

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**UNIVERSITE ABOUBAKR BELKAID - TLEMCCEN**

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

Département d'Ecologie et Environnement

## **MEMOIRE**

Présenté par

**Yousfi Yanna Rania**

En vue de l'obtention du

Diplôme de Master

En Ecologie végétale et environnement

### **Thème**

**Impact de quelques facteurs écologiques sur la croissance du  
Fenouil marin : *Crithmum maritimum L.***

Président	<b>STAMBOULI HASSIBA</b>	PR	Université de Tlemcen
Encadrant	<b>HASSANI FAÏÇAL</b>	PR	Université de Tlemcen
Co-Encadrante	<b>GHALEM SARRA</b>	M.A.B	Université de Tlemcen
Examinatrice	<b>DIB NABILA</b>	M.A.B	Université de Tlemcen

**Année universitaire 2023 - 2024**

## Remerciement

*Avant tout, je remercie le Bon Dieu tout puissant pour son aide et sa bénédiction.*

*Je tiens à remercier :*

*Monsieur **HASSANI FAÏÇAL**, Professeur à l'Université de Tlemcen, département d'Écologie et Environnement, d'avoir accepté de m'encadrer, un grand merci pour son orientation éclairée, et ses commentaires constructifs qui ont grandement contribué à la réalisation de ce projet.*

*Madame **GHALEM SARRA**, d'avoir accepté de m'encadrer, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et les conseils de madame **Ghalem Sarra**, on la remercie pour la qualité de son travail exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

*Je tiens à témoigner mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de m'aider de près ou de loin de réaliser ce travail.*

*Ainsi je tiens à exprimer mes remerciements aux membres de jury, C'est avec un grand plaisir et un profond respect que je remercie mon enseignant, Madame **STAMBOULI MEZIANE HASSIBA**, Professeur à l'Université de Tlemcen, pour l'honneur qu'elle me fait en acceptant de présider ce jury.*

*Madame **DIB NABILA**, d'avoir accepté d'examiner ce travail et de faire partie de ce jury.*

## ***Dédicace***

*Je dédie ce travail a*

*A mon très chers papa **Yousfi Morad***

*Tu as toujours été la pour moi un modèle de père respectueux et honnête, ainsi qu'une personne méticuleuse. Grâce à toi, papa, j'ai appris la valeur du travail et le sens des responsabilités. Je veux te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension... Ton soutien a été une lumière tout au long de mon parcours. Aucune dédicace ne pourrait exprimer pleinement l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eus pour toi. Ce modeste travail est le résultat de tous les sacrifices que tu as faits pour mon éducation et ma formation. Je t'aime papa, et j'implore le Tout-Puissant de t'accorder une bonne santé ainsi qu'une vie longue et heureuse.*

*À ma chère mère **Ayad Fatima***

*Tu as toujours été pour moi une source d'inspiration et de force. Ta patience, ta bienveillance et ton amour inconditionnel m'ont guidé tout au long de ma vie. Grâce à toi, j'ai appris la valeur de la persévérance, de la compassion et de l'intégrité. Ton soutien indéfectible et tes sacrifices incommensurables.*

*A mon cher frère **Mohammed Ihssen** qui a toujours été mon meilleure amie, mon confident.*

*A ma sœurs **Nesrine** ainsi que ses enfants (**Razane et Norhene**) et ma petite sœur **Linda** et **Yasmine** qui ont toujours été un morceau de moi, je suis reconnaissante pour l'amour et le soutien que vous m'apportez toujours. J'admire votre force, votre résilience et votre gentillesse. Merci d'être toujours là pour moi. Votre présence dans ma vie la rend plus lumineuse et plus heureuse.*

*A ma chère **grande mère** merci d'être une incroyable source d'amour que dieu te garde pour nous je t'aime très fort.*

***Mon très cher grand-père Larbi** merci d'avoir été comme un deuxième papa, on dit souvent que lorsqu'une flamme s'éteint dans ce monde, une autre s'allume quelque part. La tienne me manquera énormément sois en sûr. (Que Dieu le pardonne et l'accepte dans son paradis).*

***Mes grands-parents paternels** que je n'ai pas connu dommage (que Dieu ait leurs âmes).*

*À mes camarades de promotion Master LMD écologie et environnement.*

## Liste Des Figures

Figure 1: Répartition géographique mondiale des Apiaceae (Pimenov et Leonov, 1993). .....	6
Figure 2: <i>Crithmum maritimum</i> L. (original, 2024). .....	9
Figure 3: <i>Crithmum maritimum</i> dans une zone rocheuse (original, 2024). .....	10
Figure 4: (A) -Les Feuilles de <i>Crithmum maritimum</i> , (B)-les tiges (original, 2024). ...	10
Figure 5 : Cycle de développement de <i>Crithmum maritimum</i> dans la station de Agla. ....	15
Figure 6: Géolocalisation de la station d'étude (Google earth Professionnel). .....	19
Figure 7: station d'étude Agla. ....	20
Figure 8: Géolocalisation de notre zone d'étude sur image satellitaire (Google earth Professionnel). .....	21
Figure 9: Dessin graphique des précipitations mensuelles. ....	22
Figure 10: Régimes saisonniers de beni saf. ....	24
Figure 11: Dessin graphique des températures mensuelles. ....	25
Figure 12: indice d'aridité de Martonne. ....	31
Figure 13: Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen. ....	32
Figure 14: Climagramme pluviothermique D'EMBERGER. ....	34
Figure 15: Composition en familles, genres et espèces. ....	41
Figure 16: schéma de type biologique selon RAUNKIÆR 1934. ....	43
Figure 17: pourcentages des espèces selon les types biologiques. ....	44
Figure 18: Pourcentage des types morphologiques. ....	47
Figure 19: pourcentage de types biogéographique de la station de Agla. ....	49
Figure 20: incendis dans la zone d'étude (originale). ....	52
Figure 21: actions anthropiques (pollution) dans la zone d'étude (originale). ....	52
Figure 22: dégradation du tapis végétale de la station d'étude (originale). ....	53
Figure 23: Les indices d'équitabilité, Simpson et Shannon. ....	58
Figure 24: exemple des espèces étudiées dans la station d'étude. ....	61
Figure 25: Effet de l'exposition sur la croissance des touffes en longueur dans la station de Agla ( Première Sortie ) .....	64
Figure 26: La moyenne en fonction de l'exposition (date 1) .....	64
Figure 27: Effet de l'exposition sur la croissance des touffes en longueur dans la .....	66
Figure 28: La moyenne en fonction de l'exposition (date 2) .....	66
Figure 29: Effet de la date sur la croissance en touffe en largeur dans la station d agla .....	67
Figure 30: La moyenne en fonction de la date. ....	67

## Liste des tableaux

Tableau 1:Répartition mondiale des genres d'Apiaceae (Pimenov et Leonov.,1993)...	5
Tableau 2:Données géographiques de la stations Agla.....	19
Tableau 3:Données géographiques de la stations beni saf.....	20
Tableau 4:Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations.....	22
Tableau 5:Coefficient relatif saisonnier de MUSSET. ....	23
Tableau 6:Températures moyennes mensuelles et annuelles durant la période (2003-2023). ....	25
Tableau 7:Moyenne des minima du mois le plus froid « m ». ....	26
Tableau 8:Moyenne des maxima du mois le plus chaud.....	26
Tableau 9:indices de continentalité de DEBRACH.....	27
Tableau 10:classification des étages de végétations en fonction de (T), (M), (m). ....	29
Tableau 11:Étages de végétation et type de climat. ....	29
Tableau 12:classification des climats en fonction des valeurs de l'indice deDe Martonne. ....	30
Tableau 13:indice d'aridité deMARTONNE.....	30
Tableau 14:Quotients pluviothermiques d'EMBERGER et de STEWART. ....	33
Tableau 15/inventaire floristique de la station de Agla. ....	38
Tableau 16:Composition par famille, genres, espèces de la zone d'étude.....	40
Tableau 17:pourcentage des types biologiques.....	44
Tableau 18:pourcentages de types morphologiques. ....	46
Tableau 19:pourcentages de types biogéographiques.....	48
Tableau 20:indice de perturbation de la station Agla. ....	51
Tableau 21:Résultats des indices biologiques de la zone d'étude. ....	55
Tableau 22:Résultats des indices biologiques de la zone d'étude. ....	57
Tableau 23:pourcentages des indices de biodiversités de la station d'étude. ....	58

## SOMMAIRE

Introduction générale .....	1
<b>CHAPITRE I PRESENTATIONS DE L'ESPECE .....</b>	<b>4</b>
1 Généralités sur la famille des apiacées .....	5
1.1 Distribution.....	5
1.2 Aspects pharmacologiques et phytochimiques .....	6
1.3 Caractéristiques des Apiacées .....	7
□ Classification de la famille des Apiacées.....	7
2 Généralité sur le genre Crithmum .....	7
3 Caractères généraux du genre / espèce Crithmum maritimum.....	8
3.1 Classification botanique .....	9
3.2 Description et morphologie.....	10
3.3 Répartition.....	11
3.4 Historique .....	12
3.5 Utilisations et intérêt de l'espèce .....	13
3.6 Caractéristiques crithmum maritimum.....	14
3.7 Exigences écologiques .....	14
4 Cycle de développement.....	15
<b>Chapitre II : Bioclimatologie .....</b>	<b>16</b>
Introduction.....	17
1 Situation géographique .....	18
2 Choix et localisation des stations d'étude sur Tlemcen.....	19
2.1 Description de la station.....	19
3 Méthodologie.....	20
3.1 Choix des stations météorologiques .....	20
3.2 choix de la durée d'observations.....	21
4 Les facteurs climatiques .....	21
4.1 Les précipitations .....	21
4.1.1 Régime mensuel.....	22
4.1.2 Régime saisonnier.....	23
4.2 Températures.....	24
4.2.1 Températures moyennes mensuelles et annuelles.....	24
4.3 Les autres facteurs climatiques .....	27
4.3.1 Le vent .....	27
4.3.2 Humidité .....	28

5	Synthèse bioclimatique.....	28
5.1	Classification des ambiances bioclimatiques en fonction de "T" et "m" .....	28
5.2	Indice de Martonne.....	29
5.3	Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен (1956) .....	31
5.4	Quotient pluviothermique d'Emberger .....	32
	Conclusion : .....	35
	<b>Chapitre 3 DIVERSITE FLORISTIQUE .....</b>	<b>36</b>
	Introduction.....	37
1	Composition systématique.....	38
2	Caractérisations biologiques.....	42
2.1	Classification biologique des plantes .....	42
2.2	Spectre biologique.....	43
3	Caractérisations morphologiques .....	45
3.1	Ligneuses vivaces.....	46
3.2	Herbacées vivaces et annuelles .....	46
4	Caractéristiques biogéographiques .....	47
5	Indice de perturbation.....	50
6	Les indices de diversités .....	53
6.1	Indices de Shannon-Weaver.....	53
6.2	Indice de Simpson .....	54
6.3	Équitabilité de PIELOU .....	55
	<b>Chapitre IV :Etude morphométrique .....</b>	<b>62</b>
	Analyse de la variance .....	63
	Résultat .....	68
	<b>Conclusion .....</b>	<b>69</b>
	<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>72</b>

---

# *Introduction générale*

---

**L**a région méditerranéenne abrite l'une des flores les plus remarquables au monde. Sa diversité climatique, géologique et géographique a favorisé l'émergence de nombreuses espèces endémiques, faisant de cette zone un véritable foyer de biodiversité végétale (**Lehouerou,1995**).

La région méditerranéenne possède une biodiversité de première importance grâce à sa situation unique et à l'impressionnant gradient bioclimatique Nord-Sud qui la distingue, l'Algérie offre des opportunités exceptionnelles pour évaluer et comprendre les mécanismes de diversification et d'adaptation des plantes en réponse à l'évolution de leur environnement (**Amirouche et Missset, 2009**).

L'Algérie, présente une grande diversité climatique et taxonomique, ce qui lui donne une grande diversité végétale, dont la flore algérienne est estimée à plus de 3152 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques, Parmi ces espèces 15% sont des espèces endémiques (**Quezel et santa, 1963**). Dernièrement, les médicaments à base de plantes (phytomédicaments) commencent à occuper une place importante dans le marché pharmaceutique en Algérie (**Bouzabata,2019**).

La biodiversité végétale méditerranéenne résulte d'une paléogéographie complexe et dynamique, ainsi que d'une utilisation traditionnelle et harmonieuse de l'environnement par l'homme. Cependant, depuis la fin du XIXe siècle, cet équilibre a été perturbé, que ce soit par la surexploitation ou par l'abandon des terres. Ces perturbations, bien que différentes, ont toutes deux des effets néfastes sur la conservation des espèces et des habitats (**Quezel et al ,1999**).

L'étude de la dynamique de la couverture végétale est essentielle en raison de son rôle crucial dans les écosystèmes. La couverture végétale est un facteur déterminant dans la majorité des cycles biogéochimiques de la biosphère et constitue le principal absorbeur de l'énergie solaire. De plus, elle joue un rôle important dans la régulation climatique (**Labdi et metri,2021**).

De nombreuses recherches, publiées tant au niveau national qu'international par le laboratoire d'Écologie Végétale, ont mis en évidence l'importance de la région de Tlemcen en tant que réservoir crucial de la biodiversité végétale, Cependant, cette région se distingue par plusieurs zones phytogéographiques, chacune définie par des groupements végétaux spécifiques, ainsi que par des enclaves où l'on

trouve des espèces particulières. Ces groupements végétaux servent de références et de points de repère, offrant ainsi un aperçu des conditions locales (**Benmehdi,2012**).

La salinité des sols est définie par plusieurs chercheurs comme l'accumulation de sels dans le sol. Lorsque la quantité de sels dans la solution du sol est élevée (**Barbouchi et al, 2013**) ou que la concentration de sels solubles est excessive, le développement des plantes est entravé (**Baize, 2000**). La salinité du sol constitue l'une des principales contraintes environnementales limitant la production végétale dans les régions arides.

Les halophytes (du grec : halos = sel) sont des plantes qui poussent en présence de fortes concentrations de sels. Bien que toutes les plantes vivent dans des environnements contenant divers sels, car elles absorbent des ions minéraux présents dans l'eau du sol pour se nourrir, les halophytes se distinguent par leur capacité à prospérer dans des milieux où la quantité de sels solubles est exceptionnellement élevée (**Anonyme, 1981**).

Les résultats de cette recherche pourraient fournir des informations cruciales pour la conservation et la gestion durable de *Crithmum maritimum* dans les milieux côtiers. En comprenant mieux les facteurs écologiques qui influencent sa croissance, ce mémoire pourrait aider à développer des stratégies efficaces pour protéger cette plante halophyte et promouvoir son utilisation dans les projets de réhabilitation des zones côtières dégradées.

Plus précisément, une connaissance approfondie des conditions optimales pour la croissance de *Crithmum maritimum* permettrait de mieux gérer les populations existantes et d'identifier les sites les plus appropriés pour de futures initiatives de plantation. Par exemple, en déterminant les niveaux idéaux de température et de précipitations.....les gestionnaires de l'environnement pourraient créer des plans de conservation qui maximisent les chances de survie et de prolifération de cette espèce.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons structuré le document comme suit

- ✓ Généralité sur *Crithmum maritimum*.
- ✓ Étude bioclimatique.
- ✓ Diversité floristique.
- ✓ Étude morphométrique.
- ✓ Conclusion générale.

---

**CHAPITRE I :**

**PRESENTATIONS DE L'ESPECE**

---

## 1 Généralités sur la famille des apiacées

La famille des Apiacées est une plante vivace, annuelle ou bisannuelle. (Coste *et al.*, 1998). Les Apiacées, est une famille de plante de la classe des Magnoliopsida (Dicotylédones), compte environ 1400 espèces réparties dans près de 300 genres à travers le monde, avec une prédominance dans les régions tempérées de l'hémisphère nord.

Cette famille se distingue par son unité morphologique, notamment à travers sa structure florale caractéristique, connue sous le nom d'ombelle (Al khatib, 2010).

Il s'agit de plantes herbacées, annuelles, bisannuelles ou vivaces, parfois arbustives (Coste *et al.*, 1998). Leurs tiges, parfois robustes, peuvent atteindre jusqu'à deux mètres de haut et présentent souvent des cannelures longitudinales, devenant creuses par résorption de la moelle. Leurs feuilles, alternes et parfois stipulées, peuvent être simples ou composées, généralement profondément découpées en folioles. Les fleurs, généralement petites en raison de l'inflorescence dense et de symétrie pentamère, sont le plus souvent blanches, jaunâtres ou pourpres. Cette famille est répartie dans le monde entier, mais est particulièrement présente dans les régions tempérées (Bennoui, 2018).

### 1.1 Distribution

La famille des Apiacées est répandue sur la plupart des continents, mais elle est plus fréquente dans les régions montagneuses tempérées et moins courante en zone tropicale (Heywood *et al.*,1996).

**Tableau 1: Répartition mondiale des genres d'Apiaceae (Pimenov et Leonov.,1993).**

Continent	Genres	Genres endémiques
Europe	139	29
Asie	265	159
Afrique	126	50
Australie	36	11
Amérique	197	52

La famille des Apiacées joue un rôle significatif dans la flore algérienne, avec la présence de 55 genres (Quezel et Santa, 1963).

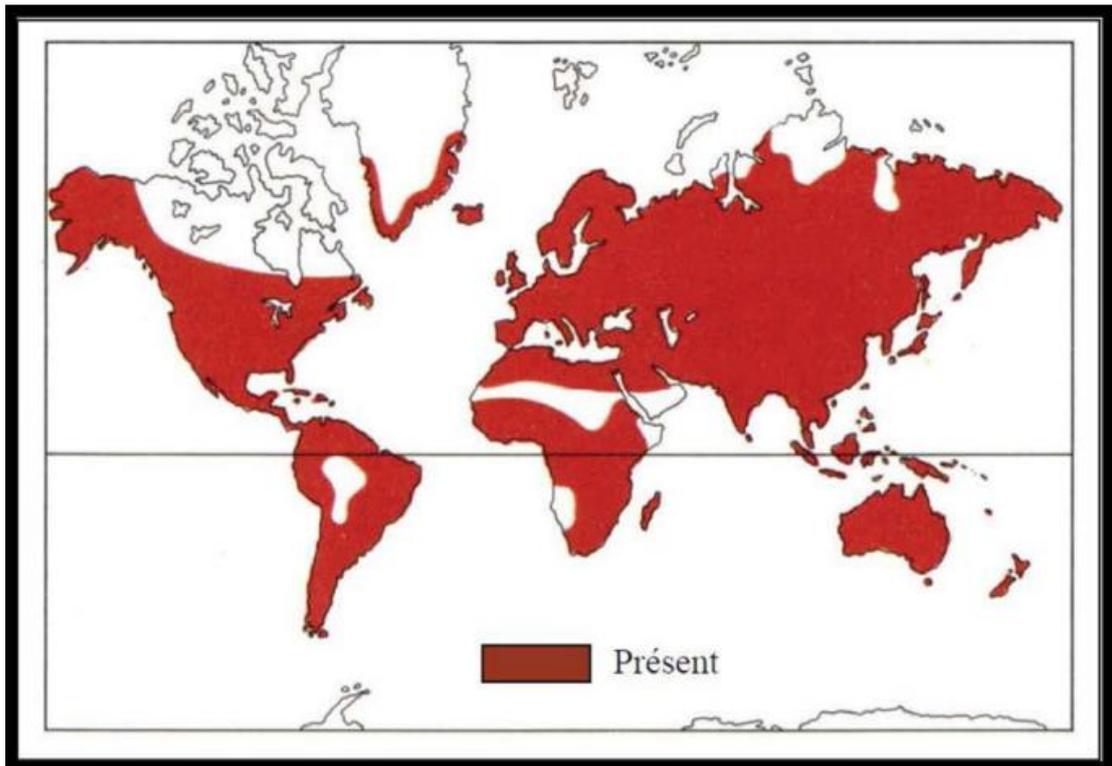


Figure 1: Répartition géographique mondiale des Apiaceae (Pimenov et Leonov, 1993).

### 1.2 Aspects pharmacologiques et phytochimiques

Les Apiacées sont principalement des plantes aromatiques, produisant des huiles essentielles qui leur confèrent des odeurs et des saveurs caractéristiques. Cette caractéristique explique leur utilisation à la fois comme aliments et condiments, ainsi qu'en médecine traditionnelle. Cependant, certaines espèces sont toxiques, comme la grande cigüe (*Conium maculatum L.*), célèbre pour avoir causé la mort de Socrate. Les toxines qu'elle contient, notamment la coniine, agissent sur le système nerveux, provoquant une paralysie progressive des muscles, pouvant entraîner la mort. Une fois séchée, la plante perd ses propriétés létales. En revanche, la petite cigüe (*Aethusa cynapium L.*) est toxique mais non mortelle. Du point de vue phytochimique, les toxines sont rares chez les Apiacées, qui sont généralement riches en coumarines (Aurélié, 2007).

### 1.3 Caractéristiques des Apiacées

Les Apiacées forment une famille de plantes dicotylédones relativement uniforme, principalement caractérisée par leurs inflorescences en ombelles. Parmi elles, les carottes sont l'espèce alimentaire la plus significative sur le plan économique, tandis que d'autres fournissent des épices populaires. Cependant, certaines sont également toxiques, comme la pruche (**Lakhdar, 2011**).

- **Classification de la famille des Apiacées**

La famille des Apiacées se classe dans plusieurs niveaux de la classification des plantes (**boulacel, 2017**).

- ❖ Elle appartient à l'embranchement des spermatophytes ou phanérogames, car ce sont des plantes à graines.
- ❖ Dans ce groupe des spermatophytes, elle se situe parmi les Angiospermes, qui ont des ovules protégés par des ovaires, par opposition aux Gymnospermes, qui ont des ovules nus.
- ❖ Parmi les angiospermes on distingue les monocotylédones et les eudicotylédones en fonction de la structure de l'embryon contenu dans la graine. Les monocotylédones ont un seul cotylédon, tandis que les eudicotylédones sont deux.

## 2 Généralité sur le genre *Crithmum*

Une plante vivace remarquable par son absence de poils, d'un vert glauque distinctif, avec des tiges relativement courtes et peu ramifiées. Ses feuilles sont charnues et divisées en 2 à 3 segments pennatiséquées, chaque division étant étroite et pointue. L'involucre et l'involucelle de cette plante comportent plusieurs bractées, petites feuilles modifiées situées à la base des inflorescences. Les ombelles, ou grappes de fleurs, sont très ramifiées, portant de nombreuses petites fleurs de couleur blanc-verdâtre. Les fruits de la plante sont ovoïdes, mesurant entre 3 et 6 mm, et se caractérisent par un péricarpe épais et spongieux, avec des côtes proéminentes et carénées (**Quezel et Santa, 1962**).

### 3 Caractères généraux du genre / espèce *Crithmum maritimum*

Lors d'une balade sur les magnifiques plages rochelaises, vous pourrez observer sur les côtes une plante marine que vous pouvez même goûter, Il s'agit de la Criste marine, également connue sous le nom de *Crithmum maritimum*.

Alors que de plus en plus de terres irriguées ont été affectées par la salinité au cours des dernières décennies, un intérêt particulier a été accordé aux espèces halophiles. Les halophytes sont des plantes naturellement tolérantes au sel, et l'un des halophytes comestibles les plus répandus et les plus étudiés est *Crithmum maritimum* L., communément appelé Criste marine ou Persil marin (**Politeo et al.,2023**).

*Crithmum maritimum* L. (Apiaceae) est une halophyte également connue sous le nom de Crête marine, Fenouil marin, Fenouil de mer, sampier et salicorne. Elle est typique des écosystèmes côtiers rocheux, puisqu'elle pousse à l'état sauvage sur les rochers maritimes, les jetées et les brise-lames, ainsi que sur les plages de sable. Cette plante aromatique pousse à l'état sauvage dans les crevasses des rochers, sur les côtes rocheuses et les plages de galets le long des côtes de la Méditerranée et de la mer Noire, ainsi que le long de la côte atlantique du Portugal et du sud et du sud-ouest de l'Angleterre, du Pays de Galles et de l'Irlande du Sud. Cette plante est également présente le long des côtes d'autres pays (par exemple le Canada) en tant qu'espèce naturalisée *Crithmum maritimum* L. présente un potentiel économique et médicinal important : elle est comestible, aromatique et possède un parfum puissant. Ses organes (racines, feuilles et fruits) sont riches en plusieurs substances bioactives qui pourraient être utilisées comme aromatiques, médicinales, antimicrobiennes et insecticides, et aujourd'hui encore, de nombreuses halophytes font l'objet d'études pour le développement de nouveaux photocomposés (**Atia et al.,2011**).

Le Fenouil marin a récemment été présenté comme une "culture de rapport" et une "culture émergente" en raison de son potentiel élevé en termes d'adaptation à la salinisation et à l'érosion des sols, ainsi qu'à la sécheresse à court terme.

Le Fenouil marin est également considéré comme une bonne source de fibres alimentaires, de protéines, d'acides gras polyinsaturés (par exemple, linoléique et linoléique), de minéraux, de vitamines (C, A, E) et de composés bioactifs tels que les polyphénols (acides hydroxycinnamiques, flavonoïdes) et les huiles essentielles, les deux derniers étant déjà bien caractérisés.

### 3.1 Classification botanique

**Nom scientifique :** *Crithmum maritimum* L.

**Nom commun :** Fenouil marine, Criste marine ou (Christe), Crithme marine, Crête marine, Fenouil de mer, Perce-pierre, Saxifrage marin



**Figure 2:** *Crithmum maritimum* L. (original,2024).

#### Systematique

Les botanistes ont classé l'espèce *Crithmum maritimum* L. comme suit (**Atia et al.,2011**)

-**Règne :** plante.

-**Sous-règne :** Tracheobionta.

-**Division :** Magnoliophyta.

-**Sous-division:** Spermatophyta.

-**Classe :** Magnoliopsida.

-**Sous-classe :** Rosidae.

-**Ordre :** Apiales.

-**Famille :** Apiacées.

-**Genres :** *Crithmum*.

-**Genres espèce :** *Crithmum maritimum* L.

-**Crithmum :** du grec krite : orge, de la ressemblance du fruit avec le du fruit à l'ormeau.

-**Crithmum maritimum :** de la mer.

### 3.2 Description et morphologie

La Criste marine est une plante vivace charnue à port buissonnant, formant des touffes de 20 à 50 cm, ramifiée, glabre, glaucescente, souvent ligneuse à la base, présentant une souche rampante (Sturbois, & Bioret,2011).



Figure 3: *Crithmum maritimum* dans une zone rocheuse(original,2024).



A



B

Figure 4:(A) -Les Feuilles de *Crithmum maritimum*, (B)-les tiges (original,2024).

#### A-Les tiges

Dressées ou ascendantes, d'une taille de 20 à 50 cm, flexueuses, finement striées, pleines, parfois couchées et se développant en zig-zag.

### **B-Les feuilles**

À contour deltoïde, 2-3 pennées, présentent une base membraneuse engaînant la tige, et des folioles entières, linéaires-lancéolées, aiguës et charnues.

### **C-Les fleurs jaunâtre**

À blanc verdâtre, d'une taille de 2 mm, sont organisées en ombelles brièvement pédonculées, formées de 10-20- rayons épais mesurant de 3 à 6 cm de diamètre.

### **D-L'involucre et les involucelles**

Pourvues de bractée(ol) es nombreuses lancéolées, réfléchies.

### **E-Les sépales**

Rudimentaires, les pétales suborbiculaires entiers, sont enroulés.

### **F-Les anthères et le pollen**

Sont blancs, le style est dressé et plus court que le stylopode, le carpophore est bifide jusqu'à la base.

### **G-Le fruit**

Ovoïde-octogonal, de 4 à 6 mm, est non comprimé, ridé, spongieux, à section transversale suborbiculaire, de couleur paille à pourpré à maturité.

### **H- les méricarpes**

Présentent des côtes carénées tranchantes, les deux marginales étant un peu plus larges, à bord contigus.

### **I -les vallécules**

Présentent plusieurs bandelettes. La variabilité morphologique de l'espèce est faible, bien que certains auteurs mentionnent des différences de taille en fonction des habitats.

### **3.3 Répartition**

*Crithmum maritimum*, une plante halophyte, se trouve naturellement le long de toutes les côtes de la façade atlantique de l'Europe, notamment dans les Îles Britanniques, le long des côtes de la Manche, en Afrique du Nord, dans les Îles Canaries et à Madère. Elle est également présente dans une certaine mesure en Mer du Nord (Belgique et Pays-Bas), bien que rare et généralement observée dans des environnements aménagés tels que les digues (**Dumont et Mazzacurati, 2013**).

En Algérie, on la trouve près de la mer, nichée dans les crevasses des rochers battus par les vagues, dans les zones exposées aux embruns et aux pentes douces (Nègre, 1964). Dans ces habitats, elle est souvent associée à *Limonium gougetianum* (Nègre, 1964).

### 3.4 Historique

Comme la Criste marine est répandue dans tout le bassin méditerranéen, elle était connue aux grands auteurs de l'Antiquité, qui la mentionnent principalement pour ses vertus médicinales. Son utilisation culinaire remonte également à cette époque : elle était conservée en saumure, consommée crue ou cuite avec du chou, ou encore servie en salade. Dans l'une de ses œuvres, Callimaque, poète élégiaque alexandrin, évoque Hécate, qui offre cette plante à Thésée.

Le curieux terme "Criste" trouve son origine dans l'appellation antique de "Crithme" ou "Crithmon" (qui a donné le nom latin du genre *Crithmum*). Selon divers auteurs, il est avancé que ce nom dérive soit de "krithi", désignant un grain d'orge en raison de la similitude des graines, soit de "endroit escarpé", faisant allusion à son habitat préféré, les falaises rocheuses. Ce terme, principalement utilisé par les botanistes, a parfois été orthographié "Christe", suggérant peut-être un glissement de sens commun vers une connotation religieuse.

Bernard de Palissy rapporte qu'elle est récoltée sur les « roches de Xaintonge » et utilisée comme condiment, une pratique qui perdure jusqu'à nos jours bien que cette plante soit moins connue que la salicorne, une autre halophyte comestible.

Cependant, c'est surtout en Grande-Bretagne que la Criste a connu ses heures de gloire. Dès 1603-1606, dans la pièce "Le Roi Lear", W. Shakespeare évoque la vie périlleuse des cueilleurs de criste, prêts à escalader les falaises pour la récolter, témoignant ainsi de l'attrait considérable de cette plante très recherchée.

Du XVI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle, sur l'île de Man et le long de la côte crayeuse du Kent, de Douvres à l'île de Wight, la Criste était abondamment récoltée en mai, avant la floraison, puis expédiée au marché de Covent Garden à Londres, conservée dans des tonneaux de saumure. Au XIX<sup>e</sup> siècle, les grossistes pouvaient l'acheter pour quatre shillings le boisseau. Selon les comtés, elle était consommée de diverses façons : cuite ou froide avec du pain, ébouillantée et servie avec du citron et du beurre, ou encore en pickles confits dans du vinaigre, méthode la plus courante. Le botaniste célèbre J. Gerard (1545-1612) notait : « Les feuilles se conservent en pickle et,

mangées en salade avec de l'huile et du vinaigre. On la cultivait également dans les jardins de Londres sous le nom de « Crest Marine », une déformation de "Criste". Cet usage a perduré jusqu'au XXe siècle dans l'Est du pays et connaît récemment un renouveau (**anonyme 1**).

### 3.5 Utilisations et intérêt de l'espèce

La Criste marine est utilisée à des fins de préservation environnementale en raison de sa tolérance aux embruns marins. Elle aide à lutter contre l'érosion des littoraux causée par les vents marins en déviant leurs courants, empêchant ainsi qu'ils ne frappent et ne dégradent les côtes.

Son utilisation en médecine était aussi importante dans l'Antiquité, cela est dû à sa richesse en minéraux tels que le fer, le calcium et le magnésium, qui lui confère des vertus médicinales contre les affections des reins et de la vessie. De plus, son goût iodé assez prononcé faisait de cette plante un excellent condiment.

À l'époque de la Rome antique, les médecins portent leur attention sur le Crithme. Rufus, dans son ouvrage *Medicus*, fait l'éloge des vertus de cette plante dans le traitement des troubles rénaux et vésicaux. Le Crithme était utilisé pour soigner le catarrhe et la strangurie. En gynécologie, ses graines et l'écorce de sa racine, administrées sous forme de vins médicinaux, étaient réputées favoriser "le détachement de l'arrière-faix". En outre, il était censé donner "un teint agréable à la peau" et aurait des effets bénéfiques sur la rate (**Coiffard, 1991**).

La Criste marine, est largement utilisée à des fins médicinales et nutritionnelles. Elle constituait une source essentielle de minéraux et de vitamine C dans l'alimentation traditionnelle des premiers agriculteurs européens. Utilisée en médecine traditionnelle comme apéritif, tonique, carminatif et diurétique, elle était également un remède contre le scorbut pour les marins. En Italie, ses pousses étaient infusées pour traiter les inflammations des voies urinaires et de la prostate, tandis que les infusions de feuilles étaient couramment utilisées pour les troubles digestifs et rénaux. Des études ont montré que la Criste marine présente une teneur élevée en phénols, des propriétés antioxydantes et antimicrobiennes contre diverses bactéries pathogènes. De plus, les huiles extraites des feuilles sont riches en acides gras oméga-3 et oméga-6, bénéfiques pour la santé cardiovasculaire. Elle contient également une

gamme de composés volatils et hydrosolubles, tels que le sabinène, le  $\gamma$ -terpinène, l'éther méthylique du thymol, et divers minéraux (Renna et Gonnella, 2012).

### 3.6 Caractéristiques *Crithmum maritimum*

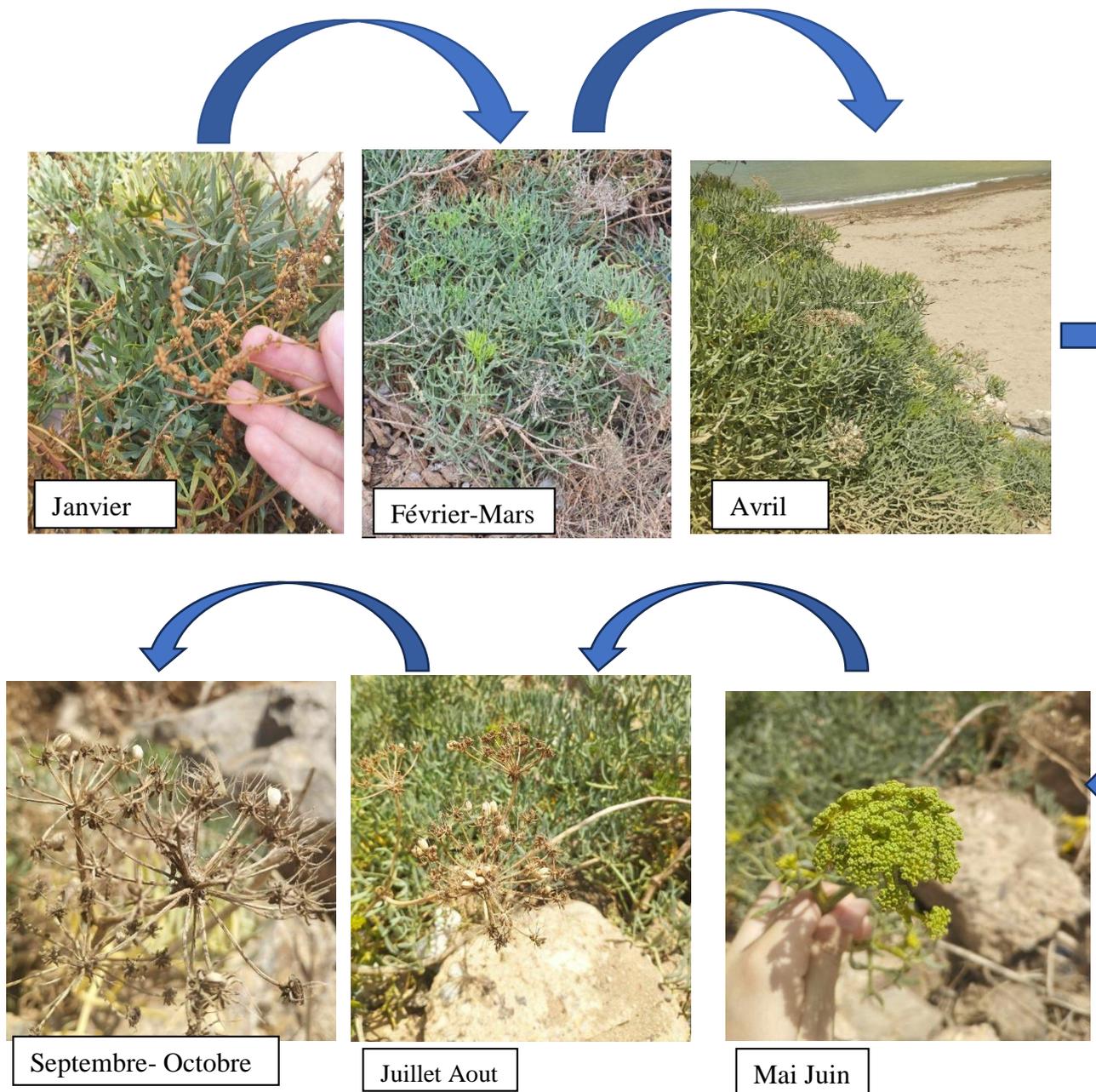
Une particularité remarquable de cette plante réside dans son statut unique en tant que seule espèce du genre *Crithmum* au sein de la famille des Apiacées. Le fenouil marin prospère le long des côtes de la Méditerranée, de la mer Noire et de l'océan Atlantique. Malgré sa valeur chimique considérable, il demeure largement sous-utilisé et sous-estimé. Cette herbe charnue et aromatique, qui pousse à l'état sauvage, est prisée dans de nombreux pays méditerranéens pour ses qualités sensorielles distinctives en termes de saveur, d'arôme et de couleur. De nombreuses recherches se sont penchées sur le fenouil marin en tant que source peu coûteuse d'ingrédients alimentaires naturels, bioactifs et bénéfiques pour la santé. En effet, il regorge d'une variété de composés bioactifs qui ont démontré, dans des études antérieures, une gamme diversifiée de propriétés positives telles que des effets antioxydants, antibactériens, antifongiques, cytotoxiques, anticancéreux, anti-inflammatoires, antimutagènes, inhibiteurs de la cholinestérase, vasodilatateurs et antiparasitaires (Politeo *et al.*, 2023).

### 3.7 Exigences écologiques

- Bioclimat : Cette plante pousse dans un étage bioclimatique subhumide avec des hivers chauds (Khelifi *et al.*, 2008).
- Besoin en eau : Le *Crithmum maritimum* a des besoins en eau faibles en raison de l'absence d'eau disponible dans le substrat où il pousse. Cette absence est aggravée par l'effet desséchant du vent et des embruns.
- Températures : La Criste marine supporte les expositions en plein soleil et en plein vent, et elle résiste très bien à la sécheresse grâce à ses feuilles charnues qui stockent l'eau. Ses racines pénètrent profondément dans les moindres anfractuosités. Cette plante se développe du printemps à l'automne, puis régresse en hiver. Les températures optimales pour sa croissance se situent entre 15°C et 25°C (Okusanya, 1977).
- Sol : Cette halophyte se développe sur des promontoires rocheux ainsi que sur des dalles de grès du Pléistocène et du Pliocène ancien, situées dans la zone d'influence des vagues et très exposées aux aspersiones et aux embruns (Nègre, 1964). *Crithmum maritimum* est une plante maritime héliophile,

- principalement saxicole (vivant sur les rochers) et souvent rupicole (vivant sur les parois rocheuses plus ou moins verticales). Elle se présente fréquemment comme un chasmophyte, c'est-à-dire une plante poussant dans les fissures (Dumont et Mazzacurati, 2013)

#### 4 Cycle de développement



**Figure 5** : Cycle de développement de *Crithmum maritimum* dans la station de Agla (original, 2024).

---

# **Chapitre II :**

# **Bioclimatologie**

---

### Introduction

Le climat est l'ensemble des conditions atmosphériques et météorologiques propres à une région du globe. Le climat d'une région est déterminé à partir de l'étude des paramètres météorologiques (température, taux d'humidité, précipitations, force et direction du vent, durée d'insolation, etc.) évalués sur plusieurs dizaines d'années (**Omar,2022**).

La bioclimatologie est une discipline écologique qui explore les interactions entre les organismes vivants et les conditions climatiques de leur environnement. Toutefois, elle se concentre principalement sur les effets des facteurs météorologiques sur la vie des plantes, étant donné leur importance prépondérante dans ce domaine (**Rata,2022**).

Comme la plupart du nord de l'Algérie, notre zone d'étude est marquée par un climat de type méditerranéen.

Le climat de la zone d'étude Beni-saf (Agla) comme tout le climat de l'Ouest algérien relève du régime méditerranéen à deux saisons bien déterminées, celle des pluies en saison froide et celle de la sécheresse en saison chaude de l'année. Ainsi ce type de climat est caractérisé par l'irrégularité des précipitations durant le mois et l'année. Ceci influe sur la physionomie et la régénération des peuplements végétaux naturels et aussi les succès des repeuplements et les reboisements dans la région (**Merioua, 2014**).

La région méditerranéenne est facilement définie sur le plan climatique par les écologistes, les phytogéographes et les bioclimatologistes : elle englobe les zones caractérisées par des pluies abondantes pendant la saison fraîche et les jours courts, suivies de longues périodes de sécheresse estivale (**Emberger, 1955**).

Le climat, en région méditerranéenne est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes. Ainsi, un des objets essentiels de l'écologie méditerranéenne a été de rechercher la meilleure relation entre les différentes formations végétales et le climat vu sous l'angle biologique : le bioclimat (**Aidoud, 1997**).

**Quezel (1976)** a souligné que seule une compréhension approfondie de la bioclimatologie permet de saisir la répartition et les interactions entre les différents

types de forêts méditerranéennes. L'hétérogénéité du bioclimat et du relief joue un rôle crucial dans la répartition des différentes espèces végétales ainsi que dans la formation et l'évolution des sols.

Le climat méditerranéen se distingue généralement par une saison estivale prolongée et aride, des hivers relativement doux et des précipitations peu abondantes et très variables. Cependant, cette description générale masque une grande diversité due à d'importantes variations spatiales et à des contrastes saisonniers marqués. Ces disparités résultent de l'influence des systèmes météorologiques tels que les cyclones du front polaire en hiver et les hautes pressions subtropicales en été, qui affectent respectivement les régions méditerranéennes, engendrant des conditions climatiques variées et changeantes (Skouri, 1994).

Le climat de l'Algérie a été étudié de manière approfondie par plusieurs chercheurs, parmi lesquels SELTZER (1946), (BAGNOULS et GAUSSEN, 1953), EMBERGER (1955), STEWART (1985), BOTTNER (1981), LE HOUEROU (1995) et BENABADJI *et al.* (1996). Tous ces auteurs concordent sur l'intégration du climat algérien dans le cadre du climat méditerranéen, qui se caractérise par des étés chauds et secs correspondant à la saison estivale, ainsi que des hivers froids et pluvieux alignés avec la saison hivernale.

Dans ce chapitre notre objectif est de mettre en évidence les relations entre la végétation et les facteurs climatiques, et montrer l'intérêt particulier des variations des précipitations et des températures.

Ces paramètres sont examinés en raison de leur irrégularité temporelle et spatiale, ainsi que leur importance dans notre étude.

### 1 Situation géographique

L'étude concerne la région de Tlemcen, située à l'extrême nord-ouest de l'Algérie, entre 34°40' de latitude nord et 2°30' de longitude ouest. Cette région s'étend sur une superficie de 9017,69 km<sup>2</sup> et est délimitée géographiquement par :

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

- ✓ Au Sud par la Wilaya de Naama.

## 2 Choix et localisation des stations d'étude sur Tlemcen

Notre région d'étude se situe dans l'ouest oranais, correspondant administrativement aux wilayas de Tlemcen.

Le choix de notre station de recherche est guidé par la présence de peuplements de *Crithmum*. Après avoir effectué des sorties sur le terrain, nous avons constaté que les peuplements de *Crithmum* occupent certaines zones de l'Oranie, notamment les régions littorales, avec une mention particulière pour Agla.

### 2.1 Description de la station

La station d'Agla est une station littorale, située entre Tafsout et El Ouardania, à environ 75 km de Tlemcen, la plage d'Agla (commune de Beni Khelled, daïra de Honaïne) est un véritable paradis balnéaire (Azititou, 2012).

Tableau 2:Données géographiques de la stations Agla.

Position	Longitude Ouest	Latitude Nord	Altitude (m)
Stations			
Agla	1°38'13.62' W	35°12' 19.30'N	68 m



Figure 6 : Géolocalisation de la station d'étude (Google earth Professionnel).



**Figure 7:** station d'étude Agla  
(original, 2024).

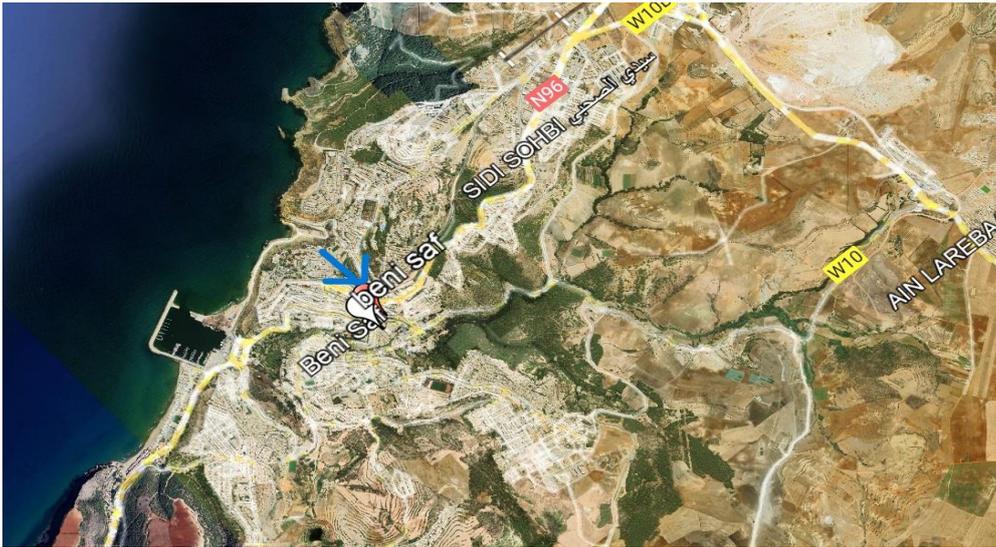
### 3 Méthodologie

#### 3.1 Choix des stations météorologiques

Notre étude climatique est réalisée sur la station de beni saf puisque la région de Agla ne dispose pas de sa propre station météorologique, donc nous avons utilisé les données climatiques de la station météorologique la plus proche.

**Tableau 3:**Données géographiques de la stations beni saf.

<b>Position</b>	<b>Longitude Ouest</b>	<b>Latitude Nord</b>	<b>Altitude (m)</b>
<b>Stations</b>			
<b>Beni-saf</b>	1°21' W	35°18' N	68 m



**Figure 8 : Géolocalisation de notre zone d'étude sur image satellitaire (Google earth Professionnel).**

### 3.2 Choix de la durée d'observations

Pour surveiller les variations climatiques dans notre zone d'étude qui est caractérisée par des précipitations particulièrement irrégulières d'une année à l'autre, il fallait une durée d'observations d'au moins 20ans pour obtenir des résultats fiables.

## 4 Les facteurs climatiques

Pour mieux appréhender le bioclimat de la zone d'étude deux paramètres essentiels sont pris en considération, à savoir les précipitations et la température.

### 4.1 Les précipitations

En météorologie, les précipitations se réfèrent aux cristaux de glace ou aux gouttelettes d'eau qui, après avoir subi des processus de condensation et d'agrégation à l'intérieur des nuages, deviennent trop lourds pour rester en suspension dans l'atmosphère et finissent par tomber au sol (**Hammouche, 2022**).

Les précipitations se manifestent par la chute d'un assortiment de particules telles que la pluie, la bruine, la neige, la grêle, les granules de glace, le grésil et les prismes de glace. Elles ont généralement leur origine dans les nuages. Ces particules peuvent soit atteindre partiellement la surface terrestre après évaporation partielle, soit s'évaporer entièrement pendant leur descente (**Rata, 2022**).

Selon **DJEBAILI (1978)**, la pluviosité est identifiée comme le principal facteur déterminant du type de climat. Elle joue un rôle crucial dans le maintien et la

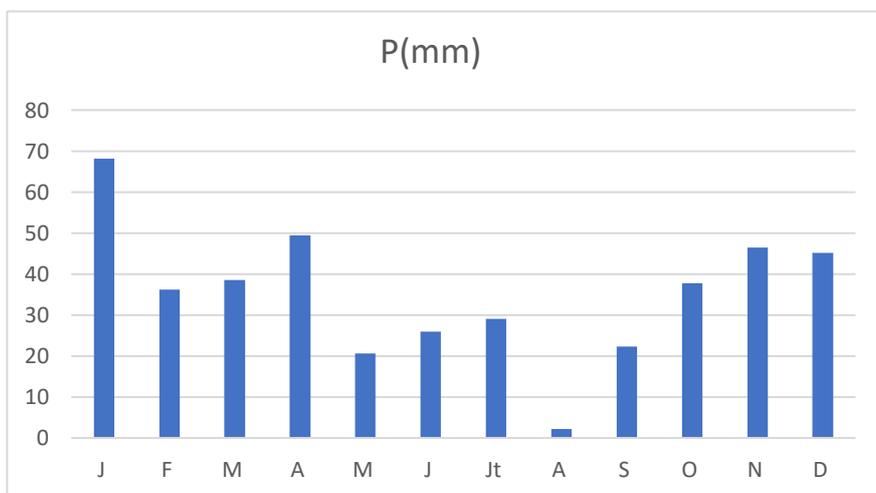
distribution de la végétation, tout en influençant la dégradation environnementale à travers le phénomène d'érosion, en particulier au début du printemps.

#### 4.1.1 Régime mensuel

Les principaux paramètres influençant la variation de la pluviosité sont l'altitude, la longitude et la latitude. En effet, la quantité de précipitations diminue du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest, avec une augmentation notable dans les zones montagneuses. Cette observation a été corroborée par **Chaabane (1993)**, qui souligne que le gradient pluviométrique décroît d'Est en Ouest. Cette tendance s'explique par le blocage ou la déviation vers l'Est des nuages chargés de pluie en provenance de l'Atlantique, en raison de la présence de la Sierra Nevada en Espagne et des hautes montagnes du Maroc, qui laissent passer uniquement les nuages les plus élevés.

**Tableau 4:** Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations.

Période	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D	moy
(2003-2023)	68,2	36,2	38,5	49,5	19,9	26,0	29,0	2,2	22,3	37,7	46,5	45,2	421,1



**Figure 9 :** Dessin graphique des précipitations mensuelles.

**4.1.2 Régime saisonnier**

La première définition de cette notion a été établie par **Musset en 1935**. Cette approche implique de classer les saisons en fonction de leur pluviosité décroissante, ce qui permet d'établir un indice saisonnier pour chaque station météorologique. Cette répartition saisonnière revêt une importance particulière pour le développement des espèces végétales annuelles, qui jouent souvent un rôle prédominant dans la structure de la végétation.

Chaque saison est représentée par une période de trois mois, désignée par sa première lettre par l'initiale (P.H.E), Ou (A). Par conséquent, nous avons :

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

$$Csr = \frac{Ps}{Pa} \times 4$$

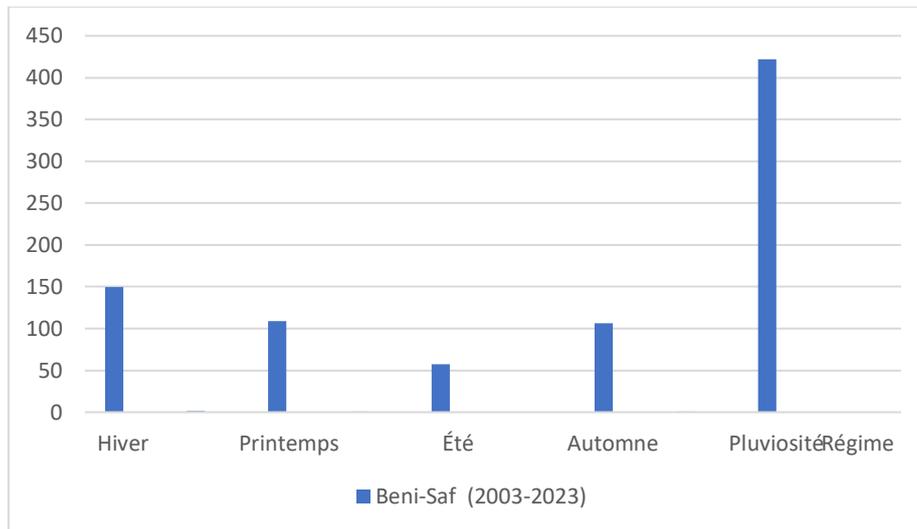
Crs : Coefficient relatif saisonnier de MUSSET

Ps: précipitations saisonnières

Pa : précipitations annuelles

**Tableau 5:** Coefficient relatif saisonnier de MUSSET.

Saisons	Périodes	Hiver		Printemps		Été		Automne		Pluviosité Annuelle (mm)	Régime Pluvial
		P(mm)	Crs	P(mm)	Crs	P(mm)	Crs	P(mm)	Crs		
Beni-Saf	(2003-2023)	149,6	1,41	108,6	1,02	57,2	0,54	106,5	1,009	421,9	<b>HAPE</b>



**Figure 10 :** Régimes saisonniers de beni saf.

D'après nos résultats (tableau 5) (figure 10) le régime saisonnier est du type HAPE durant la période (2003-2023).

#### 4.2 Températures

La température représente un élément vital pour les écosystèmes végétaux, et elle est considérée comme un facteur environnemental majeur plutôt qu'une grandeur physique mesurable, comme l'a souligné **Peguy (1970)**.

La détermination de la température dans un endroit donné est généralement basée sur la compréhension d'au moins quatre variables **Djebaili (1984)**, qui sont :

- Les températures moyennes mensuelles.
- Les températures maximales.
- Les températures minimales.
- L'écart thermique.

##### 4.2.1 Températures moyennes mensuelles et annuelles

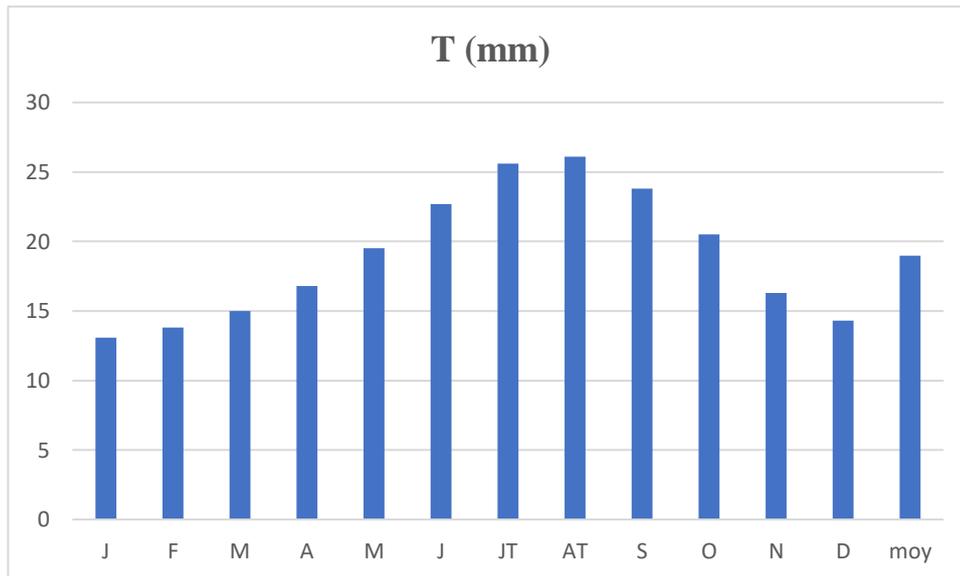
La température moyenne dans le bassin méditerranéen reste un facteur écologique crucial qui influe fortement sur les grandes variations altitudinales de la végétation. Cependant, ces variations peuvent être modulées par des facteurs géographiques, surtout dans des massifs montagneux situés à des latitudes similaires mais à des longitudes différentes, où des éléments climatiques secondaires entrent en jeu (**Barbéro et Quézel, 1984**).

**Tableau 6:**Températures moyennes mensuelles et annuelles durant la période (2003-2023).

Période	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D	moy
(2003-2023)	13,1	13,8	15,0	16,8	19,5	22,7	25,6	26,1	23,8	20,5	16,3	14,3	<b>19,0</b>

Dans la zone d'étude, l'analyse des températures moyennes mensuelles confirme que Janvier représente le mois le plus froid pour les deux périodes considérées (2003-2023). Elles présentent une variation comprise entre 13,1°C.

Pour les températures moyennes les plus élevées, elles se situent en août et et varient 26,1°C



**Figure 11 :** Dessin graphique des températures mensuelles.

- **Moyenne des températures minimales du mois le plus froid**

Emberger utilise la moyenne des températures minimales du mois le plus froid, noté "m", pour quantifier à la fois l'intensité et la durée de la période critique des gelées dans la classification du climat.

**Selon Hadjadj Aouel (1995)**, la saison froide est définie comme la période où les températures moyennes sont en dessous de 11°C.

Dans la zone examinée, janvier se démarque comme le mois le plus rigoureux, avec des températures minimales du mois le plus froid qui se stabilisent à 10,6°C

**Tableau 7:**Moyenne des minima du mois le plus froid « m ».

Stations	Altitude (m)	Moyenne des minima du mois le plus froid m(°C)	Mois
		m	
<b>Beni-saf</b>	68m	10,6	Janvier

- **Les températures moyennes des maxima du mois le plus chaud (M)**

L'examen des données climatiques indique que les températures les plus élevées sont enregistrées en août.

**Tableau 8:**Moyenne des maxima du mois le plus chaud.

Stations	Altitude (m)	Moyenne des minima du mois le plus chaud M(°C)	Mois
		M	
<b>Beni-saf</b>	68m	30,2	Août

• **Indice de continentalité**

La continentalité est le produit de l'interaction entre les facteurs thermiques et pluviaux, permettant de différencier les différents types de régimes de précipitations : climats continentaux, semi-continentaux et maritimes (**Mokhtari, Mrabet, 2014**).

Selon **DEBRACH in (45)**, quatre catégories de climats peuvent être déterminées à partir des valeurs de M et de m.

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

**Tableau 9:** indices de continentalité de DEBRACH.

Stations	Période	M	m	Amplitude thermique (M-m)	Type du climat
Beni-saf	(2003-2023)	30,2	10,6	19,6	Climat Littoral

Selon les résultats, la stations est correspondente au climat de type littoral, affichant une amplitude thermique de  $\{19,6^{\circ}\text{C}\}$ .

**4.3 Les autres facteurs climatiques**

Très souvent, l'étude du climat se limite aux deux éléments mesurables qui sont les précipitations et la température. Pour les autres éléments : évaporation, vents, lumières, les données sont différents recueillis (**Babali, 2014**).

**4.3.1 Le vent**

Le vent joue un rôle essentiel dans la formation des dunes et l'organisation du couvert végétal en arrachant les plantes annuelles, en altérant la morphologie des végétaux et en influant sur la dispersion des graines lors de leur dissémination (**Bouazza, 2021**).

### 4.3.2 Humidité

L'humidité relative indique le pourcentage de vapeur d'eau effectivement présente dans l'air (appelée humidité absolue) par rapport à la quantité maximale que l'air pourrait contenir dans les mêmes conditions de température et de pression. C'est un élément crucial du climat qui influence directement le développement ou la survie de diverses espèces animales et végétales (**Anonyme, 1981**).

## 5 Synthèse bioclimatique

Les climatologues et les biogéographes ont travaillé à fusionner des formules simples avec les principaux paramètres climatiques tels que la température et les précipitations. Cette approche s'avère cruciale pour comprendre la répartition des différentes formations végétales et pour délimiter les zones naturelles, ainsi que les différentes espèces forestières à travers le monde. C'est ainsi qu'est née l'idée de caractériser les divers climats du globe à l'aide de formules, d'indices et de diagrammes climatiques, communément appelées formules ombrothermiques (**Omar, 2022**).

Cette synthèse bioclimatique sera élaborée en se basant sur les recherches menées par **Emberger (1930,1955)**, **Bagnouls et Gaussen (1953)**, ainsi que De Martonne (1926), adaptées à nos données météorologiques. L'objectif est d'évaluer le climat de la région d'étude.

Les différents indices bioclimatiques qui ont été calculés.

-Indice de De Martonne.

-Indice d'Emberger.

-Indice de Sécheresse.

-Indice de Bagnouls et Gaussen.

-Variations saisonnières.

### 5.1 Classification des ambiances bioclimatiques en fonction de "T" et "m"

La température moyenne annuelle "t" est utilisée par (Rivas Martinez) avec la température moyenne des minima comme critère de définition des étages de végétation.

**Tableau 10:** classification des étages de végétations en fonction de (T), (M), (m).

Étages de végétations	T (°C)	M (°C)	m (°C)
<b>Thermo-méditerranéen</b>	>16	>13	>+3
<b>Méso-méditerranéen</b>	12 à 16	8 à 13	0 à 3
<b>Supra-méditerranéen</b>	8 à 12	3 à 8	-3 à 0

**Tableau 11:** Étages de végétation et type de climat.

Stations	Période	T (°C)	m (°C)	Étages de végétation
<b>Beni saf</b>	2003-2023	19	10,6	<b>Thermo-méditerranéen</b>

### 5.2 Indice de Martonne

L'indice d'aridité de De Martonne permet d'étudier et d'analyser les interactions entre le climat et la végétation, ainsi que de localiser la station d'étude.

**Martonne (1926)** a défini, cet indice constitue une mesure précieuse pour évaluer l'ampleur de la sécheresse, comme exprimé par la relation suivante

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

**P** : {Précipitations moyennes annuelles (mm)}.

**T** : {Températures moyennes annuelles (°C)}.

**I** : {Indice d'aridité}.

Martonne propose la classification suivante

**Tableau 12:**classification des climats en fonction des valeurs de l'indice deDe Martonne.

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

**Tableau 13:**indice d'aridité deMARTONNE.

Station	Période	P(mm)	T (°C)	Indice de De Martonne	Type de climat
Beni-saf	(2003-2023)	421,1	19	14,52	Climat Semi-aride

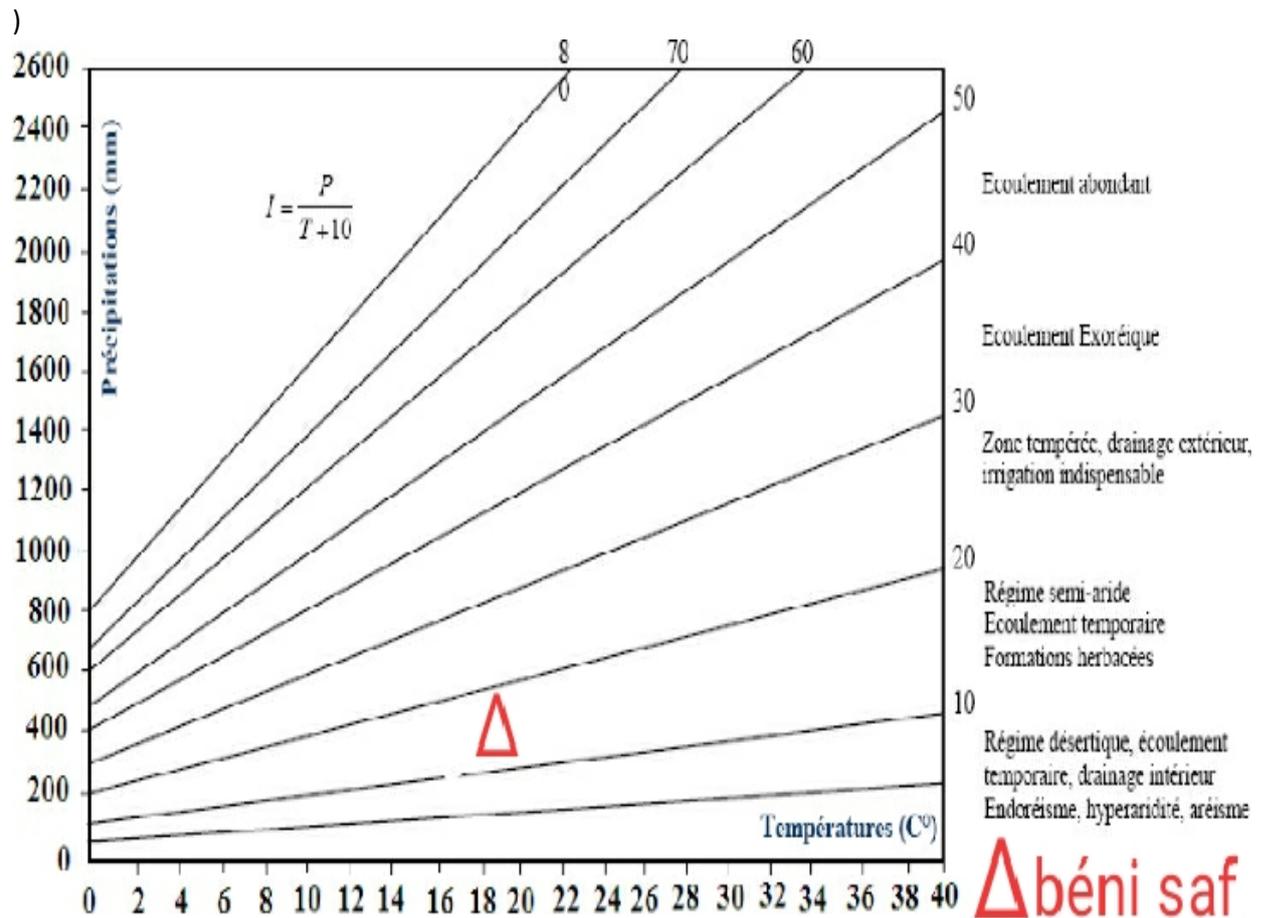


Figure 12 : indice d'aridité de Martonne.

### 5.3 Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen (1956)

Pour déterminer la période sèche, il est nécessaire de consulter les diagrammes ombrothermiques et de considérer un mois comme sec lorsque la quantité de précipitations (P) est inférieure ou égale à deux fois la température moyenne mensuelle (2T). ( $P \leq 2T$ ).

- P : précipitations moyenne du mois en (mm).
- T : températures moyenne du même mois en (°C).

Pour observer ces diagrammes, **Bagnouls** et **Gaussen** recommandent d'utiliser une double échelle sur l'axe des ordonnées. Les précipitations sont représentées à gauche et les températures à droite, avec une échelle où chaque degré Celsius équivaut à deux millimètres de précipitations ( $1^{\circ}\text{C} = 2\text{mm}$ ).

La période sèche correspond aux moments où le stress hydrique devient prévalent. Cela se visualise sur le graphique lorsque la courbe des précipitations croise en dessous de celle des températures.

Comme la montre la figure (13) la station est caractérisée par une sécheresse estivale qui s'étend de 5 à 6 mois.

Cette sécheresse estivale, qui revêt une grande importance, peut également perturber les processus de régénération dans les zones de bioclimat aride et semi-aride, entraînant des changements significatifs dans la répartition de certaines espèces.

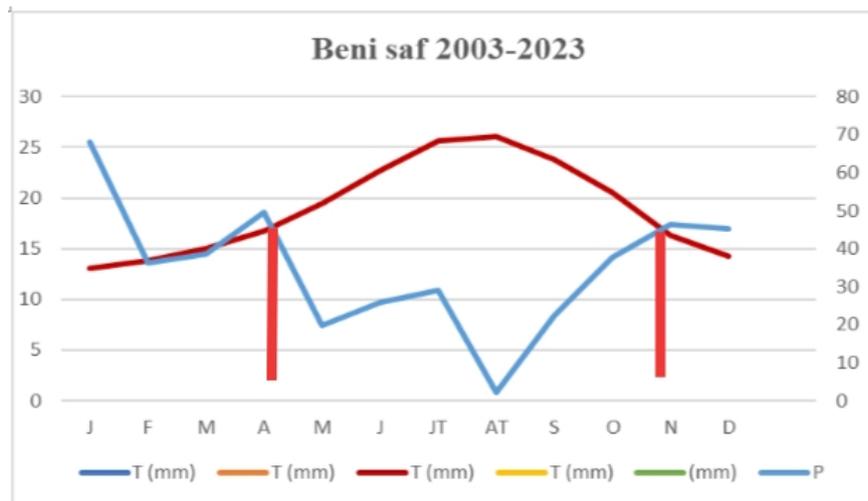


Figure 13 : Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен.

#### 5.4 Quotient pluviothermique d'Emberger

Le quotient pluviothermique (Q2) d'Emberger (1952) il est particulièrement adapté pour les régions méditerranéennes, où il permet de définir différentes zones bioclimatiques. En effet, cet indice prend en considération les précipitations annuelles (P en mm), la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (M en °C) et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (m en °C).

L'indice d'Emberger est calculé selon la formule suivante

$$Q2 = \frac{1000p}{M^2 - m^2} \quad \frac{2000p}{(M + m/2)(M - m)}$$

- **P** : Pluviosité moyenne annuelle.
- **M** : Moyenne des maxima du mois le plus chaud (T + 273°K).
- **m** : Moyenne des minima du mois le plus froid (T + 273°K).

(M+m) traduit les conditions moyennes de la vie végétale, alors que (M-m) donne une l'amplitude thermique. Ce quotient est plus faible quand la sécheresse est sévère. En Algérie **STEWART (1969)** a développé une reformulation du quotient pluviothermique **d'EMBERGER (1952)** de la manière suivante

$$Q_3 = \frac{1000}{(M+m/2)+273} \times \frac{P}{(M-m)}$$

**STEWART (1969)** a montré que les valeurs du Q3 et celles obtenues par la formule du Q2 sont très peu différentes, l'erreur maximale est inférieure à 2%. L'écart entre les résultats donnés par Q3 et Q2 est plus grand de 1,7% pour toutes les stations météorologiques en Algérie.

**Tableau 14:** Quotients pluviothermiques d'EMBERGER et de STEWART.

Stations	P(mm)	M (°C)	m (°C)	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
<b>Beni-saf</b>	421,1	30,2	10,6	73,22	37,93

D'après le tableau (14), on note que la station de beni-saf est dans l'étage bioclimatique Semi-aride supérieur à hiver très chaud.

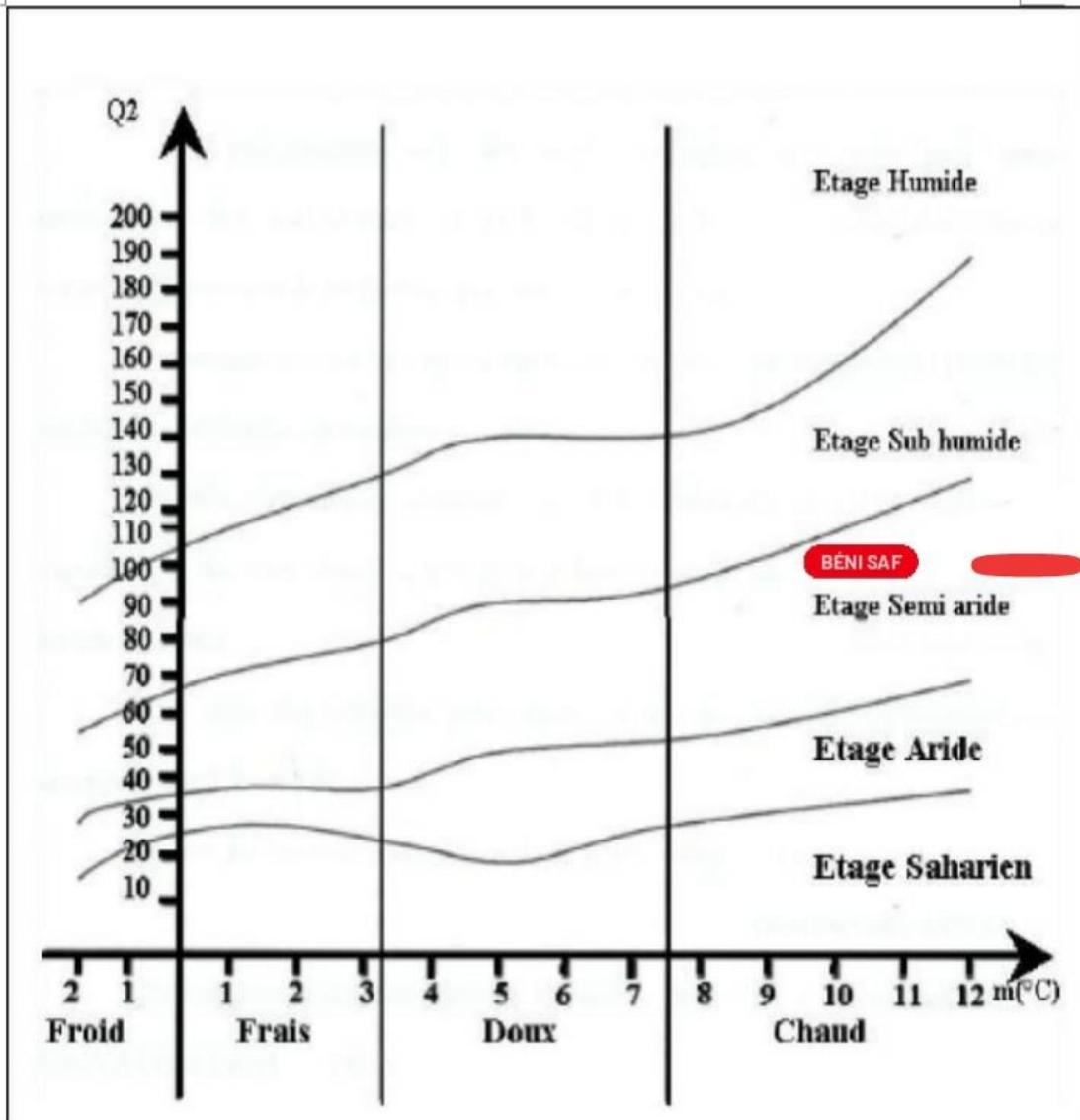


Figure 14 : Climagramme pluviothermique D'EMBERGER.

### **Conclusion :**

A partir de l'analyse bioclimatique de la zone d'étude nous avons pu tirer les conclusions suivantes

- ✓ Le climat de la région de Tlemcen est de type méditerranéen.
- ✓ Selon la classification d'Emberger, notre zone d'étude est catégorisée comme semi-aride.
- ✓ La zone d'étude est caractérisée par un régime saisonnier : HPAE.
- ✓ L'analyse des facteurs climatiques essentiels tels que les précipitations et les températures, et les différentes analyses réalisées (les diagrammes ombrothermiques et les climatogrammes) mettent en évidence des changements climatiques significatifs.
- ✓ Les précipitations mensuelles moyennes, mettant en évidence un hiver humide et une saison estivale sèche. En ce qui concerne les températures, deux périodes se démarquent : une froide et une chaude, avec des écarts thermiques réduits, surtout au niveau du littoral.
- ✓ D'après la classification de Debrach (1953), la station d'étude est classée comme étant de climat littoral.
- ✓ Le mois le plus froid est généralement Janvier avec le minima de 13,1°C alors que les moyennes maximales du mois le plus chaud (en Août) 26.1°C.
- ✓ Une longue période sèche estivale s'étalant sur 6 mois environ (d'avril jusqu'à le mois d'octobre).

---

# **Chapitre 3**

## **DIVERSITE FLORISTIQUE**

---

### Introduction

Dans le bilan établi par (Quézel *et al.*,1999), la forêt méditerranéenne est composée environ de 247 espèces ligneuses par rapport aux forêts Européennes (13 espèces).

La biodiversité végétale méditerranéenne est produite, pour beaucoup, d'une utilisation traditionnelle et harmonieuse du milieu par homme (Quezel, 1999).

Malgré un millénaire d'agressions constantes, les forêts méditerranéennes présentent encore, par endroits, un développement appréciable.

La biodiversité est un terme formé à partir de « diversité biologique » qui comprend trois niveaux de variabilité biologique : complexité de l'écosystème, richesse des espèces et variation générique. (Roberto *et al.*, 2000). Mesurer la biodiversité, telle qu'elle a été définie à l'origine par (Wilsson, 1988), signifie compter l'ensemble des espèces présentes en un endroit donné.

Mesurer la biodiversité, telle qu'elle a été définie à l'origine par (Wilsson, 1988), signifie compter l'ensemble des espèces présentes en un endroit donné.

Le bassin méditerranéen est le troisième hotspot le plus riche du monde en diversité végétale. (Mittermeier *et al.*, 2004 in Derneği,2010) affirme qu'on y trouve environ 30000 espèces, dont plus de 13000 endémiques ou n'existant nulle part ailleurs.

La flore d'Algérie se distingue par un taux d'endémisme notable de 12,6 %, soit 653 espèces sur les 3139 répertoriées, avec 7 espèces arborées endémiques (Quézel et Santa, 1962). Selon (Dobignard et Chatelain, 2010-2013), l'Algérie compte 904 espèces, dont 507 endémiques au Maghreb, 303 endémiques à l'Algérie, et 4 endémiques au Sahara occidental.

La région de Tlemcen n'échappe pas aux lois naturelles circumméditerranéennes (Hachemi *et al.*, 2012). Ainsi elle offre un paysage botanique excentrique et très diversifié lié aux circonstances du climat, du sol et du relief depuis le littoral jusque à steppe.

Pour mieux comprendre les caractéristiques des formations végétales, ce chapitre présente une étude essentiellement fondée sur l'analyse des inventaires exhaustifs des espèces observées dans les formations à *Crithmum maritimum* dans la

station d'étude. Cette étude se caractérise par un dénombrement des espèces, incluant l'identification de leurs types morphologiques et biogéographiques. De plus, elle démontre que la région étudiée possède une flore diversifiée.

### 1 Composition systématique

La flore utilisée pour l'identification des taxons récoltés est celle de l'Algérie de (Quezel et Santa,1962-1963).

Selon les inventaires floristiques réalisés dans la station, notre zone d'étude comprend : 26 familles et 47 espèces, les genres représentés sont variables seuls les astéracées qui ont les plus importants genres (Astéracées 05).

**Tableau 15** : inventaire floristique de la station de Agla.

<b>Taxons</b>	<b>Familles</b>	<b>Types Morphologiques</b>	<b>Type Biologique</b>	<b>Type Biogéographiques</b>
<i>Asparagus stipularis</i>	Asparagacées	H.v	Ge	Macar-Méd
<i>Aizoon hispanicum</i>	Aizoacées	H.a	Th	Méd-Iran-TOUR
<i>Atriplex semibaccata</i>	Amaranthacées	H.v	Ch	Cosmop
<i>Beta vulgaris</i>	Amaranthacées	H.v	Ch	Euras-Méd
<i>Bituminaria bituminosa</i>	Fabacées	H.v	He	Méd
<i>Chamaerops humilis</i>	Palmacées	H.v	Ch	Méd
<i>Convolvulus althaeoides</i>	Convolvulacées	H.a	Th	Macar-Méd
<i>Chrysanthemum-grandiflorum L.</i>	Astéracées	H.a	Th	End
<i>Centaurea seridis</i>	Astéracées	H.v	He	W- Méd
<i>Crithmum maritimum</i>	Apiacées	H.v	Ch	Eur- Méd
<i>Daucus carota</i>	Apiacées	H.v	He	Méd
<i>Dittrichia viscosa</i>	Astéracées	H.v	Ch	Circum-Méd
<i>Echium vulgare</i>	Boraginacées	H.a	He	Méd
<i>Echinops spinosus L.</i>	Astéracées	H.a	Th	S- Méd-sah
<i>Echium sabulicola</i>	Boraginacées	H.v	Ge	Méd
<i>Ferula communis</i>	Apiacées	L.v	Ch	Méd
<i>Fumana éricoïdes</i>	Cistacées	L.v	Ch	Euras-Alg-Maroc
<i>Glaucium flavum</i>	Papaveracées	L.v	Ch	Méd

### Chapitre III : Diversité floristique

<i>Hordeum murinum</i>	Poacées	H.a	Th	Circumbor
<i>Juniperus sabina</i>	Cupressacées	L.v	Ph	Circumbor
<i>Juniperus phoenicea</i>	Cupressacées	L.v	Ph	Circum-Méd
<i>Lavandula dentata</i>	Lamiacées	L.v	Ch	W- Méd
<i>Lobularia maritima</i>	Brassicacées	H.a	Th	Méd
<i>Limonium sinuatum</i>	Plumbaginacées	H.a	Ge	Méd-sah-sind
<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i>	Aïzoacées	L.v	Ch	Méd-S-Afr
<i>Malva arborea</i>	Malvacées	L.v	Ch	Méd
<i>Malva subovata</i>	Malvacées	L.v	Ch	Ibero-Maur
<i>Oxalis pescaparae L.</i>	Oxalidacées	L.v	Ch	Méd
<i>Pallenis spinosa</i>	Astéracées	H.v	Ch	Eur- Méd
<i>Pistacia lentiscus</i>	Anacardiacees	L.v	Ph	Méd
<i>Plantago lagopus</i>	Plantaginacées	H.a	Th	Méd
<i>Pistacia atlantica</i>	Anacardiacees	L.v	Ph	End-N.a
<i>Petrosedum sediforme</i>	Crassulacées	L.v	Ch	Méd
<i>Prasium majus</i>	Lamiacées	H.v	Ch	Méd
<i>Reseda alba</i>	Résédacées	H.a	Th	Euras
<i>Rubia peregrina</i>	Rubiacees	H.v	He	Méd-Atl
<i>Sinapis arvensis</i>	Brassicacée	H.a	Th	Paléo-Temp
<i>Scolymus-hispanicus</i>	Astéracées	H.v	He	Méd
<i>Scabiosa stellata</i>	Caprifoliacées	H.a	Th	W- Méd
<i>Sonchus tenerrimus</i>	Astéracées	H.a	Th	Méd
<i>Sedum sp</i>	Crassulacées	H.v	He	Méd
<i>Salvia rosmarinus</i>	Lamiacées	H.a	Th	Méd
<i>Trifolium angustifolium</i>	Fabacées	H.a	Th	Méd
<i>Thapsia garganica</i>	Apiacées	H.v	He	Méd
<i>Vinsaga daucoïdes</i>	Apiacées	H.a	Th	Méd
<i>Withania frutescens</i>	Solanacées	L.v	Ph	Ibero-Mar
<i>Ziziphus lotus</i>	Rhamnacees	L.v	Ch	Méd

**Tableau 16:**Composition par famille, genres, espèces de la zone d'étude.

<b>Familles</b>	<b>Genres</b>	<b>Espèces</b>
Asparagacées	1	1
Aizoacées	1	2
Amaranthacées	2	2
Fabacées	1	2
Palmacées	1	1
Convolvulacées	1	1
Astéracées	5	7
Apiacées	2	5
Boraginacées	1	2
Cistacées	1	1
Papaveracées	1	1
Poacées	1	1
Cupressacées	2	2
Lamiacées	2	3
Brassicacée	2	2
Plumbaginacées	1	1
Malvacées	2	2
Oxalidacées	1	1
Anacardiées	2	2
Crassulacées	1	2
Résédacées	1	1
Rubiées	1	1
Caprifoliacées	1	1
Solanacées	1	1
Plantaginacées	1	1
Rhamnacées	1	1

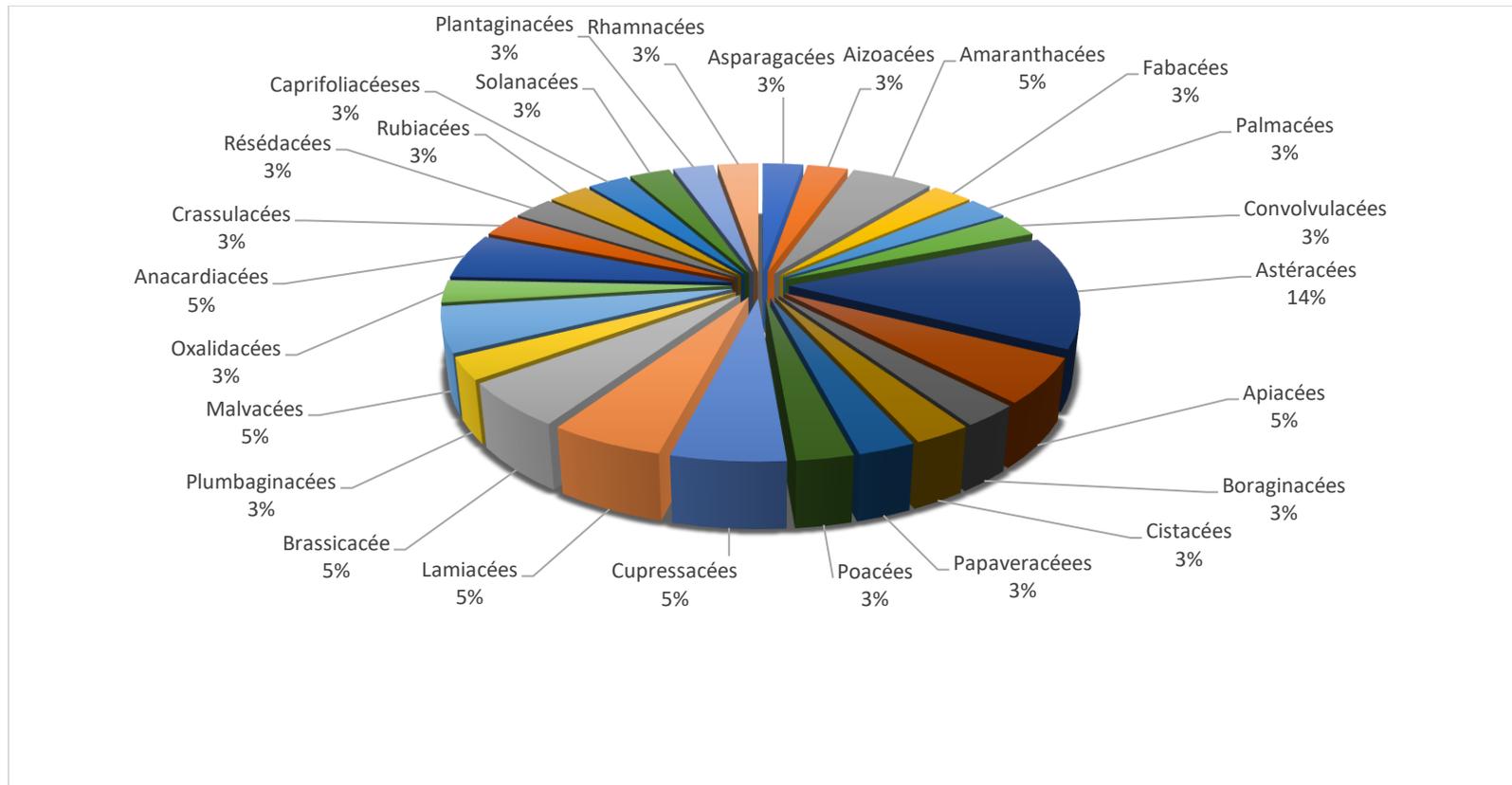


Figure 15 : Composition en familles, genres et espèces.

Le cortège floristique de la station de Agla montre la dominance des Astéracées avec un taux de 14% suivi par des apiacées, lamiacées, anacardiées, brassicacées, malvacées, amaranthacées et les cupressacées avec un pourcentage de (5%), les autres familles ont le même pourcentage avec un taux très faibles voire mono spécifique.

## 2 Caractérisations biologiques

### 2.1 Classification biologique des plantes

Les formes de vie des végétaux constituent un outil précieux pour décrire la physiologie et la structure de la végétation. Elles sont perçues comme une expression des stratégies d'adaptation de la flore et de la végétation aux conditions environnementales.

Les types biologiques décrivent la forme que les plantes adoptent dans un environnement donné, indépendamment de leur classification systématique. Ils reflètent ainsi une certaine biologie et une adaptation spécifique des plantes à leur milieu (**Mediouni, 2000-b**). Les formes de vie des végétaux constituent un outil essentiel pour caractériser la physiologie et la structure de la végétation. Parmi les principaux types biologiques définis par **Raunkiaer (1904)**, on peut citer les catégories suivantes :

- **Phanérophytes (phaneros = visible) (Ph)** : plantes vivaces, principalement arbres et arbrisseaux, les bourgeons pérennes sont situés sur les tiges aériennes dressées et ligneuses, à une hauteur de plus de 25 cm au-dessus du sol et qui assurent la protection de leurs bourgeons contre le froid en les entourant dans des enveloppes.
- **Les chamaephytes (Ch)**: qui sont des arbustes de moins de 50 cm de hauteur et censés se retrouver, en hiver, sous la couche de neige protectrice... Les bourgeons des chamaephytes sont aussi protégés par des enveloppes (sans doute pour les années où il ne neige pas ou s'ils sont bretons).
- **Hémicryptophytes (cryptos = caché) (He)** : plantes vivaces à rosettes de feuilles étalées sur le sol. Leurs bourgeons se situent au niveau du sol ou juste en dessous de la surface. La partie aérienne, herbacée, disparaît pendant la mauvaise saison.
- **Géophytes (Ge)** : plantes à organes vivaces (bulbes, tubercules ou rhizomes) bien ancrés dans le sol et protégés des conditions défavorables. Elles sont très répandues dans les régions tempérées.

- **Thérophytes (théros = été) (Th)** : Ce sont des plantes annuelles qui survivent à l'hiver sous forme de graines ou de plantules lorsque les graines ont partiellement germé à l'automne.

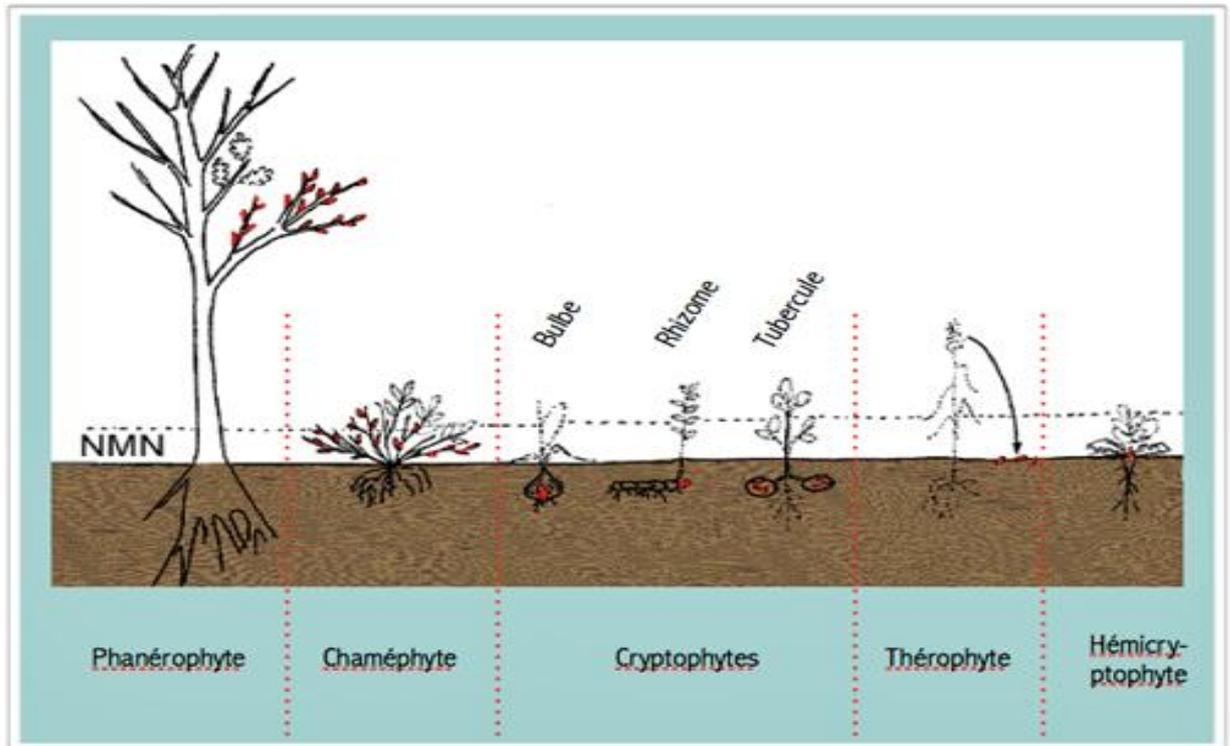


Figure 16 : schéma de type biologique selon RAUNKIÆR 1934.

### 2.2 Spectre biologique

Le spectre biologique, selon GAUSSEN *et al.* (1982), représente le pourcentage des différents types biologiques. Ce pourcentage est similaire dans des régions géographiquement éloignées, mais ayant des conditions de vie analogues.

L'étude du spectre biologique est une méthode d'analyse de la végétation. Elle permet de déterminer l'importance relative de chaque type biologique au sein de la flore. La dominance d'un type biologique spécifique permet de nommer la formation végétale correspondante. Cette formation végétale est donc une expression physionomique reflétant les conditions environnementales.

Tableau 17: pourcentage des types biologiques.

Types biologiques	Station de Agla	
	Nbr	%
Thérophytes	14	30%
Chaméphytes	17	36%
Hémi cryptophytes	8	17%
Géophytes	3	6%
Phanérophytes	5	11%

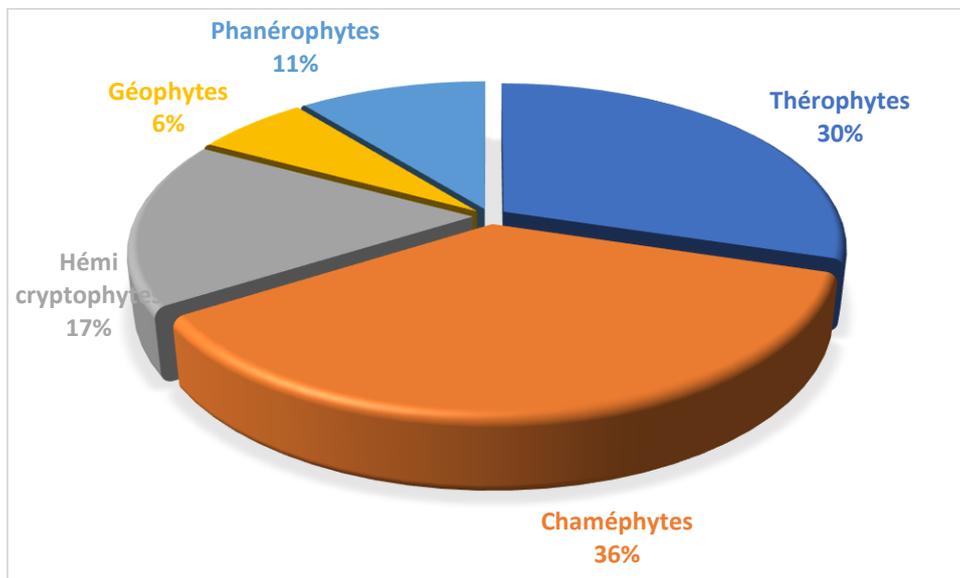


Figure 17 : pourcentages des espèces selon les types biologiques.

Les types biologiques étant influencés par les facteurs du milieu, c'est la dominance de l'un ou l'autre qui détermine le nom de la formation végétale. Celle-ci, en tant qu'expression physiologique, reflète les conditions du milieu.

Le dénombrement des espèces par type biologique est réalisé sur l'ensemble des espèces recensées dans la station.

La végétation étudiée est caractérisée actuellement par le type : **Ch>Th>He>Ph>Ge** (figure 17), (tableau 17).

- **Les Chamaephytes (Ch)** sont les dominant avec un pourcentage de 36% ils sont mieux adaptés à la sécheresse que les phanérophytes ; elles sont plus xérophiles et produisent généralement beaucoup de graines (**Bouazza et benabadji, 2002**).

Parmi les espèces Chamaephytiques retrouver : *Atriplex halimus*, *Fumana éricoïdes*, *Glaucium flavum*, *Atriplex semi baccata*, *Palennis spinosa*....

- **Les Thérophytes** présentent un taux élevé avec un pourcentage de 30%.
- **Les Hémicryptophytes** sont également bien représentées avec un pourcentage de 17%.
- **Les Phanérophytes** sont faibles représentés avec un pourcentage de 11%.
- **Les Géophytes** sont présentées avec un pourcentage très faibles (6%), on note une absence totale dans la station de Agla ils sont généralement représentés par des liliacées tels que : *Asparagus stipularis*, *Echium sabulicola*, *Limonium sinuatum*.

### 3 Caractérisations morphologiques

Depuis le 16ème siècle, de nombreuses tentatives de classification des plantes ont été effectuées, en se basant sur des critères physionomiques, physiologiques, ainsi que sur le comportement écologique des végétaux. Le type biologique détermine la forme naturelle de la plante, tandis que l'aspect précis de cette forme dépend des variations de l'environnement.

(**Dahmani,1984**) (**Romane, 1987**), mettent en évidence l'existence d'une bonne corrélation entre les types biologiques et de nombreux caractères phéno – morphologiques.

Au niveau de notre station, le couvert végétal est dominé par les types de végétations suivantes :

- Ligneuses vivaces.
- Herbacées vivaces.
- Herbacées annuelles.

### 3.1 Ligneuses vivaces

Un arbre ligneux est une plante vivace à bois. Les arbres et les arbustes sont considérés comme des plantes ligneuses car ils génèrent du bois. Les plantes ligneuses sont des végétaux pérennes, c'est-à-dire qu'elles peuvent vivre pendant de nombreuses années. Les ligneux sont opposés aux plantes herbacées non boiseuses.

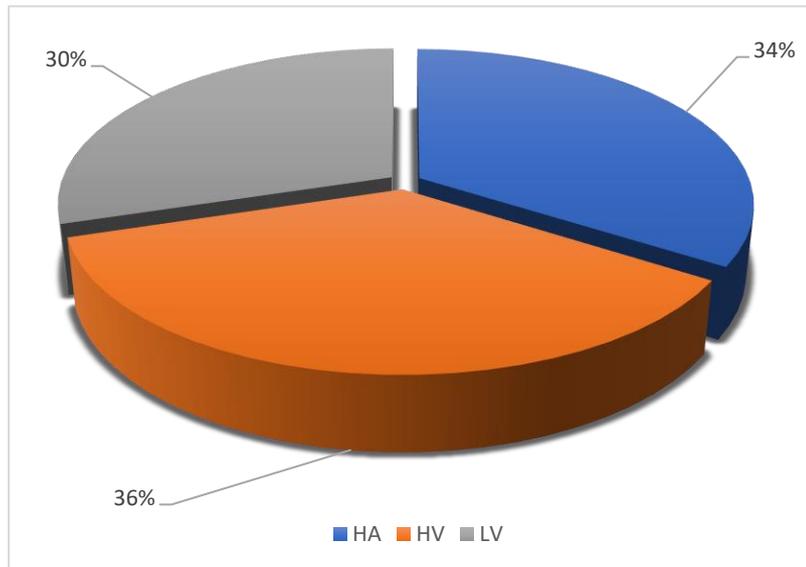
### 3.2 Herbacées vivaces et annuelles

Une herbacée est une plante vivace, annuelle ou bisannuelle, sans tige ligneuse persistante au-dessus du sol ou dont l'aspect est d'herbe par opposition à ce qui est ligneux. La famille des herbacées comprend les plantes à fleurs, à l'exception des algues, des mousses et des hépatiques.

Les herbacées sont des plantes frêles, non ligneuses, molles, non boiseuses, dont les parties aériennes s'évanouissent après la fructification à partir de fleurs. Les arbres et assimilés ne sont pas des plantes herbacées, car ils sont des plantes ligneuses. Elles se rencontrent principalement dans les prairies, mais également dans les zones aquatiques.

**Tableau 18:** pourcentages des types morphologiques.

Types morphologiques	Nombre	Pourcentage
HA	16	34%
HV	17	36%
LV	14	30%
<b>Totale</b>	<b>47</b>	<b>100%</b>



**Figure 18** : Pourcentage des types morphologiques.

D'après les formations végétales étudiées on remarque la dominance des espèces herbacées sur les espèces ligneuses, on retrouve en première position les herbacées vivaces (HV) (36%) suivies des herbacées annuelles (HA) (34%) et enfin ligneuses vivaces (LV) (30%), (**tableau 18**) (**figures 18**).

#### 4 Caractéristiques biogéographiques

La biogéographie se définit comme étant l'étude et la compréhension de la répartition des organismes vivants à la lumière des facteurs et processus présents et passés (**Hengeveld, 1990**).

Le domaine de la biogéographie est aussi ancien que la science elle-même. Cependant, elle est confrontée aux nouveaux défis de la mondialisation, aux problématiques liées à la préservation de la nature et à la gestion des territoires, des ressources naturelles et de la biodiversité. Les 20 dernières années ont été marquées par une évolution rapide et une effervescence terminologique, dont cet ouvrage témoigne. Le lexique de la biogéographie traduit à la fois la variété des paysages végétaux de la planète et la pluralité des disciplines auxquelles les biogéographes font appel dans leur pratique. Grâce à la collecte d'un vaste corpus documentaire, les auteurs, géographes, ethnobiologistes, linguistes ou botanistes, ont rédigé ce dictionnaire qui regroupe pour la première fois la plupart des termes utilisés dans la science de la biogéographie végétale francophone (**Daget ph, 1977**).

La répartition des taxons inventoriés est déterminée à partir de la flore de l'Algérie **Quezel et Santa (1962-1963)**.

**Tableau 19:** pourcentages de types biogéographiques.

<b>Type biogéographique</b>	<b>Significations</b>	<b>Nbre</b>	<b>Pourcentage</b>
Macar- Méd	Macaronésien-méditerranéen	2	4%
Méd-Iran-Tour	Méditerranéen-Irano-Touranien	1	2%
Cosmop	Cosmopolite	1	2%
Euras-Méd	Eurasiatique-méditerranéen	1	4%
Méd	Méditerranéen	22	47%
End	Endémique	1	2%
W- Méd	Ouest-méditerranéen	3	6%
Eur- Méd	Européen-méditerranéen	2	4%
S-Méd-Sah	Sud-méditerranéen-Saharien	1	2%
Euras-Alg-Maroc	Eurasiatique-Algéro-Marocaine	1	2%
Circumbor	Circumboréal	2	4%
Circum-Méd	Circumméditerranéen	2	4%
Méd-Sah-Sind	Méditerranéen-Sahara-Sindien	1	2%
End-N.a	Endémique-Nord-Africain	1	2%
Méd-Atl	Méditerranéen-Atlantique	1	2%
Paléo-Temp	Paléo-Tempéré	1	2%
Ibéro-Maur	Ibéro-Mauritanien	1	2%
Ibéro-Mar	Ibéro-Marocain	1	2%
Méd-S-Afr	Méditerranéen-Sud-Africain	1	2%
Euras	Eurasiatique	1	2%

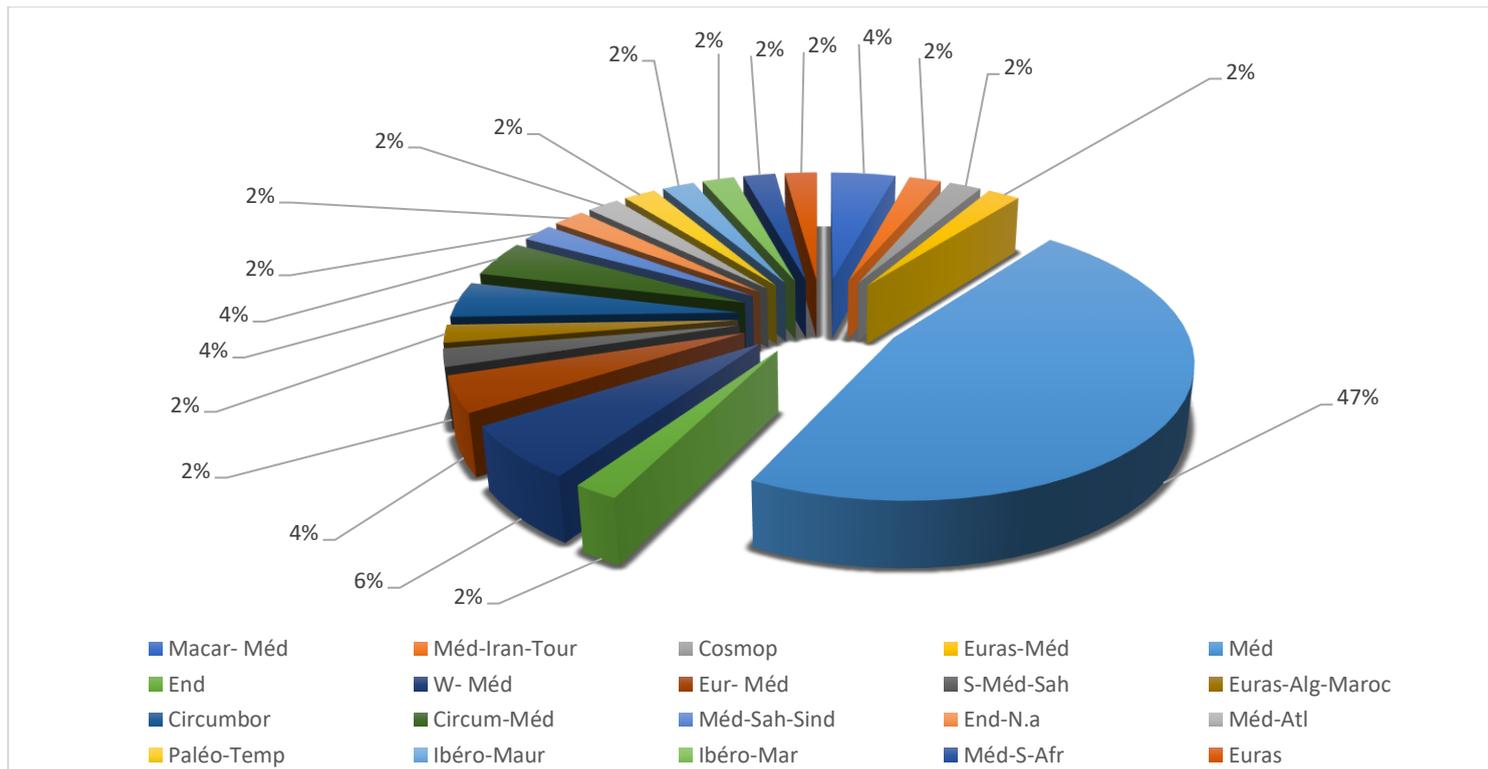


Figure 19 : pourcentage des types biogéographiques de la station de Agla.

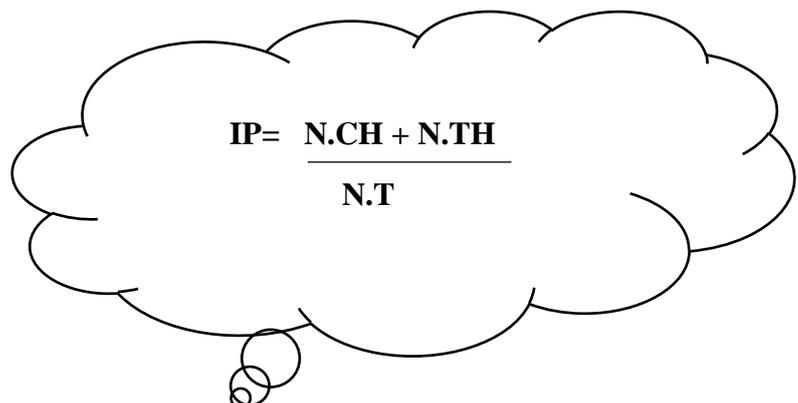
Les résultats indiquent la présence de 20 types biogéographiques (tableau 19) (figure 19).

L'analyse du tableau 19 montre la dominance des types biogéographiques méditerranéennes (Méd) avec un pourcentage de (47%) suivie par les par les éléments ouest méditerranéen (W-Méd) avec pourcentage de (6%), ensuite vient les éléments circum méditerranéen (Circum- Méd) et les circumboréal (Circumbor), Européen-Méditerranéen (Eur-Méd), eurasiatique méditerranéen (Euras-Méd) et les macaronésien méditerranéen (Macar-Méd) avec un pourcentage de (4%).

En quatrième position vient les éléments Méditerranéen Irano-Touranien (Méd-Iran-Tour), cosmopolite (Cosmop), endémique (End), sud méditerranéen Saharien (S- Méd-Sah), eurasiatique Alg Maroc (Euras-Alg-Maroc), Saharo sind méditerranéen (S-Sind-Méd), endémique nord-africain (End-NA), méditerranéen atlantique(Méd-Atl), paléo tempéré (Paleo-Temp), ibero Mauritanien (Ibero-Maur), ibero Marocain (Ibero-Mar), méditerranéen sud-africain (Méd-S-Afr) et les eurasiatiques (Euras) avec un pourcentage de (2%).

#### 5 Indice de perturbation

L'importance de l'indice de perturbation est directement liée à la dominance des thérophytes, qui trouvent dans cet environnement des conditions propices à leur développement, reflétant ainsi un milieu plus ouvert. Cet indice met en évidence la thérophytisation de la zone, résultant d'un processus de steppisation, considéré comme le stade ultime de la dégradation des écosystèmes variés, avec une prévalence d'espèces sub-nitrophiles dues au surpâturage (**Barbero *et al.*, 1990**). En 1993, Loisel et ses collaborateurs confirment que le calcul de l'indice de perturbation permet de quantifier ce phénomène de thérophytisation d'un milieu. Il est exprimé par la formule suivante :


$$IP = \frac{N.CH + N.TH}{N.T}$$

- **IP** = Indice de perturbation.
- **N.CH** =Nombre des chamaephytes.
- **N.TH** =Nombre des thérophytes.
- **N. T** =Nombre totale des espèces rencontrés.

**IP**=0,65.

**Tableau 20:**indice de perturbation de la station Agla.

Indice de type biologique	Station d'Agla
IP%	(65%)
CH	17
TH	14

Pour notre cas (Tableau 20), l'indice de perturbation de la zone d'étude est d'environ 0,65 (65%).

Donc la forte dégradation engendrée par l'action de l'homme est nettement visible.

Dans ce contexte, (**Barbero *et al*, 1990**) soulignent que les activités humaines, ainsi que le pâturage des troupeaux, entraînent de nombreuses perturbations environnementales. Ces perturbations peuvent évoluer vers des situations de plus en plus graves. Initialement, elles peuvent provoquer la matorralisation, un processus où les terres autrefois fertiles se transforment en zones de broussailles. Si ces perturbations continuent ou s'aggravent, la région peut progresser vers la steppisation, caractérisée par la prédominance de végétation de type steppe. Finalement, si les pressions persistent sans intervention corrective, cela peut conduire à la désertification, où la terre devient aride et incapable de soutenir la vie végétale et animale.



**Figure 20:**incendie dans la zone d'étude (**originale, 2024**).



**Figure 21 :** actions anthropique (pollution) dans la zone d'étude (**originale, 2024**).



**Figure 22:** dégradation du tapis végétale de la station d'étude (**originale, 2024**).

### 6 Les indices de diversité

L'écologie est une discipline assez récente, apparue au début du XXe siècle. Initialement, elle se limitait à un domaine descriptif. Par la suite, les écologistes ont mis au point des techniques plus spécialisées permettant de décrire de manière quantitative la structure et la composition taxonomique des communautés d'organismes (**collier,1973**).

Des chercheurs ont démontré que l'évolution et l'écologie des milieux ont engendré un gradient de diversité au sein des communautés animales et végétales (**Levinton, 1982**). Ainsi, plusieurs indices de mesure de la diversité ont été développés : Rs, la richesse spécifique, qui indique simplement le nombre d'espèces présentes ; E, l'équitabilité, qui reflète la qualité d'organisation d'une communauté (**Pielou, 1966**) ; et H, l'indice de Shannon, qui représente la diversité spécifique du milieu (**Shannon et Weaver, 1963**).

#### 6.1 Indices de Shannon-Weaver

Parmi les indices de diversité les plus populaires et fréquemment utilisés figurent les indices de Shannon et de Simpson (**Forman, 1995**). Initialement adoptés en écologie communautaire, ces indices ont gagné en popularité en quantifiant la

diversité des espèces végétales et animales. Leur compréhension découle donc largement de leur utilisation dans ce contexte (McGarigal et Marks, 1994 Haines-Young et Chopping, 1996 Gustafson, 1998).

### Formulation

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \log_2(p_i)$$

---

-H' : l'indice de Shannon.

-Pi=l'abondance proportionnelle ou pourcentage d'abondance d'une espèce sachant que (**Pi=ni/N**).

-ni = le nombre d'individus dénombré pour une espèce présente.

-N= le nombre total des espèces.

-S= le nombre des espèces présentes.

### **6.2 Indice de Simpson**

L'indice de Simpson définit la probabilité que deux sous-unités de taille égale d'un paysage, choisies au hasard, appartiennent à des types de couvert végétal différents.

### Formulation

$$L = \frac{\sum_{i=1}^S n_i \cdot (n_i - 1)}{N \cdot (N - 1)}$$

---

- ❖ Pi= proportion d'individus d'espèce (pi=ni/N).
- ❖ ni= nombre d'individus de l'espèce i.
- ❖ N= nombre totale d'individus.
- ❖ S= le nombre total de la liste d'espèce.

**6.3 Équitabilité de PIELOU**

L'équitabilité de Pielou (E) correspond au rapport entre la diversité obtenue et la diversité maximale. Il exprime la régularité ou l'équitable répartition des individus au sein des espèces. Il est donné par la formule :

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

L'équitabilité est faible lorsque  $E_q < 0,6$ , moyenne quand  $E_q$  est compris entre 0,6 et 0,8 et élevée si  $E_q \geq 0,8$ . Si E est faible (Djogo *et al*, 2012).

**Tableau 21:**Résultats des indices de la zone d'étude.

Familles	ni	N	Pi	-pi (log)2pi
Asparagacées	1	47	0,02127659	0.11818271
Aizoacées	2	47	0,04255319	0.19381229
Amaranthacées	2	47	0,04255319	0.19381229
Fabacées	2	47	0,04255319	0.19381229
Palmacées	1	47	0,02127659	0.11818271
Convolvulacées	1	47	0,02127659	0.11818271
Astéracées	7	47	0,14893617	0.40916224
Apiacées	5	47	0,10638230	0.34389887
Boraginacées	2	47	0,04255319	0.19381229
Cistacées	1	47	0,02127659	0.11818271
Papavéracées	1	47	0,02127659	0.11818271
Poacées	1	47	0,02127659	0.11818271
Cupressacées	2	47	0,04255319	0.19381229
Lamiacées	3	47	0,06382979	0.25338041
Brassicacées	2	47	0,04255319	0.19381229
Plumbaginacées	1	47	0,02127659	0.11818271
Malvacées	2	47	0,04255319	0.19381229
Oxalidacées	1	47	0,02127659	0.11818271
Anacardiées	2	47	0,04255319	0.19381229
Crassulacées	2	47	0,04255319	0.19381229
Résédacées	1	47	0,02127659	0.11818271
Rubiées	1	47	0,02127659	0.11818271
Caprifoliées	1	47	0,02127659	0.11818271
Solanacées	1	47	0,02127659	0.11818271
Plantaginacées	1	47	0,02127659	0.11818271
Rhamnacées	1	47	0,02127659	0.11818271
<b>Totale</b>			0,99999923	4,52349278

$H' = 5,52349278 > 4$  il est possible de dire que ce site présente une grande diversité.

L'équitabilité de PIELOU (E)

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

$$H_{\max} = \log_2(S)$$

$$E = 0,962.$$

- On remarque que l'équitabilité de PIELOU est presque 1.
- Donc on peut dire que lorsque l'équitabilité de Pielou est proche de 1, cela signifie que les espèces présentes ont des abondances similaires.

L'indice de Simpson est fréquemment utilisé en conjonction avec l'indice d'équitabilité, qui est défini de la manière suivante.

$$E_s = (I_s - 1) / (S - 1)$$

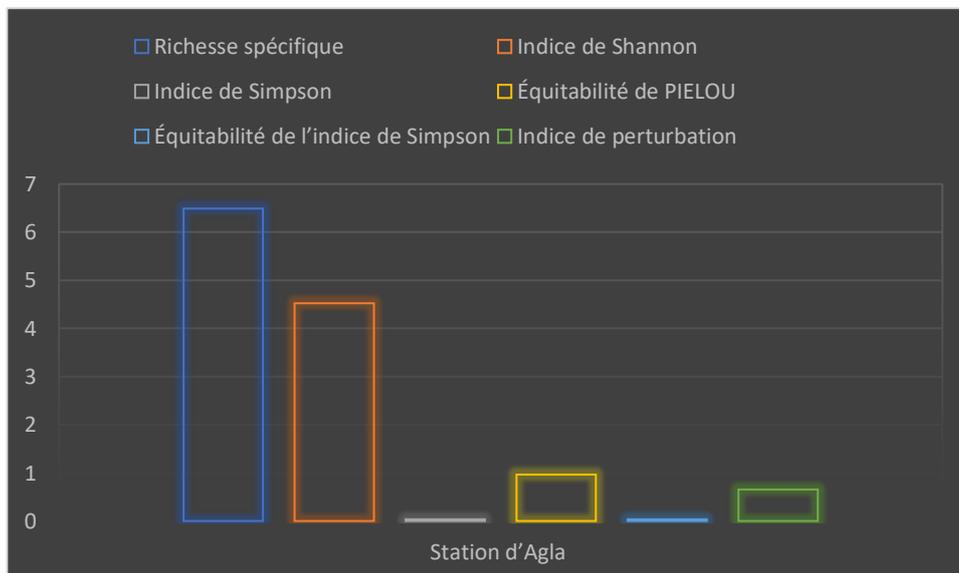
$$E_s = 0,04.$$

Tableau 22: Résultats des indices de la zone d'étude.

Famille	ni	N	$ni.(ni-1) / N.(N-1)$
Asparagacées	1	47	0
Aizoacées	2	47	0,00092507
Amaranthacées	2	47	0,00092507
Fabacées	2	47	0,00092507
Palmacées	1	47	0
Convolvulacées	1	47	0
Astéracées	7	47	0,01942646
Apiacées	5	47	0,00925069
Boraginacées	2	47	0,00092507
Cistacées	1	47	0
Papavéracées	1	47	0
Poacées	1	47	0
Cupressacées	2	47	0,00092507
Lamiacées	3	47	0,00277520
Brassicacée	2	47	0,00092507
Plumbaginacées	1	47	0
Malvacées	2	47	0,00092507
Oxalidacées	1	47	0
Anacardiées	2	47	0,00092507
Crassulacées	2	47	0,00092507
Résédacées	1	47	0
Rubiées	1	47	0
Caprifoliacées	1	47	0
Solanacées	1	47	0
Plantaginacées	1	47	0
Rhamnacées	1	47	0
<b>Totale</b>			0,03977798

**Tableau 23:** pourcentages des indices de biodiversité de la station d'étude.

Indices de biodiversités	Station d'Agla
Richesse spécifique	6,49
Indice de Shannon	4,523
Indice de Simpson	0,039
Équitabilité de PIELOU	0,962
Équitabilité de l'indice de Simpson	0,04
Indice de perturbation	0,65



**Figure 23 :** Les indices d'équitabilité, Simpson et Shannon.

✓ **Résultats et interprétation**

Les indices de diversité mentionnés précédemment et calculés nous a permis de noter les points suivants : la station Agla se distingue par une grande richesse spécifique et un nombre d'espèces total élevé, ce qui la rend riche et diversifiée.

L'indice de Shannon est assez élevé avec un taux de 4,5.

Les espèces étudiées est équilibré et leur répartition est régulière, car la valeurs obtenus est élevée et prêt de (1) comme l'indique l'équitabilité de PIELOU (E=0,9).

### Conclusion

Cette étude floristique nous a permis de conclure les points suivants

- ✓ Les familles des Astéracées dominent sur le terrain.
- ✓ Le type biologiques chamaephytes et thérophytes dominant largement sur le terrain, suivis par les hémicryptophytes. Vient en troisième position les phanérophytes et finalement et les géophytes, selon **BARBERO *et al* 1989** ces derniers nécessitent un environnement riche en matière organique et une altitude élevée.
- ✓ Le type morphologique HV domine dans la station d'étude vient en deuxième position le type HA et finalement LV.
- ✓ D'un point de vue phytogéographique, l'élément méditerranéen est le plus dominant.

Exemple quelques espèces trouvées dans la station d'Agla



*Pistachia lentiscus*



*Visnaga daucoide*



*Petrosedum sediforme*



*Malva subovata*



*Mesembryanthemum nodiflorum*



*Chamaerops humilis*



*Pallenis maritima*



*Glaucium flavum*



*Daucus carota*



*Withania frutescens*



*Crithmum maritimum*



*Limonium sinatum*

**Figure 24** : exemple des espèces étudiées dans la station d'étude  
(originale, 2024).

---

# **Chapitre IV :**

## **Etude morphométrique**

---

### Introduction

Le terme "morphométrie" est dérivé du grec : "morpho" signifiant "forme", et "métrie" signifiant " mesure".

La morphométrie est une partie de la biométrie (étude quantitative des organismes vivants), qui vise à analyser les variations de la géométrie des formes biologiques et leurs covariations avec d'autres variables ou facteurs biologiques potentiellement explicatifs. Il est défini comme étant des mathématiques appliquées à la biologie, ou la science du défouillement des données numériques fournies par l'observation ou l'expérience en biologie (Jolicoeur, 1991).

L'étude morphométrique des plantations des *Crithmum maritimum* repose sur la technique d'échantillonnage. Les espèces échantillonnes sont mesurées à l'aide d'un ruban à mesurer.

### 1. Méthodologie

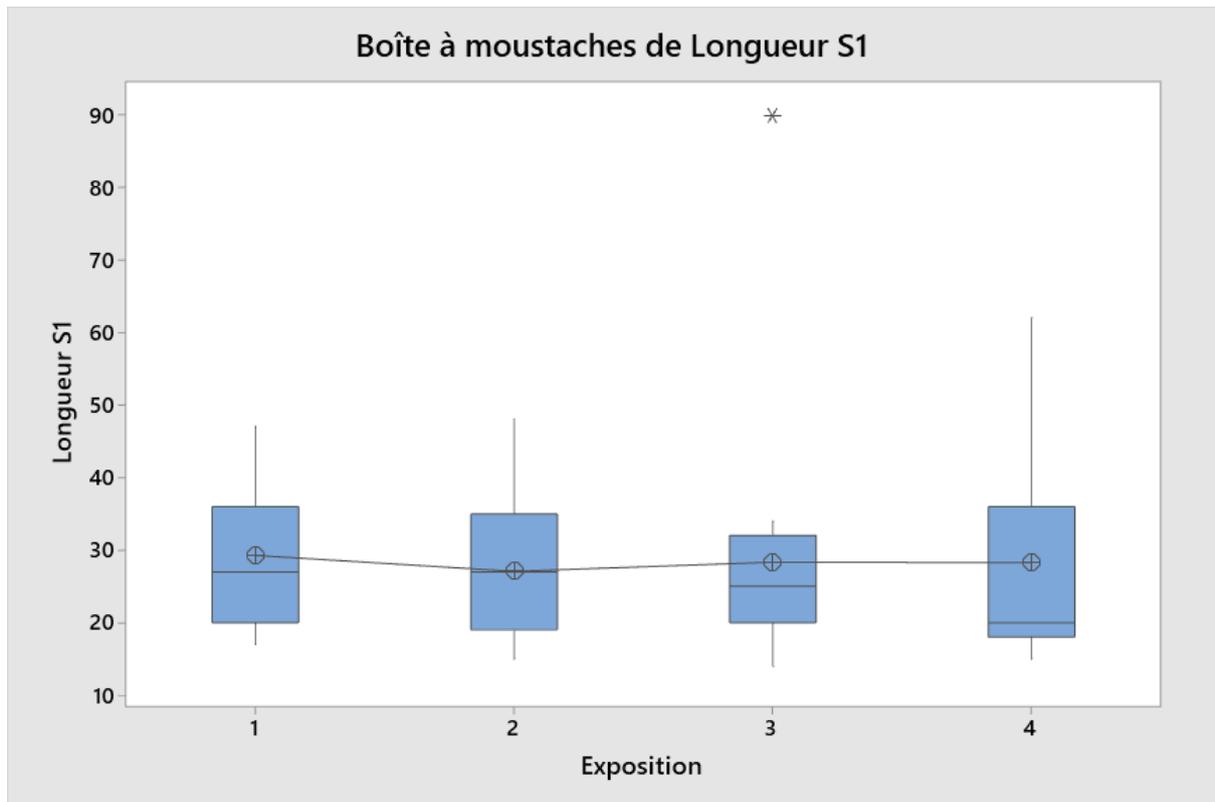
Dans cette étude, nous avons porté notre attention sur *Crithmum maritimum*, une espèce appartenant à la famille des Apiacées. Nous avons appliqué une technique de mesures sur cette espèce dans la station d'Agla, en réalisant plusieurs échantillonnages mensuels et de nombreux prélèvements. Les données obtenues ont été analysées à l'aide du logiciel Minitab 16 afin de déterminer l'impact de divers facteurs environnementaux sur sa croissance, tant en largeur qu'en longueur.

#### ❖ ANOVA à un facteur contrôlé : Longueur en fonction de l'exposition

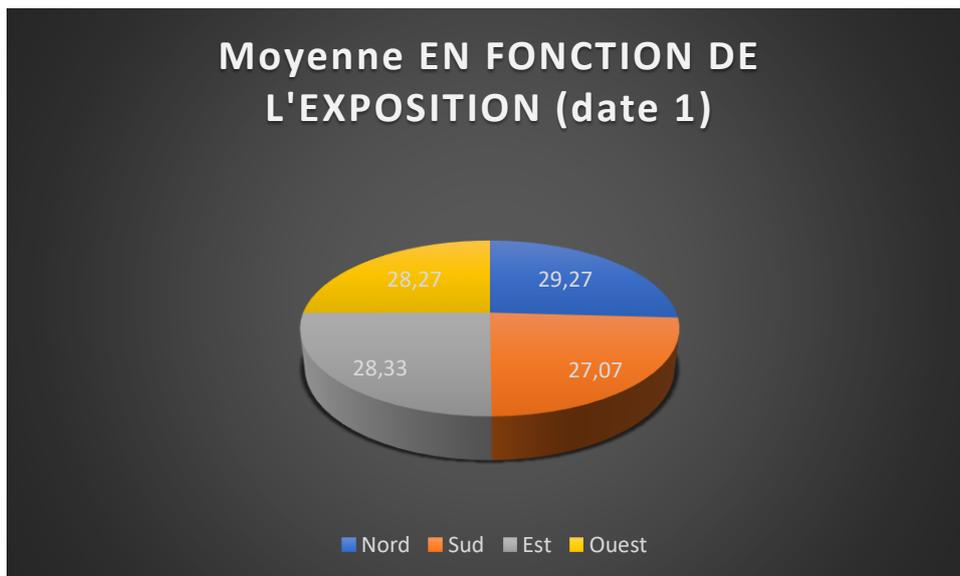
#### 1ere date

#### Analyse de la variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
Exposition	3	36,6	12,20	0,07	0,977
Erreur	56	10026,1	179,04		
Total	59	10062,7			



**Figure 25 :** Effet de l'exposition sur la croissance des touffes en longueur dans la station de Agla (Première Sortie).



**Figure 26 :** La moyenne en fonction de l'exposition (date 1).

2eme date

Analyse de la variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
Exposition	3	36,58	12,19	0,07	0,975
Erreur	56	9658,00	172,46		
Total	59	9694,58			

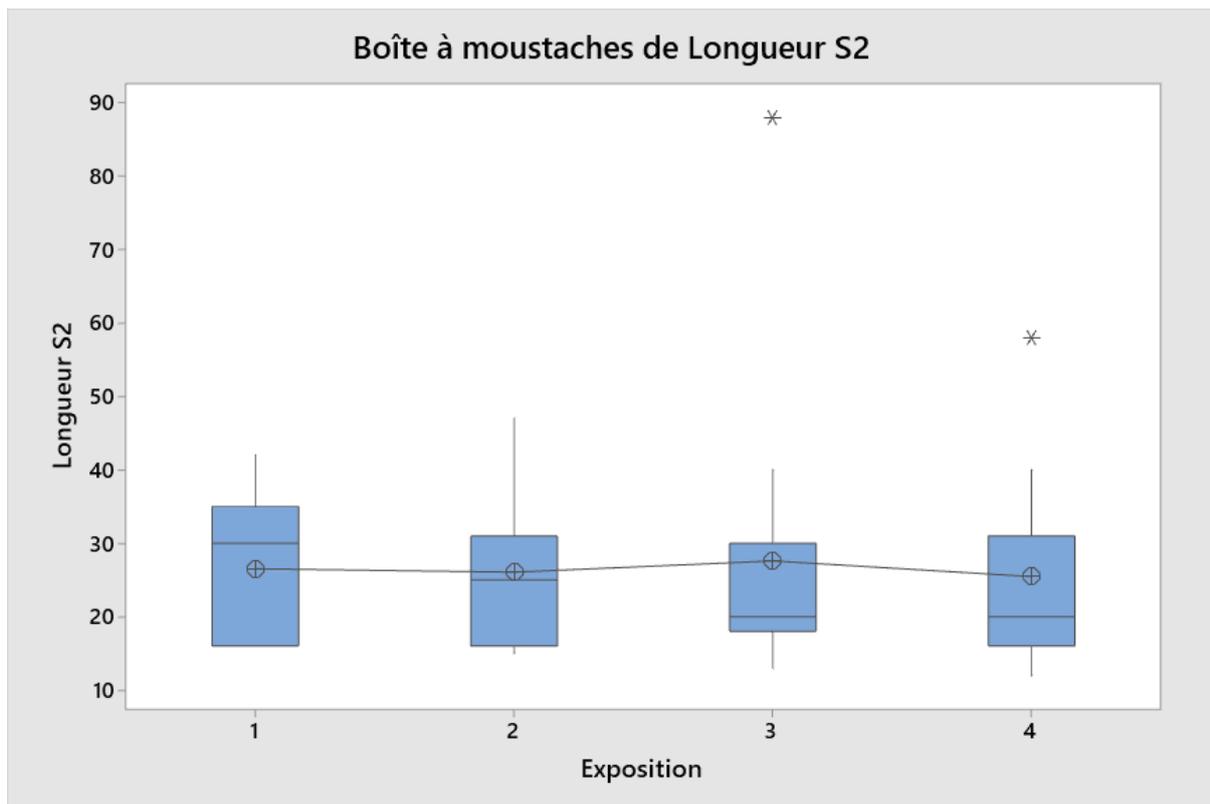


Figure 27 : Effet de l'exposition sur la croissance des touffes en longueur dans la station Agla.

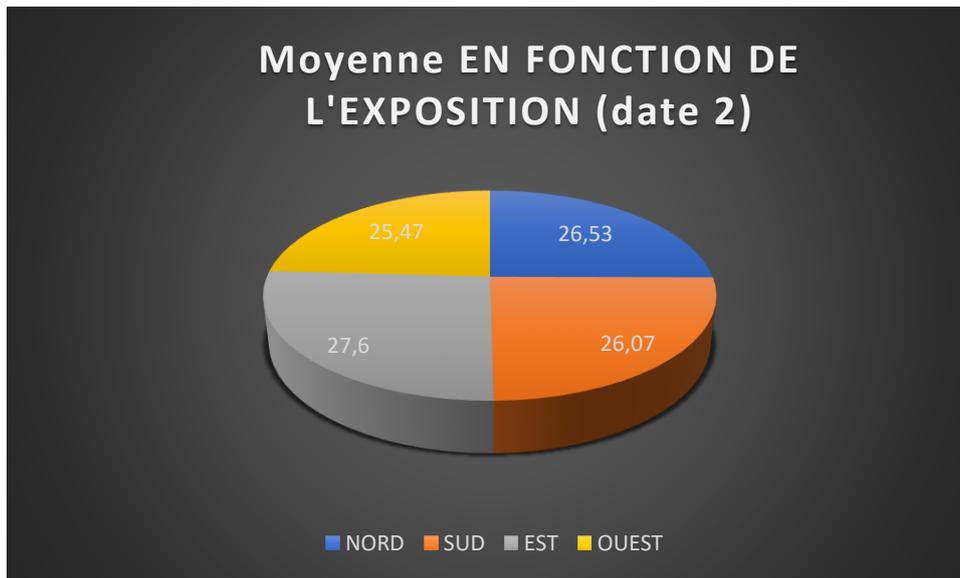


Figure 28 : La moyenne en fonction de l'exposition (date 2).

- ❖ ANOVA à un facteur contrôlé : Effet de la date sur la croissance en largeur des touffes

Tableau :

Analyse de la variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
Date	1	0	0,13	0,00	0,996
Erreur	28	169562	6055,78		
Total	29	169562			

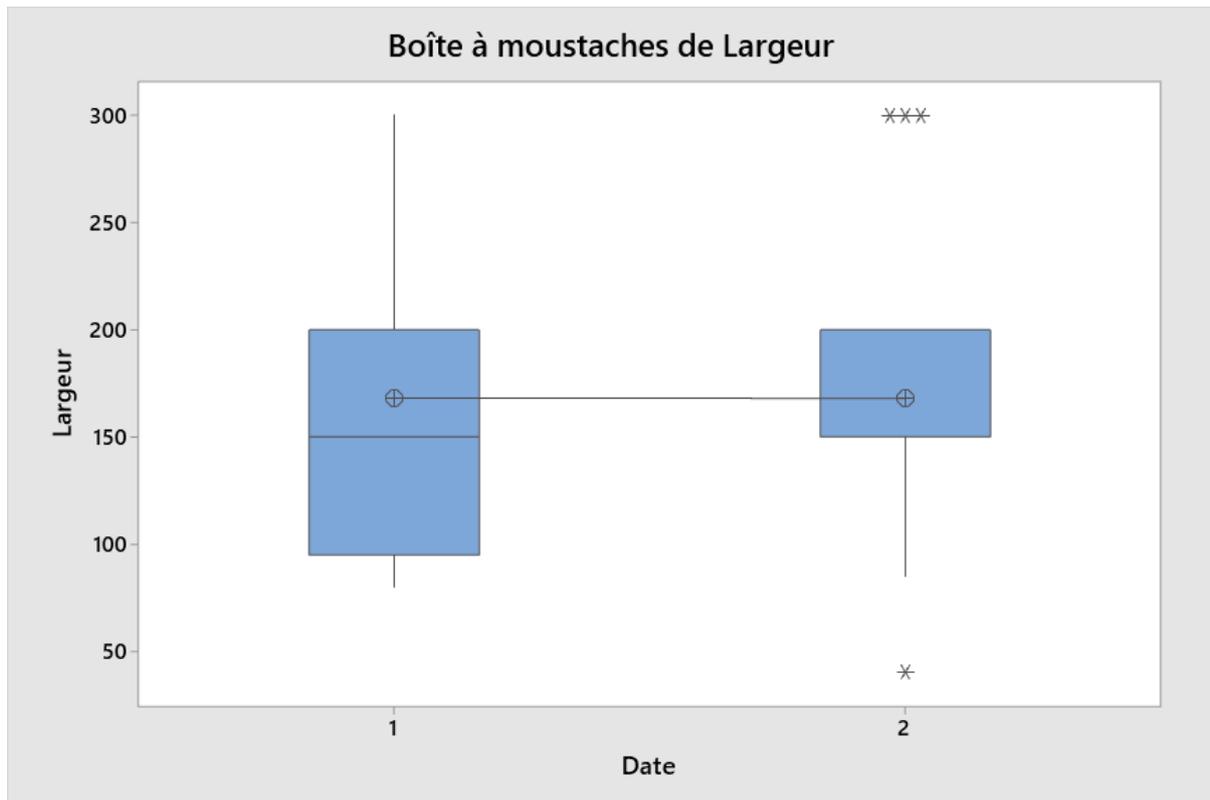


Figure 29 : Effet de la date sur la croissance en touffe en largeur dans la station d Agla.

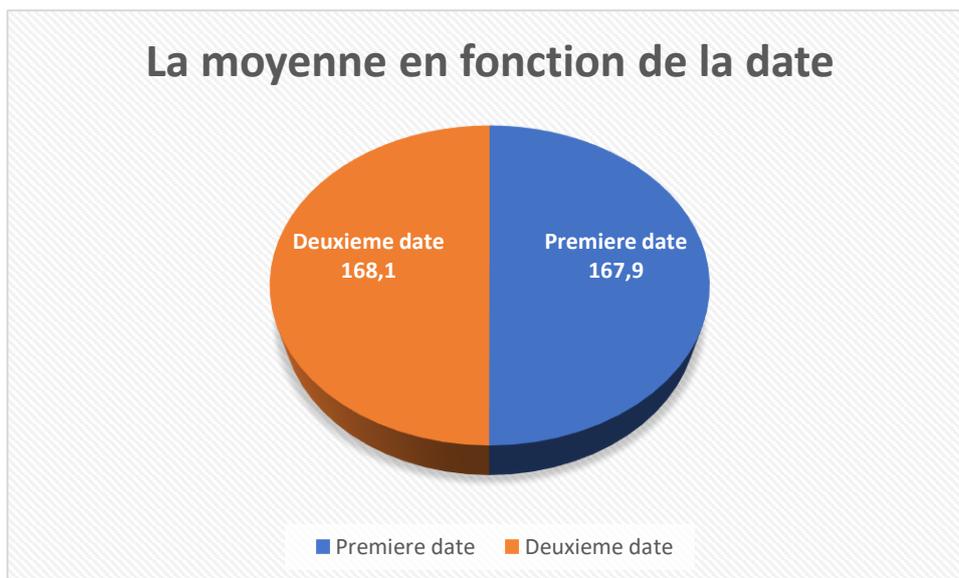


Figure 30 : La moyenne en fonction de la date.

### Résultat

#### Les résultats expliquent :

- ✚ Que la croissance est homogène dans les quatre (Nord, Sud, Est et Ouest) expositions cela justifie l'absence totale de l'effet exposition sur la croissance en longueur.
- ✚ La croissance est homogène dans les quatre expositions (Nord, Sud, Est et Ouest) cela justifie l'absence totale de l'effet exposition sur la croissance en largeur.

---

# Conclusion

---

La région de Tlemcen a été sélectionnée comme zone d'étude en raison de sa richesse en biodiversité et de l'hétérogénéité floristique, malgré les défis posés par les facteurs climatiques et les activités humaines.

L'objectif principal de notre travail consiste à étudier l'impact de quelques facteurs écologiques sur la croissance du Fenouil marin : *Crithmum maritimum* L. Au terme de cette recherche, nous avons pu tirer plusieurs conclusions significatives.

L'étude détaillée de *Crithmum maritimum* L., appartenant à la famille des Apiacées, nous a permis d'approfondir nos connaissances sur ses caractéristiques générales. Cette analyse a révélé des informations cruciales sur le genre *Crithmum*, ainsi que sur les particularités morphologiques, la répartition géographique, les utilisations traditionnelles et médicinales de *Crithmum maritimum*. De plus, nous avons exploré son cycle de développement, offrant ainsi une compréhension globale de cette espèce et de son adaptation aux environnements littoraux. Ce paragraphe met en avant l'importance de l'étude en présentant

- ✓ Caractéristiques Générales : Décrire les traits distinctifs de l'espèce et de la famille à laquelle elle appartient.
- ✓ Répartition Géographique : Indiquer les zones où cette espèce est présente, soulignant son adaptation aux conditions littorales.
- ✓ Utilisations : Mentionner les usages traditionnels et potentiels, notamment médicaux ou culinaires, pour montrer l'intérêt pratique et économique de l'espèce.
- ✓ Cycle de Développement : Expliquer le cycle de vie de la plante, ce qui peut être crucial pour la conservation et la gestion de l'espèce.

Le climat de la région pour la station météorologique est de type méditerranéen avec un étage bioclimatique semi-aride.

Du point de vue phytodiversité, la zone d'étude compte 47 taxons et 26 familles.

L'analyse de la diversité floristique dans la région de Tlemcen a révélé une richesse biologique significative. Les inventaires exhaustifs des espèces dans les formations à *Crithmum maritimum* montrent une grande diversité spécifique. Les indices de biodiversité, tels que l'indice de Shannon et l'indice de Simpson, indiquent une répartition équilibrée et régulière des espèces. Par exemple, l'indice de Shannon a atteint un taux de 4,5, tandis que l'équitabilité de Pielou est très proche de 1, ce qui signifie que les espèces présentes ont des

abondances similaires, témoignant d'un peuplement régulier et équilibré l'équitabilité de Pielou est très proche de 1, ce qui signifie que les espèces présentes ont des abondances similaires, témoignant d'un peuplement régulier et équilibré.

La prépondérance des familles des Astéracées et des Apiacées dans la végétation de Tlemcen est notable, reflétant une domination de ces familles sur le terrain. Les types biologiques les plus représentés sont les chamaephytes et les thérophytes, suivis des hémicryptophytes, des phanérophytes et des géophytes. Cette composition suggère une forte adaptation aux conditions locales et une influence marquée des facteurs climatiques et anthropiques.

Pour la diversité biogéographique, la région présente un taux élevé des espèces méditerranéennes, suivie toujours de l'ouest méditerranéen.

L'étude morphométrique nous a permis de conclure les points suivants

La croissance des plantes observée est homogène dans les quatre directions d'exposition (Nord, Sud, Est et Ouest), ce qui indique une absence totale de l'effet de l'exposition sur la croissance en longueur. Autrement dit, les plantes ont montré une croissance équivalente quelle que soit leur orientation. Cette uniformité suggère que les conditions environnementales telles que la lumière, la température, et l'humidité, qui pourraient varier selon l'exposition, n'ont pas eu d'impact différentiel sur la croissance en longueur des plantes. De la même manière, la croissance en largeur a également été homogène dans les quatre expositions. Cette constance démontre que, tout comme pour la longueur, l'orientation par rapport aux points cardinaux n'a pas influencé la largeur des plantes. L'absence de variation significative dans les deux dimensions de croissance, indépendamment de l'exposition, pourrait indiquer que les plantes étudiées sont capables de s'adapter efficacement à différentes conditions d'exposition ou que les conditions étaient suffisamment similaires pour ne pas créer de différence notable. Cela remet en question l'idée reçue que l'exposition géographique a un impact important sur la croissance des plantes, du moins dans les conditions spécifiques de cette étude.

---

# **Références bibliographiques**

---

Références bibliographiques

- **Abdeldjalil, A. C. 2014**-Quelques aspects germinatifs, rhizogéniques et écologiques chez *Sinapis arvensis* L. dans la région de Tlemcen (Doctoral dissertation).
- **Aidoud, A. 1997**- Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. académie de Toulouse.
- **Amirouche R. et Misset M.T., 2009**- Comparaison phytoécologique des Atriplexaies en Oranie (Algérie). *Ecol. Med* , N° 32, pp :73-84.
- **Amor, N. B., Hamed, K. B., Debez, A., Grignon, C., & Abdely, C. 2005**- Physiological and antioxidant responses of the perennial halophyte *Crithmum maritimum* to salinity. *Plant Science*, 168(4), 889-899
- **Anonyme, 1981**- Larousse agricole. Lib. Larousse. Paris.1208 p
- **ANONYME2, 1981**- Larousse Agricole
- **Atia, A., Barhoumi, Z., Mokded, R., Abdely, C., & Smaoui, A. 2011**- Environmental eco-physiology and economical potential of the halophyte *Crithmum maritimum* L.(Apiaceae). *J. Med. Plants Res*, 5(16), 3564-3571.
- **Baatour O., M'rah S., Ben Brahim N., Boulesnem F. et Lachaal M., 2004**. – Réponse physiologique de la gesse (*Lathyrus sativus*) à la salinité du milieu. *Revue des Régions Arides*, Tome 1, No. Spécial : 346-358.
- **BABALI, B. 2014**-Contribution à une étude phytoécologique des monts de Moutas (Tlemcen-Algérie occidentale): Aspects syntaxonomique, biogéographique et dynamique (Doctoral dissertation, Université de Tlemcen-Abou Bekr Belkaid).
- **Bagnouls F. et Gausson H., 1953**. – Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 88: 3-4 et 193-239.
- **BAIZE D., 2000**,- Guide des analyses courantes en pédologie, 2ème édition, revue et augmentée, I.N.R.A,Paris, 257p.
- **Barbero M. et Quezel P. 1989**.- Contribution l'étude phytosociologique des matorrals de la méditerranée orientale. *Lazoco II*. pp : 37- 56.
- **Barbero M., Bonin G., Loisel R. et Quezel P. 1990**.-Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of Mediterranean basin. *Vegetatio* (87),p:151-173.

- **BARBOUCHI M, 2013**, -caractérisation de la salinité des sols à l'aide de l'imagerie radar satellitaire : cas de la Tunisie et du Maroc. (inrs-ete) 490, rue de la Couronne Québec, ISBN : 978-2-89146-803-9.
- **Belhacini, F. 2011**.-Contribution à une étude floristique et biogéographique des matorrals du versant sud de la région de Tlemcen. Mém. Magir. Univ Tlemcen.
- **Benabadji N, Bouazza M, Merzouk A, Ghezlaoui SBE., 2004**-Aspects phytoécologiques des Atriplexaies au Nord de Tlemcen (Oranie Algérie). Sciences et Technologie C n°22 p 62-79 Université Mantouri Constantine Algérie. ISSN-1111-5041.
- **BENABADJI, N, BOUAZZA, M, METGE, G, LOISEL, R. 1996**.- Description et aspects des sols en roegionsemi-aride et aride au sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Bulletin Institut Sciences (Rabat), 20 (1) :77-86.
- **Benmehdi, I. 2012**.-Contribution à une étude phyto-écologique des groupements à Pistacia lentiscus du littoral de Honaine (Tlemcen, Algérie occidentale). Mém Mag. Univ. Abou Bakr Belkaid Tlemcen, 159.
- **Bensenane I., 2015**- Bilan des actions anthropiques des trois dernières décennies dans la région steppique d'El-Gor et Sidi-Djilali (Ouest Algérien) ; aspects éco-floristiques.Thèse Doc Univ Tlemcen p 12.
- **BENSOUNA, A. 2014**.-Qualification par la méthode multivariée de linfluence des facteurs physico-chimiques du sol sur la répartition spatiale des groupements végétaux halophiles dans la région de l'ouest oranais (Doctoral dissertation, Université de Tlemcen-Abou Bekr Belkaid).
- **Betrouni, M. 2021**.-Le site préhistorique de Rachgoun Approche paléoenvironnementale.
- **Binet P., 1970a**. – Enseignements de l'étude de quelques aspects du métabolisme de *Salicornia stricta* D. et de *Cochlearia anglica* L. Bulletin Académie et Société Lorraines des Sciences. Tome IX, n° I.
- **BioLit**.- Criste marine - *Crithmum maritimum* ou fenouil marin (2014)
- **Bookstein,-F.L.**, Morphometric tools for landmark data. Geometry and biology. Cambridge Press, 1991.
- **BOTTNER, 1981**.-Evolution des sols et conditions climatiques méditerranéenne. Ecologia Mediterranea. Tome VIII. Fasc.1/2 Marseille. 115-1324.

- **BOUAZZA M. et BENABADJI N., 2002** \_ Contribution à l'étude du cortège floristique de la steppe au sud d'El Aricha (Oranie- Algérie). Sci. Techn. N° spécial D. p:11-19.
- **BOUAZZA M. et BENABADJI N., 2010** – Changements climatiques et menaces sur la végétation en Algérie occidentale. Changements climatiques et biodiversité. Vuibert– APAS. Paris. (282 p) pp:101 – 110.
- **BOUAZZA, N. 2021.**-Analyse de la diversité phytoécologique du chêne zeen (*Quercus faginea* subsp. *tlemcenensis* (DC.): cas de la réserve de Moutas (Tlemcen, Algérie occidentale) (Doctoral dissertation).
- **Chaâbane A., 1993** - Étude de la végétation du littoral septentrionale de Tunisie : Typologie, syntaxonomie et éléments d'aménagements. thèse Doct. sc. univ. AixMarseille III, 205 p + annexes.
- **Coiffard, L. 1991.**-Aperçu historique sur l'utilisation médicinale et alimentaire du crithme maritime. Revue d'Histoire de la Pharmacie, 79(290), 313-317.
- **Collier 1973.**-Froese R., Pauly D. (2003) Fishbase World Wide Web electronic publication: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)
- **Coste, H., & Flahault CH.**- Flore Description et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes. Tome II (Librairie scientifique et technique, Paris. 1998).
- **DAGET Ph., 1977**-Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, méthodes de classification végétation, 34.1(90).
- **Dajoz R., 1971** – Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434p.
- **Dajoz R., 1982** - Précis d'écologie. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 503p.
- **DAGET Ph., 1977**-Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, méthodes de classification végétation, 34.1(90)
- **DE MARTONNE E., 1926**- Une nouvelle fonction climatologique : l'indice d'aridité. La météo. pp : 449 - 459.
- **DJEBAILI S., 1978.**-Recherche phytoécologiques et phytosociologiques sur la végétation des hautes plaines 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 127P.

- **Djego, J., Gibigaye, M., Tente, B., & Sinsin, B. 2012.-** Analyses écologique et structurale de la forêt communautaire de Kaodji au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(2), 705-713.
- **DJEMEL, R. 2022.-** Inventaire floristique et biogéographique de la forêt de Sassel (Wilaya d'Ain T'émouchent).
- **DOBIGNARD A. et CHATELAIN C., 2010-2013 -** Index synonymique de la Flore d'Afrique du Nord, Éditions Des Conservatoire Et Jardin Botaniques. Genève, 5 Volumes.
- **Dryden, I.L., K.V.-** Mardia, Statistical Shape Analysis. Nature Publishing Group, a division of Macmillan Publishers Limited. All Rights Reserved, 1998
- **Dumont G., Mazzacurati A. 2013.-** *Crithmum maritimum* la succulente des tempêtes. *Acta Succulenta* 1, 23-51.
- **Emberger L. 1955.-** Une classification biogéographique des climats. Recueil. Trav. Lab. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier. France. pp 3-43
- **Emberger L. 1952.-** Sur le Quotient Pluviothermique. *C.R. Sci.* n°234 : 2508-2511. Paris.
- **Emberger L., 1930-** A sur une formule climatique applicable en géographie botanique. *C.R.A cad. Sc* ; 1991 pp389-390.
- **FAIÇAL, H. 2021.-** Impact des techniques de restauration écologique sur la dynamique des écosystèmes dégradés des monts de Saida: Cas des forêts de Doui Thabet–(Ouest Algérie) (Doctoral dissertation, Université de TLEMCEM).
- **Hadjadj -Aoul, S. 1995.-** Les peuplements du Thuya de berbérie (*Tetraclinis articulata*, Vahl, Master) en Algérie : phytoécologie, syntaxonomie et potentialités sylvicoles. Thèse Doc. D'Etat : Univ. Aix-Marseille III. 159 p. et Annexes.
- **HAMDANI, F.-** Etude écogénétique de la réponse de jeunes plantules de *Crithmum maritimum* et d'*Atriplex halimus* à la salinité (NaCl) (Doctoral dissertation).
- **Hammouche, N. H. A. F. Z. 2021.-** Aspects botanique et phytoecologique de la végétation ripisylve de la région de l'Ouest Agérien (Doctoral dissertation).
- **Heywood, V.H., Moore, D.M., Richardson, I.B.K., Stearn, W.T. 1996.-** Les plantes à fleurs 306 Familles de la flore mondiale. 218-219.
- **JOLICOEUR P., 1991.-** Introduction à la biométrie département des Sciences Biologiques. Univ. Montreal ,pp.1-

- **KERZABI, R. (2017).**- l'Effet Anthropique sur la végétation en Milieu Semi Aride et Aride de L'oranie, Dynamique de la végétation en relation avec les facteurs Edaphiques (Doctoral dissertation, Université de Tlemcen-Abou Bekr Belkaid).
- **Khelifi H., Bioret F., Farsi B. 2008.**- Apport à la connaissance syntaxonomique du littoral rocheux ouest-algérois. *Acta Botanica Gallica* 2, 163-177.
- **Labdi, C. C. E., & Metri, B. (2021).**- Contribution à l'étude de la dynamique de la végétation dans les matorrals de la région d'Ain Temouchent.(Cas de Hassasna).
- **Lakhdar djarri., 2011**-Contribution à l'étude des huiles essentielles et des métabolites secondaires de trois plantes algériennes de la famille des apiaceae. Thèse de doctorat. Chimie Organique. Université mentouri de Constantine.
- **LE HOUEROU, H.N, 1995.**- Considerations biogeographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique. *Secheresse*, 6(1) : 167-82.
- **LE HOUEROU, HN, 1981.**- Impact of man and his animals on mediterranean vegetation. In : DiCas-tri F, Goodall DW, Specht RL, eds. *Mediterra-nean-type shrublands*. Amsterdam : Elsevier.
- **Levinton J.S. (1982)**- Marine ecology. Prentice-Hall Inc. 526p.
- **MEDIOUNI K., 2000-b**-Elaboration d'un bilan et d'une stratégie nationale de developpement durable de la diversité biologique. .tome 3 : Bilan taxonomique bibliographique des groupes systématique de la flore continentale.pp : 317-342.
- **MERIOUA, S. M. (2014).**-Phyto-écologie et élément de cartographie de la couverture végétale cas: Littoral d'Ain Temouchent (Doctoral dissertation, Université de Tlemcen-Abou Bekr Belkaid).
- **Mittermeier R. A., Gil P. R., Hoffmann M., Pilgrim J., Brooks T., Mittermeier C.G., Lamoreux J. et Da Fonseca G.A.B., 2004.**-Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. Univ. Chicago Press for Intern. Conserv.
- **Mokhtari, N., MRABET, R., LEBAILLY, P., & Laurent, B. O. C. K. 2014.**- Spatialisation des bioclimats, de l'aridité et des étages de végétation du Maroc. *Revue marocaine des Sciences agronomiques et vétérinaires*, 2(1), 50-66.
- **Nagendra, H. 2002.**- Opposite trends in response for the Shannon and Simpson indices of landscape diversity. *Applied geography*, 22(2), 175-186.
- **Nègre R. 1964.**- Notice de la carte de Tipaza au 1/50 000e. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. N., N.S.* 8- 69

- **Omar, Y. A. M. I. N. A. 2022.**- Ecologie générale.
- **PEGUY Ch. P., 1970.** – Précis de climatologie. Ed. Masson et cie, 444 P.
- **Pimenov, M.G., Leonov, M.V. 1993.**- The genera of the Umbelliferae Nomenclature. Royal Botanic Gardens, Kew.
- **Pimenov, M. G., & Leonov, M. V. E. 1993-** The genera of the Umbelliferae: a nomenclator (pp. 156-pp).
- **Politeo, O., Popović, M., Veršić Bratinčević, M., Kovačević, K., Urlić, B., & Generalić Mekinić, I. 2023.**- Chemical profiling of sea fennel (*Crithmum maritimum* L., Apiaceae) essential oils and their isolation residual waste-waters. *Plants*, 12(1), 214.
- **QUEZEL P. et SANTA S., 1962-1963** - Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. CRNS, Paris (FR), Tome I : 1-565, Tome II : 566-1170.
- **Quezel P., 1976** - Les chênes sclérophylles en région méditerranéenne. *Option. Méd.* N°35. pp :25-29.
- **Quézel P., 1999**\_ Les grandes structures de végétation en régions méditerranéennes : facteurs déterminants dans leur mise en place post-glaciaire. *Geobios* 32, I : 19-32.
- **QUEZEL P., MEDAIL F., LOISEL R. et BARBERO M., 1999** - Biodiversité et conservation des essences forestières du bassin méditerranéen. *Unasylva*,197:21-28.
- **Quezel, P. Santa, S. 1963.**- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 2, Edition CNRS, Paris, 676.
- **RATA, M. (2023).** Polycopiés de cours.
- **RAUNKIAER C., 1904**– Biological type with reference to the adaptation of plants to survive the unfavourable season. In *Raunkiaer*. 1934, pp: 1-2.
- **RAUNKIAER C., 1934.**– The life forms of plants and statistical plant.Geography. Claredonpress, Oxford, 632 P.
- **Renna, M. et Gonnella, M. 2012.**- L'utilisation de la criste marine comme nouvelle épice-colorant dans les préparations culinaires. *Revue internationale de gastronomie et de science alimentaire* , 1 (2), 111-115.
- **Riva-Martinez S., 1981.**-Nation Fundamental de phytosociologie. *Berichte. ntern.sym. verein.végétation.sk Suintaxonomie Rinteln*.1980 pp5-33 Vaduz.
- **Roberts-Pichette P et Gillespie L., 2000-** Protocole de suivi de la biodiversité végétale terrestre. *Lexique. Direction de la science des écosystèmes, Environnement Canada. Site web.Se. ; 1991 pp*

- **Sawadogo. M., Tessier. A.- V and Delavau. P.**, Ann. Pharm. Fr. 43(1985), P. 89.
- **Seltzer P., 1946.** – Le climat de l'Algérie. Ed. Carbonel, Alger, 219 p.
- **Skouri M., 1994.** – Les ressources physiques de la région méditerranéenne. Options Méditerranéenne, Equilibre alimentaire, agriculture et environnement en Méditerranée Sér. A ; n°24. Paris.
- **STAMBOULI H., BOUAZZA M., et THINON M., 2009** - La diversité floristique de la végétation psammophyle de la région de Tlemcen (Nord-ouest Algérie), Elsevier, v 1.111 ; Prn : 29/04/2009 ; pp : 1-9.
- **STEPPIQUES, F. E. 2014.-** Phyto-écologie et éléments de cartographie de la couverture végétale cas: littoral d'Ain Temouchent (Doctoral dissertation, Université de Saida).
- **STEWART P; 1969-**Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 59, pp.23-36.
- **STEWART, B.A. 1985.-**Water conservation technology in rainfed and dryland agriculture. Proceedings of the conference 'Water and water policy in world food supplies'. Texas A & M University, College Station, Texas, pp 335–35.
- **Tester M. et Davenport R., 2003.** – Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. Ann. Bot. 91: 503–527.
- **Urbain, A. 2007.-**Isolement de xanthones et coumarines inhibitrices de l'acétylcholinestérase, respectivement à partir de " *Gentianella campestris*"(L.) Börner et " *Gentianella amarella*"(L.) Börner ssp." *acuta*"(Michx.) JM Gillett (*Gentianaceae*), et " *Peucedanum ostruthium*"(L.) Koch (*Apiaceae*) (Doctoral dissertation, Université de Genève).
- **VALLADON, T., PAYAN, L., MESSEGER, M., & CHARRIER, C.-** Bibliographie du projet tutoré Réalisation d'un produit alimentaire à base de *Criste marine*, en partenariat.
- **Willson M.F., Rice B.L., Westoby M., 1990-**Seed dispersal spectra: à comparison of temperate plant communities. *Journal of Vegetation Science*, 1: 547-562.
- **Xue. H. Z. Lu., Konno. C.,- Soejarto. D. D., Cordel. G. A., Fong. S. S. H and Hodgson. W.,** *Phytochem.* 27(1989), P. 233.
- **Zid E. et Grignon C., 1991.** – Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides, AUPELF-UREF. Jon Libbey Eurotext, Paris: 91-10.

Page web

Azitou.,2012-plage  
d'agla.tlemcen.web.https://azitou.,wordpress.com/2012/08/03/plage-d'aglatlemcen/  
[https://www.zoom-nature.fr/la-criste-marine-une-ancienne-plante-alimentaire-a-redécouvrir/#:~:text=La%20criste%20marine%20fr%C3%A9quente%20les,moins\)%20la%20pr%C3%A9sence%20du%20sel.](https://www.zoom-nature.fr/la-criste-marine-une-ancienne-plante-alimentaire-a-redécouvrir/#:~:text=La%20criste%20marine%20fr%C3%A9quente%20les,moins)%20la%20pr%C3%A9sence%20du%20sel.)

## Impact de quelques facteurs écologiques sur la croissance du Fenouil marin : *Crithmum maritimum L.*

### Résumé

Ce travail examine l'impact de divers facteurs écologiques sur la croissance du Fenouil marin (*Crithmum maritimum L.*), une plante de la famille des Apiacées, en se concentrant sur la région de Tlemcen, riche en biodiversité malgré les défis climatiques et anthropiques. L'étude se divise en plusieurs sections, couvrant les généralités sur *Crithmum maritimum*. Une analyse bioclimatique détaillée de la région de Tlemcen montre que le climat est de type méditerranéen, caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers doux et pluvieux, tandis qu'elle se trouve à l'étage bioclimatique semi-aride, ce qui influe directement sur la distribution et la croissance de la plante. L'évaluation de la diversité floristique a permis d'identifier les diverses espèces présentes dans la région, en se concentrant sur leur classification biologique et morphologique, ainsi que sur leurs caractéristiques biogéographiques. Cette étude a révélé que le groupe des Astéracées et des Apiacées domine incontestablement sur le terrain. Les chamaephytes, caractérisés par leur capacité à supporter des conditions environnementales difficiles, dominent largement, suivis des thérophytes, qui sont des plantes annuelles à courte durée de vie. L'étude morphométrique de la plante a renforcé l'aspect expérimental de ce travail, avec les mesures morphométriques réalisées à l'aide d'analyses de variance (ANOVA). Enfin cette étude souligne l'importance de la préservation de *Crithmum maritimum* et de son habitat en raison de ses nombreuses applications, notamment dans l'industrie alimentaire, pharmaceutique et cosmétique, ainsi que de son rôle écologique dans le maintien de l'équilibre des écosystèmes côtiers. Des recommandations sont formulées pour la conservation de cette plante et de son habitat fragile, et des suggestions pour des recherches futures sont proposées afin d'approfondir notre compréhension de son écologie et de sa physiologie.

**Mots clés :** *Crithmum maritimum* – Écologie – Biodiversité – Écologie – Impact – Conservation.

## تأثير عدد من العوامل الإيكولوجية على نمو نبات شمر البحر

### ملخص:

يتناول هذا العمل تأثير العوامل البيئية المختلفة على نمو الشمر البحري (*Crithmum maritimum* L.)، وهو نبات من عائلة *Apiaceae*، مع التركيز على منطقة تلمسان الغنية بالتنوع البيولوجي على الرغم من التحديات المناخية والبشرية. وتنقسم الدراسة إلى عدة أقسام تغطي عموميات *Crithmum maritimum*. ويبين تحليل مناخي حيوي مفصل لمنطقة تلمسان أن مناخ منطقة البحر الأبيض المتوسط يتميز بصيف حار وجاف ومعتدل وممطر شتاء، في حين أنها تقع في المرحلة المناخية الحيوية شبه القاحلة، مما يؤثر بشكل مباشر على توزيع ونمو النبات. وقد أتاح تقييم التنوع الزهري التعرف على مختلف الأنواع الموجودة في المنطقة، مع التركيز على تصنيفها البيولوجي والمورفولوجي، فضلا عن خصائصها الجغرافية الحيوية. كشفت هذه الدراسة أن مجموعة *Asteraceae* و *Apiaceae* هي الموجودة بلا شك في هذا المجال. النوع البيولوجي، *chamaephytes*، يسود إلى حد كبير في هذا المجال، تليها النباتات *therophyte* وهي نباتات سنوية قصيرة العمر. الدراسة المورفومترية للنبات عززت الجانب التجريبي لهذا العمل، حيث تم إجراء القياسات المورفومترية باستخدام تحليل التباين (ANOVA). وأخيراً، تسلطت هذه الدراسة الضوء على أهمية الحفاظ على نبات *Crithmum maritimum* وبيئته نظراً لاستخداماته المتعددة، خاصة في الصناعات الغذائية والدوائية ومستحضرات التجميل. فضلا عن دورها البيئي في الحفاظ على توازن النظم البيئية الساحلية. يتم تقديم توصيات للحفاظ على هذا النبات وموائله الهشة، ويتم تقديم اقتراحات للبحث المستقبلي لتعميق فهمنا لبيئتها وعلم وظائف الأعضاء.

**كلمات مفتاحية:** شمر البحر, تلمسان, علم البيئة, تأثير, التنوع البيولوجي, الحفظ.

**Abstract :**

This work examines the impact of various ecological factors on the growth of the Rock Samphire (*Crithmum maritimum* L.), a plant from the Apiaceae family, focusing on the Tlemcen region, which is rich in biodiversity despite climatic and anthropogenic challenges. The study is divided into several sections, covering the generalities about *Crithmum maritimum*. A detailed bioclimatic analysis of the Tlemcen region shows that the climate is Mediterranean, characterized by hot, dry summers and mild, rainy winters, while the area lies in the semi-arid bioclimatic zone, directly influencing the plant's distribution and growth. The evaluation of floristic diversity allowed for the identification of various species in the region, focusing on their biological and morphological classification, as well as their biogeographical characteristics. This study revealed that the Asteraceae and Apiaceae families undeniably dominate the area. Chamaephytes, characterized by their ability to withstand harsh environmental conditions, are largely dominant, followed by therophytes, which are short-lived annual plants. The morphometric study of the plant reinforced the experimental aspect of this work, with morphometric measurements performed using analysis of variance (ANOVA). Finally, this study highlights the importance of preserving *Crithmum maritimum* and its habitat due to its numerous applications, particularly in the food, pharmaceutical, and cosmetic industries, as well as its ecological role in maintaining the balance of coastal ecosystems. Recommendations are made for the conservation of this plant and its fragile habitat, and suggestions for future research are proposed to deepen our understanding of its ecology and physiology.

**Keywords:** Impact-*Crithmum maritimum*-Tlemcen-Biodiversity-Ecology-Conservation.