types biologiques de RAUN KIAER (1934).	72
Figure 32: Répartition des espèces selon les types biologiques de la station « Ain Tolba».	73
Figure 33 : Répartition des espèces selon les types morphologiques de la station « Ain Tolba».	75
Figure 34 : Répartition des espèces selon les types biogéographiques de la station « Ain Tolba».	
Figure 35 : Représentation graphique des indices de diversité.	80
Figure 36 : Photographies du protocole à suivre pour la préparation des coupes histologiques.	89
Figure 37: Vue d'ensemble d'une coupe histologique au niveau de la tige d' <i>Orobanche crenata</i> .	
Figure 38 : Observation microscopique des tissus présents au niveau d'une coupe histologique de la tige d' <i>Orobanche crenata</i> .	91
Figure 39 : Observation microscopique de l'épiderme et du parenchyme au niveau de la tige d' <i>Orobanche crenata</i> .	92
Figure 40 : Comparaison histométrique entre les différents tissus de la tige d' <i>Orobanche crenata</i> .	95

Figure 41: Représentation graphique des moyennes histométriques de la tige d'*Orobanche crenata*. 96

Figure 42 : Comparaison histométrique entre le xylème et le phloème de la tige d'*Orobanche crenata*. 97

## Liste des tableaux

Tableau 01 : Principales familles de plantes parasites et de leurs genres.	6
Tableau 02 : Liste récapitulative des genres de la famille des Orobanchacées.	8
Tableau 03 : Liste récapitulative des orobanches les plus importantes avec leurs hôtes et aires de répartition.	14
Tableau 04 : Position systématique de l'espèce <i>Orobanche crenata</i> selon l'APG III	17
Tableau 05 : Principales plantes hôtes d' <i>Orobanche crenata</i> en Algérie.	19
Tableau 06 : Lieux de collecte et informations sur les hôtes des populations d' <i>Orobanche crenata</i> .	20
Tableau 07 : Coordonnées Lambert de la station « Ain Tolba ».	29
Tableau 08 : Caractéristiques de la station météorologique de « Béni-Saf ».	32
Tableau 09 : Moyennes des précipitations mensuelles et annuelles de la station de « Béni-Saf » durant la période (2018-2023).	33
Tableau 10 : Régime pluviométrique saisonnier (2018-2023).	34
Tableau 11 : Moyennes des températures mensuelles (2018-2023).	36
Tableau 12 : Températures moyennes des «minima» du mois le plus froid «m» et des «maxima» du mois le plus chaud «M» (2018-2023).	38
Tableau 13 : Valeur de l'écart thermique.	38
Tableau 14 : Indice d'aridité de De Martonne.	41
Tableau 15 : Indice de sécheresse.	43
Tableau 16 : Quotient pluviothermique d'Emberger.	44
Tableau 17 : Classification des sols.	50
Tableau 18 : Echelle d'interprétation des carbonates.	54
Tableau 19 : Echelle d'interprétation du pourcentage de la matière organique.	56
Tableau 20 : Echelle d'appréciation du pH.	58
Tableau 21 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol de la station « Ain Tolba ».	62

Tableau 22 : Inventaire floristique de la station « Ain Tolba ».	67
Tableau 23 : Inventaire des familles en pourcentage de la station d'étude.	68
Tableau 24 : Pourcentages des types biologiques de la station d'étude.	72
Tableau 25 : Pourcentages des types morphologiques de la station d'étude.	74
Tableau 26 : Pourcentage des types biogéographiques de la station d'étude.	75
Tableau 27 : Résultats de l'indice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) de la station d'étude.	77
Tableau 28 : Résultats du calcul des indices de diversité.	80
Tableau 29 : Matériel et solutions utilisées au laboratoire.	85
Tableau 30 : Mesures histologiques de la tige d' <i>Orobanche crenata</i> .	93
Tableau 31 : Moyennes histométriques de la tige d' <i>Orobanche crenata</i> .	96

## *Liste des abréviations*

CH	Chamaephytes
HV	Herbacées vivace
LV	Ligneux vivace
GE	Géophytes
PH	Phanéropytes
TH	Thérophytes
HA	Herbacée vivace
Méd	Méditerranéen
HE	Hémicryptophytes
Macar-Méd-Irano-Tour	Macaronésienne méditerranéenne irano-touranienne
Cosmop	Cosmopolite
Euras	Eurasiatique
Sub-Méd	Sub méditerranéen
Eur-Méd	Européen méditerranéen
Ibéro-Méd	Ibéro méditerranéen
W-Méd	Ouest méditerranéen

# **Introduction générale**

En raison de sa biodiversité exceptionnelle et de son patrimoine naturel riche, le bassin méditerranéen revêt une grande importance écologique. Le climat méditerranéen, la diversité géographique et les interactions complexes entre les plantes, les animaux et les écosystèmes sont autant de facteurs qui influencent l'écologie du bassin méditerranéen.

La biodiversité de la région méditerranéenne est remarquable, ce qui en fait un sujet captivant pour les chercheurs. La flore présente une grande variété en raison d'une interaction complexe entre divers facteurs historiques, paléogéographiques, géologiques et écologiques qui ont eu un impact sur son évolution au fil du temps (**BENMOUSSAT, 2004**).

Selon **RADFORD et al., (2011)**, il y a environ 3994 espèces et 464 groupes endémiques dans la flore algérienne, ce qui représente 11,61% des plantes vasculaires de l'Algérie. En Algérie, plus de la moitié (77,9%) des taxons strictement endémiques ou endémiques sont plus ou moins rares et plus ou moins fréquents, représentant moins d'un quart du total (**VELA & BENHOUHOU, 2007**).

Comme dans d'autres parties de l'Algérie, la wilaya d'Aïn Témouchent est renommée pour sa riche diversité floristique, constituant un véritable trésor botanique. Située sur la côte nord-ouest du pays, cette région bénéficie d'un climat méditerranéen, caractérisé par des hivers doux et pluvieux et des étés chauds et secs, favorisant la croissance d'une multitude de plantes. La géographie variée d'Aïn Témouchent, avec ses plaines fertiles, ses collines ondulantes et ses zones côtières, contribue à la diversité de sa flore.

Parmi cette flore, dans le domaine des plantes parasites, il existe une vingtaine de familles, dont la plus grande celle des Orobanchacées, objet de cette étude, qui regroupe plus de 2 000 espèces et environ 90 à 115 genres appartenant à l'ordre des Lamiales. La famille des Orobanchacées est particulièrement importante en raison de l'importance économique de certains membres, mais également de sa diversité trophique des espèces non parasitaires (**JOEL et GRESSEL, 2013**).

Les Orobanchacées ont fait leur apparition il y a 3,6 millions d'années (**GAMALEI et al., 2007**). Il s'agit de la seule famille de plantes parasites qui comprend à la fois des représentants hémiparasites et holoparasites, avec des parasites facultatifs ou obligatoires au sein de ces derniers (**WESTWOOD et al., 2010**).

## Introduction générale

---

Il faut reconnaître que le parasitisme végétal est une expérience captivante d'extrême intimité qui se produit lorsque des plantes interagissent entre elles. Selon **KUIJT (1969)**, les plantes parasites se fixent sur d'autres plantes grâce à un organe spécialisé appelé l'haustorium afin d'obtenir les nutriments et l'eau de leurs hôtes. Les plantes parasites suscitent un intérêt non seulement pour les phytologues, qui étudient les modifications structurelles, physiologiques et moléculaires du parasitisme, mais aussi pour les agriculteurs et les scientifiques appliqués, car certaines plantes parasites sont de sérieux ravageurs agricoles pouvant causer des pertes de rendement considérables. En outre, environ 1 % de l'ensemble des espèces d'angiospermes sont des plantes parasites (**KAZI-TANI, 2014**). La famille des Orobanchacées est un système modèle très intéressant pour l'étude de l'évolution du parasitisme chez les plantes.

C'est dans ce cadre que le présent mémoire se propose d'apporter une contribution significative à l'étude d'*Orobanche crenata* dans la wilaya d'Ain Temouchent. Le cycle de vie d'*Orobanche crenata* est complexe, avec plusieurs étapes souterraines et émergentes. Elle est morphologiquement particulière et se développe surtout sous forme de tubercules souterrains qui s'attachent aux racines des plantes hôtes. Les dommages causés par *Orobanche crenata* sont significatifs, en termes de perte de rendement et de perte économique. Par exemple, en Algérie, cette espèce est considérée comme l'une des plus nuisibles pour les légumineuses alimentaires.

Plus précisément, l'objectif de cette étude, intitulée « Etude histologique d'une Orobanchaceae de la région d'Ain Temouchent (Ain Tolba) : *Orobanche crenata* Forsk. », est de fournir une compréhension approfondie de la structure anatomique d'*Orobanche crenata* en utilisant des méthodes et des techniques d'analyse appropriées.

Afin de parvenir à notre objectif, nous traiterons les chapitres suivants :

- **Chapitre 1** : correspond à une synthèse bibliographique.
- **Chapitre 2** : porte sur l'environnement physique de la région d'étude avec une approche bioclimatique et pédologique.
- **Chapitre 3** : concerne l'étude floristique de la station abritant *Orobanche crenata*.
- **Chapitre 4** : représente l'étude histologique de l'espèce étudiée.

**Chapitre I :**

**Synthèse**

**bibliographique**

## 1. Les plantes parasites

Les plantes parasites sont la représentation botanique du vampirisme (**figure 01**). L'haustorium (haustoria au pluriel) est une structure spécialisée utilisée par les plantes parasites qui pénètre dans la tige ou la racine de leur hôte et établit une connexion vasculaire avec celui-ci. Elles aspirent l'eau ou la sève de leur victime à travers l'haustorium. Les plantes parasites qui attachent leurs haustoria à la tige de leur hôte sont également des plantes épiphytes, c'est-à-dire qu'elles ne sont même pas en contact avec le sol. Certains entrent en contact sous la surface de la terre, en utilisant des haustoria fixés sur les racines de leur hôte. (**JACQUES, 2021**).



**Figure 01 : Ensemble des plantes parasites  
(1)**

Leur mode de vie parasitaire entraîne souvent des pertes de productivité importantes. Une fois les fondements de leur organisation rappelés, quatre exemples sélectionnés avec soin (gui, cuscute, striga et orobranche) mettent en évidence les principales tendances biologiques observées chez ces plantes (**SALLE et al., 2000**).

Il s'agit de plantes qui ont besoin d'autres plantes pour leur nutrition en partie ou entièrement. Les plantes parasites, à la différence des plantes autotrophes qui se nourrissent par photosynthèse, reçoivent tout ou une partie de leurs nutriments en se fixant à une plante hôte.

On peut classer les plantes parasites en deux catégories. Dans les deux cas, les plantes parasites communiquent principalement avec l'hôte via les tissus conducteurs de sèves :

- Parasitisme partiel (hémiparasitisme) : Il s'agit de plantes qui restent capables de produire des matières organiques à partir de la lumière, mais qui consomment également

des nutriments de leur hôte. En général, elles sont de couleur verte et peuvent produire de la photosynthèse, mais elles sont également tributaires de la sève brute de leur hôte pour consommer des minéraux et de l'eau.

- Parasitisme total (holoparasitisme) : Ils ne peuvent pas produire de la photosynthèse et sont totalement dépendants de leur hôte pour obtenir les ressources requises. Ils collectent à la fois la sève brute et la sève élaborée qui renferme des composés organiques produits par la photosynthèse de l'hôte. Les holoparasites sont incolores car ils ne contiennent pas de chlorophylle. (2)

Voici un tableau récapitulatif des principales familles de plantes parasites et de leurs genres (tableau 01) :

**Tableau 01** : Principales familles de plantes parasites et de leurs genres.

Famille	Genre	Type de parasitisme
Orobanchaceae	<i>Orobanche</i>	Holoparasite
	<i>Striga</i>	Hémiparasite
	<i>Phelipanche</i>	Holoparasite
Cuscutaceae	<i>Cuscuta</i>	Holoparasite
Loranthaceae	<i>Loranthus</i>	Hémiparasite
Viscaceae	<i>Viscum</i>	Hémiparasite
	<i>Phoradendron</i>	Hémiparasite
Rafflesiaceae	<i>Rafflesia</i>	Holoparasite
Hydnoraceae	<i>Hydnora</i>	Holoparasite
Balanophoraceae	<i>Balanophora</i>	Holoparasite
Convolvulaceae	<i>Cuscuta</i>	Holoparasite
Santalaceae	<i>Thesium</i>	Hémiparasite
	<i>Osyris</i>	Hémiparasite
	<i>Santalum</i>	Hémiparasite
Apodanthaceae	<i>Apodanthes</i>	Holoparasite
Lennoaceae	<i>Lennoa</i>	Holoparasite

## 2. Famille des Orobanchaceae

Les Orobanchaceae sont une famille de plantes principalement parasites de l'ordre des Lamiales, regroupant environ 90 genres et plus de 2000 espèces (MCNEAL et *al.*, 2013). La majorité de ces plantes sont des hémiparasites, mais certaines espèces sont holoparasites, c'est-à-dire qu'elles sont complètement dépendantes de leur hôte pour obtenir les ressources indispensables à leur survie. Les Orobanchaceae sont la plus grande des 20 à 28 familles de dicotylédones qui expriment le parasitisme (DANIEL et *al.*, 2013).

### 2.1 Caractères généraux

Ce sont généralement des herbacées vivaces ou des arbustes, avec des feuilles simples et alternes. Les holoparasites manquent de chlorophylle et ne peuvent pas effectuer la photosynthèse, tandis que les hémiparasites peuvent photo-synthétiser mais dépendent également de leur hôte pour des éléments minéraux et de l'eau. (3).

### 2.2 Diversité et distribution

Elles appartiennent au ordre des Lamiales, une famille de plantes terrestres à fleurs labiées. Les Orobranchacées se rencontrent à peu près dans tout le globe, mais surtout dans les régions à climat tempéré. D'après les auteurs, la famille des Orobanchaceae comprend entre 80 et environ 100 genres et 1 700 à 2 100 espèces (3). Ils sont largement distribués dans le monde, avec une prédominance dans les régions méditerranéennes, en Afrique et en Asie. Les genres *Orobanche*, *Phelipanche*, *Striga*, et *Alectra* sont parmi les plus étudiés en raison de leur impact économique sur les cultures agricoles.

### 2.3 Mécanismes de parasitisme

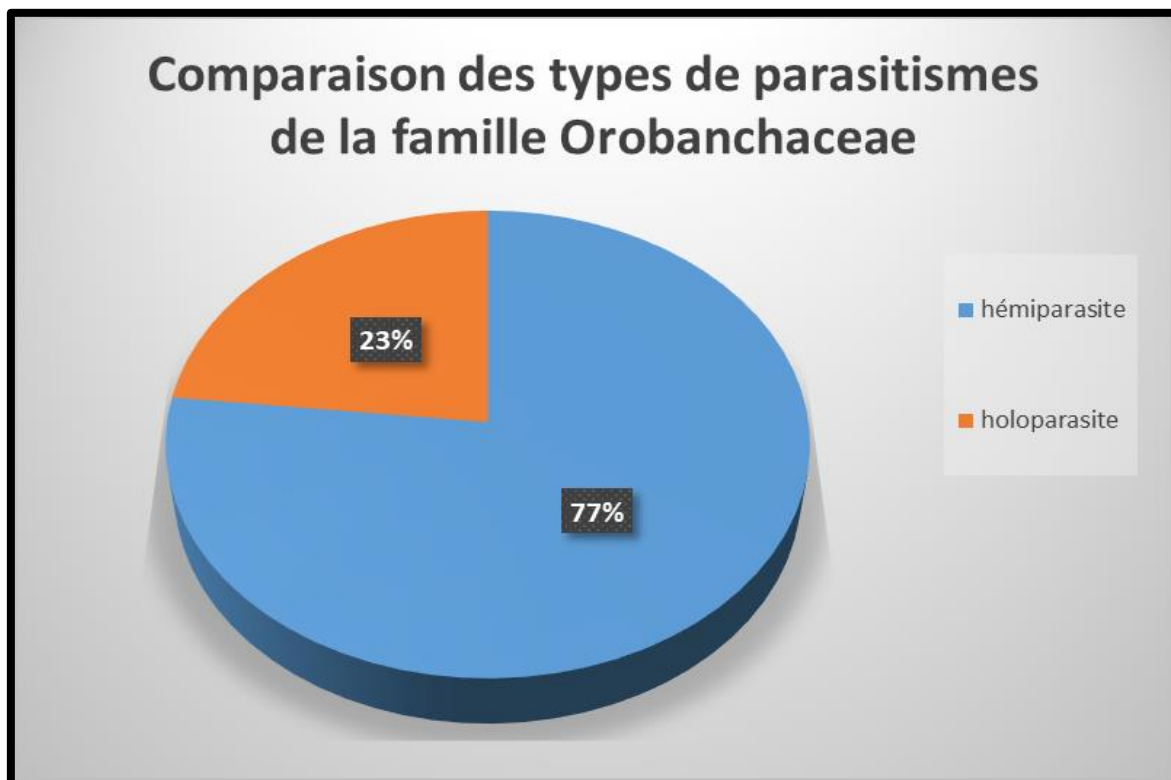
Chez les Orobanchaceae, les plantes sont complexes et parfaitement adaptées à leur environnement. Ce n'est qu'en présence de signaux chimiques particuliers émis par les racines des plantes hôtes que les graines des plantes parasites germent, ce qui est appelé « stimulation chimique ». Les plantules, une fois germées, forment des haustoria qui pénètrent les tissus de l'hôte et s'introduisent dans les systèmes vasculaires (4). On distingue ainsi deux catégories : les hémiparasites et les holoparasites (tableau 02 et figure 02).

Tableau 02 : Liste récapitulative des genres de la famille des Orobanchacées (7).

	LISTE DES GENRES		
	N°	Hémiparasite	holoparasite
<b>FAMILLE OROBANCHACEES</b>	1	<i>Agalinis</i>	<i>Aeginetia</i>
	2	<i>Alectra</i>	<i>Boschniakia</i>
	3	<i>Asepalum</i>	<i>Christisonia</i>
	4	<i>Aureolaria</i>	<i>Cistanche</i>
	5	<i>Bartsia</i>	<i>Conopholis</i>
	6	<i>Bellardia</i>	<i>Epifagus</i>
	7	<i>Buchnera</i>	<i>Eremitilla</i>
	8	<i>Bungea</i>	<i>Gleadovia</i>
	9	<i>Buttonia</i>	<i>Harveya</i>
	10	<i>Castilleja</i>	<i>Hyobanche</i>
	11	<i>Centranthera</i>	<i>Lathraea</i>
	12	<i>Chloropyron</i>	<i>Mannagettaea</i>
	13	<i>Cordylanthus</i>	<i>Phacellanthus</i>
	14	<i>Cycnium</i>	<i>Phelypaea</i>
	15	<i>Cymbaria</i>	<i>Platypholis</i>
	16	<i>Dasistoma</i>	<u><i>Orobanche</i></u>
	17	<i>Dicranostegia</i>	<i>Tienmuia</i>
	18	<i>Escobedia</i>	
	19	<i>Esterhazyia</i>	
	20	<i>Euphrasia</i>	
	21	<i>Gerardiina</i>	

	22	<i>Ghikaea</i>	
	23	<i>Graderia</i>	
	24	<i>Lamourouxia</i>	
	25	<i>Leptorhabdos</i>	
	26	<i>Leucosalpa</i>	
	27	<i>Macranthera</i>	
	28	<i>Hedbergia</i>	
	29	<i>Melampyrum</i>	
	30	<i>Nesogenes</i>	
	31	<i>Nothobartsia</i>	
	32	<i>Nothochilus</i>	
	33	<i>Odontites</i>	
	34	<i>Omphalotrix</i>	
	35	<i>Orthocarpus</i>	
	36	<i>Parastriga</i>	
	37	<i>Parentucellia</i>	
	38	<i>Pedicularis</i>	
	39	<i>Petitmenginia</i>	
	40	<i>Phtheirospermum</i>	
	41	<i>Physocalyx</i>	
	42	<i>Pseudobartsia</i>	
	43	<i>Rhynchocorys</i>	
	44	<i>Schwalbea</i>	
	45	<i>Seymeria</i>	
	46	<i>Seymeriopsis</i>	

	47	<i>Sieversandreas</i>	
	48	<i>Silviella</i>	
	49	<i>Siphonostegia</i>	
	50	<i>Spirostegia</i>	
	51	<i>Striga</i>	
	52	<i>Tozzia</i>	
	53	<i>Triphysaria</i>	
	54	<i>Vellosiella</i>	
	55	<i>Xizangia</i>	
	56	<i>Xylocalyx</i>	



**Figure 02 :** Disponibilité des types de parasitisme chez les Orobanchaceae.

### 3. Le genre *orobanche*

Les plantes du genre *Orobanche* se distinguent par l'absence de chlorophylle, ce qui leur interdit la photosynthèse et leur permet donc de dépendre de leurs hôtes pour obtenir les ressources dont elles ont besoin pour survivre. Feuilles simples, alternes. Fleurs hermaphrodites, bilatérales et zygomorphes, à corolle tubuleuse et étamines (BRUN *et al.*, 2018). Les plantes de ce genre sont holoparasites, c'est-à-dire qu'elles sont totalement tributaires de leurs plantes hôtes pour leurs nutriments et leur eau. Les effets de leur parasitisme sur l'agriculture sont importants, notamment dans les régions méditerranéennes, en Afrique et en Asie.

#### 3.1 Caractéristiques morphologiques et physiologiques

- Absence de chlorophylle : ce qui les rend incapables de photosynthétiser.
- Haustoria : Structures spécialisées qui pénètrent dans les tissus de la plante hôte afin d'extraire les nutriments et l'eau.
- Fleurs voyantes : Souvent d'un jaune, d'un blanc, d'un bleu ou d'un pourpre, attractifs pour les pollinisateurs.

#### 3.2 Cycle biologique de l'*Orobanche*

La **figure 03** représente d'une manière synthétique le cycle de développement de l'*Orobanche*.

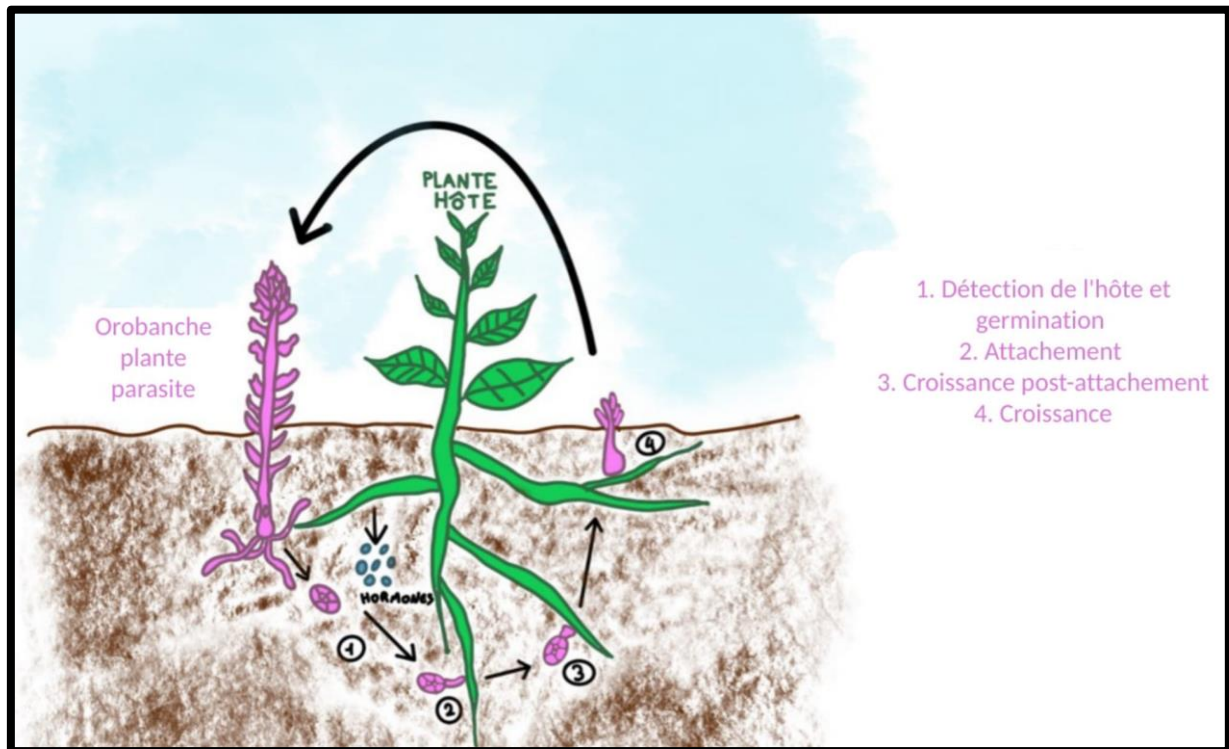


Figure 03 : Schéma simplifié du cycle de développement de l'Orobanche (1).

Le parasitisme chez Orobanche implique plusieurs étapes (figure 04) :

1. **Une germination provoquée par l'hôte** : Les graines ne germent que lorsque les racines de l'hôte émettent des signaux chimiques.
2. **Formation d'haustoria** : Les jeunes plantules, après la germination, forment des haustorias qui s'attachent aux racines de l'hôte.
3. **Établissement et croissance** : Une fois attachées, les haustorias pénètrent les tissus vasculaires de l'hôte pour siphonner les nutriments et l'eau, permettant à la plante parasite de croître et de se développer.

La majorité des espèces d'orobanche se reproduisent par graine et sont annuelles. Les graines sont petites (0,2 à 0,3 mm) et sont profondément dormantes selon les espèces et le milieu. Bien que les conditions soient favorables, la germination ne peut se produire qu'en présence de substances qui favorisent la germination ou d'exsudats racinaires sécrétés par les racines de l'organisme. Outre les stimulants et la plante hôte, la germination exige le conditionnement des graines, qui est assuré par la température et l'humidité du sol.

Une fois le conditionnement terminé, qui peut durer environ deux semaines selon les espèces, la graine se développe et produit un germe tubulaire ou "procaulôme" d'un jaune

orange. Il peut atteindre une largeur de 3 à 4 mm avec un diamètre de 0,15 mm. Le germe tubulaire présente une activité chimiotrope positive et se développe vers la racine de l'hôte. Son extrémité s'épaissit à l'approche du procaulôme, qui s'attache à la surface de la racine. L'appressorium est un épaississement. En cas d'incapacité du germe tubulaire à se fixer sur l'hôte, il décède après quelques jours de sa germination. La connexion entre l'appressorium et les tissus de l'hôte se fait par dégradation enzymatique et pénétration mécanique, créant ainsi des suçoirs ou haustorias qui adhèrent solidement à la racine. Une fois que l'appressorium est en contact avec les vaisseaux de l'hôte, une masse gélatineuse ou un tubercule de 0,5 à 2,5 cm de diamètre se forme. Le parasite extrait l'eau, les minéraux et les composés organiques de l'hôte grâce à cet organe (ZEMRAG, 1999).

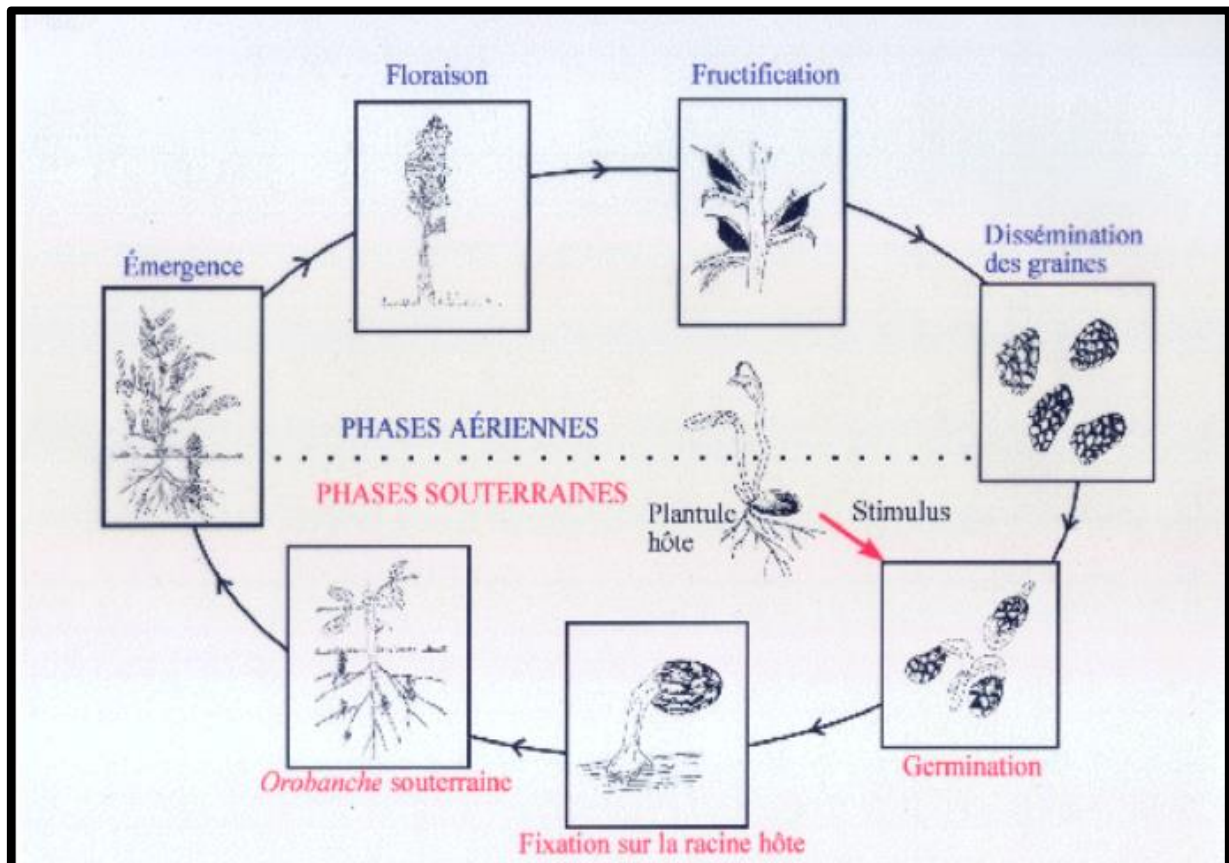


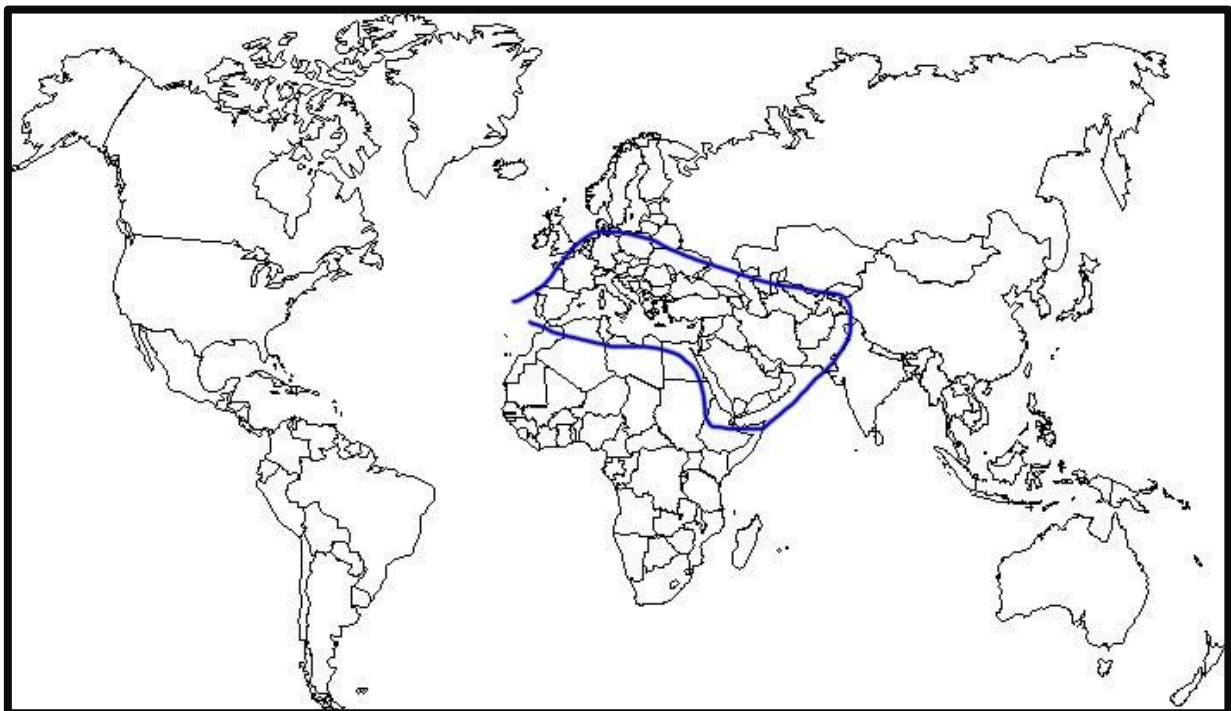
Figure 04 : Cycle biologique de l'Orobanche (10).

Voici un tableau résumé (**tableau 03**) de quelques espèces importantes du genre Orobanche, avec leurs noms scientifiques, les plantes hôtes qu'elles parasitent principalement et leurs aires de répartition (**figure 05**) :

**Tableau 03** : Listes récapitulatives des espèces orobanches importantes avec leur hôte et aires de répartition (**INFOFLORA**).

Nom Scientifique	Plantes Hôtes	Région de distribution
<i>Orobanche crenata</i>	Légumineuses (fèves, pois, lentilles) Fabacées et Apiacées	Méditerranée, Moyen-Orient, Afrique du Nord
<i>Orobanche ramosa</i>	Solanacées (tomates, tabac), crucifères	Europe, Méditerranée, Asie centrale
<i>Orobanche minor</i>	Trèfle, luzerne, autres légumineuses	Europe et Asie
<i>Orobanche hederæ</i>	Lierre	Europe, principalement régions tempérée
<i>Orobanche cumana</i>	Tournesol	Afrique du Nord, Méditerranée occidentale
<i>Orobanche foetida</i>	Fabacées, notamment les légumineuses cultivées	Afrique du Nord, Méditerranée occidentale
<i>Orobanche caryophyllacea</i>	Caryophyllacées, principalement les œillets	Europe centrale et méridionale
<i>Orobanche gracilis</i>	Plantes diverses, principalement des herbacées	Europe, Asie mineure
<i>Orobanche alba</i>	Fabacées, diverses légumineuses	Europe méridionale, Asie occidentale
<i>Orobanche picridis</i>	Plantes de la famille des Asteraceae	Europe, principalement régions méditerranéenne
<i>Orobanche elatior</i>	Plantes de la famille des Asteraceae	Europe, Asie mineure
<i>Orobanche reticulata</i>	Plantes de la famille des Asteraceae	Europe, principalement en Europe de l'Est
<i>Orobanche purpurea</i>	Plantes diverses, souvent sur des Fabacées	Europe, Asie centrale
<i>Orobanche teucrii</i>	Plantes du genre Teucrium	Europe méridionale, Asie occidentale

<i>Orobanche serbica</i>	Plantes de la famille des Fabacées	Europe du Sud-Est
<i>Orobanche sanguinea</i>	Fabaceae et parfois des Caryophyllaceae.	Europe méridionale, occidentale et Méditerranée
<i>Orobanche lutea</i>	Diverses légumineuses	Europe centrale et méridionale, Asie occidentale
<i>Orobanche kochii</i>	Diverses légumineuses	Europe du Sud et du Centre, Asie de l'Ouest
<i>Orobanche flava</i>	Plantes de la famille des Asteraceae	Europe centrale et orientale, Asie centrale et occidentale
<i>Orobanche beauverdii</i>	Plantes de la famille des Asteraceae	Afrique du Nord, Méditerranée occidentale



**Figure 05 :** Répartition géographique des *Orobanches* dans le monde (INFOFLORA).

#### 4. L'espèce *Orobanche Crenata* Forsk.

*Orobanche crenata* est également connue sous le nom de Cuscute des légumineuses ou Orobanche crénelée (**figure 06**). Elle se rencontre principalement dans les pays du bassin méditerranéen avec une extension en Afrique de l'Est, en Asie et en Europe. C'est l'une des plus importantes espèces du fait qu'elle a une large gamme d'hôtes. Ses principales plantes hôtes appartiennent à la famille des Fabacées (**PARKER, 1994**). L'*Orobanche crenata* pousse dans les zones à végétation herbacée, les terres arables, les pâturages rudéraux, et les terres alcalines (calcaires), dans des champs cultivés, notamment de fève et autres légumineuses. La période de floraison de cette plante parasite s'étale du mois de mai à la fin du mois de juillet dans l'Europe centrale, et de mi-avril au mois de juin dans les régions méditerranéennes (**AOUALI, 2005**).



**Figure 06** : *Orobanche Crenata* à Ain Tolba (Ain Temouchent) (**DOUZI, 2024**).

##### 4.1 Description botanique

*Orobanche crenata* est une plante herbacée parasite, sans chlorophylle, dont la tige est solide, de 30 à 70 cm de haut, jaunâtre ou bleuâtre, à peine renflée la base. Les écailles ont une longueur de 2-3 cm. Fleurs dressées-étalées ou étalées de 20 à 30 mm, avec un épi plus ou moins lâche, à l'odeur de girofle. Le tube de la corolle est égalé par les sépales bifides. Elle est d'un blanc rayé de violet, glabre, presque droite sur le dos et à peine courbée sur la lèvre

supérieure, avec de très-grands lobes glabres à la marge, l'inférieur beaucoup plus grand. Les filets sont placés à une profondeur de 2-3 mm et sont très velus à la base. Le stigmate est de couleur violette pâle (5).

Le stigmate est composé de deux lobes sphériques et allongés de couleur blanche, orange, jaunâtre-blanche, rose ou violet-clair, avec des anthères et un style souvent poilus. Les fleurs ont une fragrance d'œillets, d'où le nom anglais de carnation broomrape. La quantité de chromosomes est de  $2n=38$ . (KREUTZ, 1995).

#### 4.2 Systématique de l'espèce *Orobanche crenata*

La position systématique d'*Orobanche crenata* selon l'APG III est la suivante (tableau 04) :

**Tableau 04** : Position systématique de l'espèce *Orobanche crenata* selon l'APG III [5]

Règne	<b>Plantae Haeckel, 1866</b>
Sous-Règne	Viridiplantae
Infra-Règne	Streptophyta <b>John, Williamson &amp; Guiry, 2011</b>
Clade	Tracheophyta <b>Sinnott ex Cavalier-Smith, 1998</b>
Clade	Spermatophyta
Sous-Classe	Magnoliidae <b>Novák ex Takht., 1967</b>
Super-Ordre	Asteranae <b>Takht., 1967</b>
Ordre	Lamiales <b>Bromhead, 1838</b>
Famille	Orobanchaceae <b>Vent., 1799</b>
Tribu	Orobancheae <b>Lam. &amp; DC., 1806</b>
Genre	<i>Orobanche</i> <b>L., 1753</b>
Espèce	<i>Orobanche crenata</i> <b>Forssk., 1775</b>

### 4.3 Nom vernaculaire de cette espèce

- **En arabe** : Halouk
- **En français** : Cuscute des légumineuses, Orobanche crénelée, Broomrape crénelée
- **En anglais** : Crenate Broomrape, carnation-scent broomrape, bean broomrape
- **En espagnole** : Jopo
- **En italien** : Grangena
- **En latin** : Escobilla, lupo di fave [6].

### 4.4 Répartition géographique en Algérie (figure 07)

La plante parasite la plus importante parmi les espèces du genre *Orobanche* en Algérie est *Orobanche crenata*. Elle se rencontre principalement dans les zones côtières à vocation maraichère. Elle se trouve dans la Mitidja, le sahel d'Alger et le plateau d'El-Harrach (BLANCHARD, 1952). Outre ces localités, l'espèce a signalé sa présence à l'Ouest à Ain Tolba dans la wilaya d'Ain Temouchent et à Tiarret sur lentille (ROUMILI, 1993). Cette Orobanche est également observée à Ain Dem dans les cultures de fèves et de pois (ZERMANE, 1998).

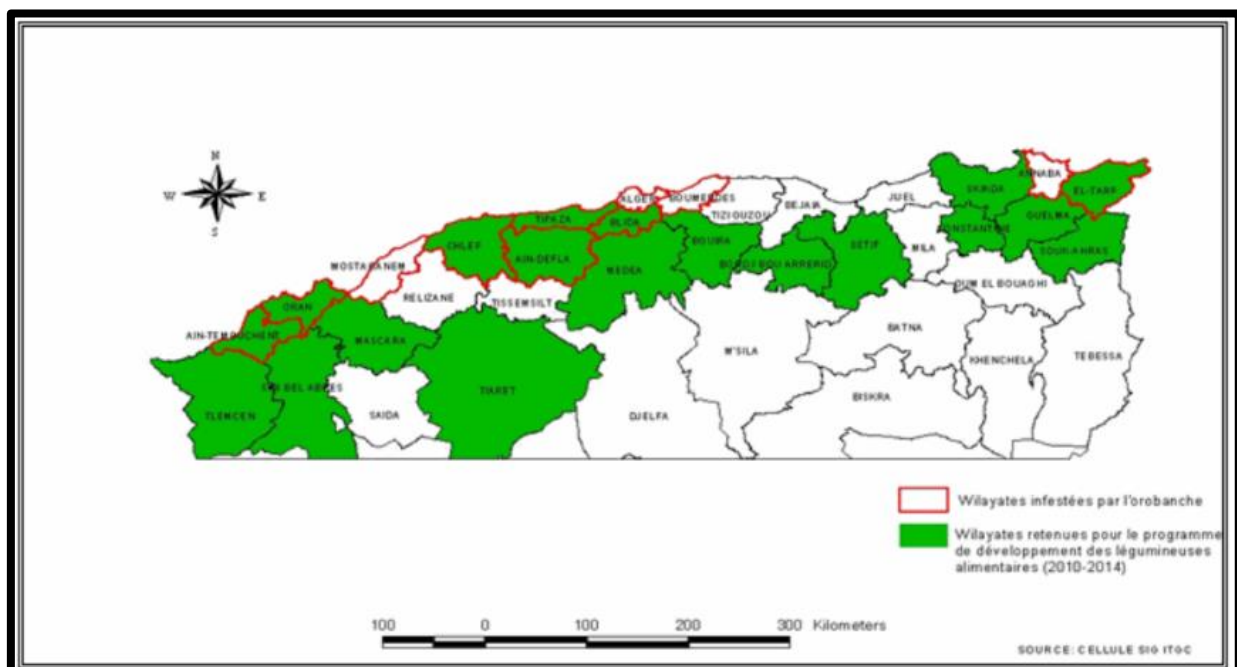


Figure 07 : Wilayas infestées par *Orobanche* (KHARRAT et al., 1998).

#### 4.5 Gamme d'hôte d'*Orobanche crenata* en Algérie

Les principales plantes hôte d'*Orobanche crenata* en Algérie sont répertoriées au niveau du **tableau 05** ci-dessous.

**Tableau 05** : Principales plantes hôte d'*Orobanche crenata* en Algérie (ROUMILI, 1993).

Familles	Espèces
Fabaceae	Fève ( <i>Vicia faba</i> L)
	Lentille ( <i>Lens culinaris</i> Medik)
	Pois ( <i>Pisum sativum</i> L)
	Luzerne ( <i>Medicago sativa</i> )
	Trèfle ( <i>Trifolium alexandrium</i> )
	Pois chiche ( <i>Cicer arietinum</i> )
	Vesce ( <i>Vicia sativa</i> )
Asteraceae	Carthame ( <i>Carthamus tinctorius</i> )
Apiaceae	Carotte ( <i>Daucus carota</i> )
Geraniaceae	Géranium cultivé ( <i>Pelargonium</i> sp)
Dipsacaceae	<i>Dipsacus</i> sp
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>

*Orobanche crenata* a été découverte sur d'autres espèces de la famille des Astéracées, en plus des espèces mentionnées dans le tableau 05. On l'a découverte pour la première fois sur la laitue dans la région d'Al Arbaatache dans la wilaya de Boumerdes. Deux autres espèces adventices de la même famille Asteracées ont également été découvertes lors de nos recherches, à Cheraga dans l'Ouest d'Alger (*Sonchus* sp) et dans la région d'El Eulma dans la wilaya de Sétif (*Atractylis* sp) (AOUALI et FELIACHI, 2007).

#### 4.3 Impact agricole

La plante parasite *Orobanche crenata* peut entraîner des pertes de rendement significatives dans les cultures de légumineuses telles que les pois et les fèves. Dans certaines régions, elle est perçue comme l'une des principales limitations pour les agriculteurs.

En Algérie, la principale espèce d'Orobanche est *Orobanche crenata*, qui représente un sérieux problème pour les légumineuses (**figure 08**). Plusieurs régions de l'Algérie ont été touchées par ce parasite (**tableau 06**), avec des niveaux d'infestation élevés qui entraînent la destruction totale des cultures touchées dans certaines localités, contraignant ainsi les agriculteurs à renoncer à la culture des légumineuses (**LABRADA, 2008**).

**Tableau 06** : Lieux de collecte et informations sur les hôtes des populations d'*Orobanche crenata*. (**BENDAOU** et al., 2022)

Région	Latitude/ Longitude	Hôte
Alger (Ain Taya)	N 36°44'17.3" E 003°18'20.4"	Fève ( <i>Vicia faba</i> L)
Alger (Staouali)	N 36°44'203257.7" E 002°52'58,1"	Fève ( <i>Vicia faba</i> L)
Ain Defla	N 36°21'24.7" E 002°28'58.8"	Fève ( <i>Vicia faba</i> L)
Ain Temouchent	N 35° 19'22.8" E 001° 16'17.0"	Carotte ( <i>Daucus carota</i> )
Boumerdes	N 36°38'58.3" E 003°21'59,9"	Fève ( <i>Vicia faba</i> L)
Blida (Mouzaia)	N 36°28'24.1" E 002°40'43.4"	Pois ( <i>Pisum sativum</i> L)



**Figure 08 :** *Orobanche crenata* dans un champ agricole à Ain Tolba dans la wilaya d’Ain Temouchent (DOUZI, 2024).

#### 4.4 Méthode de lutte

La gestion d’*Orobanche crenata* nécessite une approche intégrée comprenant plusieurs stratégies :

##### 4.4.2 Lutte culturale

- **Date de semis :** les expériences menées en Tunisie révèlent que le semis tardif de fève (deuxième quinzaine de décembre) entraîne une diminution de 46.5 et 54 % du nombre et du poids sec des tiges d'*orobanche foetida* émergées, ce qui entraîne une augmentation de 20% du rendement (KHARRAT & HALILA, 1994). Un semis tardif en Algérie entraîne une diminution du nombre et du poids sec d'*orobanche crenata* sur fève, tout en augmentant le rendement (AÏT ABDALLAH & HAMADACHE, 1996).
- **Fertilisation :** Selon des expériences menées sur le terrain, il a été démontré que la fertilisation azotée pourrait diminuer l’invasion des cultures par l’*Orobanche* et le *Striga*. La diminution peut s’élever de 33 à 50 %. De plus, l’utilisation de sulfate d’ammonium a permis d’obtenir des résultats améliorés (PIETRES, 1996). Toutefois, les quantités requises sont extrêmement élevées et non rentables.

### 4.4.3 Lutte physique

- **Solarisation** : La solarisation représente une méthode relativement efficace pour combattre les *orobanches*. Toutefois, le coût élevé de l'opération ne lui permet pas d'être utilisé à une échelle importante. L'utilisation d'une solarisation pendant 30 à 50 jours en saison chaude a permis d'obtenir les meilleurs résultats de lutte contre l'*orobanche*. Cette technique consiste à recouvrir le sol avec un paillage en plastique de polyéthylène, ce qui entraîne un échauffement significatif par les rayonnements solaires. Cette méthode a été relativement efficace, mais elle a nécessité un coût élevé en polyéthylène (FOY et al., 1989).
- **Arrachage manuel** : Cette méthode est relativement onéreuse et ne doit être utilisée qu'en cas d'infestation faible ou en complément des autres méthodes afin d'éviter une augmentation du stock de semences dans la parcelle. Il est nécessaire d'arracher les tiges d'*Orobanche* au plus tard pendant la floraison du parasite et de les incinérer immédiatement (KHARRAT & HALILA, 1994).

### 4.4.4 Lutte chimique

Il y a eu plusieurs tentatives de traitements herbicides contre l'orobanche. Les résultats les plus satisfaisants ont été obtenus en utilisant le glyphosate et les imidazolinones. Le glyphosate est utilisé sur la fève pour combattre *orobanche crenata* (AÏT ABDALLAH & HAMADECHE, 1996).

### 4.4.5 Lutte biologique

- **Les insectes** : Il semble que la mouche *Photomyza orobanchia* puisse être utilisée dans la lutte biologique contre l'orobanche. Selon KROSCHEL et al. (1999), elle joue un rôle crucial dans la reproduction de l'orobanche en détruisant les graines, que ce soit directement par l'action des larves ou indirectement par une lésion des tissus dans les tiges, ce qui entraîne la dégénération des capsules.
- **Les bactéries** : Selon ZERMANE (2005), 337 souches de bactéries liées à la rhizosphère du couple fève-Orobanche ont été évaluées pour leur activité antagoniste dans des conditions contrôlées contre *Orobanche crenata* et *Orobanche foetida*. Selon les résultats de cette étude, il a été démontré que 70,3% et 83,8% des souches ont considérablement diminué les stades de développement souterrain d'*Orobanche crenata*

et *Orobanche foetida*, respectivement. De plus, les rhizobactéries, en particulier les *Pseudomonas fluorescens* et certaines souches de *Ralstonia pickettii*, sont intéressantes en tant que candidats efficaces pour la lutte biologique.

**Chapitre II**

**Etude du milieu**

**physique**

## Introduction

Ce chapitre se concentre sur l'analyse de l'environnement physique, mettant en évidence les caractéristiques géomorphologiques, hydrologiques et pédologiques qui sont pertinentes pour notre étude. De plus, une étude bioclimatique approfondie est intégrée afin de décrire le climat qui influence la wilaya d'Ain Temouchent dans son ensemble et plus précisément notre station d'étude à Ain Tolba.

### 1. Milieu physique

#### 1.1 Situation géographique

La Wilaya d'Ain Temouchent se situe à 504 km au Ouest d'Alger et à l'extrémité occidentale de la haute plaine du sahel oranais. Elle est bordée par la mer Méditerranée au Nord, la wilaya de Sidi Bel abbes à 63 km à l'Ouest, la wilaya d'Oran à 72 km au Sud-Ouest, la wilaya de Tlemcen à 69 km au Nord et la mer Méditerranée qui la borde sur environ 80 km au Nord-Ouest. Elle couvre une superficie de 237,689 Ha, avec une superficie de 2630 km<sup>2</sup> (**figure 09**).

Il y a quatre daïras dans cette wilaya : Béni Saf, El Maleh, Hammam Bou Hadjar et Ain Kihal. Incluant 28 communes appelées également localités principales, telles que Aghlal, Ain El Arbaa, Ain Kihal, Ain Tolba, Aoubellil, Beni Saf, Bou Zedjar, Chaabet El Ham, Chentouf, El Amria, El Emir Abdelkader, El Malah, El Messaid, Hammam Bouhadjar, Hassasna, Hassi El Ghella, Oued Berkeches, Oued Sabah, Ouled Boudjema, Ouled Kihal, Oulhaca El Gheraba, Sidi Ben Adda, Sidi Boumedienne, Sidi Safi, Tadmaya, Tamzoura, Terga.

La région se compose d'une plaine le long du littoral et de piémonts plus au Sud. Ses coordonnées géographiques sont 35° 18' 45 N Latitude, 1° 8' 43 W Longitude avec une altitude de 248 mètres (FERHOUNE & BENABOUD, 2020).

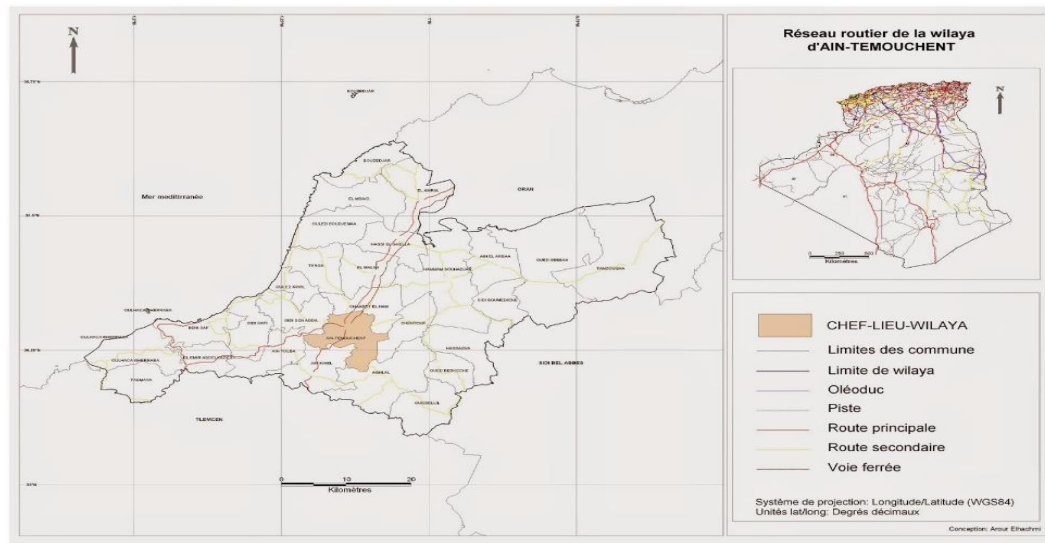


Figure 09 : Situation géographique de la région d'Ain Temouchent (8)

## 1.2 Atouts de la wilaya d'Ain Temouchent

-Une situation géostratégique dans la région nord-ouest qui permet les différents échanges avec les wilayas limitrophes.

- Une splendide plage de 80 km qui couvre 7% du littoral national. La côte de Aïn Temouchent est un secteur touristique qui regroupe plusieurs stations balnéaires telles que : Rachgoun, Madrid, Beni Saf, Oued el halouf, Bouzedjar, Sebiates. Des sources thermales (hammam Bouhadjer), des sites culturels, historiques et archéologiques (SIGA) sont également disponibles. (EL MESTARI & DJILALI, 2021).

- Dans le domaine de la pêche, la wilaya est l'une des plus importantes régions, avec une production annuelle de 45000 tonnes. La wilaya dispose d'une superficie agricole utile (SAU) de 180.184 ha, ce qui en fait le premier pôle viticole au niveau national. Elle génère 36% de la production viticole et 30% de la production légumineuse de toute l'Algérie.

Dans le domaine des mines, la wilaya possède de nombreuses ressources minières et gisements bénéfiques tels que (calcaire, argile, sable...).

- Pour les ressources en eau la wilaya est traversée par deux principales conduites : La conduite d'eau de la basse Tafna et la conduite de Béni Bahdel (EL MESTARI & DJILALI, 2021).

### 1.3 Les données géographique et géomorphologique

La région Nord-Ouest de l'Algérie possède une variété de reliefs, notamment dans les régions montagneuses avec des pentes élevées dépassant les 6°, ce qui favorise le ruissellement des eaux pluviales. De plus, il existe plusieurs plaines avec de grandes potentialités agro-pédologiques, telles que des vallées, des bassins, etc. Ces plaines littorales et intérieures, dont la pente est faible, offrent un siège d'alimentation des eaux souterraines. Dans ces ensembles naturels, les principaux éléments topographiques forment le système hydrologique (BENTEKHICI, 2018).

Le territoire de la Wilaya d'Ain Témouchent est divisé en trois zones géographiques :

- La région montagneuse, avec une altitude moyenne de 400 à 500 m, comprend les Traras Orientaux qui présentent un relief très escarpé, les Hautes Collines des Berkeches qui se prolongent jusqu'aux Monts de Sebaa-Chioukh, qui sont une barrière entre les plaines intérieures et le bassin de Tlemcen et les Monts de Tessala, dont l'altitude moyenne est de 600 m, avec un point culminant de 923 m à Djebel Bouhaneche.
- La chaîne tellienne comprend la bande littorale, qui comprend le massif côtier de Béni-Saf, qui culmine à une altitude moyenne de 200 m (avec un point culminant à Djebel Skhouana), le plateau d'ouled Boudjemaa, qui culmine à une altitude moyenne de 350 m, légèrement incliné vers la sebkhaet la baie de Bouzedjar.
- La plaine d'Ain Témouchent - El Amria, composée de plaines et de côteaux a une altitude moyenne de 300 m et la plaine de M'leta, située entre la sebkha d'Oran et le versant septentrional du Tessala, a une altitude moyenne de 50 à 100 m.

## 2. La station d'Ain Tolba

### 2.1 Le choix de la station

Le choix de la station « Ain Tolba » afin de récolter l'espèce à étudier, à savoir *Orobanche crenata*, est basé sur plusieurs raisons spécifiques et bien fondées :

- **Conditions environnementales favorables:** Les conditions environnementales d'Ain Tolba sont parfaites pour favoriser la croissance d'*Orobanche crenata*. L'habitat de cette plante parasite est favorisé par le climat, le sol et les précipitations de cette station. La région

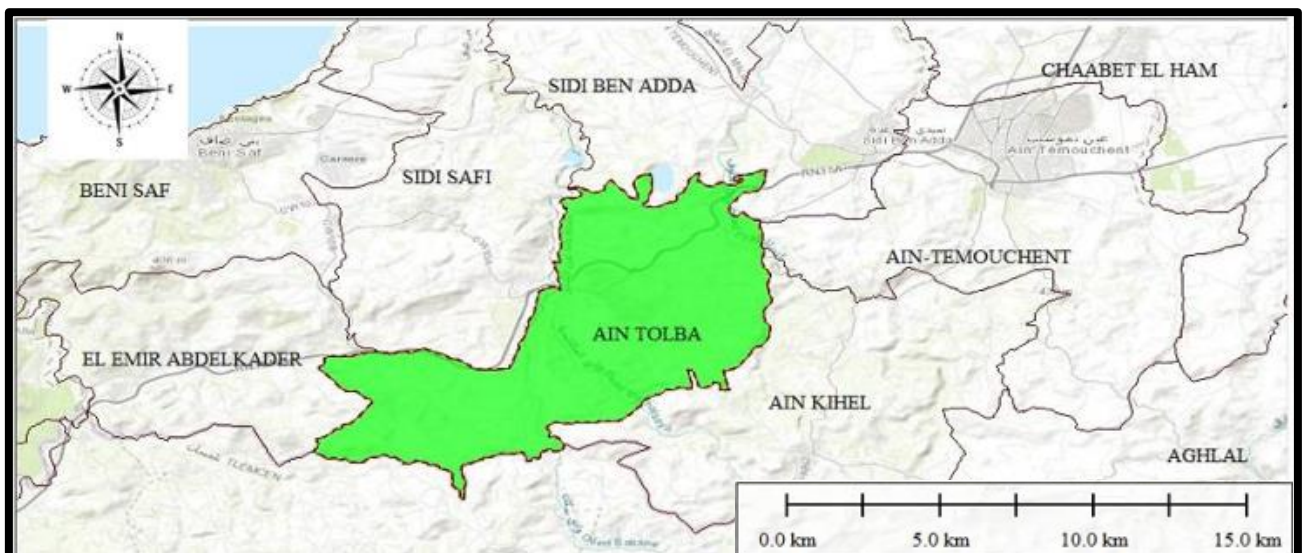
est particulièrement propice à la prolifération d'*Orobanche crenata* en raison de ses sols riches en nutriments et bien drainés.

- **Présence de plantes hôtes** : Les cultures de la station Ain Tolba sont variées, en particulier les légumineuses qui sont les hôtes privilégiés d'*Orobanche crenata*. En raison de la proximité de ces cultures, il est plus probable de trouver des spécimens d'*Orobanche crenata* en quantité adéquate pour une étude importante.

## 2.2 Description de la station d'étude

Située à 25 km à l'Ouest de la wilaya d'Ain Temouchent, Aïn Tolba (anciennement Guiard) est une commune agricole principalement axée sur les cultures de céréales, l'arboriculture et les cultures maraichères. Elle bénéficie d'une position géographique stratégique, facilement accessible par les routes principales. Elle se trouve entre 35° 14' 54" N de latitude et 1° 14' 56" W de longitude ses frontières géographique sont définit par (**figure 10**) :

- La commune Sidi Ben Adda au Nord ;
- Les communes Sidi Safi et El Emir Abdelkader à l'Ouest ;
- La wilaya de Tlemcen au Sud ;
- Les communes Ain Témouchent et Ain Kihel à l'Est.

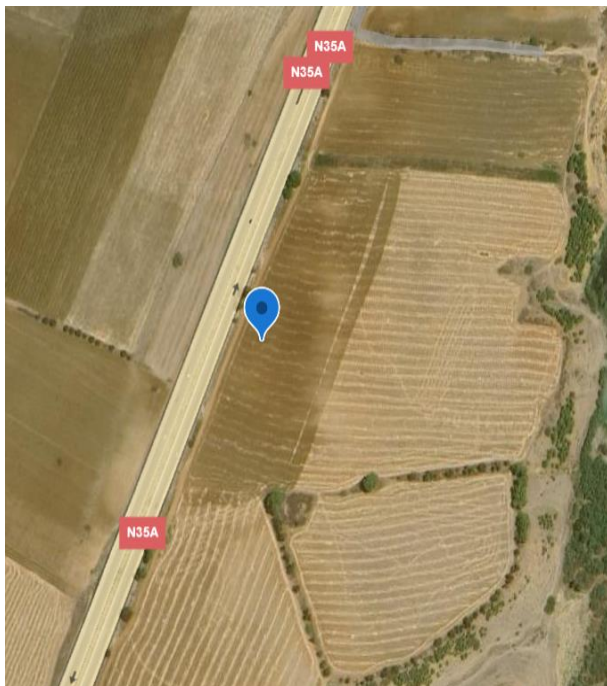


**Figure 10** : Situation géographique d'Ain Tolba (LOUATI ZAOUI&ABDELAOUI, 2022).

Plus précisément l'échantillonnage a été réalisé au niveau de la station d'étude dont les caractéristiques sont au niveau du **tableau 07** ci-dessous et la géolocalisation satellitaire au niveau de la **figure 11**:

**Tableau 07** : Coordonnées Lambert de la station « Ain Tolba ».

Station	Latitude N	Longitude W	Altitude	Wilaya
Ain Tolba	35°14'24"	1°17'10"	220m	Ain Temouchent



**Figure 11** : Géolocalisation de la station d'étude par image satellitaire et photo de la station (google earth) (DOUZI, 2024).

Ain Tolba est située dans une région caractérisée par une grande diversité topographique qui influence fortement le climat local, la végétation et les pratiques agricoles.

### 2.2.1 Reliefs

-En majorité, la région d'Ain Tolba est composée de collines ondulées et de plateaux. Le paysage est pittoresque et diversifié grâce à ces reliefs modérés. Les pentes douces à modérées des collines sont fréquemment exploitées pour l'agriculture en terrasses, favorisant une gestion optimale de l'eau de pluie et une diminution de l'érosion des sols.

-Les vallées fertiles, abondantes en alluvions, sont situées entre les collines et sont des zones agricoles favorisées. Le sol profond et fertile de ces vallées est propice à la culture des légumineuses, des céréales et des légumes, et l'accès à l'eau pour l'irrigation est facile. Ces vallées sont traversées par des rivières et des ruisseaux qui offrent une source d'eau précieuse pour l'agriculture et entretiennent une diversité biologique.

-Même si Ain Tolba n'est pas située en zone montagneuse, elle est proche de chaînes de montagnes qui ont un impact sur le climat local. Visibles à l'horizon, ces montagnes jouent le rôle de barrières naturelles qui altèrent les flux de vent et de pluie. Celles-ci sont indispensables pour capter l'humidité des vents dominants, ce qui entraîne des précipitations plus importantes dans les régions environnantes (YAHIAOUI & HADJ ABDERRAHMANE, 2021).

-Il y a des formations rocheuses et des pentes escarpées dans certaines parties de la région. Ce sont des régions moins favorables à l'agriculture, mais elles jouent un rôle crucial dans la biodiversité locale. Les plantes et les animaux qui y vivent sont adaptés à des conditions plus sèches et rocheuses. L'étude de la géologie locale et des processus d'érosion est également possible grâce à ces reliefs escarpés.

-Le paysage d'Ain Tolba est également marqué par des terres agricoles bien aménagées. Les pratiques de culture sur ces terres sont adaptées aux reliefs, avec l'utilisation de terrasses et de techniques de conservation des sols pour maximiser la productivité agricole tout en préservant l'environnement. Les cultures en rangs et les champs bien entretenus sont une caractéristique clé de ces zones. (YAHIAOUI & HADJ ABDERRAHMANE, 2021).

### 3. Bioclimatologie

La région étudiée fait partie de l'étage bioclimatique méditerranéen, avec un climat semi-aride continental (été chaud et hiver tempéré). La région est soumise aux influences maritimes qui garantissent une température constante avec une légère humidité (BENKHAMALLAH et al., 2020).

Le climat méditerranéen se situe entre la zone tempérée et la zone tropicale, avec un été extrêmement chaud et sec, seulement tempéré en bord de mer, et un hiver très frais et plus humide. Ce climat est désigné comme étant xérothermique (BENABADJI & BOUAZZA, 2000).

Pour l'écologiste, le phyto-géographe ou le bioclimatologiste, la définition climatique de la région méditerranéenne est très simple. Elle englobe toutes les régions qui se distinguent par

des précipitations concentrées sur la saison fraîche à jours courts, accompagnées de sécheresses estivales prolongées (EMBERGER, 1955).

### 3.1 Choix de la station météorologique

Pour cette étude nous avons choisi la station météorologique la plus proche de la ville d'Ain Tolba qui est située au Nord-Ouest, à savoir, la ville de Beni-Saf dont les caractéristiques sont conférées au niveau du **tableau 08** ci-dessous. La proximité géographique assure que les variations climatiques enregistrées à Beni-Saf peuvent être corrélées avec celles d'Ain Tolba. Étant donné leur proximité et leur localisation dans la même zone climatique. Les températures, les précipitations et les conditions météorologiques observées à Beni-Saf démontrent donc les conditions générales auxquelles Aïn Tolba est également exposée.

**Tableau 08** : Caractéristiques de la station météorologique : station Béni-Saf

Station	Latitude N	Longitude W	Altitude	Exposition
Béni-Saf	35°30'	1°35'	68m	Ain Temouchent

### 3.2 Paramètres climatiques

La définition des paramètres climatiques implique la définition de climats régionaux, locaux et de microclimats. Ces critères sont favorables à la survie et à la croissance de certains taxons (KERZABI et al., 2015).

#### 3.2.1 Précipitations

Quantitativement, la pluviosité est généralement expliquée par les précipitations moyennes et annuelles. Effectivement, cette règle établit la quantité et la distribution du tapis végétal d'une part, ainsi que la fragmentation du milieu naturel par l'érosion ou d'autres phénomènes naturels (DJEBAILI, 1978).

Sur le plan géographique, les précipitations diffèrent en fonction de la région étudiée, qu'elle soit située au Nord ou au Sud, à l'Est ou à l'Ouest. Qu'elles soient en hauteur ou non, on parle de trois gradients qui influencent les fluctuations de la pluviosité : la hauteur, la longitude et la latitude (CHAABANE, 1993).

### a) Régime mensuel des pluies de la station de Beni- Saf

Le régime des précipitations mensuelles à la station de Beni-Saf est un élément clé pour comprendre le bioclimat de la région et son impact sur l'agriculture, l'écosystème et les ressources en eau. Voici une description générale basée sur les caractéristiques climatiques typiques de la région, bien que les données précises puissent varier d'une année à l'autre.

Sur le **tableau 09** apparaissent les quantités moyennes (en mm) des précipitations mensuelles de la région.

**Tableau 09** : Données des moyennes des précipitations mensuelles et annuelles de la station de Béni-Saf dans les six dernières années (2018-2023) [[info-climat.fr](http://info-climat.fr)]

Mois	J	F	M	AV	MA	JU	JT	AO	S	O	N	D	P annuelle (mm)
P (mm)	66.9	14.2	42.7	42.3	20.7	2.8	0.2	0.5	5.7	38.3	29.2	19.2	282.7

On constate que le mois le plus sec apparait en juillet avec 0.2 mm alors que le mois le plus arrosé apparait en janvier avec 66.9 mm avec une moyenne annuelle avec une valeur de 282,7mm (**figure 12**).

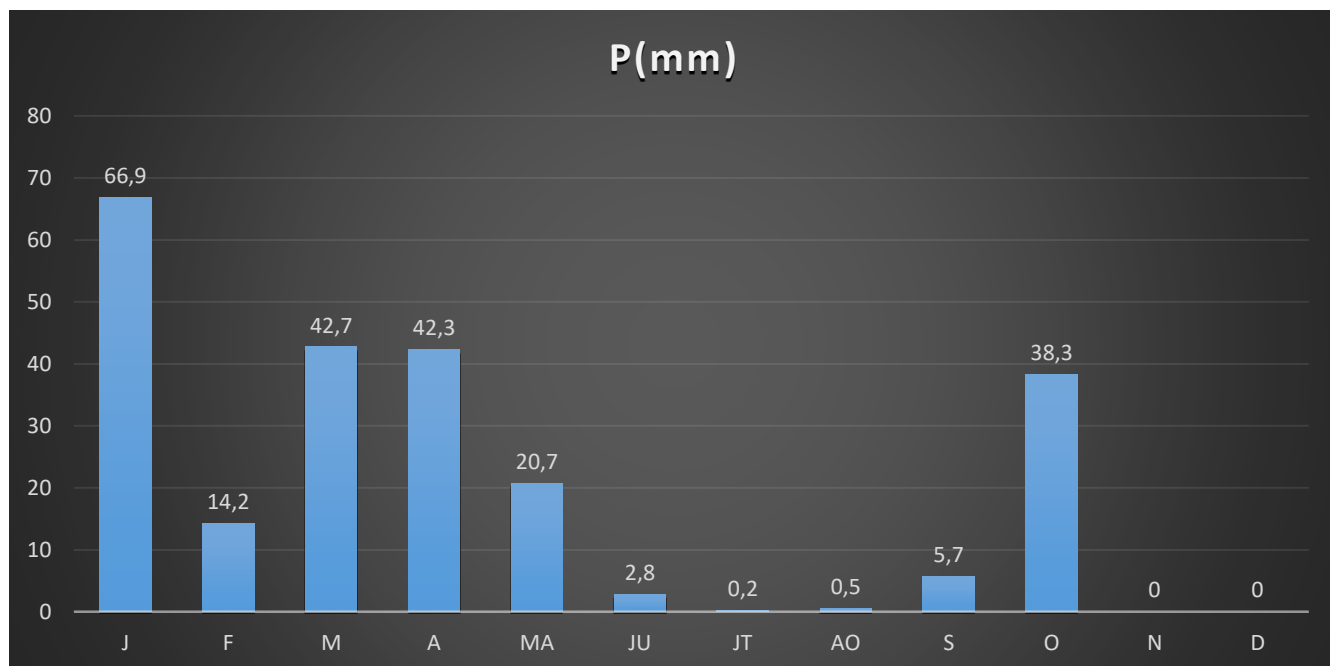


Figure 12 : Histogramme déterminant les variations de précipitations moyennes en mm station de Beni-Saf (2018-2023).

**b) Régime saisonnier**

Le régime saisonnier est établi en étudiant la somme des précipitations par saison et en classant chaque saison par ordre de pluviosité décroissante, en utilisant la première lettre alphabétique de chaque saison, comme suit:

A : automne (Septembre, Octobre, Novembre).

H : hiver (Décembre, Janvier, Février).

P : printemps (Mars, Avril, Mai).

E : été (Juin, Juillet, Aout).

La méthode implique l'organisation des saisons en fonction de la pluviosité décroissante, ce qui permet de définir un indicatif saisonnier pour chaque station. Le régime saisonnier consiste à calculer la somme des précipitations par saison et à classer les stations en fonction de leur ordre de pluviosité décroissant. Chaque saison est désignée par les initiales P, H, E et A, qui représentent respectivement le Printemps, l'Hiver, l'Eté et l'Automne (**CHAABANE, 1993**).

Avec :

$$Crs = (Ps \times 4) / Pa$$

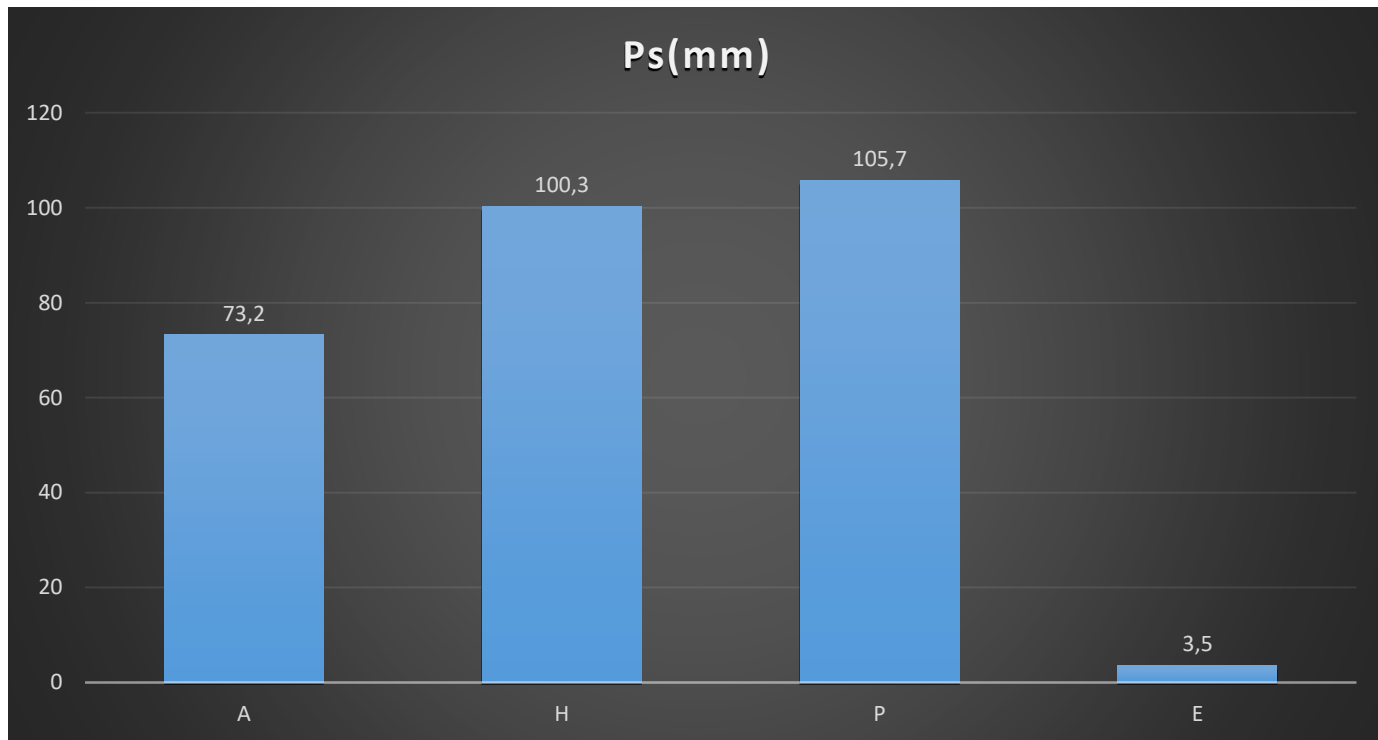
Ps : précipitation saisonnières  
MUSSET

Crs : coefficient relatif saisonnier de

Pa : précipitation annuelle

**Tableau 10** : Régime pluviométrique saisonnier (2018-2023).

Station	Période	Régime saisonnier								Type
		automne		hiver		printemps		été		
		Ps	Crs	Ps	Crs	Ps	Crs	Ps	Crs	
<b>Béni Saf</b>	<b>2018-2023</b>	<b>73.2</b>	<b>1.03</b>	<b>100.3</b>	<b>1.42</b>	<b>105.7</b>	<b>1.49</b>	<b>3.5</b>	<b>0.05</b>	<b>PHAE</b>



**Figure 13** : Régime saisonnier des précipitations de la station de Béni Saf.

- Selon le **tableau 10** on constate que les précipitations les plus importantes sont celles qui tombent au printemps mais aussi en hiver car les valeurs se rapprochent 105.7 et 100.3 respectivement.
- Nous remarquerons que le régime saisonnier de notre zone d'étude est de type PHAE (**figure 13**).

### 3.2.2 Température

La température, comme l'eau, la lumière et l'oxygène, est un élément fondamental de l'écologie et est nécessaire au développement des formations végétales. Elle a un impact important sur l'environnement des êtres vivants. Même si la température est perçue comme une caractéristique de l'atmosphère plutôt que comme une grandeur physique mesurable (**PEGUY, 1970**).

Elle est le deuxième élément essentiel du climat qui a un impact sur la croissance des plantes. Les températures moyennes annuelles ont un impact significatif sur l'aridité climatique.

La végétation est le plus touchée par les températures extrêmes, et non par les moyennes, à moins qu'elles ne soient exceptionnelles et de courte durée (GRECO, 1966).

La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (M) et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (m) ont été utilisées par EMBERGER (1955), ces dernières ayant une importance biologique. Pour faire connaître les variations de températures, il faut connaître au moins 4 valeurs qui ont une signification biologique, qui sont:

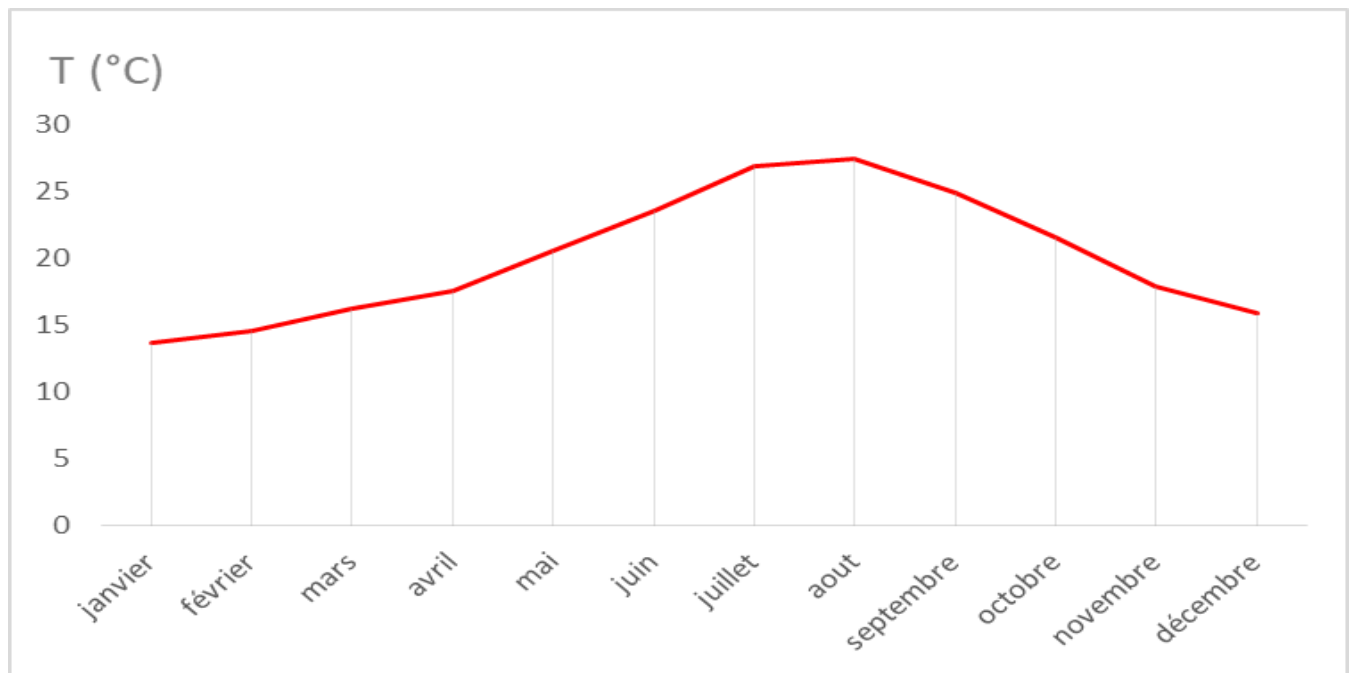
- T : température moyenne
- M : Moyenne de maxima du mois le plus chaud.
- m : Moyenne de minima du mois le plus froid
- M-m : Amplitude thermique

### a) Températures moyennes mensuelles

Au niveau du **tableau 11** ci-dessous sont reportées les moyennes des températures mensuelles (2018-2023).

**Tableau 11** : Moyennes des températures mensuelles (2018-2023).

Mois	janvier	février	mars	avril	mai	Juin
T (°C)	13.7	14.6	16.2	17.6	20.6	23.6
Mois	juillet	aout	septembre	octobre	novembre	décembre
T (°C)	26.9	27.4	24.9	21.6	17.9	15.9



**Figure 14** : Variation des moyennes des températures mensuelles.

Selon le **tableau 11** et la **figure 14** on constate d'abord que les températures moyennes mensuelles sont comprises entre 13.7°C et 27.4°C dans la période 2018-2023 et que le mois le plus chaud est août et le plus froid janvier.

**b) Températures moyennes des «minima» du mois le plus froid «m» et des «maxima du mois le plus chaud «M»**

La moyenne des minima est utilisée par EMBERGER dans une classification des climats pour mesurer le degré et la durée de la période critique froide et au contraire la moyenne des maxima pour montrer la température la plus élevée enregistrée pendant cette période donc d'après le tableau « M » = 36.1°C et « m »=6.4°C (**tableau 12**).

**Tableau 12** : Températures moyennes des «minima» du mois le plus froid «m» et des «maxima» du mois le plus chaud «M» (2018-2023).

	T°C	Mois
« M »	36.1	juillet
« m »	6.4	janvier

### c) Amplitude thermique (écart thermique)

La valeur écologique de l'amplitude thermique est la disparité entre les moyennes des maximums extrêmes d'une part et des minimums extrêmes d'autre part. Elle correspond à la température moyenne à laquelle les végétaux doivent résister chaque année (**DJEBAILI, 1984**).

Il existe quatre types de climat :

- 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** : Valeur de l'écart thermique

Station	M-m	Type de climat
Béni Saf (2018-2023)	29.7°C	Semi continental

D'après le **tableau 13** et selon l'amplitude thermique de la station, il y a un changement climatique qui est passé du climat de type littoral à un climat de type semi continental par rapport à la période (2010-2015) (**info-climat.fr**).

D'après la classification d'**info-climat.fr** pour la période de 2018 à 2023, le climat de la station de Béni-Saf est de type semi-continental, avec des hivers froids (m) et des étés chauds (M).

D'après **RIVAS MARTINEZ (1981)**, la classification des ambiances bioclimatiques établit les niveaux de végétation 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  $-32^{\circ}\text{C} < m < 0^{\circ}\text{C}$ .

D'après cette échelle, nous avons conclu que la station de Béni-Saf se situe dans l'étage de végétation Thermo-méditerranéen pour la période de 2018 à 2023. La température moyenne annuelle (T) de cet étage dépasse  $16^{\circ}\text{C}$  avec  $20.1^{\circ}\text{C}$  et la température moyenne des minima (m) dépasse  $3^{\circ}\text{C}$  avec  $6.4^{\circ}\text{C}$ .

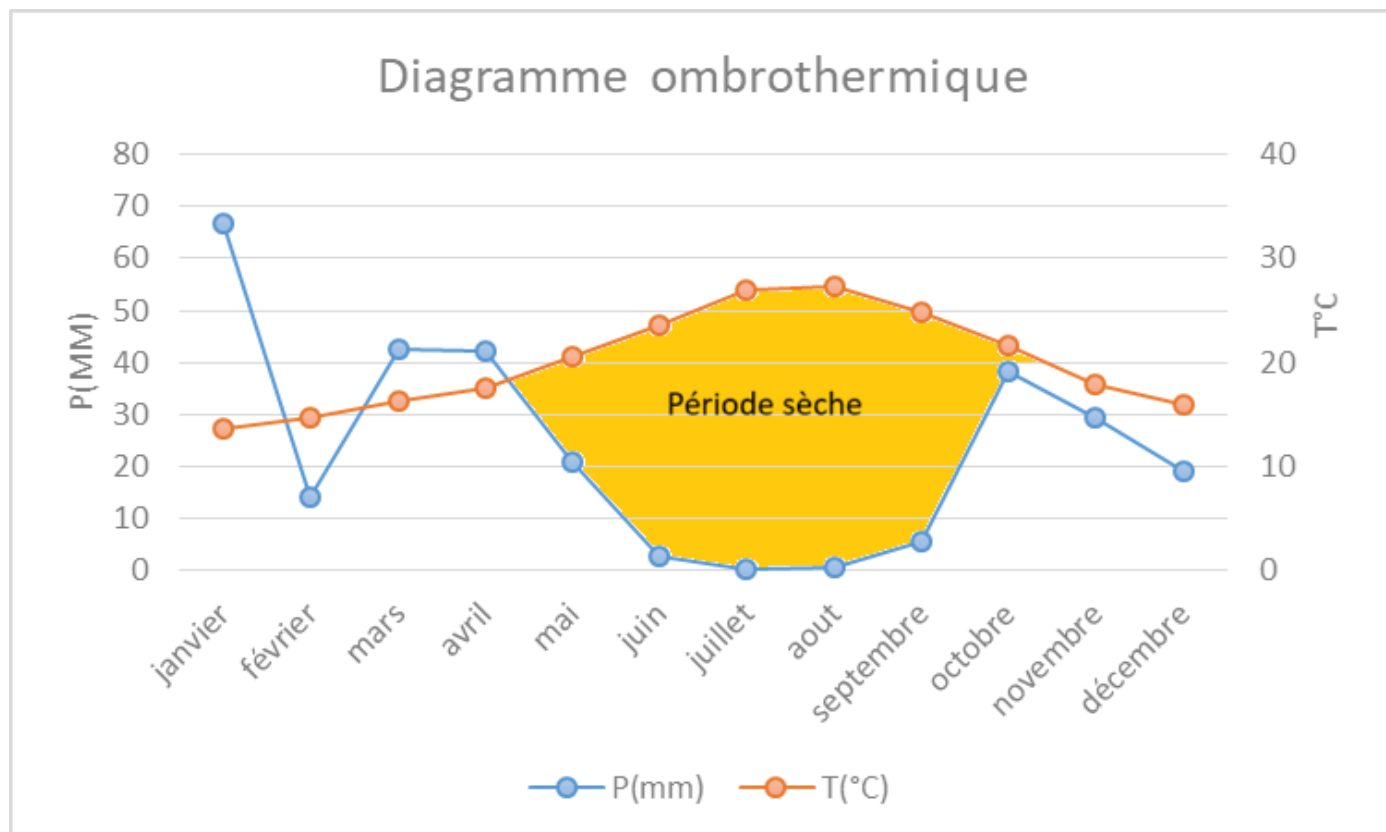
### 3.2.3 Synthèse bioclimatique

Depuis plusieurs années, les scientifiques se sont intéressés à la synthèse des données climatiques pour mieux appréhender leur impact sur la flore. La classification des types de climats a été une préoccupation majeure afin de reconnaître les zones homoclimatiques où les conditions climatiques favorisent des réponses végétales similaires. Il s'agissait d'éclairer ces régions où les conditions de croissance et de production végétale étaient pratiquement identiques. Le calcul d'indices climatiques combinant la pluviosité et les températures est souvent utilisé pour élaborer les différentes classifications proposées, ce qui permet de mieux comprendre la variabilité climatique et son influence sur la végétation (**HOUEROU, 1975**).

#### a) Diagrammes ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953)

Les graphiques ombrothermiques de **Bagnouls & Gaussen (1953)** sont des représentations graphiques des interactions entre les précipitations et les températures d'une région spécifique, permettant ainsi de représenter les périodes de sécheresse et les variations saisonnières du climat. Le diagramme est construit en plaçant les mois de l'année sur l'axe des abscisses et les précipitations et les températures sur l'axe des ordonnées à double échelle. La courbe des précipitations est portée sur le côté droit, tandis que la courbe des températures est portée sur la gauche, avec une ligne horizontale à  $\underline{P = 2T}$  où P est le total mensuel des précipitations en millimètres et T est la température moyenne mensuelle en degrés Celsius.

Ce diagramme permet d'évaluer la durée et l'intensité de la saison sèche au cours de l'année et d'évaluer l'impact des principaux facteurs climatiques sur le bioclimat d'une station spécifique. Il est notamment bénéfique pour les régions méditerranéennes où les précipitations sont essentielles pour définir la sécheresse d'un climat.



**Figure 15 :** Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen de la station météorologique de Béni-Saf (2018-2023).

D'après la **figure 15** la station de Béni-Saf montre de 2018 à 2023 une période de sécheresse significative s'étendant de mi-avril à octobre soit six mois de sécheresse ainsi qu'une période courte se limitant au mois de février.

### b) Indice d'aridité de DE MARTONNE :

Un indice d'aridité a été suggéré par De Martonne (1926) pour évaluer l'intensité de la sécheresse dans une région spécifique. Cet indicateur tient compte à la fois des précipitations annuelles moyennes et des températures annuelles moyennes. À mesure que cet indice diminue, le climat est perçu comme plus aride. Par conséquent, la méthode de calcul de cet indice est la suivante :

Avec :

I : indice de De Martonne.

P : pluviométrie moyenne annuelle en (mm).

T : température moyenne annuelle en (°C).

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

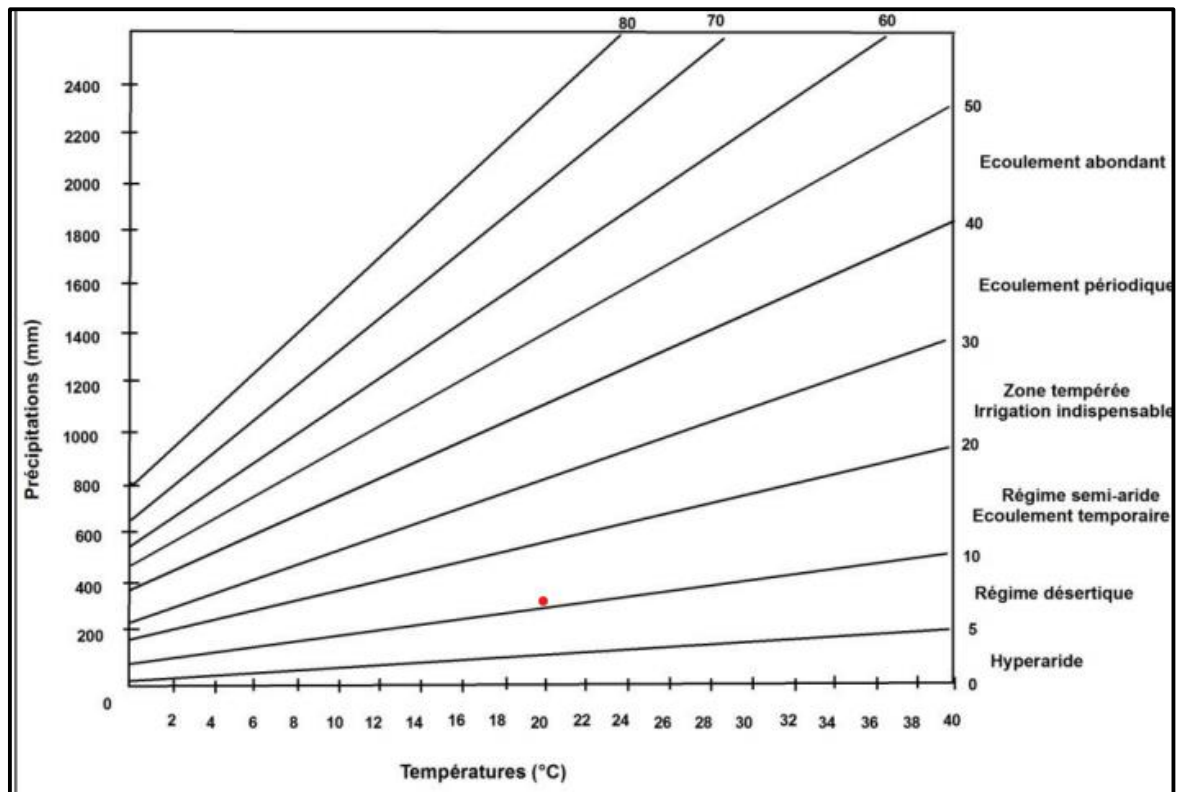
La classification des climats en fonction des valeurs de l'indice de De Martonne est comme suivant :

- Climat hyperaride :  $I < 5$
- Climat désertique :  $5 < I < 7,5$
- Climat steppique :  $7,5 < I < 10$
- Climat semi-aride :  $10 < I < 20$
- Climat tempérée :  $20 < I < 30$

Aussi, la station météorologique de Béni-Saf est caractérisée par un indice d'aridité de 9.4 (**tableau 14**).

Tableau 14 : Indice d'aridité de De Martonne

Station	Période	P (mm)	T	I	Type de climat
<b>Béni Saf</b>	2018-2023	282.7	20.1	9.4	Climat steppique



**Figure 16** : Régime d'écoulement pour notre type de climat

Selon la **figure 16**, la station Béni- Saf est caractérisée par un régime semi-aride avec écoulement temporaire.

Le climat de ce type se distingue par des précipitations assez faibles et des températures élevées, ce qui entraîne des périodes de sécheresse. Par conséquent, on trouve en général une végétation essentiellement composée de petits arbustes, dominés par des plantes herbacées annuelles et/ou vivaces.

### c) Indice xérothermique d'Emberger

Les climats méditerranéens et semi-arides sont caractérisés par l'indice xérothermique d'Emberger. Les précipitations et les températures sont prises en considération pour évaluer le niveau d'aridité ou d'humidité d'une région. **EMBERGER (1942)** a caractérisé l'importance et l'intensité de la sécheresse estivale par l'indice S, l'indice xérothermique s'exprime par la relation suivante :

$$S = PE/M$$

- PE : la somme des précipitations moyennes estivales (juin, juillet et aout).
- M : la moyenne de températures maximales du mois le plus chaud.

Du point de vue phytogéographique, un climat ne peut être considéré comme méditerranéen que si l'indice xérothermique S est inférieur à 7 (**EMBERGER, 1952**). Selon **DAGET (1977)**, le seuil est établi à  $S < 5$ , car les zones situées entre 5 et 7 sont considérées comme étant de l'aire isoclimatique méditerranéenne.

Tableau 15 : Indice de sécheresse.

Station	PE (mm)	M	S
Béni Saf	3.5	36.1	0.1

En examinant le **tableau 15**, il est évident que l'indice S a été faible entre 2018 et 2023 dans la région de Beni-Saf. Cette constatation confirme l'absence de pluie, les hautes températures et la prolongation de la saison sèche.

#### d) Quotient Pluviothermique D'EMBERGER :

Le quotient pluviothermique d'Emberger est un moyen de mesurer la sécheresse d'un climat en se basant sur la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud, la moyenne des températures minimales du mois le plus froid et la hauteur moyenne annuelle des précipitations (**tableau 16 et figure 17**).

$Q_2$  est calculé par la formule suivante :

- P : la précipitation annuelle moyenne
- M : la température moyenne du mois le plus chaud en degrés Kelvin (°K).
- m : la température moyenne du mois le plus froid en degrés Kelvin (°K).

$$Q_2 = (2000P) / (M^2 - m^2)$$

Tableau 16 : Quotient pluviothermique d'Emberger

Station	Période	M	m	P (mm)	Q <sub>2</sub>	Etage bioclimatique
Béni-Saf	2018-2023	309.25	279.55	282,7	32.3	Semi-aride inférieur à hiver doux

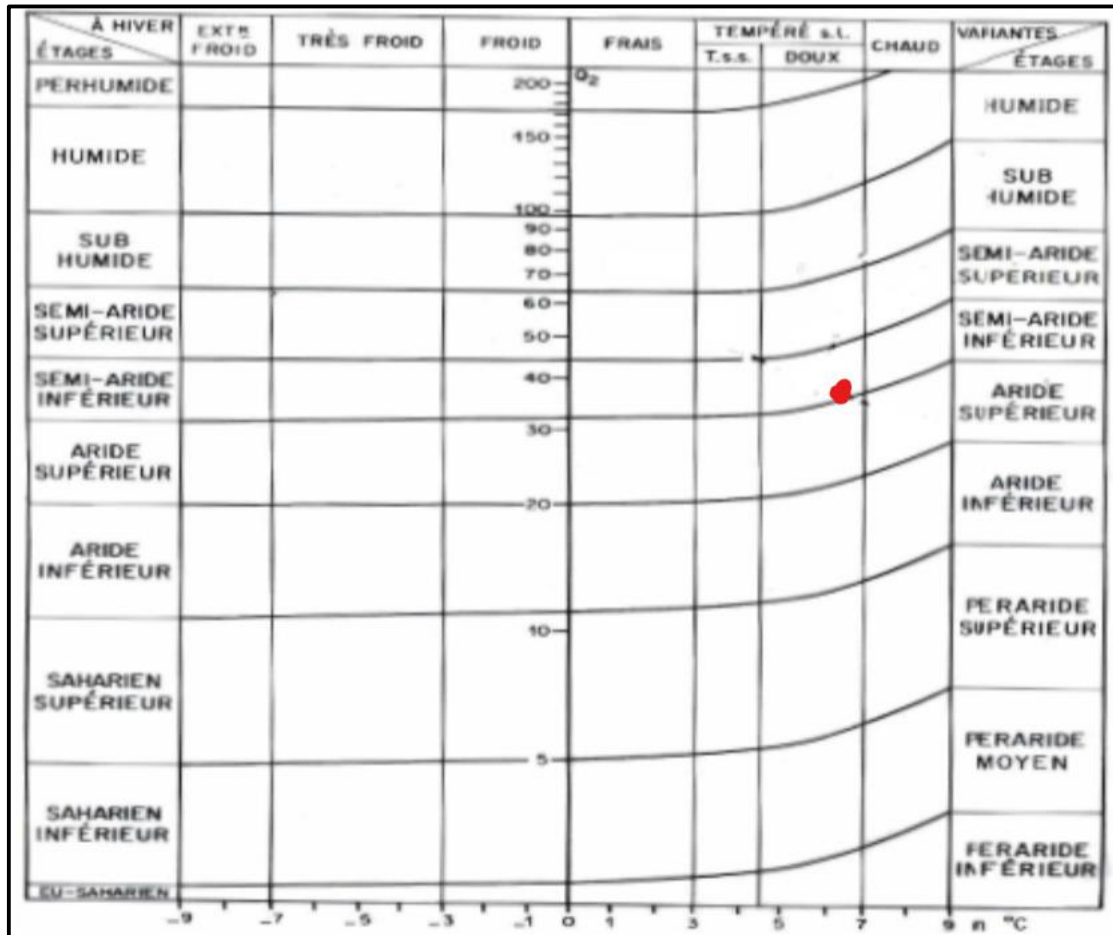


Figure 17 : Climagramme pluviothermique d'Emberger (Q<sub>2</sub>) de la station de Beni-Saf

- **Conclusion :**

Entre 2018 et 2023, la région d'Aïn Tolba a été confirmée comme semi-aride, ce qui a des conséquences significatives pour l'agriculture, la gestion des ressources en eau et la biodiversité locale. L'importance de stratégies d'adaptation et de gestion durable est mise en évidence par les données climatiques et l'analyse bioclimatique afin de faire face aux défis liés au climat semi-aride et aux effets potentiels du changement climatique.

Des variations interannuelles des précipitations et des températures ont été observées, potentiellement liées aux effets du changement climatique global. Une légère augmentation des températures moyennes et des périodes de sécheresse plus longues ont été notées, ce qui pourrait avoir des implications pour l'agriculture et les écosystèmes locaux.

- Le climat de la station météorologique de Béni-Saf est de type Semi continental Thermo-méditerranéen.
- Le climat méditerranéen présente une tendance saisonnière caractéristique avec des étés chauds et secs et des hivers doux et humides. Le mois le plus chaud a connu une température moyenne de 36,1 °C, tandis que le mois le plus froid a connu une température moyenne de 6,4 °C.
- La moyenne annuelle des précipitations a été modérée, avec des variations saisonnières. La plupart des précipitations ont été enregistrées entre l'hiver et le printemps, avec des étés souvent secs. La moyenne annuelle de précipitations est d'environ 282,7mm.
- La station d'étude présente un régime saisonnier de type PHAE, avec janvier comme mois le plus arrosé et juillet comme mois le plus sec.
- Le climagramme d'Emberger indique que la station météorologique se trouve dans un bioclimat semi-aride inférieur à hiver doux.

Le développement d'*Orobanche crenata* a été favorisé par les conditions bioclimatiques de la station « Aïn Tolba » entre 2018 et 2023, en particulier pendant le printemps. La présence de températures modérées et de précipitations adéquates favorise la germination et l'installation de ce parasite. Afin de réduire l'incidence sur les cultures de légumineuses locales, il est nécessaire de mettre en place des stratégies de gestion intégrées, en prenant en considération les fluctuations climatiques saisonnières et les conditions particulières de la région.

#### 4. Etude pédologique

La pédologie, dérivée du grec pédon, « plaine », englobe toute la science du sol, avec une attention particulière portée à la formation et à l'évolution des sols. Elle s'intéresse, comme l'a souligné **EMILEH (1947)**, à l'origine, aux caractéristiques et à la classification des éléments du sol et aux interactions complexes entre le sol et la végétation. Les relations entre les communautés végétales et les observations pédologiques sont particulièrement mises en avant.

Le sol est complexe, issu de la décomposition des roches en différentes particules (cailloux, sables, limons, argiles) et de la présence de matière organique, vivante ou en décomposition, de gaz, d'eau et de minéraux solubles. Il est le résultat d'une combinaison de différents éléments tels que le climat (température, humidité, vents, gel...), le type de roche mère, la topographie et l'activité biologique. La définition d'un sol repose, en plus de sa composition, sur ses caractéristiques essentielles (sa texture, sa structure...). Ces caractéristiques ont un impact sur tous les aspects du sol. De cette façon, il existe une grande variété de sols, chacun ayant un rôle essentiel dans des fonctions essentielles pour l'humanité, comme la stimulation de la croissance végétale et la préservation de la vie.

D'après **BELKHODJA (2022)**, divers chercheurs ont effectué des recherches et réalisé des cartographies sur les sols du bassin méditerranéen, notamment les sols ferrallitiques, qui ont connu une évolution pédogénétique particulière. **MERZOUK et al. (2009)**, **REGAGBA et al. (2012)**, ainsi que d'autres chercheurs, sont parmi les plus récents auteurs. Les sols d'Afrique du Nord ont également été associés soit aux sols rouges méditerranéens, soit aux sols steppiques, qui sont très répandus dans la plupart des plaines et vallées semi-arides.

L'objectif de notre recherche pédologique, qui associe diverses analyses, est de mettre en évidence l'impact des caractéristiques physiques et chimiques du sol sur la croissance des végétaux. En réalisant des analyses approfondies en laboratoire, nous analysons minutieusement les caractéristiques physiques et chimiques du sol afin de fournir des réponses éclairées.

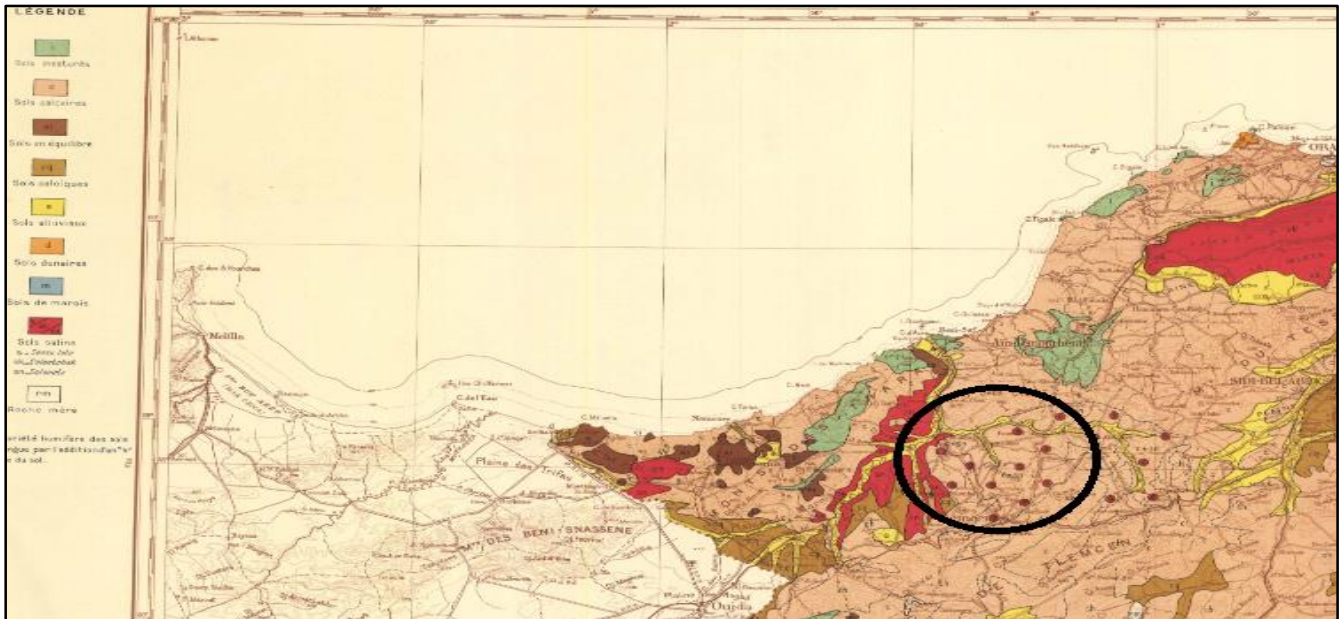
##### 4.1 Principaux types de sols de la région d'étude

Les sols du bassin méditerranéen sont caractérisés par leur grande diversité, leur vulnérabilité naturelle et leur exposition à des conditions climatiques extrêmes (**GUENON, 2010**). Par ailleurs, même s'ils ont des propriétés physiques ou chimiques avantageuses, ils sont soumis à une pression humaine.

Selon **BENSOUNA (2014)**, La diversité des sols de la région méditerranéenne est marquée par une multitude de facteurs naturels tels que le climat, la végétation, la physiographie, la géologie et la lithologie.

*Orobanche crenata* a été collectée à Ain Tolba dans une région d'étude principalement constituée de sols argilo-limoneux et sableux. La région est dominée par des sols argilo-limoneux avec une couche de limon superficielle et une couche de glaise profonde. Les sols sableux se trouvent dans les régions plus élevées et se distinguent par une forte présence de sable fin (**BENCHETRIT, 1956**). Voici une vue d'ensemble des types de sols qu'on peut trouver dans une région similaire (**figure 18**) :

- **Sols alluviaux** : Ces terrains sont jeunes, c'est-à-dire proches de leur matériau d'origine, dont l'évolution pédologique est nulle ou faible. Ils ont pour principale caractéristique, qui découle directement de cette jeunesse, qu'ils sont peu chimiquement modifiés. Il y a donc une faible répartition du fer, des carbonates ou des sels. Pour cette faible altération chimique, les profils de ces sols sont peu colorés en raison de la faible concentration de fer libre qu'ils contiennent (**DUCHAUFOR, 2001**).
- **Sols argileux** : Ces sols ont une haute teneur en argile, ce qui leur donne une texture lourde et une capacité de rétention d'eau élevée. Ils peuvent être difficiles à travailler lorsqu'ils sont humides mais sont souvent fertiles.
- **Sols calcaires** : D'après **RUELLAN (1984)**, les sols calcaires se réfèrent à ceux qui renferment 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. Les acides de sol solubilisent en permanence le calcaire actif, c'est-à-dire le carbonate de calcium en particules si fines, ce qui maintient une concentration élevée d'ions  $\text{Ca}^{+2}$  dans la solution. En général, le niveau de calcium dans le complexe adsorbant des sols est équilibré, voire saturé (**MATHIEU et al., 2011**).
- **Sols sableux** : La majorité de ces sols est composée de sable, ce qui leur donne une perméabilité assez bonne mais une faible capacité de rétention d'eau et de nutriments. Ils requièrent une surveillance minutieuse afin de préserver leur fertilité.



**Figure 18** : Type de sol de la région d'étude Ain Tolba selon la carte de sol (BARBUT & DURAND, 1952).

## 4.2 Matériel et méthodes

Afin de repérer les éléments édaphiques qui impactent la répartition des peuplements d'*Orobancha crenata* dans la station d'Ain Tolba, une série d'études physico-chimiques du sol a été réalisée selon une méthode en deux étapes d'analyse. Dans la première étape, des observations et des prélèvements ont été effectués sur le terrain, tandis que dans la seconde étape, des analyses approfondies des échantillons ont été effectuées au laboratoire. Ces études visent à mieux comprendre les conditions du sol qui favorisent la croissance et la distribution de cette espèce particulière.

### 4.2.1 Méthode d'étude sur le terrain

La station choisie est basée sur la présence de l'espèce à étudier, *Orobancha crenata*. Deux échantillons de sol ont été collectés à Ain Tolba au pied d'*Orobancha crenata* : l'un en surface (0-30 cm) et l'autre en profondeur (> 30 cm). Afin d'accomplir cela, nous avons utilisé un marteau de pédologue, un GPS (Système de Position Globale), des sachets en plastique étiquetés, un couteau, des étiquettes et un ruban métrique. Nous avons pu effectuer des prélèvements précis et méthodiques grâce à ces outils, assurant ainsi la fiabilité des échantillons pour les analyses à venir.

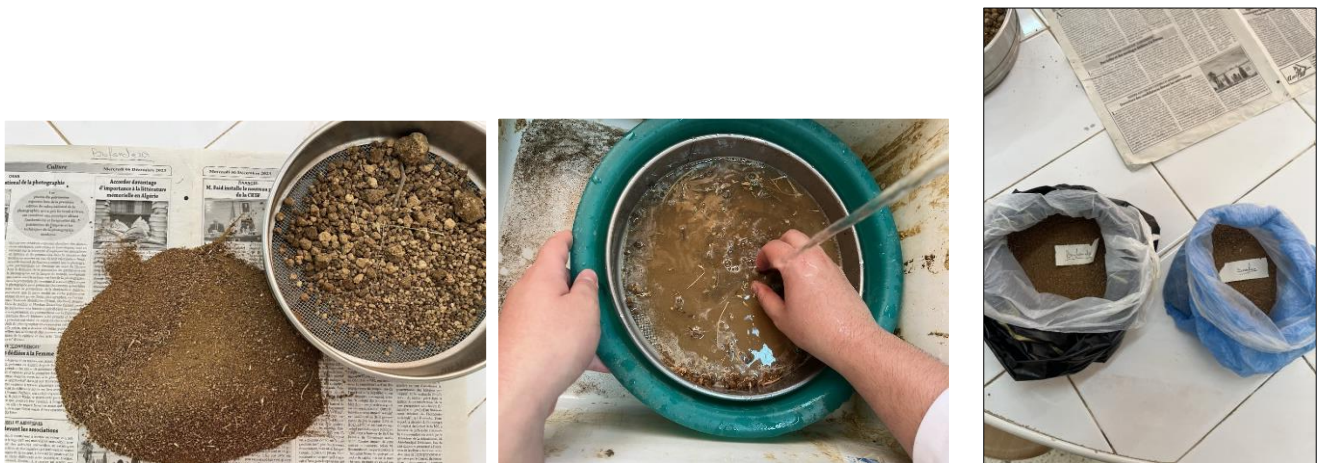
### 4.2.2 Méthode d'étude au laboratoire

Une fois que les échantillons ont été minutieusement numérotés et étiquetés dans des sachets en plastique, ils sont transportés au laboratoire pour y réaliser les autres étapes de l'analyse.

### a) Séchage et séparation des éléments

Arrivés au laboratoire, les échantillons doivent être ouverts et vidés sur du papier journal afin d'absorber l'humidité et de préparer le séchage. Il est nécessaire de les laisser sécher à l'air libre suffisamment de temps jusqu'à ce qu'ils soient complètement secs.

Après avoir été séchés, les échantillons sont passés au tamis avec des mailles de 2 mm de diamètre (**figure 19**). 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 2mm. Les éléments grossiers, dont le diamètre dépasse 2 mm, sont ensuite bien nettoyés avec de l'eau pour les débarrasser de la matière organique, séchés à l'étuve et quantifiés. Grâce à cette opération, nous pouvons évaluer le pourcentage d'éléments grossiers dans nos échantillons. Par la suite, la terre fine est employée pour les analyses physico-chimiques restantes.



**Figure 19** : Quelques étapes du séchage et de la séparation des éléments.

Ensuite, les analyses physico-chimiques sont effectuées sur la terre fine au laboratoire de pédologie de l'Université Abou Bekr Belkaid, à Tlemcen :

- Granulométrie (détermination de la texture) à partir de la méthode densimétrique de **Casagrande, 1934**.
- 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**.

### 4.3 Analyse physique

#### 4.3.1 Analyse Granulométrique

La granulométrie d'un sol correspond à la proportion de particules minérales de diamètres différents dans un échantillon. Ce composant est crucial pour évaluer les propriétés physiques et chimiques du sol (**BENMECHTA, 2021**).

La granulométrie d'un sol permet d'évaluer la répartition des particules minérales dans le sol pour chaque granulométrie (**figure 19**). Casagrande a développé une méthode qui repose sur la loi de Stokes en 1934. Selon cette règle, un morceau plus gros tombe plus vite dans l'eau et se sédimente plus rapidement (**BAIZE, 2000**). Selon la nomenclature internationale, qui est généralement admise, les particules sont réparties de la façon suivante :

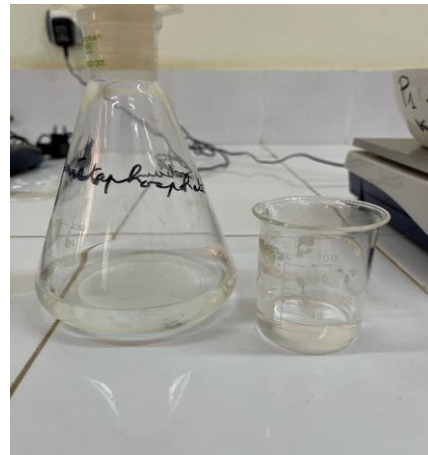
**Tableau 17** : Classification des sols.

	Argile	Particules de moins de 2µm
<b>Terre Fine</b>	Limon fin	2µm à 20µm
	Limon grossier	20µm à 50µm
	Sable fin	50µm à 200µm
	Sable grossier	200µm à 2mm
<b>Eléments Grossiers</b>	Graviers	2mm à 2cm
	Cailloux	2cm à 7.5cm
	Pierres	7.5cm à 25cm
	Blocs	> 25cm

- **Mode opératoire**

30 g de sol fin ont été pesés et 30 ml d'hexa métaphosphate de sodium ont été ajoutés. Dans un récipient sec, on dépose le mélange et on ajoute 100 ml d'eau distillée. On place le mélange sur une plaque chauffante à une température de 200°C, puis on le mélange pendant 2 heures en utilisant une pipette. Pendant cette période, des gouttes d'eau distillée sont

progressivement ajoutées. Après deux heures de mouvement, le mélange est laissé à refroidir. Après refroidissement, le mélange est placé dans une éprouvette et agité avec un agitateur pendant quelques minutes. Finalement, le mélange est laissé à sédimenter pendant une période de 48 à 72 heures avant de réaliser les mesures.



**Figure 20 :** Quelques étapes de l'analyse granulométrique.

### 4.3.2 Détermination de la couleur

D'après AUBERT (1978) la teinte du sol est un élément physique qui révèle certaines conditions du sol et parfois les diverses utilisations possibles. Le code de Munsell (munsell soil color chart) est un code international de couleur utilisé pour identifier la couleur d'un sol. On obtient cette teinte en utilisant des échantillons secs pour éviter l'humidité et être exposés à l'éclairage naturel (figure 21).

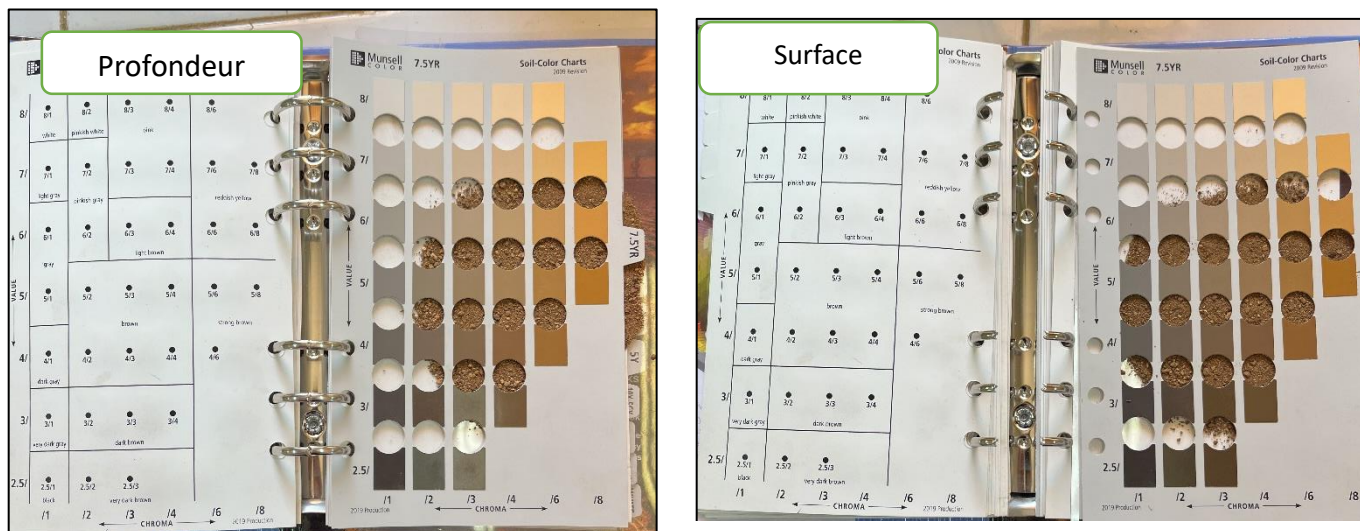


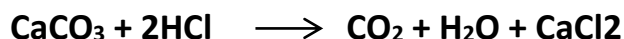
Figure 21 : Identification de la couleur du sol (Munsell soil color chart).

## 4.4 Analyse chimique

### 4.4.1 Dosage du calcaire total ( $\text{CaCO}_3$ )

Cette méthode permet de mesurer l'ensemble du calcaire d'un sol, c'est-à-dire la somme du calcaire inactif et du calcaire actif. Le calcaire inactif se compose de grains grossiers ou cristallins peu solubles dans l'eau riche en  $\text{CO}_2$ . Il incarne une réserve qui se transforme progressivement, par érosion, en une forme active. Le calcaire actif se réfère à la fine particule (argileuse ou limoneuse) de carbonate de calcium qui se dissout facilement dans l'eau riche en  $\text{CO}_2$ . Il ajoute du Bicarbonate soluble aux solutions du sol, ce qui sature progressivement le complexe absorbant.

Le volume de  $\text{CO}_2$  produit par un poids de terre à analyser est comparé à celui obtenu dans les mêmes conditions de température et de pression atmosphérique avec du carbonate de calcium pur.



- Pour les calculs :

Soit  $v$  le volume de  $\text{CO}_2$  dégagé par  $p$  (0.2 g) de  $\text{Ca CO}_3$  pur.

Soit  $V$  le volume de  $\text{CO}_2$  dégagé par  $P$  g de terre, le pourcentage de  $\text{Ca CO}_3$  de l'échantillon est :

$$\frac{p \cdot V}{P \cdot v} 100 = \% \text{ de Ca CO}_3$$

- **Mode opératoire**

Le calcimètre de Bernard est constitué d'un tube gradué rempli d'eau, relié d'une part à une ampoule inclinable et d'autre part à une fiole conique équipée d'une expansion latérale. On met 5 ml d'HCl à 0.5 N ou 2,5 ml d'HCl à 1.0 N dans l'expansion latérale ou dans un tube que l'on insère délicatement dans la fiole.

Après avoir fermé le robinet, inclinez la fiole afin que l'acide coule sur le  $\text{CaCO}_3$ . L'émission de  $\text{CO}_2$  entraîne le refoulement de l'eau dans la colonne du calcimètre. Agiter et patienter jusqu'à ce que l'équilibre thermique se produise, puis descendre l'ampoule du calcimètre jusqu'à ce que les deux niveaux soient dans un plan horizontal homogène. Analyser la quantité de gaz carbonique émise.

Ensuite, mesurer de 0,5 g à 5 g de terre en fonction de la quantité supposée de calcaire. Mise en place de la prise d'essai dans la fiole conique. La terre doit être humidifiée avec de l'eau distillée sans l'excès. Procéder à l'ajout de la même quantité d'HCl dans l'espace latéral. Après avoir fermé la fiole et le robinet, appliquez l'acide sur la terre comme auparavant. Analyser la quantité de  $\text{CO}_2$  émise à la pression atmosphérique (**figure 22**). Les mesures seront plus précises lorsque  $v$  et  $V$  seront plus proches. L'interprétation se fait grâce à l'échelle d'interprétation des carbonates (**tableau 18**).

Tableau 18 : Echelle d'interprétation des carbonates

<b>Carbonates (%)</b>	<b>Désignation de charge en calcaire</b>
<b>&lt; 0.3</b>	<b>Très faible</b>
<b>0.3-3.0</b>	<b>Faible</b>
<b>3.0-25.0</b>	<b>Moyenne</b>
<b>25.0-60.0</b>	<b>Forte</b>
<b>&gt; 60.0</b>	<b>Très forte</b>

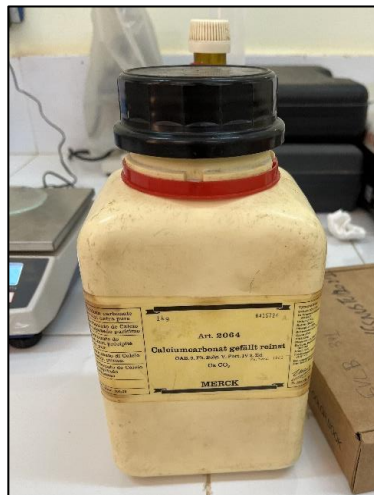


Figure 22 : Quelques étapes du dosage du calcaire total.

### 4.4.2 Matière organique

La matière organique dans les sols est constituée par l'ensemble des débris végétaux de toutes sortes, comme les feuilles et les rameaux morts, qui tombent sur le sol. Ces débris constituent la litière, qui subit une transformation essentiellement biologique, connue sous le nom d'humification, qui donne naissance à l'humus. Selon **DUCHAUFOR (1977)** cette décomposition et cette transformation jouent un rôle essentiel dans la formation et la fertilité des sols.

- **Mode opératoire**

100 g de sol doivent être pesés et placés dans un tamis de 250 µm. Après avoir rincé le sol avec de l'eau dans une bassine, il est important de laisser les débris du sol flotter à la surface. Retirez ces débris flottants avec une spatule et placez-les dans un récipient. Il convient d'ajouter davantage d'eau dans le récipient afin d'éliminer les débris. Enlever le fond d'une boîte de yaourt. Attacher un tissu (pour la filtration) à l'extrémité supérieure de la boîte afin de créer un petit tamis. La solution doit être versée dans la boîte de yaourt afin que la boîte puisse filtrer la solution. Récupérer les débris qui ont été retenus par le tissu et les sécher sur une plaque chauffante à 50°C jusqu'à ce qu'ils se séquent (**figure 23**). Pour calculer la proportion de matière organique dans le sol, il est nécessaire de peser les débris secs afin d'obtenir la quantité de matière organique présente dans 100 g de sol (**tableau 19**).

**Tableau 19** : 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



Figure 23 : Quelques étapes de la mesure de la matière organique.

### 4.4.3 Mesure du pH

La base, l'acidité ou la neutralité d'un sol sont mesurées par le pH. Le dernier peut être mesuré à l'aide d'indicateurs colorés ou d'un pH-mètre.

- **Mode opératoire**

L'évaluation du pH du sol se fait d'abord en mélangeant 10g de terre séchée dans un bécher de 100 ml et en ajoutant 25ml d'eau distillée. Ensuite, la solution est agitée à l'aide d'un agitateur magnétique pendant environ 15 minutes à une vitesse moyenne. Une fois que la solution est préparée, on trempe l'électrode du pH-mètre dans le liquide et on affiche la valeur sur l'écran du pH-mètre (**figure 24**). L'interprétation de fait à l'aide de l'échelle d'appréciation du Ph (**tableau 20**).

**Tableau 20** : Echelle d'appréciation du pH.

<b>pH</b>	<b>Sol</b>
<b>&lt; 3.5</b>	<b>Hyperacide</b>
<b>3.5 – 4.2</b>	<b>Très acide</b>
<b>4.2 – 5</b>	<b>Acide</b>
<b>5 – 6.5</b>	<b>Peu acide</b>
<b>6.5 – 7.5</b>	<b>Neutre</b>
<b>7.5 – 8.7</b>	<b>Basique</b>
<b>&gt;8.7</b>	<b>Très basique</b>

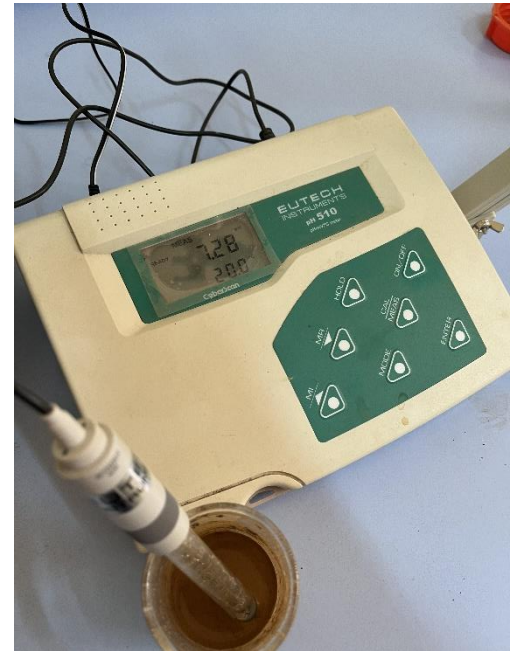


Figure 24 : Quelques étapes de la mesure du pH.

#### 4.4.4 Conductivité électrique

La conductivité de l'énergie est une autre propriété des sels, c'est l'état chimique d'une solution de sel ayant une conductivité électrique spécifique (**figure 25**). Le coefficient de conductivité électrique dépend de la quantité d'électrolytes et est mesuré en mS/cm. Elle est utilisée pour obtenir rapidement, à l'aide d'un conductimètre. Le rapport entre la quantité de sol et la quantité d'eau nécessaire pour préparer l'extrait est identique pour tous les échantillons. Ce taux peut varier selon les laboratoires, mais il est habituellement de 1/5.

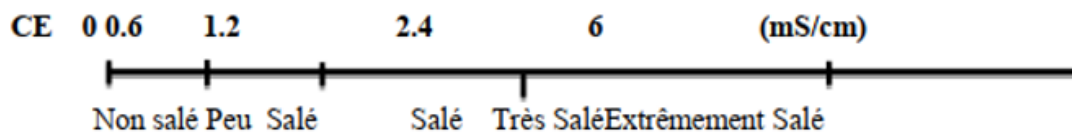


Figure 25 : Echelle de salure en fonction de la conductivité de l'extrait aqueux.

- **Mode opératoire**

Dans un premier temps, on combine 20 g de sol avec 100 ml d'eau et on laisse le mélange reposer pendant 30 minutes. Par la suite, la suspension obtenue est filtrée ; il est primordial que

le filtrat soit parfaitement transparent. Par la suite, l'électrode du conductimètre est plongée dans la solution filtrée, puis les valeurs de conductivité obtenues sont enregistrées et liées (**figure 26**).



**Figure 26** : Quelques étapes de la mesure de la conductivité électrique.

#### 4.4.5 Diagramme triangulaire

Le triangle des textures, également connu sous le nom de diagramme triangulaire, est un graphique spécialisé dont les trois côtés représentent les proportions de sable, de limon et d'argile dans un échantillon de sol (**figure 27**). Nous utilisons ce genre de schéma pour définir la typologie texturale du sol en fonction de la proportion relative de ces trois éléments constitutifs.

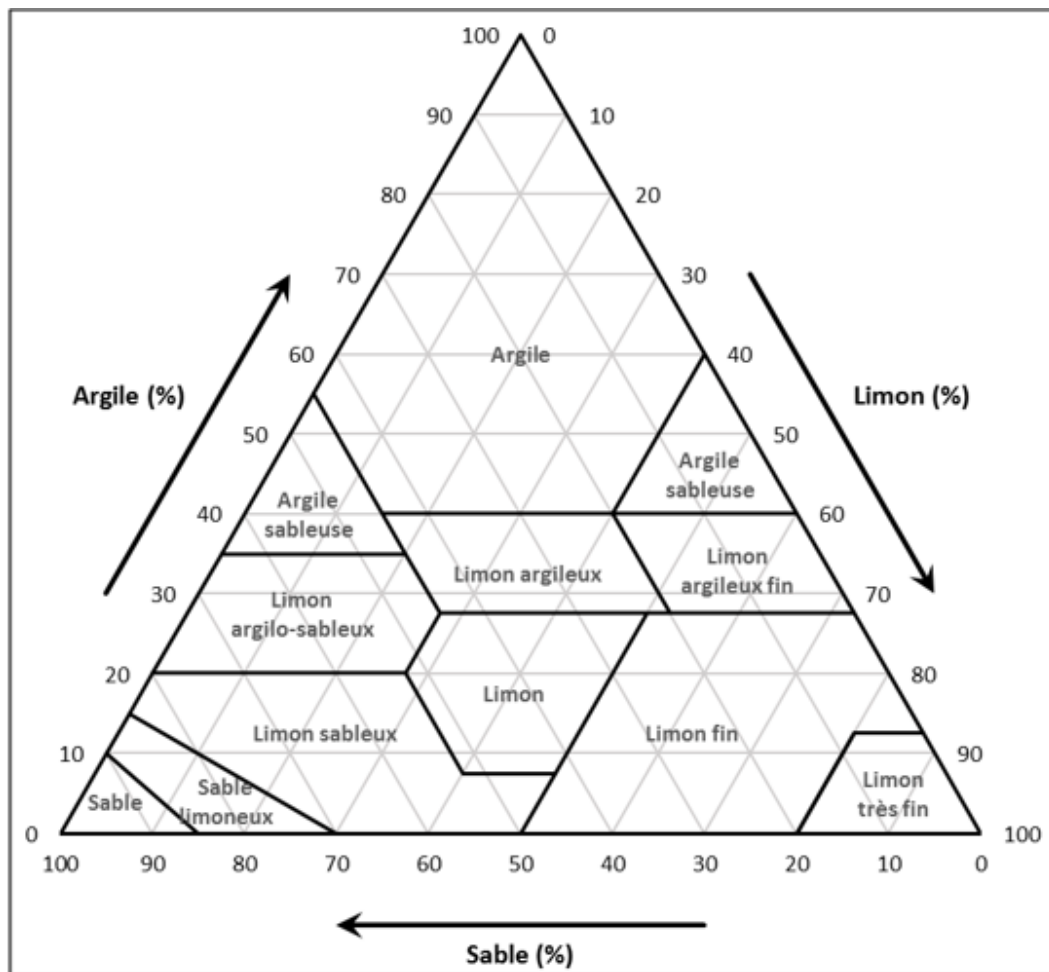


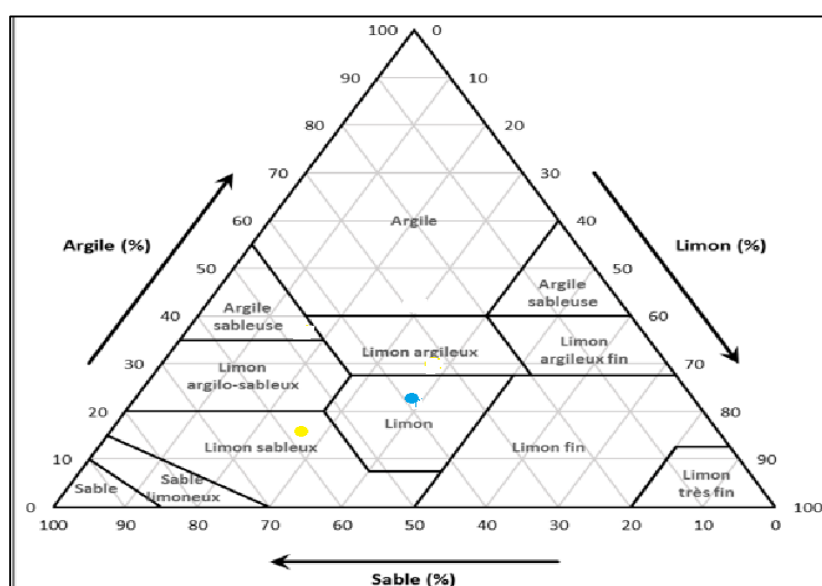
Figure 27 : Triangle des textures de sol.

#### 4.5 Résultats et interprétations

Le **tableau 21** comprend tous les résultats obtenus de l'analyse physico-chimique des sols, afin d'obtenir une compréhension approfondie du milieu (pH, granulométrie, calcaire...) de la station d'étude (Ain Tolba). De plus, on retrouve également les résultats détaillés de l'analyse granulométrique sur le triangle des textures de sol, comme illustré dans la **figure 28**, afin de faciliter la visualisation et l'interprétation.

Tableau 21 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol de la station « Ain Tolba ».

	Echantillons	
	Surface	Profondeur
<b>Profondeurs (cm)</b>	0 - 30	> 30
<b>Couleur</b>	7.5YR5/6	7.5YR4/6
<b>Granulométrie (%)</b>		
<b>Sable</b>	64%	50%
<b>Limon</b>	27%	39%
<b>Argile</b>	9%	11%
<b>Type de texture</b>	Limon sableux	Limon
<b>pH</b>	7.45 Neutre	7.28 Neutre
<b>Conductivité électrique (mS/cm)</b>	0.718	0.684
<b>Estimation de la salinité</b>	Peu Salé	Peu Salé
<b>CaCO<sub>3</sub> (%)</b>	6.13 Moyenne	8.5 Moyenne
<b>Matière organique</b>	1.2 % Moyenne	0.75% Faible

Figure 28 : Triangle texturale pour l'échantillon de surface et de profondeur de la station d'« Ain Tolba ».

Deux échantillons de sol, prélevés sous les pieds des peuplements d'*Orobanche crenata*, ont été analysés dans cette station.

- La couleur de l'échantillon de surface (7.5YR 5/6) et celle de l'échantillon de profondeur (7.5YR 4/6) ne diffèrent guère, les deux étant d'une teinte strong brown. Cette ressemblance indique une uniformité de la composition du sol à diverses profondeurs.
- Grâce aux analyses approfondies, il a été possible de définir une texture limon sableux à la surface et limoneux en profondeur. Le pourcentage de sable, compris entre 64 % et 50 %, et le pourcentage de limon, compris entre 27 % et 39 %, montrent que ces éléments sont les plus présents dans la texture globale du sol. Le taux d'argile, quant à lui, reste très faible, ne dépassant pas 15 % pour les deux échantillons.
- La mesure de la conductivité électrique révèle une faible salinité du sol pour tous les échantillons. En utilisant un pH neutre pour chaque échantillon.
- La concentration moyenne de  $\text{CaCO}_3$  varie de 6,13% à 8,5% pour les deux échantillons.
- Le taux de matière organique est moyen pour l'échantillon prélevé en surface, tandis que pour l'échantillon en profondeur, il reste à un niveau faible.

# **Chapitre III**

## **Analyse Floristique**

## Introduction

La biodiversité biologique désigne la diversité des espèces vivantes qui se trouvent dans la biosphère. Selon **RAMADE (2008)**, elle comprend également la diversité globale ou le nombre total d'espèces vivantes dans un habitat particulier, un écosystème complet, une région biogéographique ou même dans l'ensemble de la biosphère.

La végétation dans un environnement est le résultat de l'interaction complexe de divers éléments, tels que le climat, la variété florale présente, la géologie des sols, et bien d'autres encore. Cette végétation joue un rôle essentiel dans l'évaluation de la variété d'un écosystème, tout en permettant de saisir ses caractéristiques spécifiques. De plus, elle joue un rôle essentiel dans l'évaluation des caractéristiques et de la vitalité environnementale d'une région spécifique.

En raison de leur grande diversité et de leurs variations impressionnantes, les paysages méditerranéens constituent un environnement parfait pour étudier l'évolution de la flore et de la végétation. Les particularités de ces écosystèmes végétaux, qui ont été influencées par des siècles d'interactions entre les facteurs climatiques, géologiques et humains, constituent un terrain favorable à des études approfondies sur leur dynamique.

La situation géographique de l'Algérie dans le bassin méditerranéen lui confère une grande diversité végétale, avec une grande variété de climats et de paysages.

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 la biodiversité végétale, comme l'ont souligné **BOUAZZA & BENABADJI (2010)**.

Au cours de ce chapitre, nous avons effectué un recensement complet de la flore de la station « Ain Tolba », pour cela il était nécessaire d'identifier et de classer les espèces en fonction de leurs types morphologiques, biologiques et phytogéographiques, ce qui nous a permis de mieux comprendre la diversité et la distribution des espèces dans cet environnement particulier.

### 1. Composition systématique

Dans cette étude, nous avons effectué un recensement exhaustif de la flore de la station d'étude « Ain Tolba ». La flore de **QUEZEL & SANTA (1962, 1963)** a servi de référence pour l'identification des espèces recensées. Le tableau 21 ci-dessous représente les résultats de cet inventaire :

**Tableau 22** : Inventaire floristique de la station « Ain Tolba ».

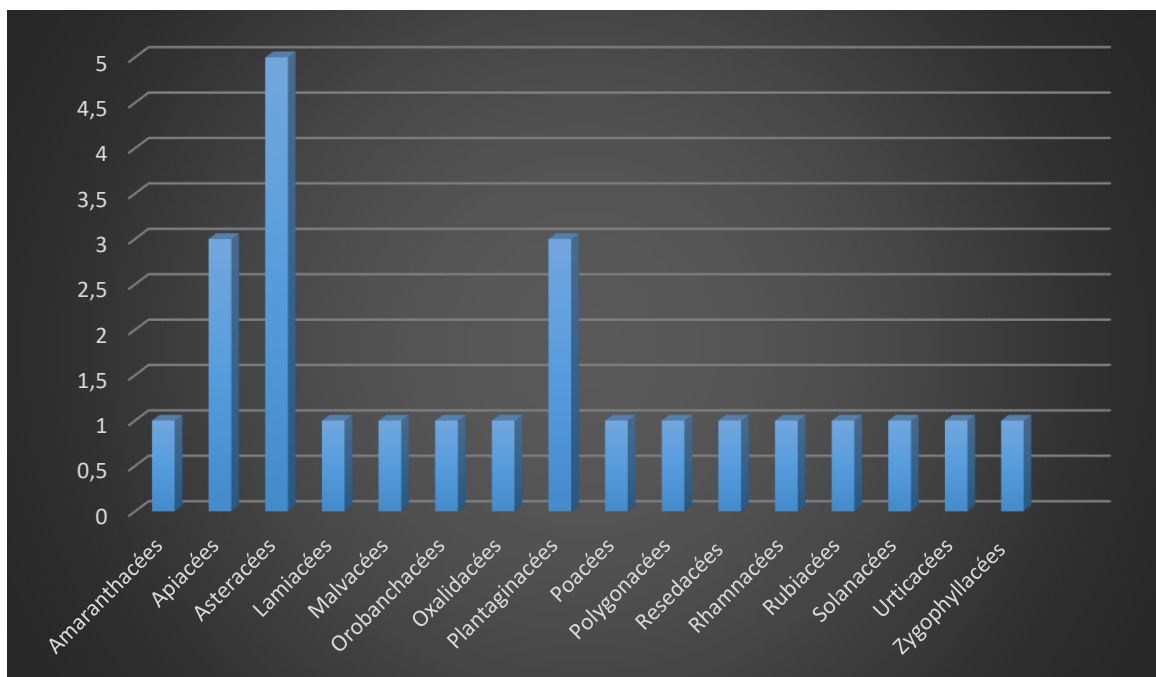
N°	Espèce	Famille	Type Morphologique	Type Biologique	Type Biogéographique
01	<i>Ammi visnaga</i>	Apiacées	HA	TH	Méd
02	<i>Anacyclus valentinus</i>	Asteracées	HV	HE	Méd
03	<i>Avena sterilis L.</i>	Poacées	HA	TH	Macar-Méd.- Irano-Tour
04	<i>Chenopodium murale L.</i>	Amaranthacées	HA	TH	Cosmop
05	<i>Chrysanthemum coronarium L.</i>	Astéracées	HV	CH	Méd
06	<i>Daucus carota L.</i>	Apiacées	HA	TH	Méd
07	<i>Daucus carota subsp. sativus)</i>	Apiacées	HA	HE	Cosmop
08	<i>Fagonia cretica L.</i>	Zygophyllacées	HA	TH	Méd
09	<i>Galium aparine</i>	Rubiacées	HA	TH	Euras
10	<i>Malva subovata</i>	Malvacées	HA	TH	W.Méd
11	<i>Marrubium vulgare L.</i>	Lamiacées	HA	HE	Cosmop
12	<i>Orobanche crenata</i>	Orobanchacées	HA	TH	Méd
13	<i>Oxalis pes-caprae L.</i>	Oxalidacées	HV	GE	Méd

14	<i>Plantago coronopus L.</i>	Plantaginacées	HA	TH	Euras
15	<i>Plantago lagopus L.</i>	Plantaginacées	HA	TH	Méd
16	<i>Plantago psyllium</i>	Plantaginacées	HA	TH	Sub-Méd
17	<i>Reichardia tingitana (L.)</i>	Asteracées	HA	TH	Méd
18	<i>Reseda alba L.</i>	Resedacées	HA	TH	Euras
19	<i>Rumex bucephalophorus</i>	Polygonacées	HA	TH	Méd
20	<i>Sonchus asper</i>	Asteracées	HA	TH	Cosmop
21	<i>Taraxacum officinale</i>	Asteracées	HV	HE	Eur-Méd
22	<i>Urtica dioica</i>	Urticacées	HV	GE	Cosmp
23	<i>Withania frutescens</i>	Solanacées	LV	CH	Ibéro-Mar
24	<i>Ziziphus lotus</i>	Rhamnacées	LV	PH	Méd

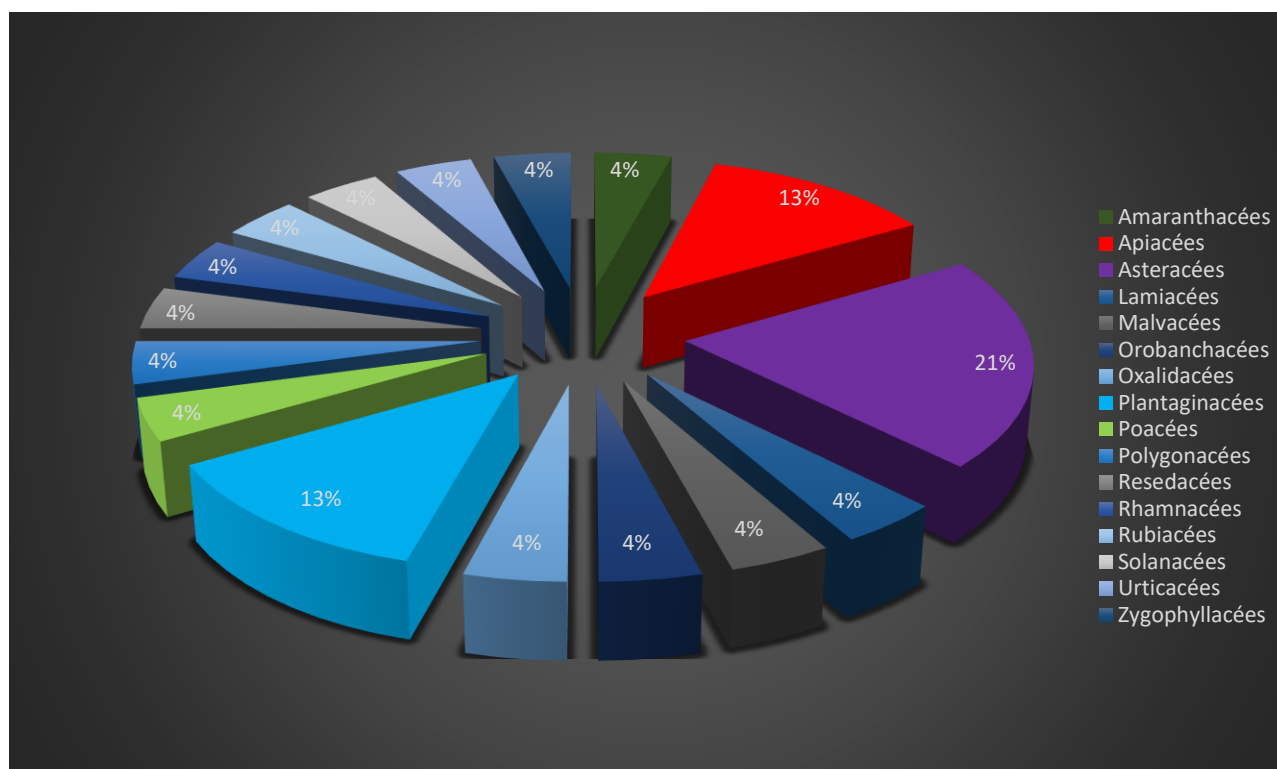
**Tableau 23** : Inventaire des familles en pourcentage de la station d'étude.

N°	Familles	Nombre d'espèces	Pourcentage
01	Amaranthacées	01	04%
02	Apiacées	03	13%
03	Asteracées	05	21%
04	Lamiacées	01	04%
05	Malvacées	01	04%
06	Orobanchacées	01	04%
07	Oxalidacées	01	04%
08	Plantaginacées	03	13%
09	Poacées	01	04%
10	Polygonacées	01	04%

<b>11</b>	Resedacées	01	04%
<b>12</b>	Rhamnacées	01	04%
<b>13</b>	Rubiacées	01	04%
<b>14</b>	Solanacées	01	04%
<b>15</b>	Urticacées	01	04%
<b>16</b>	Zygophyllacées	01	04%



**Figure 29** : Représentation graphique de la Composition de la flore par famille.



**Figure 30 :** Pourcentage des familles dans la station « Ain Tolba ».

Selon le **tableau 23** et les **figures 29 et 30**, la répartition des familles correspondant aux espèces présentes dans la station d'étude est très diversifiée. Cette diversité se traduit par une prédominance importante des Astéracées. Cette famille compte 5 espèces, ce qui représente 21 % de l'ensemble des espèces recensées. Ensuite, on retrouve les Apiacées et les Plantaginacées, qui comptent 3 espèces, soit 13 % du total.

Une seule espèce représente chacune des autres familles Amaranthacées, Lamiacées, Malvacées, Orobanchacées, Oxalidacées, Poacées, Polygonacées, Resedacées, Rhamnacées, Rubiacées, Solanacées, Urticacées et Zygothyllacées, soit un pourcentage très faible de 4 %.

### 1.1. Caractéristique biologique

Les classifications biologiques ou formes de vie des espèces représentent la forme que les plantes présentent dans un environnement sans prendre en considération leur appartenance systématique. D'après **BARRY (1988)**, ils reflètent une biologie et une certaine adaptation au milieu.

L'écologue **Raunkiaer (1934)** a défini les types biologiques de la façon 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 (GE) 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.

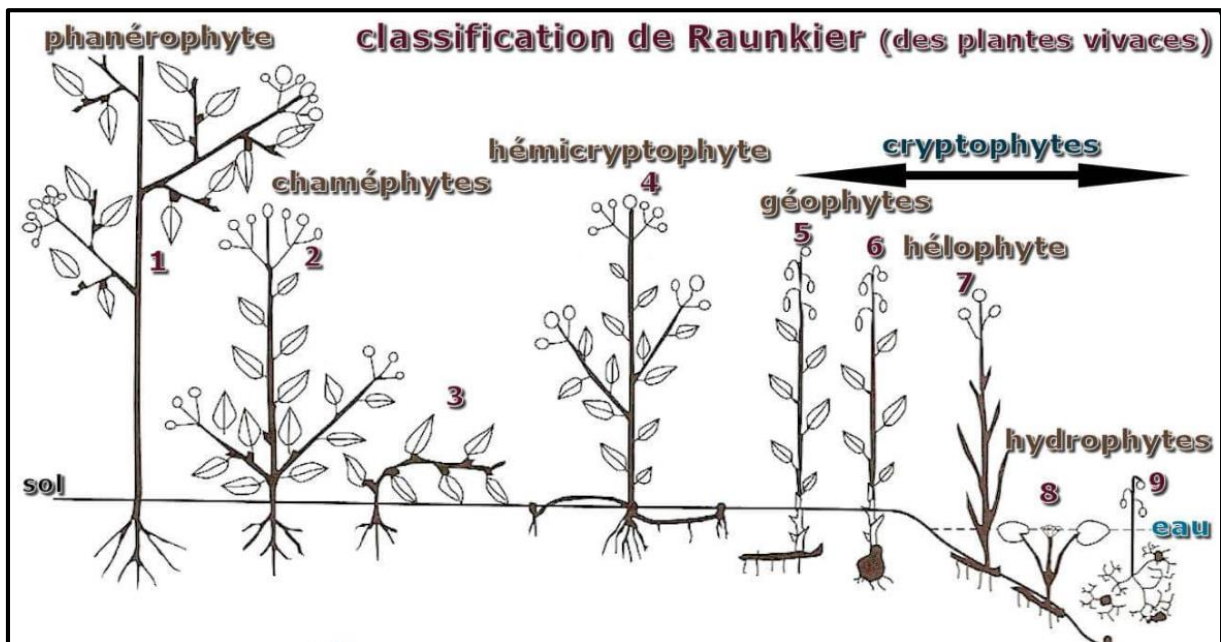


Figure 31 : Types biologiques de RAUNKIAER (1934).

Tableau 24 : Pourcentages des types biologiques dans la station d'étude.

Types biologiques	Nombre d'espèces	Pourcentages
Phanérophytes (PH)	01	04%
Chamaephytes (CH)	02	08%
Hémicryptophytes (HE)	04	17%
Géophytes (GE)	02	08%
Thérophytes (TH)	15	63%

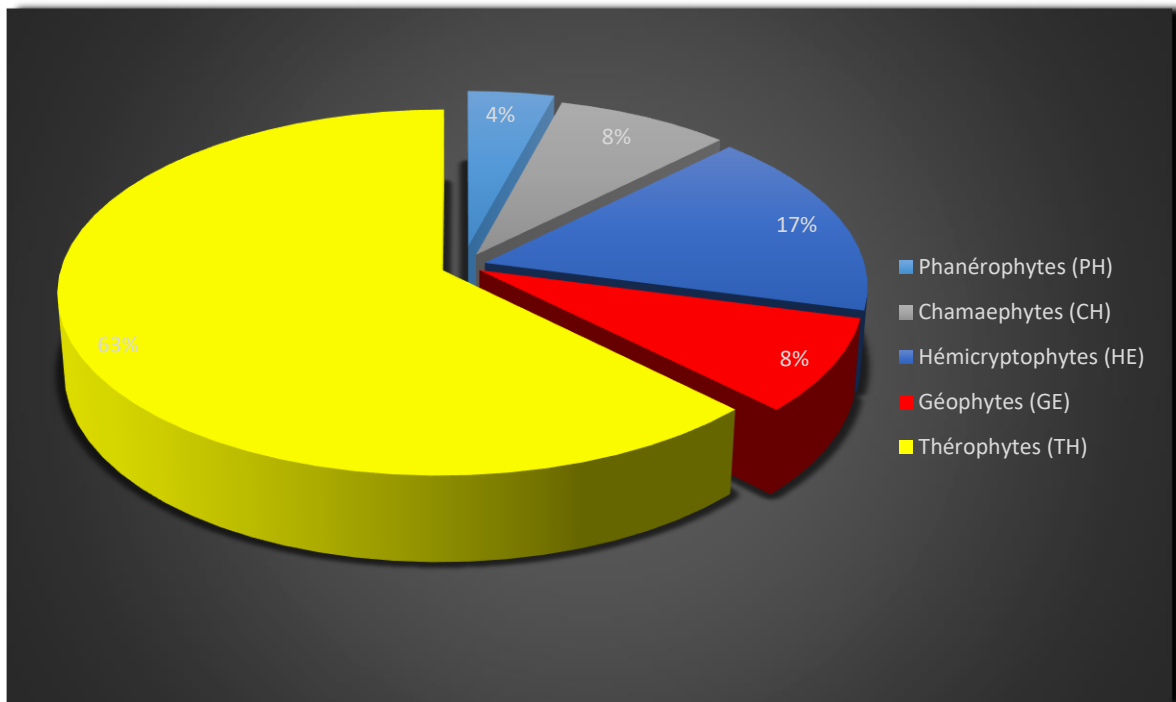


Figure 32: Répartition des espèces selon les types biologiques.

La distribution des types biologiques de la végétation dans la station d'étude est diversifiée et présente les caractéristiques suivantes :

- Le type biologique dominant est celui des Thérophytes (Th), qui représentent 63 % de la végétation étudiée.
- Ensuite, les hémicryptophytes avec 17 % sont le deuxième groupe le plus important.

- La flore est composée de 8 % de géophytes (bulbes, rhizomes et tubercules). Les Chamaephytes constituent également 8 % du total.
- Les Phanérophytes sont présents avec 4 %.

Selon **SARI-ALI (2004)**, la présence de thérophytes dans la région d'étude est due à leur capacité à résister à la sécheresse et aux températures élevées des milieux arides. Les hémicryptophytes demeurent aussi présents dans l'écosystème. La diversité des espèces biologiques témoigne de la complexité des liens entre la flore et son environnement, soulignant ainsi 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 chaque station. Cet indice, défini par **LOISEL & GAMILA (1993)**, est donné par le rapport suivant :

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

$$IP = \frac{02+15}{24}$$

$$IP=71\%$$

L'indice de perturbation est très élevé dans la station d'étude « Ain Tolba », avec 71 %. Cela met en évidence l'importance des actions humaines, en particulier les activités agricoles, ainsi que les facteurs tels que la pollution et le surpâturage. Ces conséquences anthropiques sont en grande partie responsables de la prédominance des thérophytes dans cet écosystème particulier. En provoquant ces perturbations, l'homme a un impact significatif sur la composition floristique, favorisant ainsi les plantes annuelles qui sont plus adaptées aux environnements instables.

## 1.3. Caractéristiques morphologiques

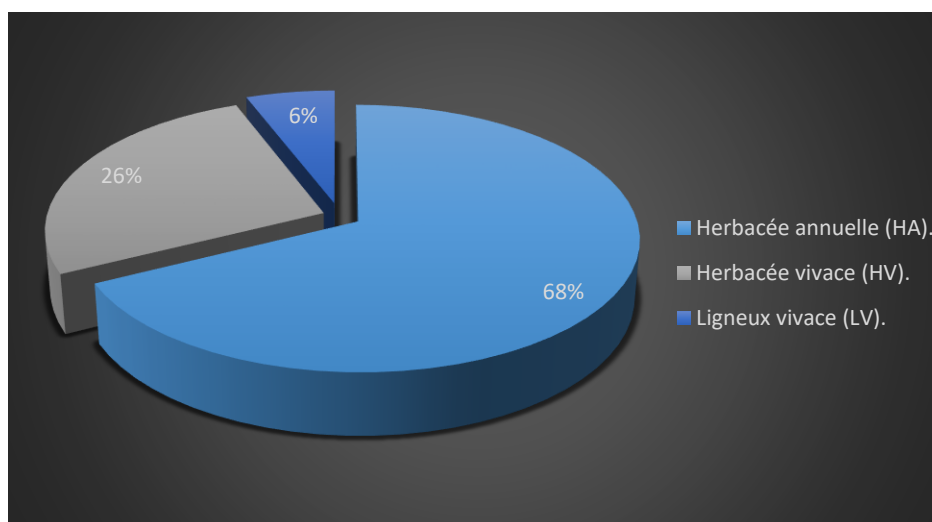
La classification des espèces selon leur morphologie repose surtout sur la forme des végétaux. En général, on la classe en trois catégories :

- Les herbacées annuelles (HA).
- Les herbacées vivaces (HV).

- Les ligneux vivaces (LV).

**Tableau 25** : Pourcentages des types morphologiques dans la station d'étude.

Types morphologiques	Nombre d'espèces	Pourcentage
Herbacée annuelle (HA).	17	68%
Herbacée vivace (HV).	05	26%
Ligneux vivace (LV).	02	6%



**Figure 33** : Répartition des espèces selon les types morphologiques.

L'étude du **tableau 25** et de la **figure 33** révèle que la couverture végétale est largement dominée par la strate herbacée annuelle, qui représente 68% de la surface, suivent ensuite les herbacées vivaces qui représentent 26 % du secteur. Enfin, la troisième catégorie est celle des ligneux vivaces, représentant 6%. Ces informations mettent en évidence une majorité de plantes annuelles et une relative minorité de plantes ligneuses vivaces.

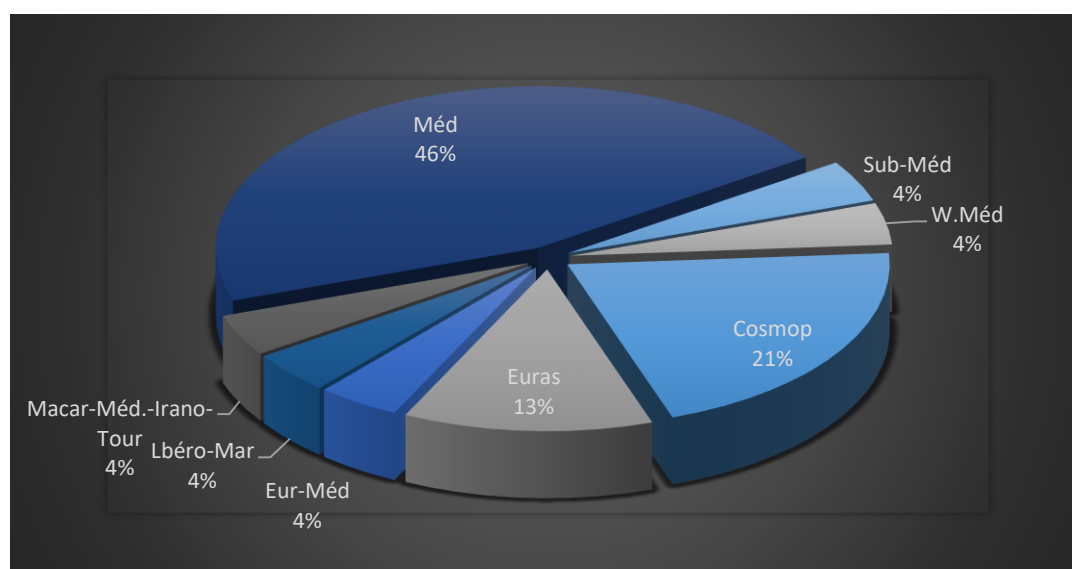
#### 1.4. Caractéristiques biogéographique

Selon **HENGEVELD (1990)**, la biogéographie consiste à étudier et comprendre la distribution des organismes vivants en fonction des facteurs et des processus actuels et passés.

D'un point de vue biogéographique, la végétation de la station d'étude présente une variété d'éléments issus de différentes origines méditerranéennes, constituant ainsi un ensemble éclectique (tableau 26).

**Tableau 26** : Pourcentage des types biogéographiques de la station d'étude

Types biogéographique	Nombre	Pourcentages
<b>Cosmop</b>	05	21%
<b>Euras</b>	03	13%
<b>Eur-Méd</b>	01	04%
<b>Ibéro-Mar</b>	01	04%
<b>Macar-Méd.-Irano-Tour</b>	01	04%
<b>Méd</b>	11	46%
<b>Sub-Méd</b>	01	04%
<b>W.Méd</b>	01	04%



**Figure 34** : Répartition des espèces selon les types biogéographiques de la station « Ain Tolba ».

La figure 34 révèle la plupart des types biogéographiques de la station d'étude. Une forte majorité du type Méditerranéen est observée, représentant 46 % du total. La proportion de taxons de type Cosmopolite est de 21 %, suivie de 13 % de taxons de type Eurasiatique. Enfin, il y a environ 4 % des espèces de type Européen-Méditerranéen, Ibéro-Marocain, Macaronésien-Méditerranéen-Irano-Touranien, Sub-méditerranéen et Ouest méditerranéen.

Ces informations mettent en évidence la diversité biogéographique des espèces présentes dans la station d'étude.

## 2. Étude de la biodiversité

La notion de biodiversité est complexe, car elle comprend la diversité génétique des populations, la diversité spécifique et fonctionnelle des communautés, la diversité des écosystèmes et les interactions entre ces différents niveaux d'organisation. Selon **BALMFORD et al. (2005)**, aucun indicateur ne peut prendre en compte tous ces aspects ; les indicateurs évaluent plutôt des aspects partiels de la biodiversité.

La richesse de la biodiversité végétale en Méditerranée découle d'une histoire paléogéographique instable et complexe, ainsi que de l'influence harmonieuse et traditionnelle de l'activité humaine sur l'environnement (**IBOUKASSENE, 2008**).

### 2.1. Indices de diversité

En ce qui concerne l'évaluation de la biodiversité dans une zone donnée, différentes méthodes sont utilisées, parmi ces méthodes on peut citer les méthodes de Shannon-Weaver, de Simpson et d'Équitabilité. Ces méthodes sont fréquemment employées dans le cadre d'une étude particulière avec un nombre total d'espèces de  $N=24$  et une richesse spécifique de  $S=16$  afin d'évaluer la diversité des espèces dans un écosystème donné.

Le **tableau 27** regroupe les résultats du calcul de l'indice de Shannon-Weaver de la station d'étude.

**Tableau 27** : Résultats de l'indice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) de la station d'étude.

Familles	Ni	N	Pi (Ni/N)	Pi <sup>2</sup>	Log2pi	Pi* Log2pi
<b>Amaranthacées</b>	01	24	0,041666667	0,001736111	- 4,584962501	- 0,191040104
<b>Apiacées</b>	03	24	0,125	0,015625	-3	-0,375
<b>Asteracées</b>	05	24	0,208333333	0,043402778	- 2,263034406	- 0,471465501
<b>Lamiacées</b>	01	24	0,041666667	0,001736111	- 4,584962501	- 0,191040104
<b>Malvacées</b>	01	24	0,041666667	0,001736111	- 4,584962501	- 0,191040104

<b>Orobanchacées</b>	01	24	0,041666667	0,001736111	-	-
					4,584962501	0,191040104
<b>Oxalidacées</b>	01	24	0,041666667	0,001736111	-	-
					4,584962501	0,191040104
<b>Plantaginacées</b>	03	24	0,125	0,015625	-3	-0,375
<b>Poacées</b>	01	24	0,041666667	0,001736111	-	-
					4,584962501	0,191040104
<b>Polygonacées</b>	01	24	0,041666667	0,001736111	-	-
					4,584962501	0,191040104
<b>Resedacées</b>	01	24	0,041666667	0,001736111	-	-
					4,584962501	0,191040104
<b>Rhamnacées</b>	01	24	0,041666667	0,001736111	-	-
					4,584962501	0,191040104
<b>Rubiacees</b>	01	24	0,041666667	0,001736111	-	-
					4,584962501	0,191040104
<b>Solanacées</b>	01	24	0,041666667	0,001736111	-	-
					4,584962501	0,191040104
<b>Urticacées</b>	01	24	0,041666667	0,001736111	-	-
					4,584962501	0,191040104
<b>Zygophyllacées</b>	01	24	0,041666667	0,001736111	-	-
					4,584962501	0,191040104
			<b>1</b>	<b>0,097222222</b>		-
						<b>3,704986856</b>

### 2.1.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver :

L'indice de diversité de Shannon-Weaver ( $H'$ ) est le nombre d'informations fournies par un échantillon sur la structure du peuplement dont il est issu et sur la répartition des individus entre différentes espèces (DAGET, 1976).

Défini par la formule suivante :

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

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

$$P_i = (n_i / N)$$

- $H'$  : 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 ( $H'$ ) est inférieur à (0) lorsque tous les individus du peuplement appartiennent à une espèce unique. Si l'on répartit les individus de façon égale sur toutes les espèces,  $H'$  atteint son maximum.

### 2.1.2. Indice d'équitabilité (E)

L'indice d'équitabilité de Pielou, est spécifiquement 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 :

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

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

### 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.

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

### 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.

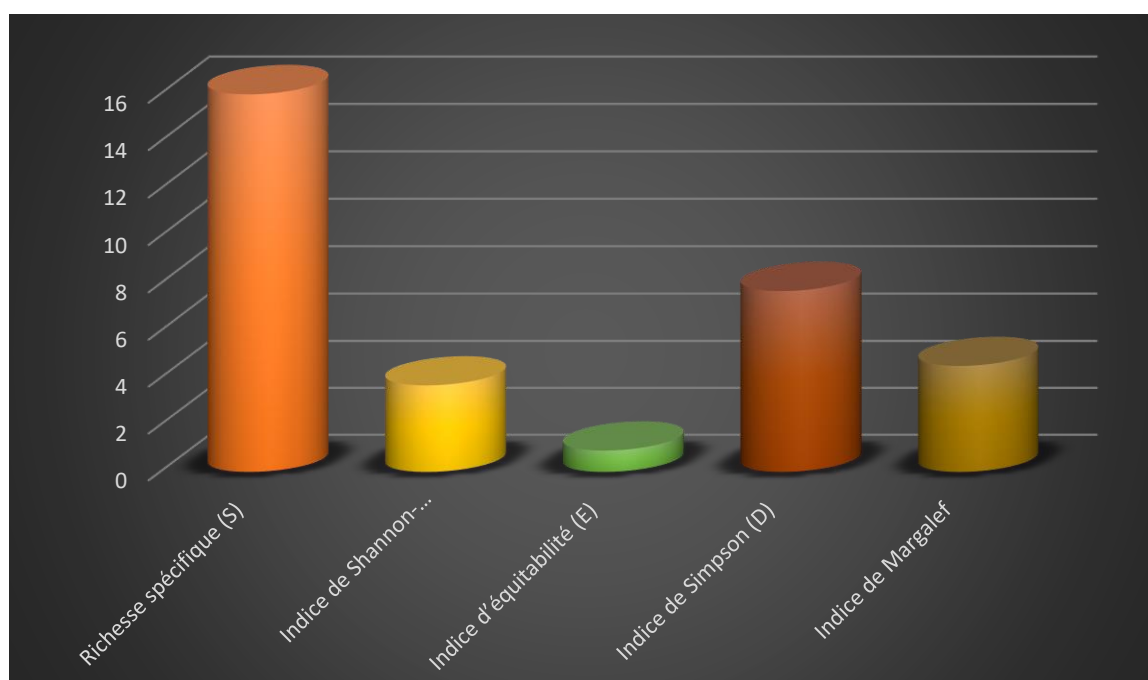
$$D=S-1/Ln(n)$$

$D=0$  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 ( $S=N$ ).

Au niveau du **tableau 28** ci-dessous on retrouve le résultat du calcul de tous les indices de diversité cités ci-dessus.

**Tableau 28** : Résultats du calcul des indices de diversité

Indices de diversité	Valeur
Richesse spécifique (S)	16
Indice de Shannon-Weaver	3,7
Indice d'équitabilité (E)	0,92
Indice de Simpson (D)	10,82
Indice de Margalef	4,71



**Figure 35** : Représentation graphique des indices de diversité.

La station possède une biodiversité particulière de 16 familles. Les indices de diversité témoignent de cette richesse : indice de Simpson (10,82 %), indice de Margalef (4.71 %),

indice de Shannon-Weaver (3,7 %) Le coefficient d'équité s'élève à 0.92 (**figure 35**). Il est confirmé par ces résultats que la station d'étude présente une diversité floristique moyenne et une répartition peu équitable des espèces.

### **Conclusion :**

Lors de cette recherche, les investigations floristiques effectuées à la station « Ain Tolba » nous ont donné une perspective approfondie sur la diversité des plantes présentes dans cette station d'étude. On a repérer différentes caractéristiques, notamment les types biologiques, morphologiques et phytogéographiques ainsi que mesurer les indices de diversité floristique.

Les études de la végétation de la station montrent une diversité de la composition des espèces dans la station, marquée par une prédominance d'espèces de la famille des Astéracées.

Les Thérophytes sont majoritaires au niveau de la station d'étude, comme le confirme le taux élevé de l'indice de perturbation, qui s'élève à 63%. La deuxième place est occupée par les héli-cryptophytes, suivis des Chamaephytes et des Géophytes. Ensuite, viennent en dernier les Phanérophytes. D'un point de vue morphologique, les végétaux de la station d'étude sont principalement composés d'espèces herbacées annuelles.

Biogéographiquement, près de 46% des taxons ont une distribution méditerranéenne dans la région étudiée. La présence élevée de taxons méditerranéens souligne l'impact du climat méditerranéen sur la flore de la station 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 l'équitabilité**).

En résumé, l'analyse de la flore de la station « Ain Tolba » met en évidence une variété floristique qui est influencée par des facteurs climatiques, biogéographiques et surtout humains, car il s'agit d'un champ de carottes qui est soumis aux pratiques agricoles. Ces résultats mettent en évidence la nécessité de saisir et de préserver la diversité végétale face aux évolutions rapides de l'environnement, ce qui requiert une gestion attentive et éclairée afin de garantir la durabilité des écosystèmes et les services qu'ils offrent.

**Chapitre IV**  
**ETUDE**  
**HISTOLOGIQUE**

## Introduction

Cette étude a pour objectif de présenter un aperçu des formes et des tailles moyennes des tissus de la tige d'*Orobanche crenata*, car il n'existe pas de données précises sur l'anatomie et les mesures des tissus de cette espèce.

Dans ce chapitre, une étude histologique approfondie de l'espèce *Orobanche crenata* est présentée, mettant en lumière ses caractéristiques structurales et techniques. De plus, cette étude vise à enrichir la littérature scientifique en rendant compte de nouvelles informations sur cette plante peu étudiée, dans l'espoir de stimuler et de guider de futures recherches dans ce domaine. Nos résultats sont illustrés par des planches montrant les meilleures coupes anatomiques, tandis que les mesures des différents tissus sont détaillées dans les tableaux histométriques.

### 1. Etude histologique

La signification étymologique de « histologie » est « science des tissus », dérivée du grec « Histo » qui signifie « tissus » et « logs » qui signifie « science ». Selon **Crète (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 d'appréhender le fonctionnement morphologique et physiologique des plantes dans un environnement naturel. L'analyse microscopique des tissus végétaux révèle les propriétés structurales et fonctionnelles des cellules. Cela implique l'étude de la structure cellulaire, de leur diversité et de leur interdépendance au sein des divers tissus.

#### 1.1 Généralités sur les tissus végétaux

Un tissu est constitué d'un ensemble de cellules embryonnaires communes, ayant des caractéristiques morphologiques semblables et différenciées de manière similaire pour accomplir une fonction spécifique. Les tissus peuvent être classés en plusieurs catégories structurales ou fonctionnelles 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 fondamentaux

Ils sont constitués de parenchyme, aussi appelé tissu de remplissage, composé de cellules vivantes, souvent en grande quantité, avec un niveau de différenciation varié. Souvent, la vacuole est unique et essentielle. Des plasmodesmes favorisent une circulation symplasmique. La majorité des parenchymes se situent 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**).

### 1.2.2 Les tissus protecteurs

La plante est protégée des dommages physiques et de la déshydratation grâce aux tissus qui la couvrent. Au cours de la première année de croissance, les plantes se présentent avec une assise cellulaire, appelée épiderme chez les tiges et rhinoderme chez les racines, où les cellules s'accrochent. Chez les plantes vivant plus d'une année (plantes pérennes), l'épiderme et le rhinoderme sont remplacés par un tissu de protection nommé périderme. L'essentiel de ce tissu secondaire est constitué de suber, dont les cellules mortes sont responsables de la protection de la plante contre la prédation et la perte d'eau (**NABORS, 2008**).

### 1.2.3 Les tissus de soutien

Celles à paroi épaisse constituent les tissus de soutien, ce qui leur donne une certaine rigidité, notamment chez les plantes herbacées. Les tissus les plus importants sont le collenchyme et le sclérenchyme, qui sont indispensables pour assurer le soutien structurel des plantes herbacées. Le collenchyme (cellules à membrane cellulosique) permet à la plante de continuer à croître dans la zone concernée, tandis que le sclérenchyme (cellules à membrane lignifiée) empêche la plante de se développer. Par leur production, ces cellules produisent des fibres et des sclérites.

### 1.2.4 Les tissus conducteurs

Les tissus conducteurs (xylème et phloème) ou tissus vasculaires forment le système vasculaire qui relie les différentes parties de la plante (**ROLAND et al., 2008**). Le xylème

dirige la sève brute (ascendante) des racines vers les autres parties de la plante en direction de l'intérieur de la plante. En revanche, le phloème transporte la sève élaborée, riche en éléments organiques issus de la photosynthèse, vers toutes les parties de la plante dans un mouvement avant tout descendant.

### 1.3 Matériel et méthodes

L'histologie des tiges d'*Orobanche crenata* seront étudiées afin d'approfondir l'étude des structures tissulaires de cette partie de la plante.

L'exactitude des coupes joue un rôle crucial dans la qualité des observations. En effet, il est essentiel de procéder à des coupes fines et régulières afin d'identifier de manière précise les divers tissus. Pour l'étude histologique de notre espèce, il est nécessaire d'avoir une liste précise du matériel et d'un ensemble de solutions chimiques, tels que des fixateurs, des colorants, etc. (**tableau 29**). L'application d'une méthodologie rigoureuse, en laboratoire, est également essentielle pour garantir des résultats fiables et reproductibles.

#### 1.3.1 Matériels et solutions utilisées

**Tableau 29** : Matériel et solutions utilisées au laboratoire

##### Echantillons végétaux à étudier

Lames de rasoir

Boîtes de pétrie, verres de montre

Un tamis pour filtrer les coupes

Eau de javel

Une pince fine

Eau distillé

Acide acétique à 10% (fixateur)

Carmin rouge aluné

Bleu de méthylène

Lames (porte-objets)

Lamelles

Un microscope optique à grossissement multiple

Micromètre pour effectuer les mesures histométrique

Appareil photo

Nous accordons une grande importance à la réalisation de coupes fines afin de pouvoir identifier de manière précise les divers tissus. Les tiges organes d'intérêt histologique, doivent être en état parfait, c'est-à-dire qu'elles ne doivent pas être déformées par des dents d'animaux ou par tout autre dommage. Les tiges sélectionnées doivent être d'âge intermédiaire, ni trop anciennes ni trop jeunes, pour présenter les types de tissus plus fiables.

Durant le mois de mai, on a collecté des échantillons frais de l'espèce *Orobanche crenata* au niveau de la station Ain Tolba. Pour rendre les coupes histologiques plus simples et 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. Ce procédé permet de maintenir les échantillons frais et humides pendant le transport, les protégeant ainsi de la déshydratation et de la dégradation.

### 1.3.2 Préparation des coupes

La préparation de coupes histologiques de la tige est un procédé méticuleux qui permet d'examiner de manière approfondie les structures internes des plantes. Il est essentiel de respecter chaque étape afin de s'assurer que les échantillons soient correctement conservés, coupés et colorés, ce qui permet une observation et une analyse précises au microscope.

### 1.3.3 Protocole de la double coloration

- Préparer des coupes transversales fine à l'aide d'une lame de rasoir.
- Placer les coupes dans des verres de montre contenant de l'eau distillée pour ne pas qu'elles se dessèchent.
- Tremper les coupes sélectionnées dans un verre de montre contenant de l'eau de javel pendant (10 à 20 min) pour blanchir les membranes et détruire le contenu cellulaire.
- Rincer les coupes avec de l'eau distillée pour éliminer l'eau de javel.
- Tremper les coupes dans l'acide acétique pendant (5-10 min) pour fixer les colorants.
- Plonger les coupes dans le bleu de méthylène pendant (30 secondes).
- Rincer soigneusement pour éliminer l'excès de colorant.
- Plonger les coupes dans le rouge Carmin aluné pendant (5-10 min).
- Rincer avec de l'eau distillée.

- Placer les meilleures coupes entre lame et lamelle à l'aide d'une pince en les immergeant dans une goutte d'eau, pour passer à l'observation sous un microscope optique à différents grossissements.
- Photographier les résultats.

### 1.3.4 Montage des coupes et observation au microscope

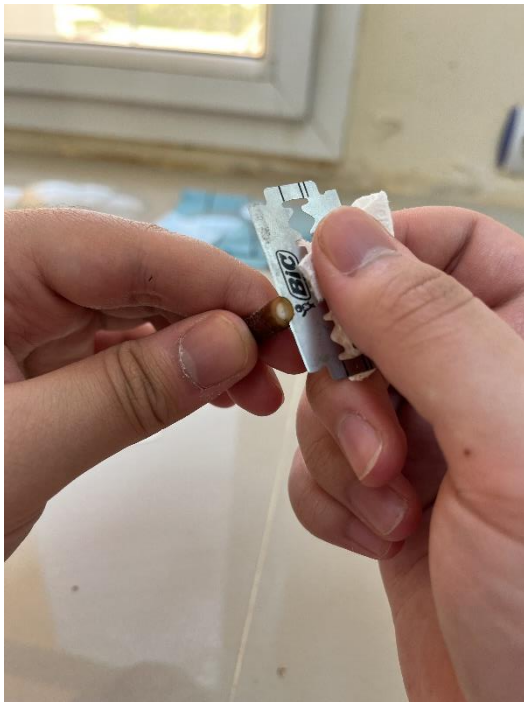
Nous avons sélectionné et ajusté avec précaution 50 coupes les plus fines à l'aide d'une pince, nous les avons mises sur une lame, puis nous avons ajouté une goutte d'eau au-dessus. Une lamelle a ensuite été posée avec soin sur la coupe afin d'éviter la création de bulles d'air et d'assurer une bonne visibilité. Finalement, les lames préparées ont été examinées au microscope afin d'analyser en détail les structures tissulaires. Les observations microscopiques ont été effectuées à l'aide d'un microscope optique, d'abord à 4X10, 10x10, puis à 10x40. Les coupes les plus intéressantes ont été choisies afin de prendre des photos et de repérer les tissus des différentes parties de la plante.



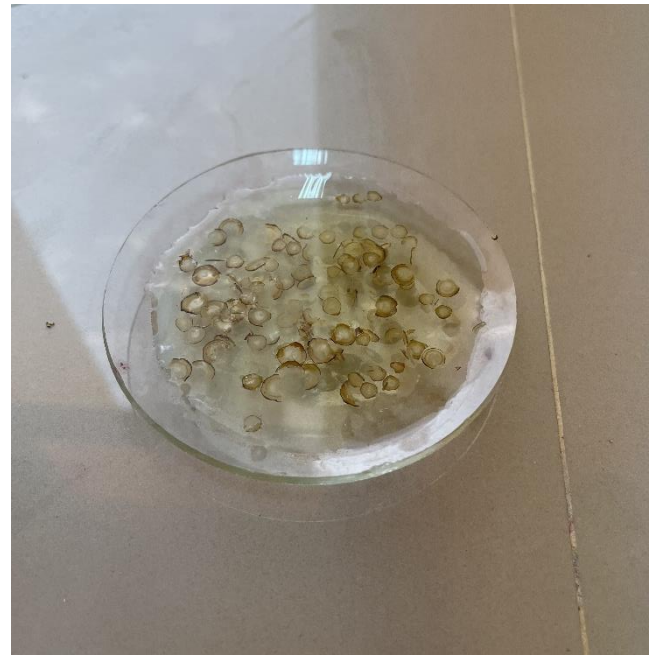
1- Choix des meilleures parties de la plante pour réaliser de bonnes coupes.



2- Préparation du matériel pour effectuer les coupes histologiques



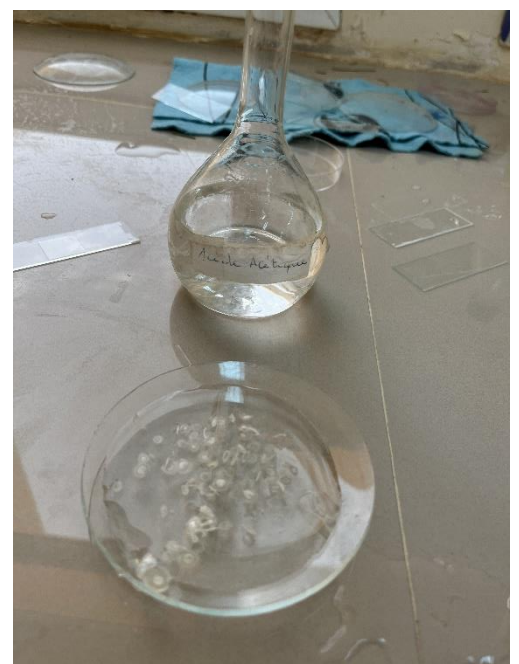
3- Réalisation des coupes avec une lame de rasoir



4- Coupes placées dans l'eau distillée



5- Placement des coupes dans l'eau de javel



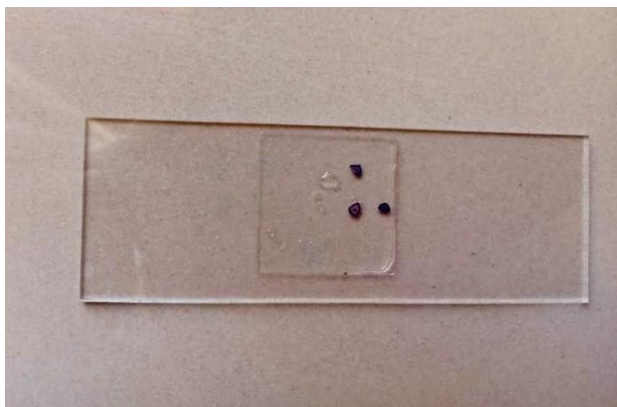
6- Fixation par l'acide acétique



7- Coloration au bleu de méthylène, puis rinçage.



8- Plonger dans le carmin rouge aluné avant rinçage



9- Placement entre lame et lamelle



10- Observation sous microscope optique

Figure 36 : Photographies de protocole à suivre pour la préparation des coupes histologique.

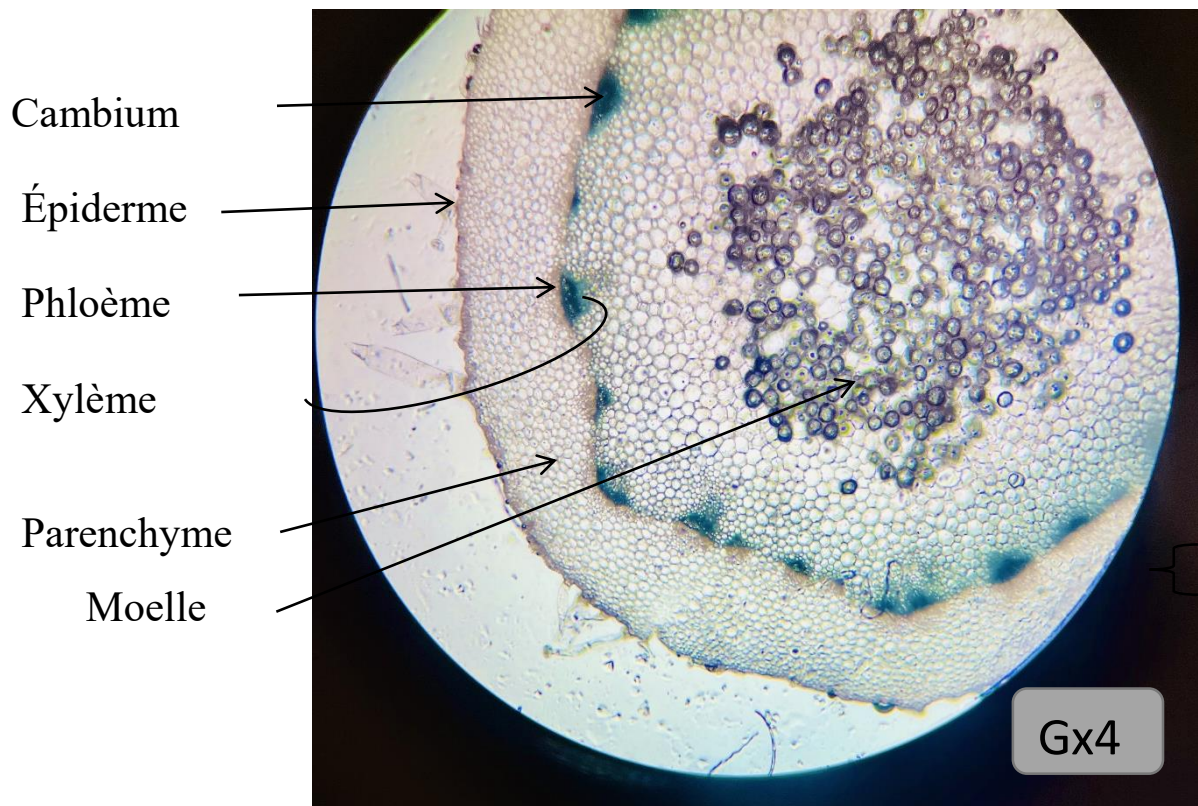
## 1.4 Résultat et interprétation

Les résultats de l'étude histologique d'*Orobanche crenata* constituent le socle de ce mémoire. L'analyse microscopique des coupes transversales des tiges a révélé des disparités importantes dans l'épaisseur des tissus végétaux des coupes d'après la taille des organes prélevés. Le tableau 30 détaillé des mesures histométriques, permettant d'obtenir des informations quantitatives précises sur les dimensions des divers tissus observés, sont présentés dans les résultats de cette analyse.

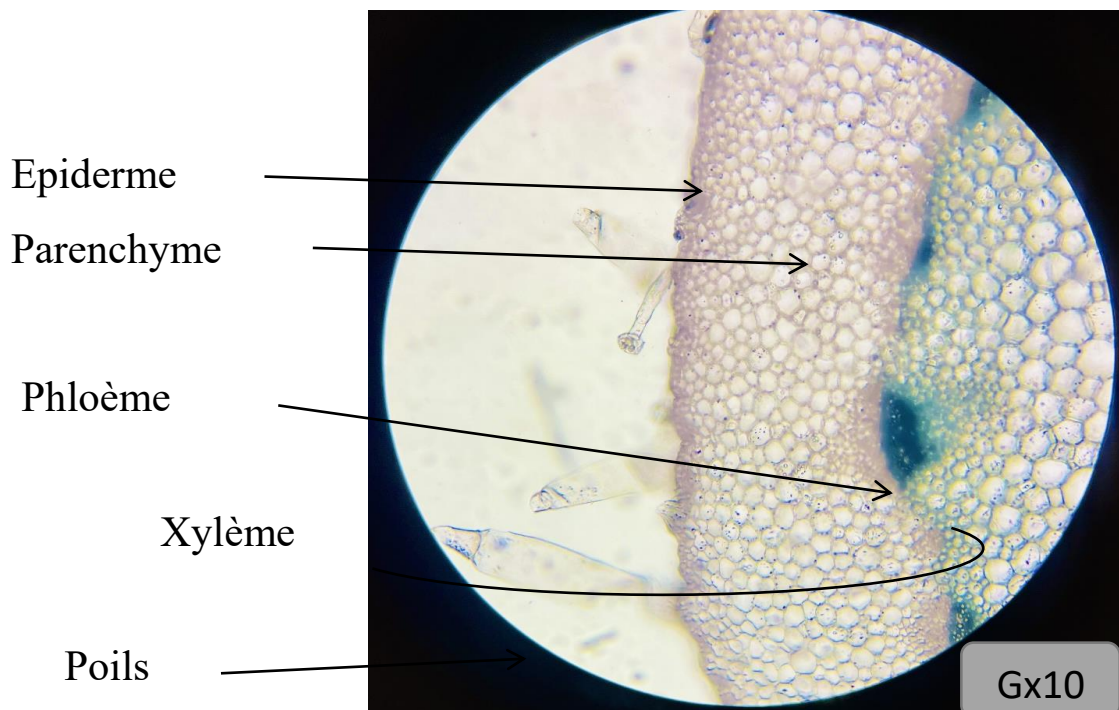
- **Observation :**

On a pu observer au microscope les tissus suivants au niveau des coupes de la tige d'*Orobanche crenata* :

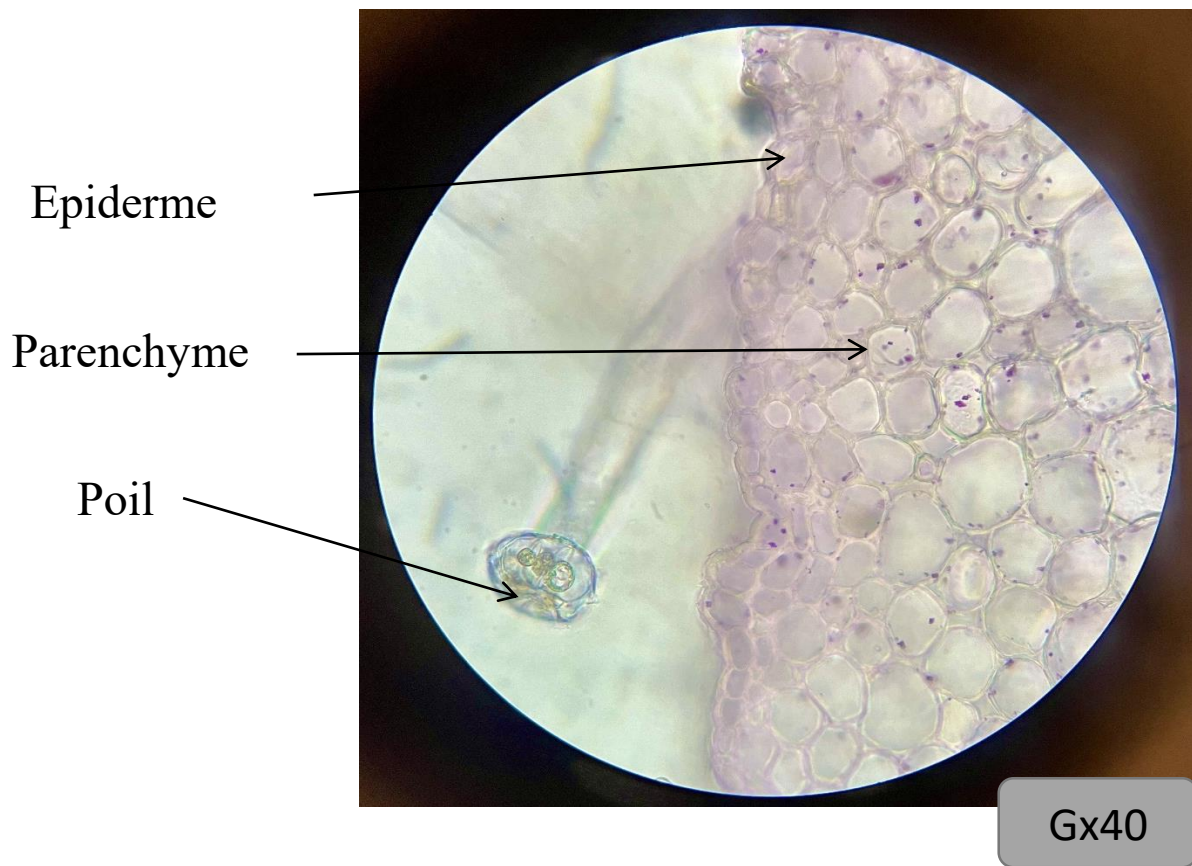
- **Cambium (zone génératrice libéro-ligneuse) :** Un tissu méristématique, c'est-à-dire composé de cellules qui peuvent se diviser et se différencier pour former de nouveaux tissus.
- **Xylème :** L'eau et les minéraux sont transportés des racines vers les parties aériennes de la plante. Ses constituants sont les trachéïdes, les vaisseaux, les fibres et le parenchyme.
- **Phloème :** Les produits de la photosynthèse (sucres) des feuilles sont transportés vers les autres parties de la plante. Celles criblées, tubes criblés, cellules compagnes, fibres et parenchyme constituent son ensemble.
- **Moelle :** situé au centre de la tige et c'est un organe essentiel pour conserver les nutriments qu'elle extrait de son hôte.
- **Parenchyme :** parfaitement conçu pour optimiser le transfert et le stockage des nutriments provenant de la plante hôte.
- **Epiderme :** Elle recouvre l'extérieur de la plante parfaitement adapté pour préserver l'intégrité de la plante parasite et faciliter son existence parasitaire en modifiant certaines zones afin d'améliorer l'absorption des nutriments de la plante hôte.



**Figure 37 :** Vue d'ensemble d'une coupe histologique au niveau de la tige d'*orobanche crenata*



**Figure 38 :** Observation microscopique des Tissus présents au niveau d'une coupe histologique de la tige d'*orobanche crenata*



**Figure 39** : Observation microscopique de l'épiderme et du parenchyme  
au niveau de la tige d'*Orobanche crenata*

## 2. Etude histométrique

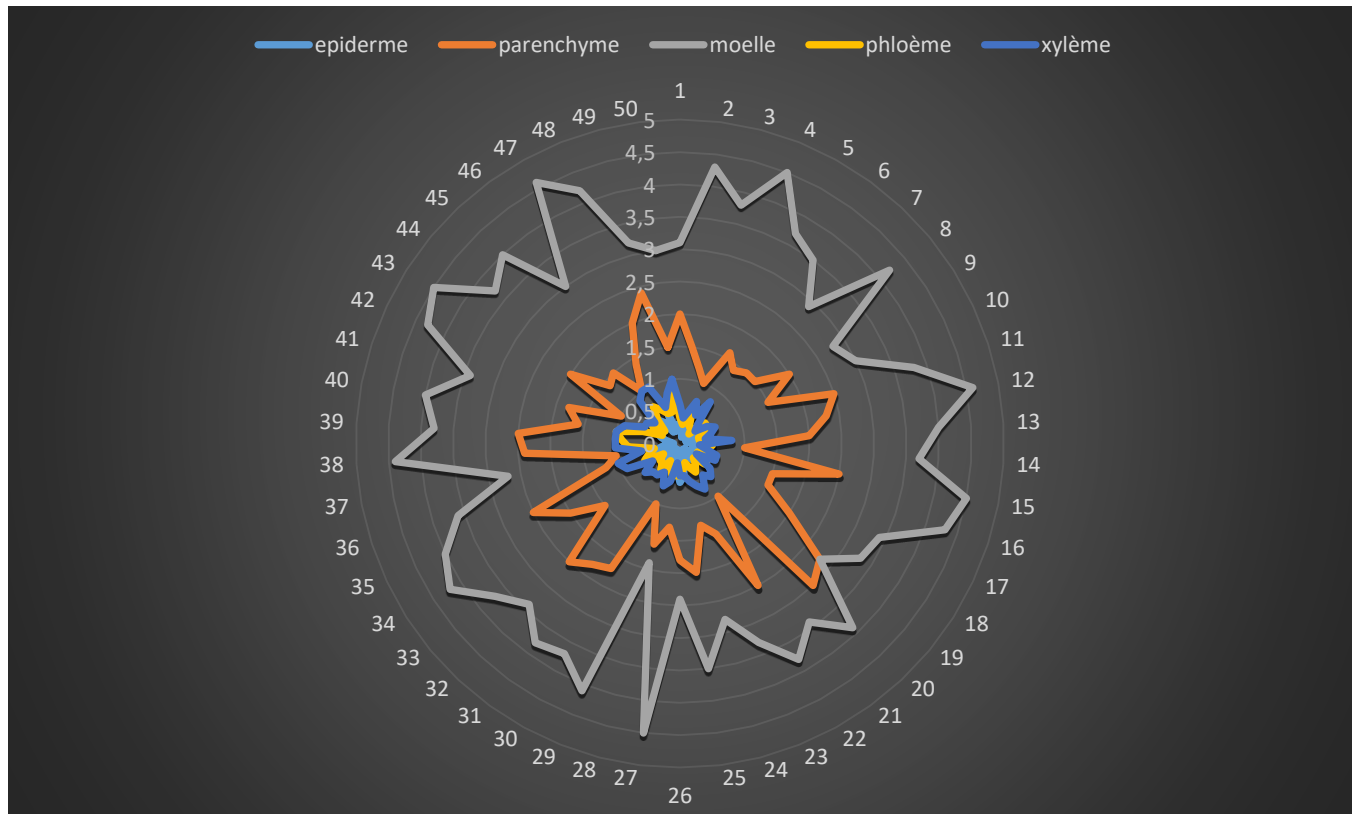
La mesure et l'analyse des dimensions des structures tissulaires permettent d'obtenir des données précises sur l'épaisseur et l'organisation des différents tissus observés. On a effectué une mesure des tissus à l'aide d'un micromètre sur 50 coupes et les résultats ont été consignés au niveau du **tableau 30**.

**Tableau 30** : Mesures histologique de la tige d'*Orobanche crenata*

Les tissus ( $\mu\text{m}$ )					
Les coupes	épiderme	parenchyme	moelle	phloème	xylème
1	0,2	2	3,1	0,4	0,6
2	0,3	1,5	4,3	0,3	0,4
3	0,1	1,2	3,8	0,4	0,5
4	0,4	1	4,5	0,5	0,7
5	0,3	1,6	3,7	0,3	0,5
6	0,2	1,4	3,5	0,3	0,8
7	0,2	1,5	2,9	0,2	0,4
8	0,3	1,5	4,2	0,5	0,3
9	0,4	2	2,8	0,5	0,5
10	0,1	1,5	3	0,4	0,6
11	0,2	2,5	3,8	0,3	0,5
12	0,1	2,3	4,6	0,3	0,4
13	0,5	2	4	0,5	0,8
14	0,3	1	3,7	0,5	0,3
15	0,2	2,5	4,5	0,4	0,4
16	0,2	1,5	4,3	0,4	0,6
17	0,3	1,5	3,4	0,3	0,6
18	0,4	2	3,3	0,5	0,3
19	0,3	2,8	2,8	0,5	0,6
20	0,1	3	3,9	0,3	0,7
21	0,3	1	3,4	0,4	0,6

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

## 2.1 Histogrammes

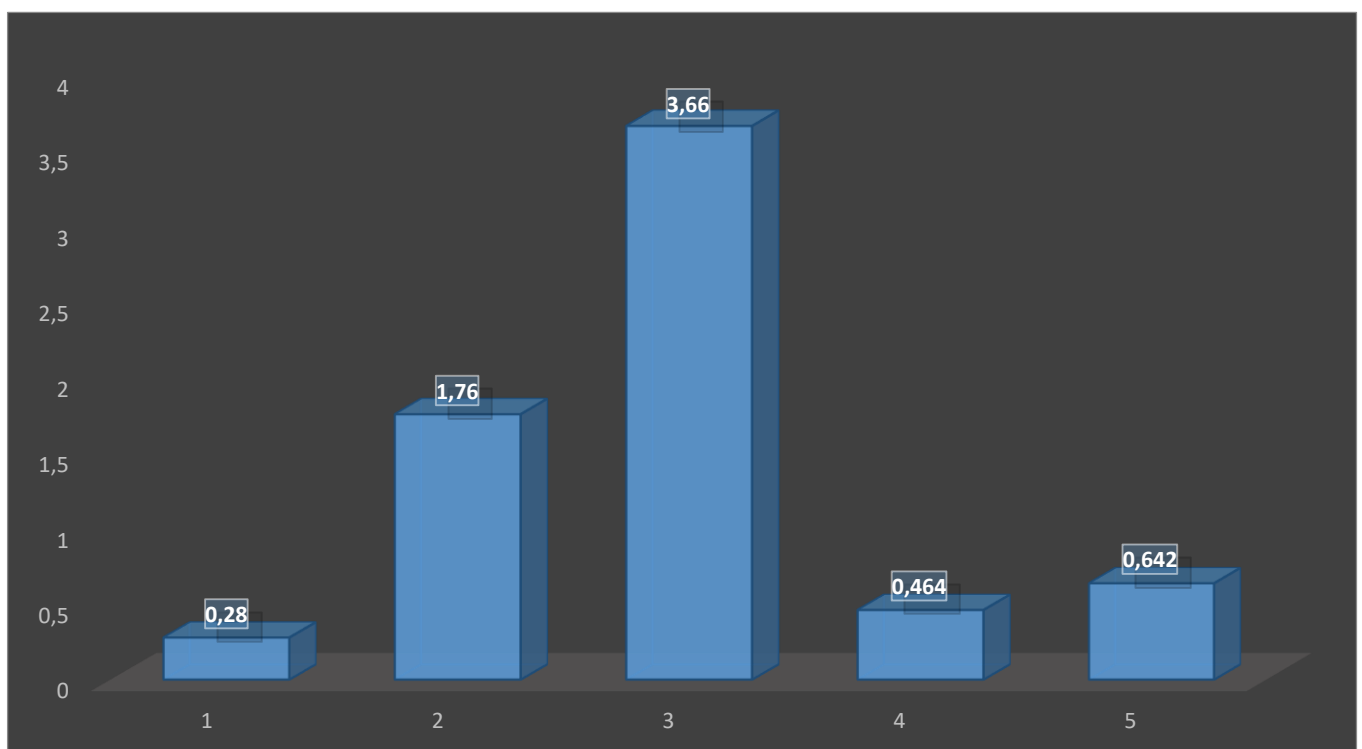


**Figure 40** : Comparaison histométrique entre les différents tissus de la tige d'*Orobanche crenata*

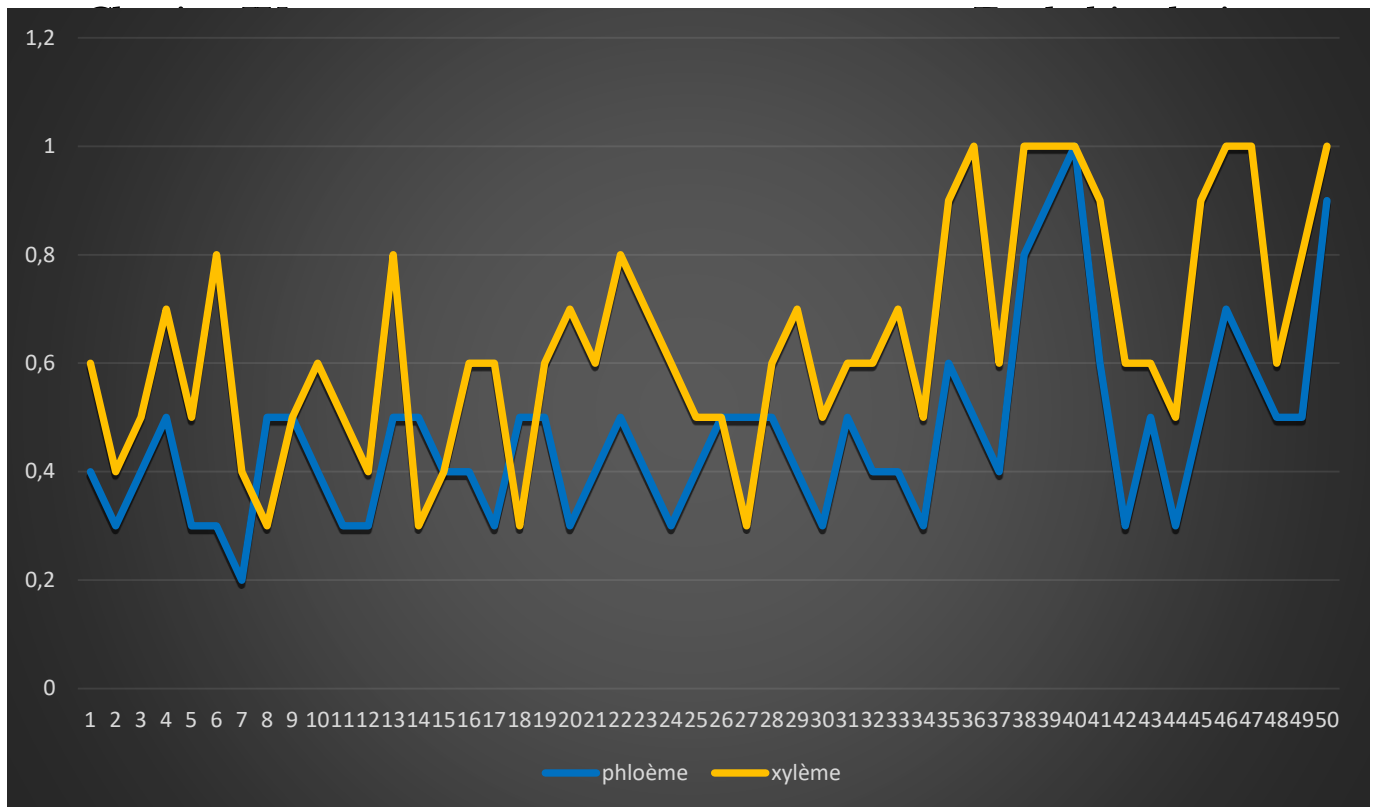
L'analyse histométrique des différents tissus de la tige d'*orobanche crenata*, prélevée dans la station d'Ain Tolba, révèle des disparités significatives dans l'épaisseur des tissus. D'après l'étude, la moelle (parenchyme médullaire) est le tissu le plus abondant, supérieur en volume aux autres tissus. Le parenchyme, ensuite, est le deuxième en termes de dimensions. La troisième place revient au xylème et au phloème, tous deux des tissus conducteurs. Enfin, le plus mince des tissus observés est l'épiderme.

**Tableau 31** : Moyennes histométriques de la tige d'*Orobanche crenata*

Les tissus	Epiderme	Parenchyme	moelle	Phloème	Xylème
Moyenne histométrique (µm)	0.28	1.76	3.66	0.464	0.642

**Figure 41** : Représentation graphique des moyennes histométriques de la tige

Le **tableau 31** et l'historgramme **figure 41** nous permettent de comparer les moyennes des mesures histométriques de la tige d'*Orobanche crenata*. On remarque que la moelle (parenchyme de remplissage) est important par rapport aux autres tissus, vient en seconde position le parenchyme ensuite l'ensemble xylème -phloème et en dernier l'épiderme avec une couche très fine.



**Figure 42** : Comparaison histométrique entre le xylème et le phloème de la tige d'*Orobanche crenata*.

Les dimensions du xylème et du phloème de la tige d'*Orobanche crenata* sont très proches les unes des autres, selon les mesures histométriques comparées. Les observations indiquent que, dans certaines coupes, le xylème est un peu plus épais que le phloème, alors que dans d'autres, le xylème et le phloème ont les mêmes dimensions. Les croisements dans l'histogramme témoignent de cette variation, ce qui suggère que les deux types de tissus conducteurs ont des mesures très proches.

- **Discussion**

*Orobanche crenata* est une plante parasite dont la tige est spécialement conçue pour son mode de vie.

La structure tissulaire de la tige d'*Orobanche crenata* est adaptée à son mode de vie parasitaire. Le tissu le plus important est la moelle, avec ses cellules parenchymateuses de remplissage, suivi du parenchyme cortical, qui joue un rôle essentiel dans le transport et le stockage des nutriments. Le transport des substances nutritives et de l'eau est assuré par les faisceaux vasculaires, qui sont moins développés, tandis que l'épiderme, avec sa fine couche protectrice, préserve l'intégrité de la plante. Ce système particulier des tissus témoigne des exigences particulières et des modifications d'*Orobanche crenata* en tant que plante parasitaire.

- La moelle occupe une place centrale et prédominante dans la tige d'*Orobanche crenata*, elle est composée de cellules parenchymateuses volumineuses, spécialisées dans le stockage des nutriments. Étant donné que l'Orobanche prélève les nutriments de son hôte, ces cellules sont essentielles pour accumuler et redistribuer les ressources nécessaires à la croissance et au développement de la plante.
- Le parenchyme est le second tissu en termes d'importance dans la tige d'*Orobanche crenata*. Il facilite le transport des nutriments absorbés par les haustoria depuis les tissus de l'hôte vers les autres parties de la plante.
- Les faisceaux vasculaires d'*Orobanche crenata*, bien que moins développés par rapport aux plantes autotrophes, jouent un rôle crucial dans le transport des substances.
- L'épiderme est la couche la plus externe de la tige d'*Orobanche crenata* et est relativement mince. Il protège la plante contre les agressions mécaniques et les infections pathogènes. Il aide également à réduire la perte d'eau, bien que cette fonction soit moins critique pour une plante parasite.

- **Conclusion**

En analysant l'histologie et l'histométrie de la tige d'*Orobanche crenata*, on peut observer une structure complexe et très spécialisée, qui correspond à son mode de vie parasitaire.

L'étude histologique et histométrique de la tige d'*Orobanche crenata* révèlent une structure tissulaire très spécialisée. La prédominance de la moelle et du parenchyme cortical suggère une adaptation visant à optimiser le stockage et le transport des nutriments volés à l'hôte. Même s'ils sont moins développés, les faisceaux vasculaires jouent un rôle essentiel dans la répartition de ces nutriments à travers la plante. Malgré sa mincité, l'épiderme offre une protection suffisante contre les agressions extérieures.

En résumé, la tige d'*Orobanche crenata* présente une adaptation morphologique et fonctionnelle remarquable, qui permet à cette plante de survivre et de se développer en tant que parasite. L'analyse histologique et histométrique de ce corps permet d'obtenir des informations précieuses sur les mécanismes qui expliquent son succès parasitaire.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

---

L'étude d'*Orobanche crenata* dans la région d'Ain Temouchent (Ain Tolba) a été menée en combinant un travail de terrain et de laboratoire. Les aspects bioclimatique, biologique, floristique, pédologique et histologique ont été traités.

Une synthèse bibliographique regroupant toutes les informations concernant l'espèce étudiée, telles que les caractéristiques botaniques, la répartition géographique, la systématique etc. a fait l'objet du premier chapitre.

Le chapitre deux a été dédié à l'analyse du milieu physique, fournissant une vision globale de la région d'Ain Temouchent. On y retrouve une description approfondie de la géologie, de l'hydrologie, de la pédologie et de la bioclimatologie ainsi que d'autres éléments environnementaux liés à la station d'étude Ain Tolba.

Concernant l'étude bioclimatique, le climat est de type méditerranéen et la station d'étude se situe, d'après le climagramme d'Emberger, dans l'étage bioclimatique semi-aride inférieur. La végétation est fortement influencée par ces conditions bioclimatiques, notamment les peuplements d'*Orobanche crenata*. Grâce à cette analyse, nous avons pu approfondir notre compréhension de l'impact des facteurs environnementaux sur la répartition et la croissance de cette espèce dans son environnement naturel.

D'après les études pédologiques, on trouve *Orobanche crenata* dans un champ agricole à Ain Tolba dans des conditions particulières du sol. Cette espèce vit dans des sols à texture limoneuse à limono-sableuse, avec une teneur moyenne à faible en matière organique, un pH neutre, un taux moyen de calcaire total et une absence de salinité. La croissance et la prospérité d'*Orobanche crenata* dans cette région sont conditionnées par ces caractéristiques physico-chimiques du sol.

L'étude de la diversité floristique menée dans la région d'Ain Tolba nous a permis d'identifier les principales familles présentes avec une dominance des Astéracées, Plantaginacées et des Apiacées, remarquable par leur résistance aux stress climatiques. La station d'étude est également marquée par une dominance des thérophytes qui indiquent la présence d'un phénomène de thérophytisation.

Sur le plan biogéographique, la station d'étude est marquée par une forte prédominance des espèces méditerranéennes, qui représentent près de la moitié de l'inventaire floristique de la station.

## Conclusion générale

---

L'indice de perturbation s'élève à 63%, ce qui confirme la présence d'une pression anthropique importante qui a entraîné une dégradation significative de la région. Les indices de diversité (**Shannon, Simpson, Margalef et d'équitabilité**) montrent cependant que la station d'étude possède une diversité des espèces relativement moyenne. Cette diversité moyenne provoquée par les perturbations humaines liées à l'agriculture met en évidence la résilience de la flore locale et l'importance de préserver les habitats naturels afin de préserver la diversité biologique.

Le troisième chapitre dédié à l'étude histologique de la tige d'*Orobanche crenata* nous a permis de déterminer la fonction et l'importance de chaque tissu observé et identifié. Le tissu le plus abondant de la tige est le parenchyme de remplissage qui a pour fonction principale de conserver et d'absorber l'eau, garantissant ainsi la résistance de la plante à la chaleur. Sur le plan histométrique, les tissus de la tige étaient plus ou moins épais, ce qui met en évidence une adaptation morphologique d'*Orobanche crenata* aux conditions environnementales.

Pour conclure *Orobanche crenata*, aussi connue sous le nom de crérate, est dotée d'une nature parasitaire lui permettant de s'attacher aux racines de ses plantes hôtes, en tirant les nutriments nécessaires pour sa croissance et son développement, ce qui entraîne souvent des pertes de rendement importantes pour les agriculteurs. La gestion et le contrôle de cette espèce, cauchemar des agriculteurs représentent un défi majeur en agriculture.

# **Référence bibliographique**

## Référence bibliographique

---

- **AÏT ABDALLAH, F. & HAMADACHE, A. 1996.** Effet de la période de semis, de la variété et de l'utilisation du glyphosate sur le contrôle de l'Orobanche de la fève (*Vicia faba* L.) dans une zone sub humide. In: Bertenbreiter, W. and Sadiki, M. (eds) Rehabilitation of Faba bean, pp: 121-128.
- **AOUALI, S. (2005).** Etude du polymorphisme génétique chez l'orobanche de la fève: Orobanche crenata Forskall. En Algérie, par l'utilisation des marqueurs moléculaires RAPD et AFLP (Doctoral dissertation, INA).
- **AOUALI, S. ET FELIACHI., K. 2007.** Orobanche management in Algeria In Labrada R., Progress on farmers training on parasitic weed management. FAO. Rome. pp31-37
- **AUBERT, G. 1978.** Méthodes d'analyses du sol. 2ème 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. 2ème édition revue et augmentée. INRA Edition.
- **BALMFORD, A., BENNUN, L., TEN BRINK, B., COOPER, D., CÔTÉ, I. M., CRANE, P., ... & WALTHER, B. A. (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.
- **BARRY J -P., 1988** - Approche Ecologique des Régions Arides de l'Afrique. Université de Nice. ISS de Nouakchott. p107.
- **BELKHODJA, 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).** Contribution à une étude bioclimatique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso dans l'Oranie (Algérie occidentale). Science et changements planétaires/sécheresse, 117-123.

## Référence bibliographique

---

- **BENCHERTIT, 1956.** Les sols d'Algerie, revue du geographique Alpine, 44-4P. 749-761
- **BENDAOU, F., KIM, G., LAROSE, H., WESTWOOD, J. H., ZERMANE, N., & HAAK, D. C. (2022).** Genotyping-by-sequencing analysis of *Orobanche crenata* populations in Algeria reveals genetic differentiation. *Ecology and Evolution*, 12(3), e8750.
- **BENKHAMALLAH , Z., BENYAHIA, M., & AYACHE, A. (2020).** HYDROCHEMICAL STUDY OF GROUNDWATER IN PROVINCE OF AIN TEMOUCHENT (WESTERN ALGERIA). *Fundamental and Applied Sciences*, 1298-1312.
- **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.
- **BENMOUSSAT, A. 2004.** Relations bioclimatiques et physiologiques des peuplements halophytes. Thèse Magistère, Univ. Tlemcen. p. 2.
- **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.
- **BENTEKHICIN. (2018).** Evaluation et gestion des déchets solides et liquides, Apport des SIG et la Télédétection Cas de: Ain Témouchent, Tlemcen, Oran et Sidi Bel Abbes. Thèse. 398p
- **BERTHET, J. 2006.** Dictionnaire de Biologie. De Boeck Université, Bruxelles (Belgique).
- **BLANCHARD M. 1952.** Contribution à l'étude de la biologie de l'orobanche et sa destruction An. Ins. Agr. D'Alger. PP1-29.
- **BOUAZZA, M., & BENABADJI, N. 2010.** Changements climatiques et menaces sur la végétation en Algérie occidentale. *Changements climatiques et biodiversité*. Vuibert-Apas, Paris, 101-110.

## Référence bibliographique

---

- **BRUN, G., BRAEM, L., THOIRON, S., GEVAERT, K., GOORMACHTIG, S., & DELAVAUULT, P. (2018).** Seed germination in parasitic plants: what insights can we expect from strigolactone research?. *Journal of experimental botany*, 69(9), 2265-2280.
- **CASAGRANDE, A. 1934.** Die oraemeter method zur bestimmung der koruverbeilung von boden. Berlin, 66p.
- **CHAABANE A., 1993** - Etude de la végétation du littoral septentrionale de Tunisie : Typologie, syntaxonomie et éléments d'aménagements.thèse Doct.sc.univ.AixMarseille III, 205p+annexes.
- **CRETE, P. 1965.** Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, modes de classification. *Végétation*, 34 : 1-20.
- **DAGET P., 1977**– Le bioclimat méditerranéen, analyse des formes par le systèmed'Emberger. *Végétation*. 34, 2: 78-124.
- **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.
- **DANIEL M. JOEL, JONATHAN GRESSEL , LYTTON J. MUSSELMAN ; KEBAB, E. (2013).** Mécanismes parasitaires et stratégies de contrôle des Orobanchaceae parasites.
- **DJEBAILI S ., 1978** \_ Recherches phytoécologique et phytosociologique sur la végétation des hauts plains steppiques de l'Atlas saharien Algérien, thèse. Doct. Univ. Sci et Tech. Du Languedoc. Montpellier, 299 p+ annexes
- **DJEBAILI S., 1984** - Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. O.P.U. Alger. 127-171-177-178 p
- **DUCHAUFOR, P. 1977.** Pédologie 1 pédogenèse et classification. Paris : Ed. Masson.
- **DUCHAUFOR, P. 2001.** Introduction à la science du sol. Ed. Dunod. Paris, 331 p.
- **ELMESTARI, M., & DJILALI, K. (2021).** La végétation de la région d'Ain Temouchent: inventaire et caractérisation de la biodiversité floristique (Cas d'Aghlal).

## Référence bibliographique

---

- **EMBERGER L., 1952** \_ Sur le quotient pluviothermique. C.R. Acad. Sci. Fran., Paris, 234 : 2508 - 2511,
- **EMBERGER L., 1955**. Une classification bio-géographique des climats. Rev. Trav. Labo. Géol. Zool. Fac.
- **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
- **EMILEH, D. 1947**. Types des sols de l'Afrique du Nord. Fax I, Rabat, 136 p
- **FOY CL, JAIN R ET JACOBSON R. 1989**. Recent approaches for chemical control of broomrape (Orobancha spp.). Weed Science. 4,123-52.
- **GAMALEI, Y. V. (2007)**. The role of mesophyll cell tonoplast in determining the route of phloem loading. Thirty years of the studies of phloem loading. Russian Journal of Plant Physiology, 54, 1-9.
- **GRECO J., 1966**. L'érosion, la défense et la restauration des sols, le reboisement en Algérie. Pub. Univ. Agr. Révolution Agraire. Algérie. Pouget M., 1980. – Les relations sol-végétation dans les steppes Sud Algéroises. Thèse Doct. Etat, Univ. Aix-Marseille III, 555 p.
- **GUENON, R. (2010)**. Vulnérabilité des sols méditerranéens aux incendies récurrents et restauration de leurs qualités chimiques et microbiologiques par des apports de composts (Doctoral dissertation, Université Paul Cézanne-Aix-Marseille III).
- **HENGEVELD., 1990**-Dynamique biogeography. Cambridge university press. Cambridge
- **HOUEROU H.N., 1975**. Le cadre bioclimatique des recherches sur les herbages méditerranéens. Georgofili, Florence, XXI: 57-67
- **IBOUKASSENE, S. (2008)**. Dynamique de la végétation des forêts à Quercus suber anthropisées du Nord-Est de l'Algérie (Parc National d'El-Kala) (Doctoral dissertation, UCL-Université Catholique de Louvain).
- **JACQUES, B. 2021**. Les plantes parasites, ces merveilleuses méconnues. Quatre-temps, 45(1): 23-27.

## Référence bibliographique

---

- **JOEL, D. M., GRESSEL, J., & MUSSELMAN, L. J. (2013).** Parasitic Orobanchaceae. Parasitic mechanisms and control strategies. New York.
- **KAZI TANI, C. 2014.** Biologie et écologie d'une nouvelle plante parasite en Algérie : *Cuscuta campestris* Yunck. (Convolvulaceae)
- **KERZABI R, MERZOUK A, STAMBOULI-M H & BENABADJI NOURY., 2015\_** Germination of *Atriplex halimus* Linnaeus, 1753 (Caryophyllales Chenopodiaceae) in North West Algeria. *Biodiversity Journal*, 2015, 6 (2): 663-668 (88). Pp. 3-4 Et 193-239.
- **KHARRAT, M., HALILA, M. H., & AÏT-ABDALLAH, F. (1998).** Distribution, biology and control of Orobanche in food legumes in Mediterranean countries.
- **KHARRAT, M., HALILA, M.H. & BENIWAL, S.P.S.1994.** Parasitism of two Faba bean varieties as affected by different seed inoculum levels of Orobanche crenata and *O. foetida*. In: *Biology and management of Orobanche*, Proceedings of the third international Workshop on Orobanche and related Striga. A.H. Pieterse, J.A.C.
- **KREUTZ, C.A.J. 1995.** Orobanche In central and Northern Europe. A field guide. *Natuur Historisch Genootschap in Limburg Ed. Vol. (I).* 159p
- **KROSCHER J, JOST A ET SAUERBORN J. 1999.** Insects for Striga control possibilities and constraints. In: Kroschel, J., Mercer-Quarshie, H., Sauerborn, J. (Eds.), *Advances in Parasitic Weed Control at On-farm Level. Vol. I. Joint Action to Control Striga in Africa.* Margraf Verlag, Weikersheim, Germany, p. 117–132.
- **KUIJT, J. 1969.** The biology of parasitic flowering plants. Berkeley: University of California Press.
- **LABRADA, R. (ED.) (2008).** Progress on farmer training in parasitic weed management. FAO. Retrieved from <http://www.fao.org/3/i0015b/i0015b00.pdf>
- **LESSON, C. R., & LESSON, T. S. 1980.** Histologie. 2ème édition. Masson. 4-5p.
- **LOISEL, R., & GAMILA, H. (1993).** Traduction des effets du débroussaillage sur les écosystèmes forestiers et pré-forestiers par un indice de perturbation. *Ann. Soc. Sci. Nat. Arch. Toulon*, 123-132.

## Référence bibliographique

---

- **LOUATI ZAOUI, M. (2022).** Diagnostic, inventaire et stratégie de lutte contre le ver blanc *Geotrogus deseticola* sur céréales dans la commune de Ain Tolba wilaya D'Ain Temouchent.
- **MAGURRAN, A.E. 2004.** Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing, Malden, Oxford and Victoria, 256 p
- **MATHIEU, C., & LOZET, J. (2011).** Dictionnaire encyclopédique de science du sol (5e ed.). Lavoisier.
- **MCNEAL JR; BENNET JR; WOLFE AD; MATHEWS S, 2013,** phylogénie et origine de l'holoparasitisme chez orobanchaceae, *Journal américain de botanique*, 100(5): 971-983.
- **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
- **MOHAMMED FERHOUNE ET SAMIR BENABOUD, SAMIR .2020.** Étude et diagnostic d'une structure dégradée et méthode de réhabilitation, université Larbi Ben m'hidi, Oum Elbouaghi .16 ,17P.
- **NABORS, M. 2008.** Biologie végétale (structure, fonctionnement, écologie et biotechnologies). Ed. Pearson éducation France. p 614.
- **PARKER C. 1994.** The present state of Orobanche problem. *Biology and management of Orobanche. Proceeding of the third international workshop on orobanche and related striga research.* Amsterdam, the Netherlands Royal Tropical Institute. Pp, 403-413.
- **PEUGY CH.P ., 1970.** Précis de climatologie. Ed Masson et Cie. P 444.
- **PIETERS A. H 1996.** The effect of nitrogen on orobanche and striga – State of art. In: Mreno M. T., J.I. Cubero, D. Joel, L.J. Musselman, C. Parker (eds.), *Advances in parasitic plant research. Proceedings of the 6th International on parasitic weed symposium*, 929p Cordoba (Espagne), 16-18Avril 1996, 273-282
- **QUEZEL, P. & SANTA, S. 1962-1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. C.N.R.S., Paris, 2 vol., 1170 p.

## Référence bibliographique

---

- **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.
- **RAMADE, F. 2008.** Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Dunod.
- **RAUNKIAER C. 1934** - Biological types with reference to the adaptation of plants to survive the unfavourable season. in Raunkiaer. 1-2p.
- **RAUNKIAER, C. (1934).** The life-forms of plants and their bearing on geography. The life forms of plants and statistical plant geography, 2-104
- **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 Anal.Gard.Bot. Madrid37(2). Pp : 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.
- **ROUMILI S. 1993.** Contribution à l'étude de l'Orobanche en Algérie. mémoire ing, INA. 74p.
- **RUELLAN, A. 1984.** Les sols calcaires : les principaux travaux des pédologues français. Livre jubilaire du cinquanteaire AFES 1934-1984, pp. 111-121.
- **SALLE, G., BOUILLANT, M. L., ROHR, R., MICHE, L., & BALLY, R. (2000).** Physiological and cytological studies on the inhibition of *Striga* seed germination by the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*. European Journal of Plant Pathology, 106, 347-351.
- **SARI ALI, A. (2004).** "Etude des relations sol-végétation de quelques halophytes dans la région Nord de Remchi ". Mémoire Magistère, Université Tlemcen.

## Référence bibliographique

---

- **VELA, E. & BENHOUBOU, 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(4), 227-235.
- **YAHIAOUI, H., & HADJ ABDERRAHMANE, N. (2021).** Gestion de l'eau d'irrigation Dans la région de Ain-Temouchent.
- **ZEMRAG, A. (1999).** L'Orobanche. Monographie et gestion dans la culture des légumineuses alimentaires. Transfert de technologie en Agriculture. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, 63, 1-4.
- **ZERMANE N. 1998.** Contribution à l'étude phanérogame parasite de l'Algérie. Mémoire. Magister, INA.219p.
- **ZERMANE, N. 2005.** Potentiel of rhizobacteria to control parasitic weeds of the genus *Orobanche* Th.Doc.Margraf Verlag, Weikersheim, Allemagne, 161 p.

## Référence bibliographique

---

### Sites web

(1): [https://fr.wikipedia.org/wiki/Plante\\_parasite](https://fr.wikipedia.org/wiki/Plante_parasite)

(2) : <https://www.botanique.org/les-plantes-parasites/>

(3) : <https://www.aquaportail.com/orobanchaceae>

(4) : <https://pulsatille.com/index.php>

(5) : **eFlore L'encyclopédie botanique collaborative *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit par Ans Gorter, licence CC BY-SA Description Description de Coste 2818 Orobanche speciosa Synonymes O. CRENATA Forsk** <https://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-46676-synthese>

(6) : **Tab Orobanche crenata Forssk., 1775 - INPN H. Tinguy**  
[https://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/111517/tab/fiche](https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/111517/tab/fiche)

(7) : <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxon/taxonomydetail?id=401784>

(8) : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Orobanchaceae>

(9) : <https://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/10/cartereseauroutierAINTEMOUCHENT.html>