



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique  
-جامعة الشهيد حمه لخضر -الوادي  
Université Echahid Hamma Lakhdar –El Oued-  
كلية علوم الطبيعة والحياة  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
قسم البيولوجيا

Département de Biologie  
MEMOIRE DE FIN D'ETUDE  
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE  
Filière : Ecologie et Environnements  
Spécialité : Biodiversité et Environnements

THEME

**Contribution à l'étude floristique du lac Chott (région duSouf, Algérie)**

Présenté par : Amrane Aya

Composition du jury :

Président : M<sup>r</sup>. Khezzani Bachir

Professeur, Université d'El Oued

Encadrant : M<sup>r</sup>. KHECHEKHOUCHE El Amine

M.C.A., Université d'El Oued

Examineur : M<sup>ed</sup>. Bousbia Brahim Aida

M.C.B., Université d'El Oued

Année universitaire : 2024/2025

# Dédicace

**Grace Allah**

Je dédie ce travail...

A mes parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études que dieu les protège et les offrent une longue vie,

**A mes chers frères et chères sœurs :**

**Chouayb, Amina, fares, Fatima** pour leurs encouragements constants tout au long de mon parcours universitaire.

À **Nawel**, ma compagne de route et mon soutien dans cette vie, tu as toujours été l'épaule rassurante et la parole douce dans toutes les situations.

À **DJoumana**, qui a partagé la moitié de ma vie, mes rires et mes rêves, tu as toujours été la lumière de mes jours.

Et à **Meriem**, ma belle et ma compagne dans la résidence, ta présence a donné un sens à l'éloignement et a fait de ce lieu un véritable foyer.

Merci pour vos cœurs qui m'ont portée et pour votre présence qui a créé les plus beaux souvenirs.

Je me dédie ce travail, en reconnaissance de tous les efforts, la patience et la persévérance que j'ai déployés tout au long de ce parcours. Que ce soit un rappel que je suis capable d'accomplir ce que je décide avec foi et détermination.

**AYA.**

# Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et à adresser mes sincères remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à sa réalisation.

Je remercie tout particulièrement :

Monsieur Khezzani Bachir, Professeur au département de biologie, université d'El Oued, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider le jury de ce mémoire.

Monsieur Khechekhouche El Amine, Maître de conférences classe « A » au département de biologie, université d'El Oued, mon encadrant, pour la qualité de son accompagnement, la pertinence de ses conseils et son soutien constant tout au long de ce travail.

Madame Bousbia Brahim Aida, Maître de conférences classes « B » au département de biologie, université d'El Oued, pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Monsieur Alia Zeid, Maître de conférences classe « A » au département des sciences agronomiques, université d'El Oued, pour son aide précieuse dans le traitement statistique des résultats.

Monsieur Chouikh Atef, Professeur au département de biologie, université d'El Oued et Directeur du laboratoire de recherche « Biologie, Santé et Écologie », pour son assistance lors des analyses physico-chimiques des sols.

Monsieur Haliss Youcef, Directeur de recherche au CRSTRA de Touggourt, pour son aide dans la confirmation de la détermination des espèces végétales.

Enfin, j'adresse mes remerciements les plus chaleureux à toutes celles et ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont apporté leur soutien, leur aide ou leur encouragement au cours de ce travail. Merci infiniment.

## Contribution à l'étude floristique du lac Chott dans la région d'El Oued Souf)

### Résumé

Nous avons mené une analyse phyto-écologique au niveau du lac Chott, situé dans les zones arides du sud-est algérien (région du Souf), afin de mieux comprendre la composition floristique, la diversité végétale et l'influence des facteurs édaphiques sur la distribution des espèces. Huit stations ont été échantillonnées autour du plan d'eau. Un inventaire floristique a permis de recenser 24 espèces réparties sur 13 familles botaniques. Les Poaceae représentent la famille la plus abondante avec 4 espèces, suivies des Asteraceae avec 3 espèces. Les formes biologiques dominantes sont les chaméphytes et les thérophytes, reflétant une stratégie adaptative aux conditions climatiques extrêmes. La fréquence d'occurrence a révélé la dominance de quelques espèces halophytes telles que *Salsola vermiculata*, *Salicornia fruticosa*, *Tamarix gallica* et *Zygophyllum cornutum*. L'analyse de la couverture végétale a montré une hétérogénéité marquée entre les stations, avec des taux variant de 50 à 95 %. Parallèlement, les mesures physico-chimiques du sol (pH, conductivité électrique et humidité) n'ont pas montré de relation significative avec la couverture des halophytes. Ces résultats suggèrent que la structure de la végétation autour du lac Chott est plus influencée par la tolérance des espèces à la salinité que par les gradients édaphiques classiques.

**Mots-clés :** lac Chott, région du Souf, inventaire floristique, espèces halophytes, diversité végétale, facteurs édaphiques, aridité.

## الملخص

قمنا بإجراء تحليل فيتو-إيكولوجي على مستوى بحيرة الشط ، الواقعة في المناطق القاحلة جنوب شرق الجزائر (منطقة سوف)، بهدف فهم أفضل لتكوين الغطاء النباتي ، وتنوعه ، ومدى تأثير العوامل الفيزيائية و الكيميائية للتربة على توزيع الأنواع. تم أخذ عينات من ثماني محطات موزعة حول البحيرة. سمح الجرد النباتي بتسجيل 24 نوعاً نباتياً موزعين على 13 عائلة نباتية. تُعدّ عائلة النجيليات (Poaceae) الأكثر وفرة بأربع أنواع تليها عائلة المركبات (Asteraceae) بثلاثة أنواع. أما من حيث الأشكال البيولوجية فقد هيمنت النباتات القزمية (Chaméphytes) و النباتات الحولية (Thérophytes)، مما يعكس استراتيجية تكيفيه مع الظروف المناخية القاسية. أظهرت تكرارية الأنواع سيادة بعض الأنواع الملحية مثل *Zygophyllum* و *Tamarix gallica* ، *Salicornia fruticosa* ، *Salsola vermiculata* و *cornutum*. أظهر تحليل الغطاء النباتي تبايناً ملحوظاً بين المحطات ، حيث تراوحت النسب من 50 إلى 95% . وفي المقابل، لم تُظهر القياسات الفيزيائية والكيميائية للتربة (pH والتوصيلية الكهربائية، والرطوبة) علاقة معنوية واضحة مع غطاء النباتات الملحية . و تشير هذه النتائج الى ان بنية الغطاء النباتي حول هذه البحيرة تتأثر بشكل اكبر بقدرة النباتات على تحمل الملوحة بدلا من التدرجات الترايبية التقليدية.

**الكلمات المفتاحية:** بحيرة الشط، منطقة سوف، جرد نباتي، نباتات ملحية، تنوع نباتي، عوامل ترايبية، الجفاف.

## **Abstract**

A phyto-ecological analysis was conducted at Lake Chott, located in the arid southeastern region of Algeria (Souf region), to better understand plant composition, floristic diversity, and the influence of edaphic factors on species distribution. Eight stations were sampled around the water body. The floristic inventory recorded 24 species belonging to 13 botanical families. The Poaceae family was the most represented with 4 species, followed by the Asteraceae with 3 species. The dominant biological types were chamaephytes and therophytes, reflecting adaptive strategies to harsh climatic conditions. Occurrence frequency revealed the dominance of halophytic species such as *Salsola vermiculata*, *Salicornia fruticosa*, *Tamarix gallica*, and *Zygophyllum cornutum*. Vegetation cover analysis showed marked heterogeneity among sites, with coverage rates ranging from 50% to 95%. Conversely, soil physicochemical measurements (pH, electrical conductivity, and moisture) showed no significant relationship with halophyte cover. These results suggest that the vegetation structure around Lake Chott is more influenced by plant tolerance to salinity than by classical edaphic gradients.

**Keywords:** Lake Chott, Souf region, floristic inventory, halophytic species, plant diversity, edaphic factors, aridity.

## **Liste des Matières**

<b>Dédicaces.....</b>	<b>I</b>
<b>Remerciements.....</b>	<b>II</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>III</b>
<b>Liste des Matières.....</b>	<b>VI</b>
<b>Liste des Figures.....</b>	<b>X</b>
<b>Liste des Tableaux.....</b>	<b>XI</b>
<b>Liste d'abréviations .....</b>	<b>XII</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>

## **Chapitre I :Présentation de la région d'étude (Souf)**

1.1.-Situation géographique .....	6
1.2.-Facteurs écologiques.....	7
2.1.-Facteurs Abiotiques de la Région du Souf.....	7
2.1.1.-Facteurs édaphiques.....	7
2.1.1.1.-Relief .....	7
2.1.1.2.-Sol.....	8
2.1.1.3.-Hydrogéologie.....	8
2.1.1.3.1.-Nappe Phréatique .....	9
2.1.1.3.2.-Nappe du Complexe Terminal .....	9
2.1.1.3.3.-Nappe du Continental Intercalaire.....	9
2.1.2.-Facteurs Climatiques .....	10
2.1.2.1.-Températures.....	10
2.1.2.2.-Pluviométrie.....	11
2.1.2.3.-Vents.....	11

2.1.2.4.-Humidité relative de l'air .....	12
2.1.2.5.-Synthèse Climatologique.....	13
2.1.2.5.1.-Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) .....	13
2.1.2.5.2.-Climagramme d'Emberger.....	14
2.2.-Facteurs Biotiques de la Région du Souf.....	15
2.2.1.-Flore de la Région du Souf.....	15
2.2.2.-Faune de la Région du Souf.....	18
2.2.2.1.-Invertébrés.....	19
2.2.2.2.-Poissons et Reptiles .....	23
2.2.2.3.-Oiseaux.....	24
2.2.2.4.-Mammifères.....	25

## **Chapitre II :Matériel et Méthodes**

2.1.-Situation géographique et description de la station d'étude :lac Chott.....	28
2.2.-Inventaire floristique.....	30
2.2.1.-Richesse floristique.....	30
2.2.2.-Abondance relative .....	31
2.2.3.-Fréquence d'occurrence .....	31
2.2.4.-Recouvrement .....	32
2.2.5.-Type biologique .....	32
2.2.6.-Type morphologique (pérennité) .....	33
2.3.-Etude des espèces halophytes dominantes .....	34
2.4.-Analyse du sol .....	34
2.4.1.-Prélèvement des échantillons du sol .....	34

2.4.1.-Matériel et méthodes utilisé dans laboratoire .....	35
2.4.1.1.-Préparation de la solution sol-eau au ratio 1:2,5.....	35
2.4.2.2.-Matériel nécessaire .....	35
2.4.2.3.-Procédure .....	35
2.4.2.-Méthodes utilisé dans laboratoire .....	36
2.4.2.1.-Mesure de l'humidité du sol .....	36
2.4.2.2.-Mesure du pH du sol.....	37
2.4.2.3.-Mesure de conductivité du sol (CE) .....	37
2.5.-Analyse statistique .....	38
2.6.-Analyse de covariance.....	38
2.7.-Indice de similarité de Jaccard (CJ).....	38

### **Chapitre III: Résultats et discussion**

3.1.-Richesse floristique et occurrence.....	41
3.2.-Abondance relative des familles botaniques .....	44
3.3.-Types morphologiques .....	47
3.4.-Types biologique .....	48
3.5.-Indice de similarité de Jaccard .....	48
3.6.-Dendrogramme de classification hiérarchique ascendante (CHA).....	49
3.7.-Analyse factorielle correspondances (AFC).....	50
3.8.-Le Ph.....	54
3.9.-Salinité du sol.....	54
3.10.-L'humidité du sol .....	55
<b>Conclusion.....</b>	<b>59</b>

**Références bibliographiques.....62**

## Liste des figures

Figures	Titres	Pages
1	Carte géographique de la région du Souf.....	6
2	Diagrammes Ombrothermique des régions d'étude.....	14
3	Localisations des régions d'études dans le Climagramme d'Emberger.....	15
4	Localisation du lac chott de la région du Souf.....	29
5	Vue générale du Lac Chott (photo originale).....	30
6	Types biologiques des espèces végétales selon RAUNKIAER .....	33
7	Dispositif de prélèvement des relevés édaphiques.....	35
8	Matériel utilisé dans laboratoire (Photos originales).....	36
9	Etapas d'analyses physico-chimique du sol : pH et conductivité électrique .....	37
10	Représentation relative des classes de fréquence chez les espèces végétales.....	43
11	Comparaison des effectifs et des pourcentage des classes d'occurrence.....	44
12	Diversité et abondance relative des familles botaniques au lac Chott.....	45
13	Distribution des types morphologique des espèces végétales dans lac Chott.....	47
14	Profil biologique du couvert végétale.....	48
15	Dendrogramme de classification hiérarchique ascendant (CHA) illustrant la similarité en richesse spécifique (coefficient de Jaccard) entre les plantes recensées dans huit station autour du lac Chott ( règle de liaison : moyenne non pondérée des paires de groupes) .....	50
16	Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) pour la classification des espèces végétales selon leurs caractères floraux.....	52
17	Relation entre le pH et la distance "D" des échantillons de sol par rapport au bond du lac Chott. La ligne représente le modèle de régression linéaire ajusté aux données. ....	54
18	Relation entre la CE et la distance "D" des échantillons de sol par rapport au bond du lac Chott. La ligne représente le modèle de régression linéaire ajusté aux données.....	55
19	Relation entre l'humidité et la distance "D" des échantillons de sol par rapport au bond du lac Chott. La ligne représente le modèle de régression linéaire ajusté aux données.....	56
20	Couverture végétale des principales espèces de plantes halophytes dans lac Chott.....	56

## Liste des tableaux

<b>Tableaux</b>	<b>Titres</b>	<b>Pages</b>
1	Températures mensuelles maximales (M), minimales (m) et moyennes (en °C) de l'année 2024 dans la région du Souf:.....	10
2	Précipitations (en mm) durant l'année 2024 dans région du Souf.....	11
3	Moyennes des vitesses mensuelles du vent (en m/s) durant l'année 2024 dans la région du Souf.....	12
4	Moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (en %) durant l'année 2024 dans la région du Souf.....	12
5	Liste des espèces végétales recensées dans la région du Souf ....	15
6	Liste des plantes spontanées et plantes cultivées de la région du Souf citées	16
7	Liste systématique des espèces d'arthropodes recensées dans la région du Souf.....	19
8	Liste systématique des principales espèces de poissons et de reptiles recensées dans la région du Souf.....	23
9	Liste systématique des principales espèces d'oiseaux de la région du Souf.....	24
10	Liste systématique des principaux mammifères de la région du Souf.....	25
11	Répartition systématique et fréquence des espèces végétales inventoriées dans la région de lac Chott.....	41
12	Répartition des espèces végétales selon les classes de fréquence et leurs pourcentages dans la région de lac Chott.....	42
13	Répartition des espèces végétales par famille et étude de leur abondance relative dans lac Chott.....	44
14	Quelque traits biologique des espèces végétales.....	46
15	Indice de similarité de Jaccard entre les différents exposition.....	48
16	Liste des espèces végétales identifiées dans les huit sous station de lac Chott utilisées en A.F.C.....	52

## Liste d'abréviations

M: La moyenne mensuelle des températures maxima en (C°).

m : La moyenne mensuelle des températures minima en (C°).

T moy: La moyenne mensuelle des températures en (C°).

P : Des précipitation mensuelle en (mm).

H: Humidité relative d'air en (%).

Q3: Quotient pluviothermique d'Emberger.

EC : Conductivité électrique.

RA: Abondance relative.

Vac: Espèces très accidentelles.

Acc: Espèces accidentelles.

Cmn: Espèces communes.

Cst: Espèces constantes.

AHC: Le regroupement hiérarchique ascendant.

CJ: Indice de similarité de Jaccard.

SR: Richesse spécifique.

D: La distance.

CHA: Classification hiérarchique ascendant.

R<sup>2</sup>: Régression de( pH ,CE ou Humidité) et distance à la surface d'eau .

# Introduction

### **Introduction**

Les zones humides sont toutes les zones de transition entre les écosystèmes terrestres et aquatiques, où la nappe phréatique est proche de la surface du sol, ou bien où cette surface est recouverte d'une eau peu profonde, de manière permanente ou temporaire (MITSCH *et al.*, 2009 ; HAMMOUDA, 2013 et MITSCH & GOSSELINK, 2015). Elles représentent l'un des meilleurs exemples d'écosystèmes en termes de fonctions biologiques (MALTBY, 2009) telles que la productivité biologique, la richesse en habitats et en biodiversité pour les espèces animales et végétales, ainsi que leurs fonctions écologiques, hydrologiques et leur importance socio-économique (HUBERT & MARIN, 2001 ; LEIBOWITZ, 2003).

Il convient de noter que l'importance de ces zones ne réside pas dans leur superficie totale, qui ne représente que 6 % des terres émergées, soit environ 1,5 % de la surface du globe (MITSCH & GOSSELINK, 2015), mais plutôt dans leur localisation dans le paysage, leur structure, et l'ensemble des processus qui s'y déroulent (KEDDY, 2010 ; ERWIN, 2009 ; BATZER, 2014). Ces différentes caractéristiques, communément appelées "fonctions", leur confèrent un rôle et une place essentiels au sein de la biosphère (FUSTEC *et al.*, 2000 ; NOULET, 2005 ; ZADRI, 2009).

Selon le dernier recensement réalisé par la Direction Générale des Forêts, l'Algérie compte un total de 2 375 zones humides, dont 2 056 sont naturelles et 319 artificielles (RAMSAR, 2019). Parmi elles, 50 sites sont classés zones humides d'importance internationale au titre de la Convention de RAMSAR (BOUGOFFA *et al.*, 2023 ; HAMMANA *et al.*, 2024).

Parmi cette diversité, les zones humides sahariennes occupent une place particulière en raison de leurs caractéristiques extrêmes et de leur importance écologique. De nombreuses d'entre elles, notamment les chotts et les sebkhas, ont fait l'objet de diagnostics de la végétation approfondi (KHAZNADAR *et al.*, 2009 ; BENABADJI *et al.*, 2010 ; GHEZLAOUI *et al.*, 2011 ; HALIS *et al.*, 2012 ; CHENCHOUNI, 2012 ; NEFFAR *et al.*, 2013 ; KOULL et CHEHMA, 2016 ; DEMNATI *et al.*, 2017 ; KHECHEKHOUCHE *et al.*, 2020). Ces études ont révélé une forte hétérogénéité écologique entre ces milieux, longtemps regroupés sous une même typologie écosystémique. Cette variabilité s'explique essentiellement par des différences marquées dans les facteurs abiotiques, tant dans les propriétés physico-chimiques de l'eau que dans la composition des sols, ainsi que dans les régimes hydrologiques propres à chaque site (NEFFAR *et al.*, 2013). Ces éléments conditionnent la diversité floristique, l'organisation des

communautés végétales et les dynamiques écologiques spécifiques à chaque type d'hydrosystème (AMOROS,2001).

Par ailleurs, en dépit de son aridité extrême, le Sahara algérien, qui couvre environ 84 % de la superficie nationale, recèle d'importantes ressources hydriques. Il abrite deux vastes nappes souterraines (ABOUELMAGD & AHMED, 2024 ; REMINI, 2025): le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal, qui constituent des réservoirs majeurs d'eau douce. En revanche, les eaux de surface y sont rares, irrégulières et souvent éphémères, se concentrant principalement dans des zones fermées telles que les sebkhas et les chotts, localisées au sein de bassins endoréiques, généralement en périphérie des oasis (RAMDANI & FLOWER, 2010 ; JOLY, 2021).

La région du Souf, située dans le sud-est de l'Algérie, constitue l'une des zones sahariennes les plus remarquables par sa diversité écologique et géographique, malgré un climat aride et une rareté des ressources en eau de surface (BARKAT et *al.*, 2021). En dépit de ces conditions environnementales rigoureuses, elle abrite un ensemble de zones humides qui jouent un rôle écologique et économique important, telles que les chotts, sebkhas et les lacs saisonniers. Ces milieux, bien que fragiles, représentent des écosystèmes riches, hébergeant des espèces végétales et animales adaptées à la salinité et aux fluctuations climatiques.

Parmi ces zones, le lac chott se distingue comme l'une des principales zones humides de la région du Souf. Dans ce contexte, cette étude se pose les questions suivantes : comment réaliser un inventaire floristique de cette zone, et comment certains facteurs édaphiques tels que l'humidité, le pH et la conductivité électrique influencent-ils la répartition des principales plantes halophytes qui s'y développent ?

L'objectif de cette étude est de déterminer la diversité floristique et les facteurs environnementaux influençant les mécanismes vitaux. Pour cela, le lac chott (région du Souf, Sahara septentrional Est) a été choisi comme site d'étude. Afin d'atteindre cet objectif, une étude floristique spatio-temporelle a été entreprise, accompagnée d'analyses des facteurs environnementaux directs, notamment ceux liés au sol.

Cette étude est structurée en trois chapitres principaux :

Le premier chapitre présente de manière générale les caractéristiques de la région d'étude ;

Le deuxième chapitre décrit le matériel utilisé ainsi que les méthodes adoptées dans le cadre de cette étude (méthodologie) ;Le troisième chapitre expose les résultats obtenus et développe une discussion autour de ces derniers.

Chapitre I :

Présentation de la région d'étude

## Chapitre I : Présentation de la région d'étude

Ce chapitre explore divers aspects de la région du Souf, notamment sa localisation géographique, les facteurs environnementaux et climatiques qui la définissent, ainsi que les données bibliographiques concernant sa flore et sa faune.

### 1.1.-Situation géographique

La région du Souf est située au Sud-Est de l'Algérie, dans le Grand Erg Oriental, et elle borde à l'Ouest la région d'Oued Righ, avec laquelle elle partage une zone de chevauchement. Ensemble, les régions du Souf et d'Oued Righ forment ce que l'on désigne comme le bassin inférieur du désert algérien, caractérisé par des terres basses. Au Nord, la région du Souf est délimitée par les rives salines, notamment le chott Malghigh, le chott Marwan, ainsi que les étendues s'étendant jusqu'au désert de Fayd. Au sud, elle s'étend profondément dans le Grand Erg Oriental, atteignant les zones de Douar El Maa, Hassi Messaoud et Ouargla. À l'Est, elle touche les rives salées de la Tunisie, notamment le Chott el-Jerid et le Chott al-Gharsa. Enfin, à l'ouest, elle se limite aux oasis et aux terres salées de la région d'Oued Righ (HALIS, 2024).



**Figure 1:** Carte géographique de la région du Souf( Google Earth, 2025. Wikipédia) .

## **1.2.-Facteurs écologiques**

L'exploration des mécanismes par lesquels les facteurs écologiques influencent le comportement des organismes dans leur habitat naturel constitue une étape essentielle pour comprendre leur adaptation et leurs interactions (RAMADE, 2012). Ces facteurs écologiques se répartissent en deux grandes catégories (RAMADE, 2008) : les facteurs abiotiques, qui incluent les éléments physico-chimiques du milieu, et les facteurs biotiques, qui englobent les interactions entre les différents êtres vivants.

### **2.1.-Facteurs abiotiques**

Les facteurs abiotiques étudiés dans la région incluent l'hydrogéologie, les caractéristiques du sol et le climat. Ils se divisent en deux catégories principales : les facteurs physico-chimiques, comprenant le relief et le sol, ainsi que l'hydrogéologie, et les facteurs climatiques, tels que la température, les précipitations, les vents, l'humidité relative, ainsi que la synthèse climatologique. Ces éléments exercent une influence directe sur l'environnement et l'équilibre écologique de la région.

#### **2.1.1.-Facteurs édaphiques**

Ils jouent un rôle déterminant dans les caractéristiques édaphiques (DANCHIN et *al.*, 2005 ; RAMADE, 2012). Cette section développe l'étude du sol, du relief et de l'hydrogéologie, qui définissent les particularités de la région d'étude.

##### **2.1.1.-Relief**

Selon HALIS (2024), le relief de la région de Souf se caractérise par la présence de plusieurs formes géomorphologiques, dont les principales sont :

**a.-Terres planes avec peu de sable** : connues localement sous le nom de "Sahn". De nombreuses zones portent ce nom, comme Sahn Ali et Sahn Bri. Le "Sahn" est une terre plate et uniforme, caractérisée par un sol rugueux et stable, avec des couches rocheuses proches de la surface. Autrefois, ces terres dominaient la région, mais l'avancée des sables, l'expansion urbaine et l'activité agricole ont recouvert une grande partie de ces terrains. Les premiers historiens ont déjà signalé le phénomène de l'ensablement.

**b.-Zones de dunes de sable ondulées et entrelacées :** appelées "Erg". Les accumulations de sable varient d'une région à l'autre. Dans certaines zones, elles forment de petites ondulations, tandis que dans d'autres, elles apparaissent sous forme de grandes dunes s'étendant sur de vastes distances.

**c.-Chotts et les terres basses salines :** généralement plates, où peuvent s'accumuler certaines dunes de sable résultant de l'avancée des sables.

**d.-Reliefs artificiels créés par l'activité humaine :** Les opérations de creusement des "Ghitane" (bassins agricoles), la formation de grandes excavations pour la plantation des palmiers, l'érection de barrières de sable autour des fermes et le nivellement des dunes pour la culture de la pomme de terre et des légumes ont entraîné l'apparition de collines et de monticules sableux entrelacés. Ces modifications ont transformé l'aspect du terrain et donné naissance à un nouveau paysage géomorphologique (HALIS, 2024).

#### **2.1.1.2.-Sol**

Le sol de Souf est sableux et léger, avec une forte teneur en sable (>60%) et une faible teneur en argile (<18%) et une teneur en limon (<22%) et en matières organiques, ce qui le rend très perméable et incapable de retenir l'eau et les nutriments. Ses caractéristiques varient selon la région : l'argile augmente près d'Oued Righ, le sel dans les chotts et le fer dans les sols rouges. Le sable est principalement composé de silice (quartz), gypse et calcaire, avec la présence de quelques autres minéraux en petites quantités (HALIS, 2024).

#### **2.1.1.3.-Hydrogéologie**

La région du Souf abrite trois formations aquifères distinctes qui font partie intégrante du vaste ensemble saharien septentrional. À la base, on trouve le Continental Intercalaire, composé de sable et de grès, suivi du Complexe Terminal, caractérisé par des dépôts argileux et sablonneux, tandis qu'au sommet se situe la nappe phréatique sableuse (CORNET, 1964).

##### **1.1.2.1.3.1.- Nappe phréatique**

La nappe phréatique est un terme utilisé en géologie pour désigner une couche d'eau souterraine située sous la surface de la terre. On peut définir la nappe phréatique comme une couche de roches ou de matériaux du sol où les vides sont saturés d'eau. Ces vides peuvent être situés entre les particules de roche ou dans de grandes cavités à l'intérieur des roches. Les sources et les fontaines sont souvent associées aux nappes phréatiques, où l'eau jaillit naturellement à la

surface en raison de la pression. La nappe phréatique est caractérisée par le fait qu'elle est constamment pleine d'eau tout au long de l'année et peut interagir avec d'autres nappes phréatiques stratigraphiques.

La nappe phréatique présente dans toute la région du Souf correspond principalement à la partie supérieure des formations continentales déposées à la fin du Quaternaire. Elle se situe à des profondeurs variantes entre 10 et 60 mètres (MEZIANI *et al.*, 2008). En raison de son importance cruciale, cette nappe constitue la principale source d'eau pour les palmeraies, et elle est principalement exploitée à travers 31 000 puits traditionnels, selon les enquêtes menées par la Direction des Services Agricoles en 2014 (D.S.A, 2014)

#### **1.1.2.1.3.2.- Nappe du Complexe Terminal**

Les formations du complexe terminal sont très hétérogènes. Elles englobent les assises perméables du Sénonien calcaire et du Miopliocène (MEZIANI *et al.*, 2008). En fait, il est possible d'y distinguer trois ensembles aquifères principaux, séparés localement par des horizons semi-perméables ou imperméables. Ces trois ensembles sont représentés par les calcaires et dolomites du Sénonien et de l'Eocène inférieur par des sables, des grès et des graviers du Pontien, et par les sables du Miopliocène. La profondeur du Complexe Terminal est comprise entre 100 et 600 m, et sa puissance moyenne est de l'ordre de 300 m (SAIBI, 2003, PAEPEGAEY *et al.*, 2011).

#### **1.1.2.1.3.3.- Nappe du Continental Intercalaire**

Le terme "C.I", correspond ainsi aux formations continentales du crétacé inférieur, ne peut être que la période Continentale Intercalée entre deux cycles sédimentaires : La régression marine suivit d'une transgression du crétacé supérieur. Le Continental Intercalaire (C.I) occupe l'intervalle stratigraphique compris entre la base du Trias et le sommet de l'Albien. Le réservoir aquifère du Continental Intercalaire est considérable dû à son extension (surplus de 600000 Km<sup>2</sup>) et à son épaisseur moyenne de plusieurs centaines de mètres. L'intérêt majeur de ce système aquifère et qu'il est constitué par de grandes quantités d'eau, qui ont été stockées au cours des périodes pluvieuses du quaternaire et peuvent être maintenant exploitées, il reçoit encore de nos jours une alimentation naturelle par les eaux météoriques et présente donc un fonctionnement hydraulique caractérisée par une alimentation, un écoulement et une série d'exutoires. L'épaisseur totale du réservoir dépasse 250 mètres dans les plus grands partis du Sahara Septentrional. Elle atteint 1000 mètres au Nord-Ouest. Le C.I affleure dans la partie Sud et Sud-Ouest par contre il plonge vers le Nord-Est (BABA SY, 2005).

### 2.1.2.-Facteurs climatiques

Le climat joue un rôle déterminant dans la distribution et le développement des êtres vivants (FAURIE *et al.*, 1984 et 2011). Dans la région étudiée, les principaux paramètres climatiques sont la température, les précipitations, le vent et l'humidité relative. Les données utilisées dans cette étude proviennent de la station météorologique d'El Oued (33° 30' N, 06° 47' E, altitude : 63 mètres, orientation : Est), ainsi que du site web [www.tutiempo.com](http://www.tutiempo.com).

#### 2.1.2.1.-Température

La température est le facteur climatique le plus déterminant (DAJOZ, 2006 ; GOUAIDIA, 2008 ; RAMADE, 2008). Selon RAMADE (2012), elle représente un facteur limitant essentiel, car elle régule l'ensemble des processus métaboliques des êtres vivants. Les valeurs moyennes, maximales et minimales de la température depuis l'année 2024 dans la région d'étude sont présentées dans le tableau 1.

**Tableau 1:** Températures mensuelles maximales (M), minimales (m) et moyennes (en °C) de l'année 2024 dans la région du Souf:

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T(°C)												
M (°C)	19,6	21	25,8	27	34,9	40,4	42,8	40,4	34,4	30,8	25	18,4
m (°C)	6,3	9,5	12,1	15,7	21,1	25,8	28,8	27,8	23,8	20,2	13,1	6,1
T. moy	12,95	15,25	18,95	21,35	28	33,1	35,8	34,1	29,1	25,5	19,05	12,25

www.tutiempo.com

- **M (°C)** : la moyenne mensuelle des températures maxima en (°C).
- **m (°C)** : la moyenne mensuelle des températures minima en (°C).
- **T moy.** : la moyenne mensuelle des températures en (°C).

Les températures moyennes du mois le plus chaud de l'année 2024 sont enregistrées en juillet avec 35,8°C. Celles du mois le plus froid de l'année est Décembre avec une température moyenne de 12,25°C.

#### 2.1.2.2.- Pluviométrie

Les précipitations présentent de fortes variations dans leur répartition à la surface, principalement en raison des différences de volume de pluie et de l'importance de l'évapotranspiration (CHEN *et al.*, 2020 ; GUO *et al.*, 2020).

Les données sur les précipitations de la région sont consignées dans le Tableau 02.

**Tableau 2:** Précipitations (en mm) durant l'année 2024 dans région du Souf.

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
P	0	2,03	0,25	31,74	2,28	0	0	0	25,39	12,95	2,29	0,51	77,44

www.tutempo.com

Les mois les plus pluvieux de l'année 2024 dans la région du Souf sont avril avec 31,74 mm, septembre avec 25,39 mm, et octobre avec 12,95 mm. Les autres mois sont presque entièrement secs, avec 0 mm de précipitations en janvier, juin, juillet et août, tandis que les précipitations varient entre 0,25 mm et 2,29 mm en février, mars, mai, novembre et décembre.

### 2.1.2.3.- Vents

Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat (SELTZER, 1946). Selon DAJOZ (1996), il exerce une influence indirecte en modifiant la température et l'humidité. D'après NADJAH (1971), les vents dans la région du Souf sont fréquents et cycliques, avec des directions dominantes qui varient selon les saisons.

En hiver, les vents froids les plus fréquents proviennent de l'ouest, notamment du nord-ouest et du Sud-Ouest. Au printemps et en été, les vents soufflent principalement de l'Est. En automne, ils changent de direction et viennent soit du Nord-Est, soit du Sud-Ouest (SELMANE, 2015).

Le vent d'Est, appelé « Bahri », est dominant pendant les périodes chaudes. Bien qu'il soit apprécié au printemps pour la fraîcheur qu'il apporte, il est redouté le reste de l'année en raison de sa violence et de sa capacité à transporter du sable. Le vent d'Ouest, connu sous le nom de « Gharbi », est un vent froid. Le vent du Sud, appelé « Chihili », est caractérisé par sa chaleur intense, tandis que le vent « Dahraoui », soufflant du Nord-Ouest vers le Sud-Est, est particulièrement présent au printemps (DUBIEF, 1963).

**Tableau 3 :** Moyennes des vitesses mensuelles du vent (en m/s) durant l'année 2024 dans la région du Souf.

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Vitesse (m/s)	9,3	13,1	11,3	16,7	13,1	15,4	12,1	11	9,2	12,7	8,1	9,5

www.tutiempo.com

Le tableau 03 présente les moyennes des vitesses mensuelles du vent (en mètres par seconde) pour l'année 2024 dans la région du Souf.

La vitesse du vent la plus élevée a été enregistrée en avril, atteignant 16,7 m/s, ce qui indique une forte activité éolienne durant ce mois. Les mois de printemps (mars, avril, mai) se distinguent par des vitesses de vent relativement élevées, variant entre 11,3 m/s en mars et 13,1 m/s en mai. En été (juin, juillet, août), la vitesse du vent montre une légère diminution, oscillant entre 15,4 m/s en juin et 11 m/s en août. Novembre enregistre la vitesse du vent la plus faible (8,1 m/s), suggérant une période de calme relatif. Pendant l'automne et l'hiver, la vitesse du vent reste modérée à faible, avec 9,2 m/s en septembre et 9,5 m/s en décembre.

L'été présente des vents modérés, mais ils restent plus forts que ceux de l'automne et de l'hiver.

#### 2.1.2.4.-Humidité relative de l'air

La région du Souf présente une variation marquée de l'humidité relative au cours de l'année. Comme l'indique le tableau 04, les taux d'humidité relative en 2024 révèlent que les mois d'hiver enregistrent les niveaux les plus élevés, atteignant 57,2 %, tandis que l'été affiche les niveaux les plus bas, avec 21,1 %.

**Tableau 04 :** Moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (en %) durant l'année 2024 dans la région du Souf

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
H	48,2	43,5	33	40,8	27,7	25,4	21,1	27,5	48,5	53,1	57,2	55,3

www.tutiempo.com

Le tableau 04 présente les moyennes mensuelles de l'humidité relative dans la région du Souf en 2024. L'hiver et l'automne connaissent les taux les plus élevés, atteignant 57,2 % en novembre. L'été, notamment en juillet, enregistre le taux d'humidité le plus bas à 21,1 %. Le

printemps marque une baisse progressive de l'humidité, passant de 33 % en mars à 27,7 % en mai. En somme, l'humidité est plus élevée en hiver et en automne, et plus faible en été, avec un minimum en juillet.

#### **2.1.2.5.-Synthèse climatologie**

Selon DAJOZ (1985), les différents facteurs climatiques n'agissent pas de manière indépendante, mais interagissent entre eux. Il est donc essentiel d'analyser leur impact combiné sur l'environnement. Pour caractériser le climat de la région étudiée, une analyse climatique synthétique est nécessaire. À cet effet, le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) ainsi que le climagramme pluviothermique d'EMBERGER (1955) sont utilisés.

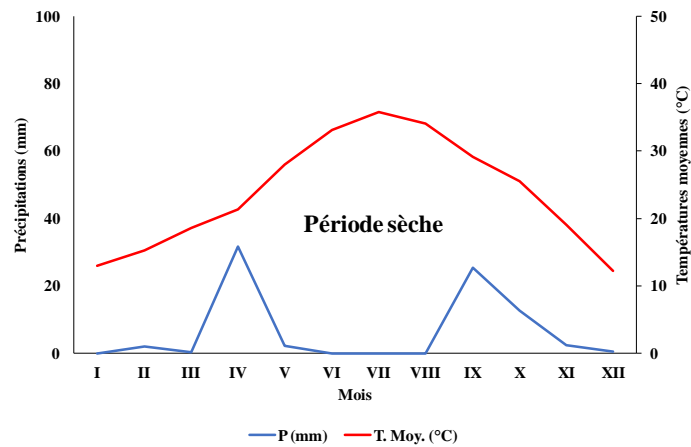
##### **2.1.2.5.1.- Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953)**

Selon BAGNOULS et GAUSSEN (1953), un mois est considéré comme biologiquement sec lorsque la quantité de précipitations est inférieure au double de la température moyenne

mensuelle. Ce diagramme permet d'évaluer les caractéristiques climatiques d'une région en termes de précipitations et de températures, et d'identifier les périodes sèches et humides (DAJOZ, 1985). DAJOZ (1975) définit la sécheresse comme étant lorsque les précipitations mensuelles (P), exprimées en mm, sont inférieures au double de la température moyenne (T), exprimée en °C, soit :

$$P \text{ (mm)} < 2T \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

D'après les données météorologiques sur 30 ans, la région du Souf connaît une sécheresse persistante tout au long de l'année. Ce phénomène est principalement dû à un déficit hydrique causé par un faible taux de précipitations et des températures élevées.



**Figure 2:** Diagrammes Ombrothermique des région d'étude (O.N.M, 2024).

#### 2.1.2.5.2.- Climagramme d'Emberger

Le climagramme d'Emberger est particulièrement adapté aux régions méditerranéennes, car il permet de classer une région dans les différents étages bioclimatiques.

Selon STEWART (1969), le quotient pluviothermique (Q3) est calculé selon la formule suivante :

$$Q3 = 3,43 \times P / (M - m)$$

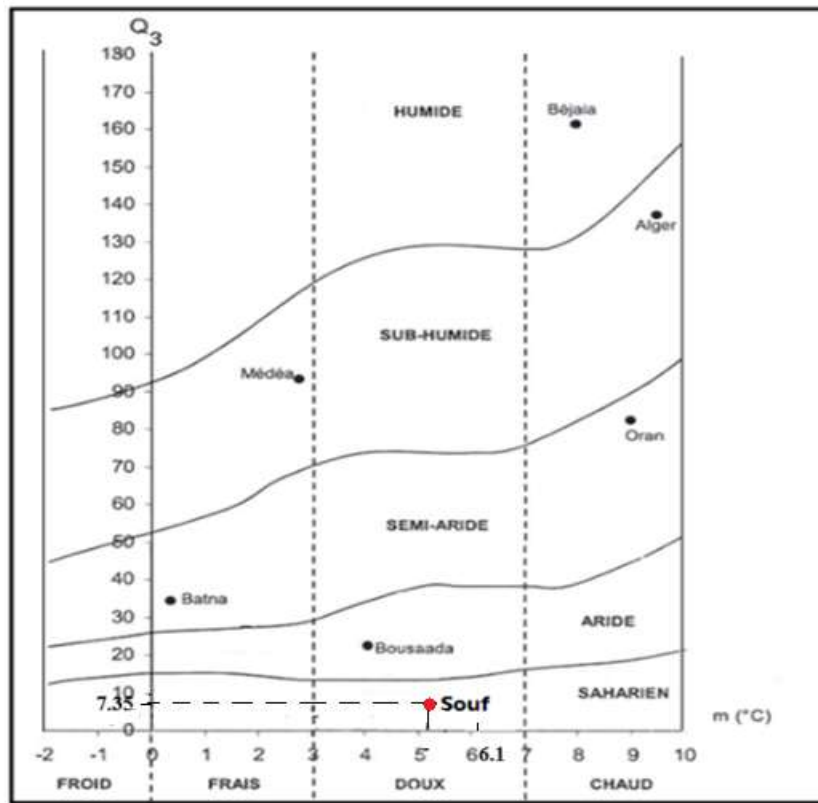
Où, **Q3** : quotient pluviothermique d'Emberger.

**M** : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud de l'année (°C).

**m** : moyenne des températures minimales du mois le plus froid de l'année (°C).

**P** : moyenne des précipitations annuelles en mm.

Dans la région du Souf (2024), où  $M=42,8^{\circ}\text{C}$  et  $m = 6,1^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 77,44$  mm. Le quotient pluviothermique (Q3) s'élève à 7,24 et permet de classer la région dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux.



**Figure 3:** Place de la région d'étude sur le Climagramme d'Emberger

## 2.2.-Facteurs biotiques

Cette partie présente des informations sur la diversité floristique et faunistique de la région du Souf.

### 2.2.1. -Flore de la région du Souf

La région du Souf se caractérise par une couverture végétale ouverte et peu dense, dominée par des plantes herbacées, avec une rareté des arbres et des plantes ligneuses. Cette configuration rend le sol particulièrement vulnérable à l'érosion et au déplacement des sables, contrairement aux régions plus humides où la végétation est plus dense. La diversité végétale y est limitée, avec environ 220 espèces répertoriées sur une superficie de plus de 20 000 km<sup>2</sup>, un chiffre bien inférieur à celui observé dans les régions européennes ou tropicales. Toutefois, ce nombre augmente si l'on prend en compte les espèces cultivées et les plantes adventices introduites par les activités humaines (HALIS, 2024).

**Tableau 5:** liste des espèces végétales recensées dans la région du Souf (HALIS, 2024)

Classe	Ordre	Famille	Espèces	الاسم الشائع
Monocotyledonae	Poales	Poaceae	<i>Phragmites australis sub sp. chrysanthus</i> (Mabille) Soják	بربيطة
Dicotyledonae	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.) M. Bieb.	قرينة
Dicotyledonae	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Traganum nudatum</i> Delile	ضمران
Dicotyledonae	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Sarcocornia perennis sub sp. alpini</i> (Lag.) Castrov.	القطف
Dicotyledonae	Apiales	Apiaceae	<i>Cynanchum acutum</i> L.	شعباطة
Dicotyledonae	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Xylosalsola paletzkiana</i> (Litv.) Akhani & Roalson	صباغ
Dicotyledonae	Asterales	Asteraceae	<i>Sonchus maritimus</i> L.	لسان ورن
Monocotyledonae	Poales	Poaceae	<i>Stipagrostis pungens</i> (Desf.) De Winter	درين
Dicotyledonae	Zygophyllales	Zygophyllaceae	<i>Cornulaca monacantha</i> Delile	حاد
Dicotyledonae	Lamiales	Lamiaceae	<i>Teucrium polium</i> L.	خياطة

Dicotyledonae	Caryophyllales	Tamaricaceae	<i>Tamarix boveana</i> L.	الطرفة
Dicotyledonae	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Suaeda vera</i> Forssk. ex J.F.Gmel	سويدة
Monocotyledonae	Poales	Juncaceae	<i>Juncus ridigus</i> Lam.	سمار
Dicotyledonae	Zygophyllales	Zygophyllaceae	<i>Tetraena alba</i> (L.f.) Beier & Thulin	بوقريبة

**Tableau 6:-** Liste des plantes spontanées et plantes cultivées de la région du Souf citées par NADJAH (1971), VOISIN (2004), KACHOU (2006) et HALIS (2007)

Types des plantes	Famille	Espèces	Noms communs
Cultures maraichères	Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i> (Linné, 1753)	Concombre
		<i>Cucumis melo</i> (Linné, 1753)	Melon
	Amaranthaceae	<i>Beta vulgaris</i> (Linné, 1753)	Betterave
	Liliaceae	<i>Allium cepa</i> (Linné, 1753)	Oignon
		<i>Allium sativum</i> (Linné, 1753)	Ail
	Apiaceae	<i>Daucus carota</i> (Linné, 1753)	Carotte
	Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i> (Linné, 1753)	Pomme de terre
<i>Lycopersicum exulentum</i>		Tomate	
<i>Capsicum annuum</i> (Linné, 1753)		Poivron	
Phoeniculture	Arecaceae	<i>Phoenix dactylifera</i> (Linné, 1753)	Palmier dattier
Arbres fruitiers	Oleaceae	<i>Olea europaea</i> (Linné, 1753)	Olivier
	Ampelidaceae	<i>Vitis vinifera</i> (Linné, 1753)	Vigne
	Rosaceae	<i>Malus domestica</i> (Linné, 1753)	Pommier
		<i>Prunus armeniaca</i> (Linné, 1753)	Abricotier
		<i>Pirus communis</i> (Linné, 1753)	Poirier
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp. (Linné, 1753)	Agrume	
Cultures industrielles	Solanaceae	<i>Nicotiana tabacum</i> (Linné, 1753)	Tabac
	Fabaceae	<i>Arachis hypogaea</i> (Linné, 1753)	Arachide
Cultures fourragères	Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> (Linné, 1753)	Luzerne
	Poaceae	<i>Hordium vulgar</i> (Linné, 1753)	Orge

Plantes spontanées		<i>Avena sativa</i> (Linné, 1753)	Avoine
	Asteraceae	<i>Brocchia cinerea</i> (Sieb)	Sabhete Elibil
		<i>Atractylis serratuloides</i> (Sieb)	Essor
		<i>Ifloga spicata</i> (vahl) C.H.Schults	Bourouis
	Boraginaceae	<i>Arnedia deconbens</i> (Vent)	Hommir
		<i>Echium pycnanthum</i> (Pomel.)	Hmimitse
		<i>Moltkia ciliata</i> (Forsk) Maire	Hilma
	Brassicaceae	<i>Malcolmia egyptaica</i> (Spr.)	Harra
	Caryophyllaceae	<i>Polycarpaea repens</i> (Forssk.) Asch. & Schweinf.	Khninete alouche
	Amaranthaceae	<i>Bassia muricata</i> (Linné, 1753)	Ghbitha
		<i>Cornulaca monacantha</i> (Del.)	Hadhe
		<i>Salsola foetida</i> (Del.)	Gudham
		<i>Traganum nudatum</i> (Del.)	Dhamran
	Cyperaceae	<i>Cyperus conglomeratus</i> (Rottb.)	Sead
	Ephedraceae	<i>Ephedra alata</i> (Dc.)	Alinda
	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia guyoniana</i> (Bios et Reut)	Loubine
	Fabaceae	<i>Astragalus cruciatus</i> (Link.)	Ighifa
		<i>Retama retam</i> (Webb.)	Retam
	Geraniaceae	<i>Erodium glaucophyllum</i> (L'her)	Temire
	Liliaceae	<i>Asphodelus refractus</i> (Boiss)	Tasia
	Plantaginaceae	<i>Plantago albicans</i> (Linné, 1753)	Fagous inim
		<i>Plantago ciliata</i> (Desf)	Alma
	Plumbaginaceae	<i>Limoniastrum guyonianum</i> (Dur)	Zeeta
	Poaceae	<i>Stipagrostis Acutiflora</i> (Trinet)	Saffrar
		<i>Stipagrostis pungens</i> (Desf)	Drinn
		<i>Cutandia Dichotoma</i> (Forsk)	Limas
		<i>Danthonia Forskahlii</i> (Vahl)	Bachna
<i>Schismus barbatus</i> (Linné, 1753)		Khafour	
Polygonaceae	<i>Calligonum polygonoides</i> (subsp. comosum)	Arta	
Zygophyllaceae	<i>Zygophyllum album</i> (Linné, 1753)	Bougriba	

### 2.2.2. -Faune de la région du Souf

L'adaptation animale dans au milieu est toujours moins parfaite que l'adaptation végétale dans le désert (ILLIASSOU, 2004). Cependant, on observe toujours une étonnante diversité d'animaux invertébrés dans le désert : poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères.

Parmi ces invertébrés, on trouve les oligochètes (Oligocheta), les gastéropodes (Gastropoda) et les arthropodes (Arthropoda) (244 espèces réparties en 4 classes, 20 ordres et 109 familles) (AOUIMEUR *et al.*, 2017).

### 2.2.2.1.- Invertébrés de la région de Souf

Quatorze ordres d'invertébrés ont été recensés dans la région de Souf, comprenant 113 espèces (MOSTEFAOUI et KHECHEKHOUCHE, 2008 ; ALIA et FERDJANI, 2008). Les familles les plus diversifiées incluent les Scarabaeidae, représentés par *Ateuchus sacer*, et les Carabidae, illustrés par *Anthia sexmaculata*.

**Tableau 7:** - Liste systématique des espèces d'arthropodes recensées dans la région du Souf

Classe	Ordre	Espèce
Arachnida	Actinotrichida	<i>Oligonychus afrasiaticus</i>
	Aranea	<i>Argiope brunnicki</i>
		<i>Epine zelnee</i>
	Scorpionida	<i>Androctonus amoreuxi</i> (Aud et Sav, 1812 et 1826)
		<i>Androctonus australis</i> (Koch, 1839)
		<i>Buthus occitanus</i> (Amoreax, 1789)
		<i>Leiurus quinquestriatus</i> (H, E 1929)
		<i>Orthochirus innesi</i> (Simon)
Myriapoda	Chilopoda	<i>Geophilus longicornis</i> (Diehl)
		<i>Lithobius ferficatus</i>
Crustacea	Isopoda	<i>Clopoete isopode</i>
		<i>Oniscus asellus</i> (Brandt)
Insecta	Odonata	<i>Anax imperator</i> (Leachs)

		<i>Anax parthenopes</i> (Selys)
		<i>Erythroma viridulum</i> (Charpentier, 1840)
		<i>Ischnura geaellsii</i> (Rembur, 1842)
		<i>Leste viridis</i>
		<i>Sympetrum striolatum</i> (Charpentier, 1840)
		<i>Sympetrum danae</i> (Sulzer, 1776)
		<i>Sympetrum sanuineum</i>
		<i>Urothemis edwardsi</i> (Selys, 1849)
	Orthoptera	<i>Duroniella lucasii</i> (Bolivar, 1881)
		<i>Aiolopus thalassinus</i> (Fabricius, 1781)
		<i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804)
		<i>Anacridium aegyptiatium</i> (Linné)
		<i>Sphingonotus rubescence</i> (Fieber)
		<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i> (Linné, 1758)
		<i>Phanoptera nana</i> (Fieber, 1853)
		<i>Pirgomorpha cognata minima</i> (Uvarov, 1943).
		<i>Thisoicetrus adpersus</i> (Redtenbacher, 1889)
		<i>Thisoicetrus annulosus</i> (Walker, 1913)
		<i>Thisoicetrus haterti</i> (Bolivar, 1913)
		<i>Pezotettix giornai</i> (Rossi, 1794)
		<i>Anacridium aegyptium</i> (Linnee, 1764)
		<i>Acrida turrita</i> (Linnee, 1958)
		<i>Ailopus strepens</i> (Latreille, 1804)
		<i>Ailopus thalassinus</i> (Fabricius, 1781)
		<i>Acrotylus patruelis</i> (Herrich-Scaeffler, 1883)
		<i>Acrotylus longipes</i> (Charpentier, 1845)
		<i>Ochrilidia kraussi</i> (Bolivar, 1913)
		<i>Ochrilidia geniculat</i> (Bolivar, 1913)

		<i>Ochrilidia gracilis</i> (Krauss, 1902)
		<i>Ochrilidia tibialis</i> (Krauss, 1902)
		<i>Ochrilidia harterti</i> (Ibolivar, 1913)
		<i>Truxalis nasuta</i> (Linnee, 1758)
		<i>Concephalus fuscus</i> (Chopard, 1919)
	Dermaptera	<i>Labidura riparia</i> (Pallas, 1773)
		<i>Forficula barroisi</i>
		<i>Forficula auricularia</i> (Linné, 1958)
		<i>Forficula</i> sp (Linné)
	Heteroptera	<i>Lygaeus equestris</i> (Linné, 1958)
		<i>Pentatoma rufipes</i> (Linné)
		<i>Petidia juniperina</i> (Linné)
		<i>Nazara viridula</i>
		<i>Corixa geoffroyi</i> (Leach)
	Coleoptera	<i>Tribolium castenum</i> (Herbest, 1907)
		<i>Tribolium confusum</i> (Duval, 1868)
		<i>Lixus anguinus</i> (Linné)
		<i>Tropinota hirta</i> (Poda)
		<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Linné, 1758)
		<i>Ateuchus sacer</i> (Linné)
<i>Ciccindella hybrida</i> (Linné)		
<i>Ciccindella compestris</i> (Linné)		
<i>Epilachuna Chrysomelina</i> (Fabricius)		
<i>Coccinella septempunctata</i> (Linné)		
<i>Blaps lethifera</i> (Marsk)		
<i>Blaps polychresta</i>		
<i>Blaps superstis</i> (Tioisus)		
<i>Asida</i> sp.		

		<i>Pachychila dissecta</i>
		<i>Anthia sexmaculata</i> (Fairm)
		<i>Anthia venetor</i> Fabricius
		<i>Grophopterus serrator</i> (Forsk)
		<i>Brechynus humeralis</i>
		<i>Cimipsa seperstis</i> (Tioisus)
		<i>Cetonia cuprea</i> (Fabricius, 1775)
		<i>Staphylinus dens</i> (Muller)
		<i>Phyllogathus sillenus</i> (Eschochtz, 1830)
		<i>Apate monachus</i> (Fabricius, 1775)
		<i>Pimilia aculeata</i>
		<i>Pimilia angulata</i>
		<i>Pimilia grandis</i>
		<i>Pimilia interstitialis</i>
		<i>Pimilia latestar</i>
		<i>Prionothea coronata</i>
		<i>Rhizotrogus deserticola</i>
		<i>Sphodrus leucophthalmus</i> (L, 1758)
		<i>Loemosthenus complanatus</i> (Dejaen, 1828)
		<i>Scarites occidetalis</i> (Redel, 1895)
		<i>Scarites eurytus</i> (Fisher)
		<i>Polyathon pectinicornis</i> (Fabricius)
		<i>Plocaederus caroli</i> (Leprieux)
		<i>Hypoeschrus strigosus</i> (Gyll)
		<i>Lerolus mauritanicu</i> (Byg)
		<i>Cybocephalus seminulum</i> (Boudi)
		<i>Cybocephalus globulus</i>
		<i>Pharoscymnus semiglobosus</i> (Karsch)

		<i>Hyppodamia tredecimpunctata</i> (L)
		<i>Hyppodamis tredecimpunctata</i> (L)
		<i>Oterophloeus scuuticollis</i> (Fairm
		<i>Venator fabricius</i> (Linné)
		<i>Compilita olivieri</i> Dejean
		<i>Adonia variegata</i> (Goeze, 1777)
	Hymenoptera	<i>Polistes gallicus</i> (Linnaeus 1767)
		<i>Polistes nimphus</i> (Christ 1791)
		<i>Dasylabris maura</i> (Linné, 1758)
		<i>Pheidola pallidula</i> (Muller, 1848)
		<i>Sphex maxillosus</i> (Linné)
		<i>Eumenes unguiculata</i> (Villiers)
		<i>Mutilla dorsata</i> (Var)
		<i>Comonotus sylvaticus</i> (Ol, 1791)
		<i>Camponotus Herculeanus</i> (Linné, 1758)
		<i>Camponotus liniperda</i> (Latr)
		<i>Cataglyphis cursor</i> (Fonscolombr, 1846)
		<i>Cataglyphis bombycina</i> (Roger, 1859)
		<i>Cataglyphis albicans</i> (Roger, 1859)
		<i>Messor aegyptiacus</i> (Linné, 1767)
		<i>Aphytis mytilaspidis</i> (Baron, 1876)
		<i>Apis mellifeca</i>
	Lepidoptera	<i>Ectomyeloides ceratonia</i> (Zeller)
		<i>Pieris rapae</i> (Linné, 1758)
		<i>Vanessa cardui</i> (Linné, 1758)
		<i>Phodometra sacraria</i>
	Diptera	<i>Musca domestica</i> (Linné, 1758)
<i>Sarcophaga cornaria</i> (Linné)		

		<i>Lucilia caesar</i> (Linné, 1758)
		<i>Culex pipiens</i> (Linné, 1758)
	Nevroptera	<i>Myrmelean</i> sp. (Linné)

### 2.2.2.2.- Poissons et reptiles de la région de Souf

Concernant les poissons, une seule famille a été identifiée, les Poecilidae, avec l'espèce *Gambusia affinis*.

Les reptiles recensés appartiennent à un seul ordre regroupant 6 familles et 17 espèces (LE BERRE, 1989, 1990 ; VOISEN, 2004 ; ALLAL, 2008 ; MOUANE, 2010). Parmi les familles les plus représentatives, on trouve les Agamidae avec *Uromastix acanthinurus* et les Scincidae avec *Scincus scincus*.

**Tableau 8:** - Liste systématique des principales espèces de poissons et de reptiles recensées dans la région du Souf

Classe	Famille	Nom scientifique
Poissons	Poecilidae	<i>Gambusia affinis</i> (BAIRD Et GIRARD, 1820)
Amphibia	Bufonidae	<i>Bufo viridis</i> (LAURENTI, 1758)
	Ranidae	<i>Rana saharica</i> (BOULENGER, 1913)
Reptiles	Agamidae	<i>Agama mutabilis</i> (MERREM, 1820)
		<i>Agama impalearis</i> (BOETTGER, 1874)
		<i>Uromastix acanthinurus</i> (BELL, 1825)
		<i>Stenodactylus stenodactylus</i> (LICHTENSTEIN, 1823)
		<i>Tarentola neglecta</i> (STRAUCH, 1895)
	Lacertidae	<i>Acanthodactylus paradilis</i> (LATASTE, 1881)
		<i>Acanthodactylus scutellatus</i> (LATASTE, 1881)
		<i>Mesalina rubropunctata</i> (LICHTENSTEIN, 1823)
	Scincidae	<i>Mabuia vittata</i> (OLIVIER, 1804)
		<i>Scincopus fascatus</i> (PETERS, 1864)
		<i>Scincus scincus</i> (LINNAEUS, 1758)
		<i>Sphenps sepoides</i> (AUDOUM, 1829)
	Varanidae	<i>Varanus griseus</i> (DAUDIN, 1803)
	Colubridae	<i>Lytorhynchus diadema</i> (DUMERIL, 1854)
	Viperidae	<i>Cerates cerates</i> (LINNAEUS, 1758)

### 2.2.2.3 - Oiseaux

La liste des oiseaux de la région de Souf repose sur plusieurs études, notamment celles citées par ALLAL (2008). Elle comprend 13 familles et 28 espèces. La famille la plus diversifiée est celle des Sylviidae, représentée par *Sylvia nana* et *Sylvia deserticola*.

**Tableau 9:** - Liste systématique des principales espèces d'oiseaux de la région du Souf

Familles	Noms scientifiques	Noms communs
Ardeidae	<i>Egretta garzetta</i> (LINNAEUS, 1766)	Aigrette garzette
Accipitridae	<i>Circus pygargus</i> (LINNAEUS, 1758)	Busard cendré
Falconidae	<i>Falco pelegrinoides</i> (TEMMINCK, 1829)	Faucon de barbarie
	<i>Falco biarmicus</i> (TEMMINCK, 1825)	Faucon lanier
	<i>Falco naumanni</i> (FLEISCHER, 1818)	Faucon crécerellette
Strigidae	<i>Bubo asclaphus</i> (SAVIGNY, 1809)	Grand-duc de désert
	<i>Athene noctua</i> (SCOPOLI, 1769)	Chouette chevêche
Columbidae	<i>Columba livia</i> (GMELIN, 1789)	Pigeon biset
	<i>Streptopelia senegalensis</i> (LINNAEUS, 1766)	Tourterelle maillée
	<i>Streptopelia turtur</i> (LINNAEUS, 1758)	Tourterelle des bois
Rallidae	<i>Gallinula chloropus</i> (LINNAEUS, 1758)	Gallinule poule-d'eau
Sylviidae	<i>Sylvia cantillans</i> (PALLAS, 1764)	Fauvette passerinette
	<i>Sylvia atricapilla</i> (LINNAEUS, 1758)	Fauvette à tête noire
	<i>Sylvia nana</i> (SCOPOLI, 1769)	Fauvette naine
	<i>Sylvia deserticola</i> (TRISTRAM, 1859)	Fauvette du désert
	<i>Achrocephalus schoenobaenus</i> (SYLVIIDAE. 1988)	Phragmite des joncs
	<i>Phylloscopus trochilus</i> (LINNAEUS, 1758)	Pouillot fitis
	<i>Phylloscopus collybita</i> (VIEILLOT, 1817)	Pouillot véloce
	<i>Phylloscopus fuscatus</i> (LINNAEUS, 1758)	Pouillot fitis
Passeridae	<i>Passer simplex</i> (LICHTENSTEIN, 1823)	Moineau blanc
	<i>Passer montanus</i> (LINNAEUS, 1758)	Moineau friquet
	<i>Passer domesticus</i> (LINNAEUS, 1758)	Moineau domestique
Laniidae	<i>Lanius meridionalis</i> (LINNAEUS, 1758)	Pie grièche grise
	<i>Lanius senator</i> (LINNAEUS, 1758)	Pie grièche à tête rousse
Timaliidae	<i>Turdoides fulvus</i> (DESFONTAINES, 1789)	Cratélope fauve
Upupidae	<i>Upupa epops</i> (LINNAEUS, 1758)	Huppe fasciée
Corvidae	<i>Corvus corax</i> (LINNAEUS, 1758)	Grand corbeau
	<i>Corvus ruficollis</i> (LESSON, 1830)	Corbeau brun

#### 2.2.2.4.- Mammifères

Un total de 6 ordres, 7 familles et 20 espèces de mammifères ont été recensés dans la région de Souf (Allal, 2008 ; MOSTEFAOUI et KHECHEKHOUCHE, 2008 ; ALIA et FERDJANI, 2008). Parmi ces ordres, les rongeurs sont les plus représentés, incluant notamment *Gerbillus nanus* et *Rattus rattus*.

**Tableau 10:** - Liste systématique des principaux mammifères de la région du Souf

<b>Ordres</b>	<b>Familles</b>	<b>Espèces</b>	<b>Noms communs</b>
Insectivora	Erinaceidae	<i>Erinaceus aethiopicus</i> (HEMPRICH et EHRENBURG, 1833)	Hérisson du désert
		<i>Erinaceus algirus</i> (DUVERNOY et LEREBoulLET, 1842)	Hérisson d'Algérie
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis blythi</i> (TOMES, 1857)	Chauve souris
Artiodactyla	Bovidae	<i>Gazella dorcas</i> (LINNAEUS, 1758)	Gazelle dorcas
Carnivora	Canidae	<i>Canis aureus</i> (EHRENBURG, 1833)	Chacal commun
		<i>Fennecus zerda</i> (ZIMMERMAN, 1780)	Fennec
		<i>Poecilictis libyca</i> (HEMPRICH et EHRENBURG, 1833)	Zorille du désert
		<i>Felis margarita</i> (LOCHE, 1858)	Chat de sable
Tylopodia	Camellidae	<i>Camelus dromedaries</i> (LINNAEUS, 1758)	Dromadaire
Rodentia	Muridae	<i>Gerbillus campestris</i> (LE VAILLANT, 1972)	Gerbille champêtre
		<i>Gerbillus tarabuli</i> (TOMAS, 1902)	Grand gerbille
		<i>Gerbillus pyramidum</i> (GEOFFROY, 1825)	Grand gerbille d'Egypte
		<i>Gerbillus gerbillus</i> (OLIVIER, 1801)	Petite gerbille
		<i>Gerbillus nanus</i> (BLANFORD, 1875)	Gerbille naine
		<i>Meriones crassus</i> (SUNDEVALL, 1842)	Mérione de désert
		<i>Meriones libycus</i> (LICHTENSTEIN, 1823)	Mérione de Libye
		<i>Rattus rattus</i> (LINNAEUS, 1758)	Rat noir
		<i>Mus musculus</i> (LINNAEUS, 1758)	Souris domestique
	<i>Psammomys obesus</i> (CRETZSCHMAR, 1828)	Psammome obèse	
	Dipodidae	<i>Jaculus jaculus</i> (LINNAEUS, 1758)	Petite gerboise d'Egypte

*Chapitre II:*

*Matériel et Méthodes*

## Chapitre II: Matériel et Méthodes

Ce chapitre vise à comprendre la diversité des espèces végétales dans le lac Chott et l'impact des caractéristiques du sol (humidité du sol, conductivité électrique et la pH) sur leur croissance et leur distribution.

### 1.- Situation géographique et description de la station d'étude : Lac chott

Le lac chott est une dépression dunaire située en milieu urbain, au Nord de la ville d'El Oued, à proximité immédiate de l'université. Il est localisé entre les coordonnées (6°51'28"E à 6°51'48"E) et (33°23'21"N à 33°22'46"N). Il se compose de deux plans d'eau séparés par une route, et couvre une superficie d'environ 150 hectares. Ce lac reçoit en permanence les eaux usées de la ville, ce qui influence son état écologique.

La profondeur de l'eau varie entre 0,5 mètre et 1,5 mètre. Le site abrite une riche diversité aviaire exemplaire dépassant largement 50 espèces, parmi lesquelles les Anatidés (sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris*, fuligule Nyroca *Aythya nyroca*, canard souchet *Spatulacpeata*, canard siffleur *Anas acuta*). Les phoenicopteridés (le flamant rose *Phoenicopus roseus*), les Rallidés (la foulque macroule *Fulica atra* et la gallinule poule-d'eau *Gallinula chloropus*), les limicoles, les gravelots et les chevaliers.

La végétation bordant les deux plans d'eau est principalement composée de plantes halophiles, parmi lesquelles les Zygophyllacées représentées par le *Zygophyllum cornutum*, les Amaranthacées (*Salsola vermiculata* et *Salicornia fruticosa*) et des touffes de *Tamarix gallica* observées principalement sur le plan d'eau Nord, jouant un rôle important dans le maintien de l'avifaune aquatique (SAKER *et al.*, 2022).



**Figure 4:** Localisation lac chott du de la région du Souf

Cercles vertes vides : points d'échantillonnage de la végétation

Le lac présente une variation saisonnière de son niveau d'eau, avec une augmentation en hiver et une baisse en été. Il est également affecté par des zones de pollution causées par les déchets domestiques et les débris de construction jetés par l'être humain.



**Figure 5 :** Vue générale du Lac Chott (photo originale)

## **2.- Inventaire floristique**

L'objectif de cet inventaire est de recenser toutes les espèces végétales présentes dans les zones d'étude, que ce soit près du plan d'eau ou sur ses bordures immédiates. L'identification des espèces est facilitée grâce à la consultation de plusieurs références, notamment (HALIS, 2007 et 2024).

### **2.1.- Richesse floristique**

Il s'agit de la forme la plus élémentaire de la biodiversité, elle correspond au nombre d'espèces présentes dans un milieu donné (RAMADE,2008).

D'après DAGET et POISSONET (1991), cette notion désigne le niveau de diversité de la flore présente sur un site donné, autrement dit, le nombre global de taxons recensés dans la station étudiée. Le nombre des espèces a été évalué d'une façon globale selon l'échelle suivant

-Raréfiée moins de 5 espèces.

-Très pauvre, de 6 à 10 espèces.

-Pauvre de 11 à 20 espèces.

-Moyenne de 21 à 30 espèces

-Assez riche de 31 à 40 espèces.

-Riche de 41 à 50 espèces.

-Très riche de 50 à 75 espèces.

-Exceptionnellement riche plus de 75 espèces.

## **2.2.- Abondance relative (RA)**

L'abondance relative (RA) a été calculé pour chaque famille botanique en rapportant le nombre d'espèces appartenant à la famille considérée au nombre total d'espèces recensées dans l'ensemble de la flore étudiée. Cette valeur est exprimée selon la formule :  $RA (\%) = (\text{Nombre d'espèces d'une famille} / \text{Richesse spécifique totale}) \times 100$ , et permet d'apprécier le poids floristique relatif de chaque famille au sein de la communauté végétale analysée.

## **2.3. - Fréquence d'occurrence**

Afin d'évaluer la représentativité des espèces végétales au sein d'une communauté donnée, Bigot et BODOT (1973) ont proposé une méthode de classement fondée sur la fréquence d'occurrence des espèces dans les relevés floristiques. Cette méthode permet de distinguer quatre catégories écologiques selon le degré de constance des espèces dans l'environnement étudié.

- Les espèces très accidentelles (Vac) sont celles dont la fréquence d'apparition est inférieure à 12,5 %. Leur présence est rare et sporadique ; elles n'ont généralement qu'un faible rôle fonctionnel dans le peuplement végétal, pouvant refléter des introductions récentes, des conditions écologiques marginales ou des événements aléatoires.
- Les espèces accidentelles (Acc), avec une fréquence comprise entre 12,5 % et 24 %, apparaissent de manière irrégulière dans les relevés. Bien qu'un peu plus fréquentes que les précédentes, elles restent secondaires en termes de dominance et peuvent indiquer une transition écologique ou une instabilité dans le milieu.
- Les espèces communes (Cmn), présentes dans 25 % à 49 % des relevés, occupent une place intermédiaire. Leur fréquence modérée témoigne d'une bonne adaptation

écologique, sans pour autant représenter une dominante du peuplement. Ces espèces peuvent être sensibles à des variations microclimatiques ou édaphiques au sein de l'aire d'étude.

- Enfin, les espèces constantes (Cst), rencontrées dans au moins 50 % des relevés, sont considérées comme les éléments floristiques majeurs de la végétation. Leur forte régularité indique une excellente adaptation aux conditions locales et un rôle structurant dans l'écosystème. Ces espèces sont souvent utilisées comme indicateurs écologiques ou bioindicateurs dans les analyses de végétation.

Cette classification en fonction de la fréquence constitue un outil précieux en phytosociologie et en écologie végétale, car elle permet non seulement de caractériser la structure floristique, mais aussi d'identifier les espèces clés et de mieux comprendre la dynamique des communautés végétales face aux pressions environnementales.

#### **2.4. - Recouvrement**

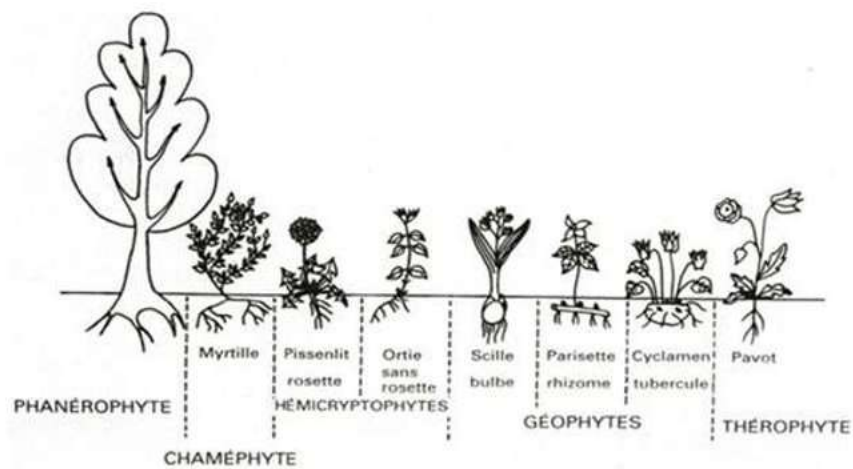
Les mesures de recouvrement sont réalisées pour chaque individu dans la sous-station. Elles consistent à projeter verticalement les organes aériens des plantes sur le sol.

#### **2.5. - Type biologique**

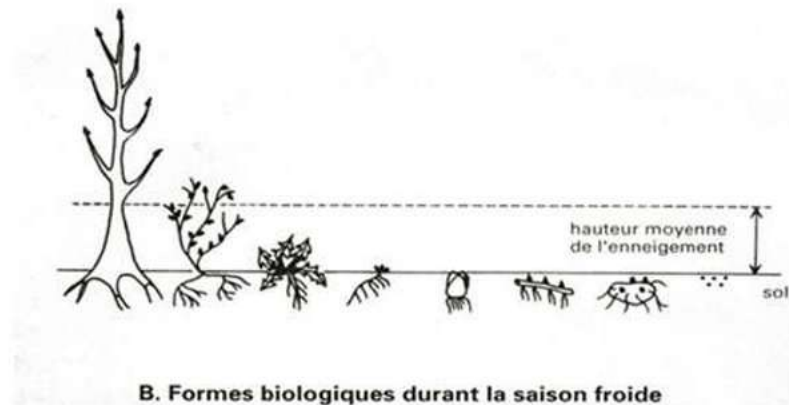
Le type biologique d'une plante désigne la forme adoptée par sa partie végétative en réponse à l'ensemble des processus biologiques subis au cours de sa vie, y compris ceux modulés par les conditions environnementales, sans pour autant relever de l'hérédité (POLUNIN, 1967). Il représente ainsi une stratégie adaptative, à la fois morphologique et fonctionnelle, permettant aux espèces végétales de survivre aux périodes écologiquement défavorables telles que l'hiver ou la sécheresse (DAGET, 1980). Ces types biologiques reflètent directement les contraintes du milieu naturel sur les espèces (LAHONDÈRE, 1997). Le système de classification le plus couramment utilisé est celui proposé par RAUNKIÆR (1904), fondé sur la position des bourgeons dormants durant la mauvaise saison (POLUNIN, 1967).

Ce système distingue notamment les phanérophytes (bourgeons situés à plus de 50 cm du sol), les chaméphytes (bourgeons à moins de 50 cm), les hémicryptophytes (bourgeons au niveau du sol), les géophytes (organes de réserve souterrains comme bulbes, rhizomes ou tubercules) et les thérophytes (plantes annuelles dont seule la graine subsiste en période défavorable) (LACOSTE & SALANON, 2001). La répartition de ces types au sein d'une communauté

végétale constitue un indicateur écologique précieux : la dominance de thérophytes traduit généralement un milieu aride ou instable, tandis que celle des hémicryptophytes suggère un climat tempéré marqué par des saisons distinctes. Dans le cadre de notre étude, la détermination des types biologiques repose principalement sur les critères établis par QUÉZEL et SANTA (1962–1963), enrichis par les contributions plus récentes de ABOURA (2006) et CHENNOU (2014). Cette approche constitue un outil essentiel pour comprendre les stratégies d'adaptation de la flore et évaluer les effets des dynamiques environnementales sur les écosystèmes végétaux.



**A. Formes biologiques dans leur parfait état de développement**



**B. Formes biologiques durant la saison froide**

**Figure 6 :** Types biologiques des espèces végétales selon RAUNKIÆR (LACOSTE et SALANON, 2001)

## **2.6. - Type morphologique (pérennité)**

L'identification du type morphologique des espèces végétales, distinguant les espèces vivaces, annuelles ou bisannuelles, a été réalisée en se référant aux descriptions floristiques et aux données écologiques issues des travaux de QUÉZEL et SANTA (1962–1963), ainsi que des contributions plus récentes de ABOURA (2006), CHENNOU (2014) et HALIS (2024). Cette classification permet de mieux comprendre la stratégie de pérennité des plantes face aux conditions environnementales locales, et constitue un indicateur pertinent de la dynamique végétale dans les milieux étudiés.

## **3. - Etude des espèces halophytes dominantes**

À l'intérieur de chaque parcelle, les espèces végétales ont été identifiées et leur nomenclature adoptée selon la flore d'Algérie (QUÉZEL & SANTA, 1963 ; OZENDA, 1983). Les formes biologiques des espèces recensées ont été déterminées selon la classification de RAUNKIÆR (ELLENBERG & MUELLER-DOMBOIS, 1967). La végétation, représentée uniquement par les espèces halophiles dominantes, a été quantifiée dans des quadrats de 4 m<sup>2</sup> (2 m × 2 m) à chaque point d'échantillonnage du sol à travers les quatre parcelles végétales. Le recouvrement végétal de chaque espèce a été estimé dans chaque sous-parcelle (quadrat) et sa surface rapportée à la surface totale de la sous-parcelle (4 m<sup>2</sup>) pour obtenir le pourcentage de recouvrement (van der MAAREL, 1979).

## **4.-Analyse du sol**

L'analyse du sol constitue une étape essentielle pour comprendre ses caractéristiques physiques et chimiques, en vue d'identifier les espèces végétales adaptées à l'environnement étudié. Dans ce cadre, nous aborderons la connaissance de l'humidité du sol, la conductivité électrique et le pH.

### **4.1.- Prélèvement des échantillons du sol**

Les échantillons de sol ont été prélevés à une profondeur maximale variant entre 35 et 50 cm sur un total de 28 échantillons, la végétation a été échantillonnée dans sept parcelles de 100 mètres de long sur 25 mètres de large (soit 2500 m<sup>2</sup> chacune), situées aux points cardinaux et du lac Chott. Ces parcelles rectangulaires ("transects") étaient orientées du centre vers la périphérie de lac chott.

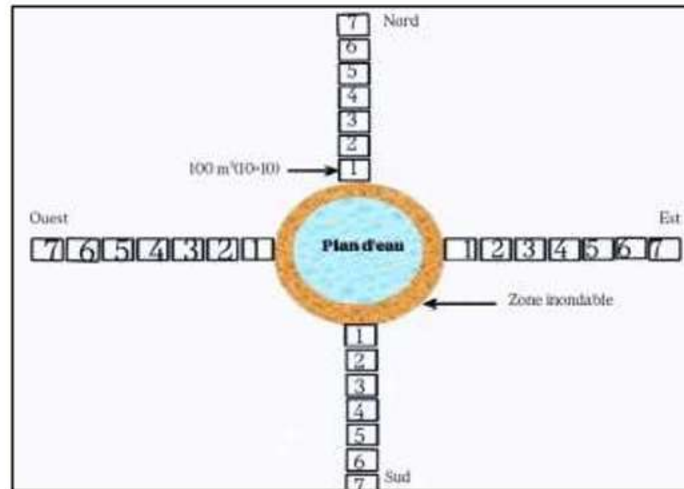


Figure 7: Dispositif de prélèvement des relevés édaphiques.

#### 4.2.1.- Préparation de la solution sol-eau au ratio 1:2,5

#### 4.2.-Matériel et méthodes utilisées au laboratoire

La préparation de la solution sol-eau au rapport 1:2,5 (m/v) consiste à mélanger 1 volume de sol sec avec 2,5 volumes d'eau distillée. Cette méthode normalisée est largement utilisée pour déterminer certains paramètres physico-chimiques du sol, tels que le pH, la conductivité électrique (CE) ou encore la concentration en éléments solubles.

#### 4.2.2.- Matériel nécessaire

Échantillon de sol préalablement séché à l'air et tamisé à 2 mm

Balance de précision

Eau distillée

Agitateur magnétique

Bécher

Chronomètre

#### 4.2.3.- Procédure

Peser précisément 20 g de sol sec et tamisé.

Verser le sol dans un bécher propre.

Ajouter 50 ml d'eau distillée (soit 2,5 fois la masse du sol en volume).

Agiter vigoureusement le mélange pendant 30 minutes à l'aide d'un agitateur magnétique à intervalles réguliers.

Laisser reposer la suspension pendant 1 à 2 heures pour permettre la décantation.

Prélever la phase liquide surnageante pour les analyses de pH, CE.

Le rapport 1/2,5 garantit une bonne représentativité des échanges ioniques sol-eau et est conforme aux normes internationales (ex. ISO, AFNOR).

Le pH et la CE doivent être mesurés immédiatement après agitation ou décantation pour éviter toute altération des résultats.

#### 4.3-Matériel utilisé dans laboratoire



Bécher



pH-mètre conductimètre



éprouvette graduée



spatule de laboratoire



Balance électrique précision



Agitateur



L'eau distillée

**Figure 8:** Matériel utilisé dans laboratoire (photos originales)

#### 4.4-Méthodes utilisées dans laboratoire

##### 4.4.1.- Mesure de l'humidité du sol

Pesée des récipients vides (poids A), puis ajout de 30 g de sol fraîche dans chaque récipient pour chaque échantillon, soit 28 au total (poids B =A+30 g). Séchage des échantillons pendant 48h à l'étuve à l'étuve. Après séchage, pesée le poids du récipient vide + sol sec (poids C).

$$\text{Humidité (\%)} = \frac{(B-C)}{(C-A)} / 100$$

- (B-C) = masse d'eau évaporée.
- (C-A) = masse du sol sec.

#### 4.4.2.- Mesure du pH du sol

Le pH est apprécié par la méthode électrique sur des extraits dont le rapport terre/eau est de 2/5 (MATHIEU et PIELTAIN, 2003). L'échelle de classification utilisée (DURAND, 1983). - 6.5 à 7.5 (Neutre). - 7.5 à 8.5 (peu Alcalin). - Plus de 8.5 (Alcalin).

#### 4.4.3.- Mesure de la conductivité du sol (CE)

La conductivité électrique est mesurée par un conductimètre sur des extraits dont le rapport terre /eau est de 1/2.5 (MATHIEU et PIETLAIN, 2003). L'échelle de classification utilisée DS /cm (DURAND, 1983). - 0 à 0.5 (sol non salé). - 0.5 à 1 (sol légèrement salé). - 1 à 2 (sol salé). - 2 à 4 (sol extrêmement salé).



20g de sol sec.



50ml l'eau distillé .



ajout d'eau distillée au sol.



Pesé

mélange (eau/sol).



Agiter la suspension 30 minutes.



Plonger l'électrode du pH-mètre et conductimètre dans la suspension et lire la valeur.

**Figure9:** Etapes d'analyses physico-chimique du sol : pH et conductivité électrique .

### 5.-Analyses statistiques

Le regroupement hiérarchique ascendant (AHC) a été appliqué pour regrouper les parcelles échantillonnées selon leur richesse spécifique (SR) basée sur l'indice de similarité de Jaccard (CJ).

**La méthode d'agrégation** utilisée était celle de la moyenne des paires non pondérées.

**Le test de corrélation de Pearson** a été utilisé pour démontrer la relation entre les valeurs mesurées de la conductivité électrique du sol (EC) et le pH du sol, en fonction de la distance de chaque échantillon (D) par rapport au bord de la zone nue et l'humidité du sol.

### 6.-Analyse de covariance

La variation de la couverture végétale totale ainsi que celle des principales espèces halophytes a été testée à l'aide d'une analyse de covariance (ANCOVA), en étudiant l'effet de cinq facteurs :

"la conductivité électrique du sol" (EC),

"le pH du sol",

"la distance depuis les bords de Lac Chott" (D), et "l'orientation" de la parcelle," humidité du sol ".

**7.-Indice de similarité de Jaccard (CJ)**

L'indice de similarité de Jaccard (CJ) a été utilisé pour comparer la richesse spécifique entre les parcelles deux à deux. Données deux parcelles A et B, l'indice CJ a été calculé comme suit :  $CJ = c / (a + b - c)$

Où a est le nombre total d'espèces présentes dans la parcelle A, b est le nombre total d'espèces présentes dans la parcelle B, c est le nombre d'espèces communes aux deux parcelles A et B (MUAGURRAN, 2004).

Chapitre III :

Résultats et discussions

## Chapitre III : Résultats et discussions

## 1.-Richesse floristique et Occurrence

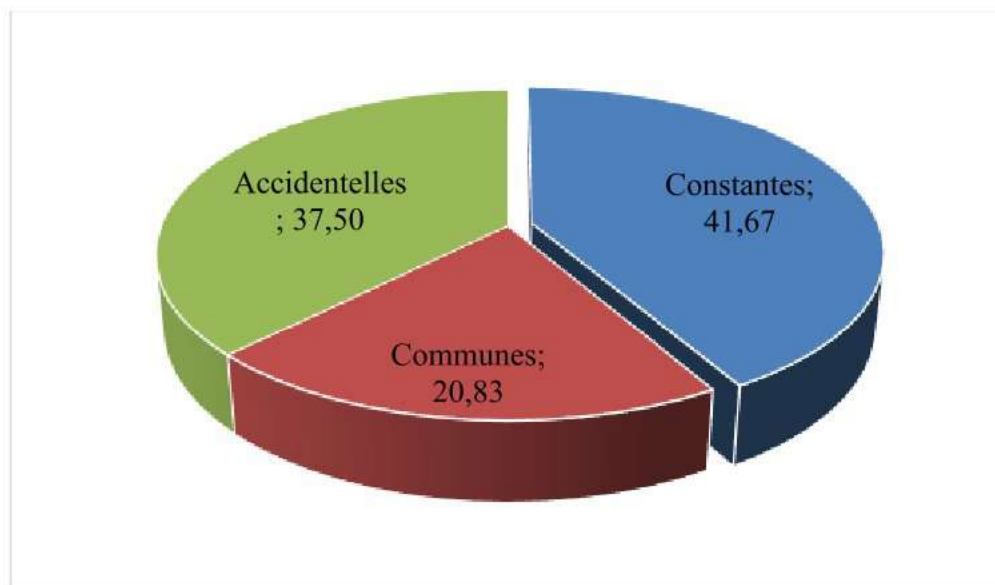
**Tableau11:** Répartition systématique et fréquence des espèces végétales inventoriées dans la région de lac Chott .

Familles	Espèces	Sud	Sud Ouest	Ouest	Nord Ouest	Nord	Nord Est	Est	Sud Est	Pi	Occ	Classes d'Occurrence
Areaceae	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	1	1	1	1			1	1	6	75	Constantes
Juncaceae	<i>Juncus ridigus</i> Lam.	1	1	1	1	1		1		6	75	Constantes
Poaceae	<i>Phragmites australis</i> subsp. <i>chrysanthus</i> (Mabille) Soják	1	1	1	1	1	1	1	1	8	100	Constantes
Poaceae	<i>Centropodia fragilis</i> (Guinet & Sauvage) Cope							1		1	12,5	Accidentelles
Poaceae	<i>Stipagrostis pungens</i> (Desf.) De Winter						1	1		2	25	Communes
Poaceae	<i>Polypogon monspeliensis</i> (L.) Desf					1				1	12,5	Accidentelles
Zygophyllaceae	<i>Tetraena alba</i> (L.f.) Beier & Thulin	1	1	1	1	1	1	1	1	8	100	Constantes
Fabaceae	<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.	1								1	12,5	Accidentelles
Malvaceae	<i>Malva parviflora</i> L.	1								1	12,5	Accidentelles
Tamaricaceae	<i>Tamarix boveana</i> L.	1	1	1	1	1	1	1	1	8	100	Constantes
Amaranthaceae	<i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.) M. Bieb.		1	1	1			1		4	50	Constantes
Amaranthaceae	<i>Traganum nudatum</i> Delile							1		1	12,5	Accidentelles
Amaranthaceae	<i>Xylosalsola paletziana</i> (Litv.) Akhani & Roalson			1			1	1		3	37,5	Communes
Amaranthaceae	<i>Cornulaca monacantha</i> Delile			1			1	1		3	37,5	Communes
Amaranthaceae	<i>Suaeda vera</i> Forssk. ex J.F.Gmel	1	1	1	1			1	1	6	75	Constantes
Amaranthaceae	<i>Bassia indica</i> (Wight) A.J.Scott			1		1	1	1		4	50	Constantes

Amaranthaceae	<i>Amaranthus viridis</i> L.	1							1	12,5	Accidentelles
Lamiaceae	<i>Teucrium polium</i> L.						1		1	12,5	Accidentelles
Asteraceae	<i>Sonchus maritimus</i> L.	1	1		1	1	1	1	6	75	Constantes
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1							1	12,5	Accidentelles
Asteraceae	<i>Helianthus annuus</i> L., 1753	1						1	2	25	Communes
Apocynaceae	<i>Cynanchum acutum</i> L.		1		1	1		1	4	50	Constantes
Caryophyllaceae	<i>Spergularia diandra</i> (Guss.) Heldr.	1							1	12,5	Accidentelles
Cistaceae	<i>Helianthemum lippii</i> (L.) Dum. Cours.			1				1	2	25	Communes

**Tableau12** : Répartition des espèces végétales selon les classes de fréquence et leur pourcentages dans la région de lac Chott.

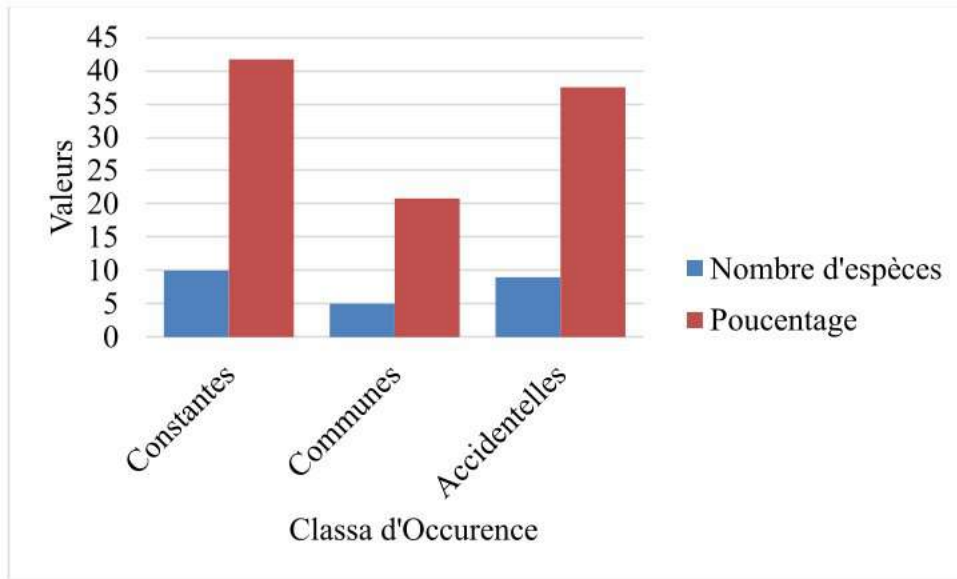
Classes d'Occurrence	Nombre d'espèces	Pourcentage
<b>Constantes</b>	10	41,67
<b>Communes</b>	5	20,83
<b>Accidentelles</b>	9	37,50
<b>Total</b>	24	100,00



**Figure10** : Représentation relative des classes de fréquence chez les espèces végétales.

Cette étude floristique menée dans le lac Chott de la région de Souf, caractérisée par des conditions environnementales difficiles incluant une salinité élevée, la sécheresse et des températures élevées, a permis de recenser 24 espèces végétales réparties en 13 familles. Bien que la richesse floristique soit relativement faible dans cette zone, ce phénomène reste naturel et caractéristique des régions arides où les températures élevées et la forte salinité limitent la croissance et la diversité végétale (OZENDA, 1983). Ces résultats concordent avec ceux de (CHENCHOUNI, 2012) dans le lac Ayata 13 espèces réparties en 8 familles botanique et de KOULL et CHAHMA (2013), 17 espèces réparties en 10 familles, soulignant ainsi la pauvreté floristique de ces écosystèmes. En revanche, les zones humides des Hauts Plateaux, comme l'ont montré Neffar *et al.* (2013) dans la sebkha Djendli au Nord-Est de l'Algérie, présentent une plus grande diversité végétale (51 espèces/21 familles). Cette différence s'explique par la variabilité des conditions environnementales, les habitats plus diversifiés des Hauts Plateaux et les influences anthropiques. Ces observations confirment les conclusions de (KHAZNADAR *et al.*, 2009 ; HALIS, 2012) qui ont établi un lien entre la richesse végétale des zones humides arides et leur localisation géographique, leurs caractéristiques hydrologiques et pédologiques.

En termes d'occurrence, les espèces végétales ont été classées en trois groupes distincts afin de comprendre leur distribution. Le premier groupe comprend les espèces constantes, présentes dans la majorité des stations (points cardinaux et inter-cardinaux), représentant plus de 40 % des espèces enregistrées, telles que *Phragmites australis*, *Tamarix boveana* et *Tetraena alba*. Leur importance réside dans leur résistance à la salinité et leur adaptation aux conditions pédoclimatiques locales difficiles, le deuxième groupe est celui des espèces communes, observées dans deux ou trois stations, constituant une proportion réduite (environ 21% des espèces). Leur occurrence limitée reflète leur dépendance à des conditions écologiques spécifiques, restreignant leur propagation aux milieux favorables, et le dernier groupe est les espèces accidentelles, détectées dans une seule station chacune, représentent une proportion plus élevée (38 %) que les espèces communes. Leur présence indique des variations environnementales transitoires et contribue à l'enrichissement de la diversité écologique locale.

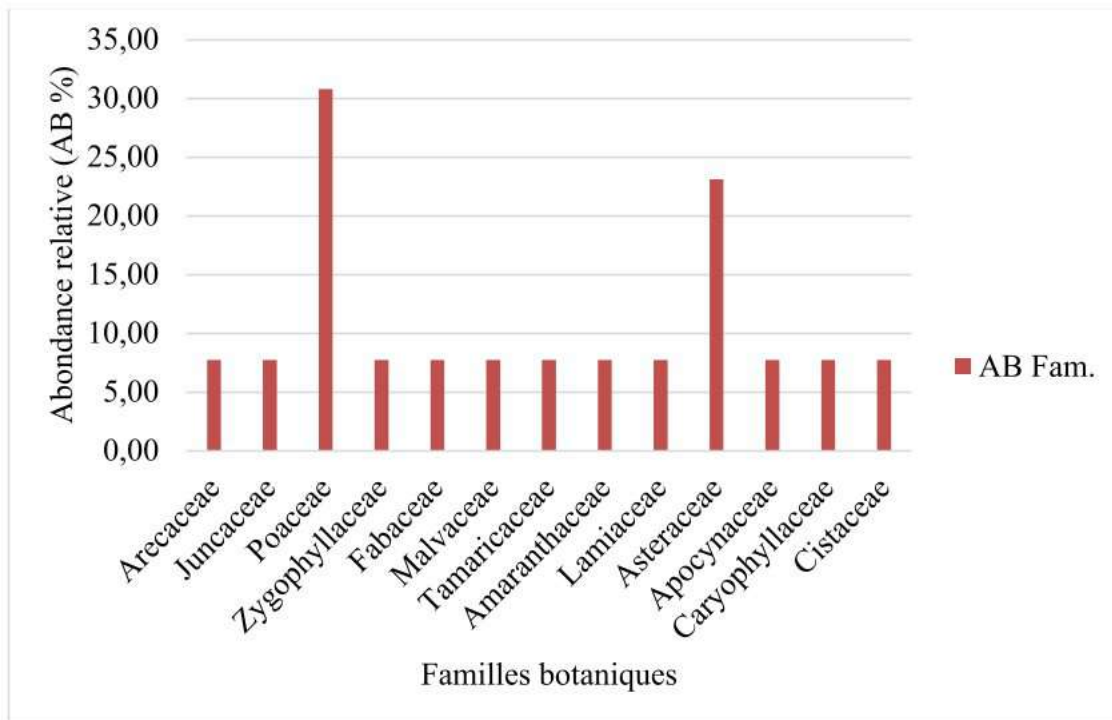


**Figure 11:** comparaison des effectifs et des pourcentage des classes d'occurrence .

## 2.-Abondance relative des familles botaniques

**Tableau 13:** Répartition des espèces végétales par famille et étude de leur abondance relative dans lac Chott.

Familles	Nombre des espèces	AB Familles
Arecaceae	1	7,69
Juncaceae	1	7,69
Poaceae	4	30,77
Zygophyllaceae	1	7,69
Fabaceae	1	7,69
Malvaceae	1	7,69
Tamaricaceae	1	7,69
Amaranthaceae	1	7,69
Lamiaceae	1	7,69
Asteraceae	3	23,08
Apocynaceae	1	7,69
Caryophyllaceae	1	7,69
Cistaceae	1	7,69
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>100,00</b>



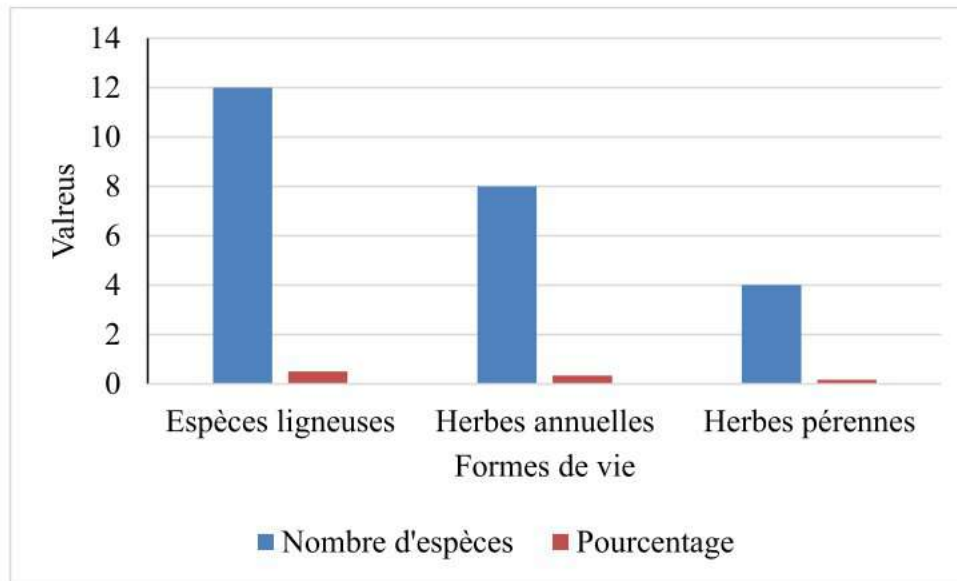
**Figure12:** Diversité et abondance relative des familles botaniques au lac Chott.

Une diversité végétale répartie sur 13 familles botaniques a été enregistrée, et les familles dominantes dans le lac Chott ont été identifiées par analyse de l'abondance relative. Il est apparu que la famille des Poaceae, représentant 33,77 % du total des espèces recensées, était la plus dominante, comprenant 4 espèces. Cette dominance s'explique par l'adaptation écologique caractéristique des graminées, capables de fleurir dans des environnements arides, salins et même sableux. Vient ensuite la famille des Asteraceae avec une proportion de 23,08 %, comprenant 3 espèces. Ces plantes se développent dans les zones steppiques et intermédiaires, possédant des mécanismes d'adaptation face au manque d'eau ou à des difficultés d'absorption dues à la salinité et à la sécheresse, notamment grâce à la morphologie de leurs feuilles et leur capacité à accomplir rapidement leur cycle de vie. Ces résultats concordent avec les études antérieures mettant en évidence la dominance des plantes halophytes et des graminées dans ce type de milieux (CHENECHOUNI, 2012 ; BENBADJI *et al*, 2010). par ailleurs, une étude sur le lac Ayata a révélé une dominance marquée de la famille des Chénopodiacée, comprenant 6 espèces végétales, connues pour leur capacité d'adaptation à la salinité et à la sécheresse. Et les autres familles présentes dans le lac Chott, comme les Tamaricaceae et Fabaceae, Amaranthaceae et d'autres, chacune n'est représentée que par une seule espèce. Bien que leur nombre soit limité, leur présence indique une diversité spécifique notable et met en évidence la complexité écologique de la région.

**Tableau14:** Quelques traits biologiques des espèces végétales

<b>Espèce</b>	<b>Type morphologique</b>	<b>Forme biologique (Raunkiaer)</b>
<i>Phoenix dactylifera L.</i>	Espèce ligneuse	Phanérophyte
<i>Juncus rigidus Lam.</i>	Herbe pérenne	Hélophyte
<i>Phragmites australis subsp. chrysanthus</i>	Herbe pérenne	Géophyte
<i>Centropodia fragilis</i>	Herbe annuel	Thérophyte
<i>Stipagrostis pungens</i>	Herbe pérenne	Chaméphyte
<i>Polypogon monspeliensis</i>	Herbe annuel	Thérophyte
<i>Tetraena alba</i>	Espèce ligneuse	Chaméphyte
<i>Melilotus indicus</i>	Herbe annuel	Thérophyte
<i>Malva parviflora L.</i>	Herbe annuel	Thérophyte
<i>Tamarix boveana L.</i>	Espèce ligneuse	Phanérophytes
<i>Halocnemum strobilaceum</i>	Espèce ligneuse	Chaméphyte
<i>Traganum nudatum</i>	Espèce ligneuse	Chaméphyte
<i>Xylosalsola paletziana</i>	Espèce ligneuse	Chaméphyte
<i>Cornulaca monacantha</i>	Espèce ligneuse	Chaméphyte
<i>Suaeda vera</i>	Herbe pérenne	Chaméphyte
<i>Bassia indica</i>	Herbe annuel	Thérophyte
<i>Amaranthus viridis L.</i>	Herbe annuel	Thérophyte
<i>Teucrium polium L.</i>	Espèce ligneuse	Chaméphyte
<i>Sonchus maritimus L.</i>	Herbe pérenne	Hémicryptophyte
<i>Sonchus oleraceus L.</i>	Herbe annuel	Thérophyte
<i>Helianthus annuus L.</i>	Herbe annuel	Thérophyte
<i>Cynanchum acutum L.</i>	Herbe pérenne	Géophyte
<i>Spergularia diandra</i>	Herbe annuel	Thérophyte
<i>Helianthemum lippii</i>	Espèce ligneuse	Chaméphyte

### 3.-Types morphologiques

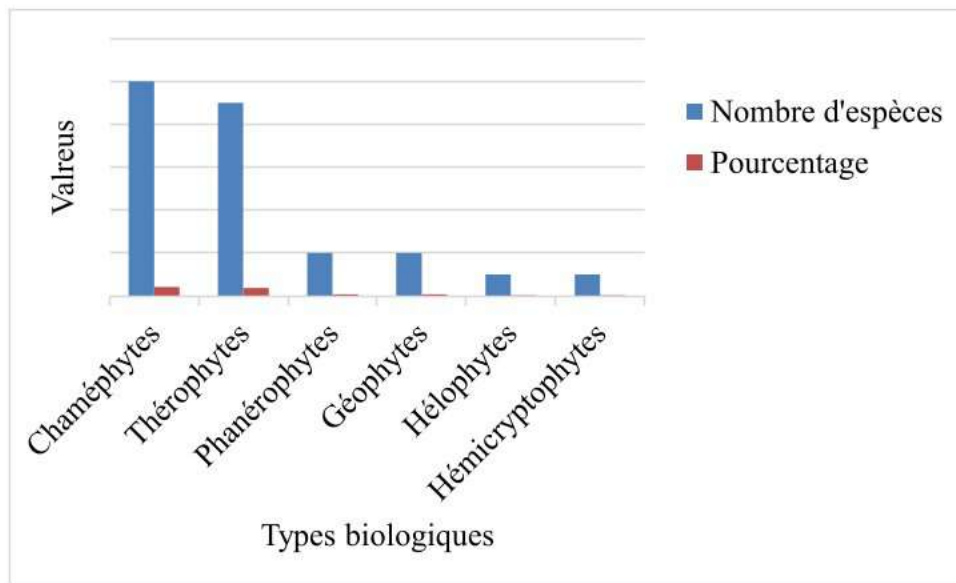


**Figure13:** Distribution des types morphologique des espèces végétales dans lac Chott.

L'étude a montré que la plupart des espèces végétales enregistrées appartiennent aux formes ligneuses et arbustives. Elles se caractérisent par une grande capacité d'adaptation aux conditions environnementales difficiles comme la forte salinité, et possèdent une aptitude à résister et à stabiliser les sols, viennent ensuite les plantes herbacées annuelles, qui se distinguent par un cycle de vie court permettant une croissance rapide. Puis les plantes vivaces.

Cette répartition diffère partiellement de celle observée dans le lac Ayata, où les plantes naines et arbustives dominaient (53,8%), suivies des espèces annuelles (23,1%). Cette différence pourrait s'expliquer par les caractéristiques écologiques propres à chaque site.

#### 4.-Types biologiques



**Figure14** : Profil biologique du couvert végétal

Les types biologiques chaméphytes et thérophytes sont les plus abondants dans la végétation du lac Chott. Les chaméphytes sont des espèces dotées d'une forte capacité à résister à la sécheresse et aux températures élevées. Elles se développent dans des environnements humides et salins au climat hyperaride (BOULOS, 1991), ce qui les rend particulièrement adaptées aux milieux désertiques, comme en témoigne la famille des Amaranthaceae. Quant aux thérophytes, ce sont des plantes à reproduction rapide, représentées principalement par les Poaceae et les Asteraceae, les deux familles dominantes du lac Chott. Les autres familles Phanérophytes et géophyte, hélophyte, hémicryptophyte y sont relativement rares, ce qui indique que la végétation du lac Chott est majoritairement composée d'espèces adaptées aux variations environnementales.

Concernant le lac Sif Lemnadi, les résultats montrent également une prédominance des chaméphytes avec 4 espèces, suivies des géophytes (3 espèces). Enfin, les hélophytes, les Phanérophytes et les hémicryptophyte sont représentées par deux espèces chacune.

#### 5.-Indice de similarité de Jaccard

**Tableau15** : Indice de similarité de Jaccard entre les différentes expositions.

Direction	Sud	Sud-ouest	Ouest	Nord-Ouest	Nord	Nord-Est	Est	Sud-Est
Sud		0,33	0,33	0,38	0,25	0,22	0,5	0,5

<b>Sud-Ouest</b>	5		0,5	0,5	0,33	0,29	0,5	0,25
<b>Ouest</b>	5	4		0,5	0,33	0,4	0,6	0,25
<b>Nord-Ouest</b>	5	4	5		0,5	0,33	0,5	0,25
<b>Nord</b>	3	3	4	4		0,4	0,4	0,14
<b>Nord-Est</b>	2	2	4	3	3		0,5	0,12
<b>Est</b>	6	4	6	5	4	4		0,33
<b>Sud-Est</b>	4	2	2	2	1	1	3	

L'indice de similarité de Jaccard met en évidence la similarité qualitative autour du lac Chott au niveau de huit stations distinctes (Nord, Nord-Est, Nord-Ouest, Sud, Sud-Est, Sud-Ouest, Ouest, Est). Les résultats issus du tableau indiquent des degrés de similarité élevés entre :

- Est et Ouest (0,6)

- Est et Nord-Est (0,5)

- Sud-Ouest et Ouest (0,5)

Ces valeurs reflètent une forte similarité dans la composition végétale entre ces zones.

À l'inverse, les degrés de similarité les plus bas sont observés entre :

- Sud-Est et Nord-Est (0,12)

- Sud-Est et Nord (0,14)

- Sud-Est et Nord-Ouest (0,25)

Ces résultats démontrent que la station Sud-Est présente des similarités faibles avec les autres directions, confirmant ainsi sa singularité écologique et floristique.

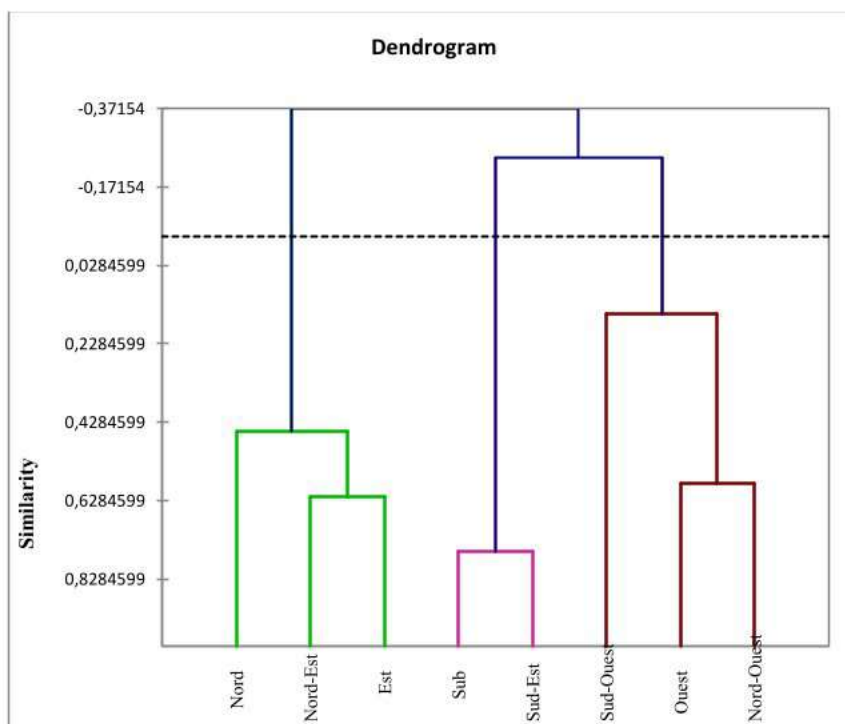
#### **6.- Dendrogramme de classification hiérarchique ascendante (CHA):**

Ce diagramme met en évidence la similarité de la végétation entre les différentes stations en fonction de leur localisation géographique, ainsi que l'impact des facteurs environnementaux comme l'humidité et la salinité sur la formation du couvert végétal autour du lac Chott. L'analyse des données a permis de distinguer trois groupes principaux.

Le premier groupe, comprenant les stations du Nord, de l'Est et du Nord-Est, se caractérise par une similarité très élevée dans la composition végétale et des conditions environnementales

comparables. Le deuxième groupe, constitué des stations du Sud et du Sud-Est, présente une similarité marquée tant au niveau des espèces végétales que des conditions environnementales, suggérant un milieu contraignant qui favorise le développement d'espèces végétales spécialisées dotées d'une grande capacité d'adaptation.

Enfin, le dernier groupe, représenté par les stations de l'Ouest, du Sud-Ouest et du Nord-Ouest, forme une zone de transition entre les régions Nord et Sud. Cette zone se distingue par une similarité végétale modérée, reflétant des conditions environnementales intermédiaires qui permettent le développement d'une diversité végétale moins spécialisée.



**Figure15:** Dendrogramme de classification hiérarchique ascendante (CHA) illustrant la similarité en richesse spécifique (coefficient de Jaccard) entre les plantes recensées dans huit stations autour du lac Chott (règle de liaison : moyenne non pondérée des paires de groupes).

### 7.- Analyse factorielle des correspondances (AFC):

Afin de comparer entre les différentes espèces végétales présentes dans le lac Chott dans les huit sous stations d'étude, nous avons eu recours à l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.). Le nombre d'espèces observées à l'alentour du lac est de 24 le nombre de variables est égal à huit correspondants aux points cardinaux et inter-cardinaux. La contribution des espèces à l'inertie totale est de 44,09 % pour l'axe 1 et de 15,49 % pour l'axe 2. Si nous prenons en considération les deux axes 1 et 2, la somme de leurs contributions est égale à 60%. Le plan

formé par les axes 1 et 2 renferme le maximum des informations. Par conséquent il suffit. Les autres facteurs (F3 et F4) n'apportent qu'une faible contribution (inférieure à 5 % chacun) et peuvent être négligés. Le tableau des observations des variables est exprimé en présence-absence des différentes espèces consommées et qui sont mentionnées au niveau du tableau 16 .

La contribution des sous-stations à la construction des deux premiers axes factoriels est inégale. Pour l'axe 1 (Fig. 16), ce sont principalement les sous-stations Sud-Ouest et Nord-Ouest qui se démarquent, avec des contributions très élevées avoisinant les 92 %, indiquant une forte structuration spatiale dans ces directions. Elles sont suivies par Sud-est, Ouest et Est avec des contributions modérées. En revanche, Sud et Nord-Est jouent un rôle marginal dans la structuration de cet axe.

En ce qui concerne l'axe 2 (Fig. 16), la contribution la plus marquée revient à la sous-station Sud (66,4 %), suivie de l'Est (53,2 %). Les autres sous-stations, telles que Nord-est, Ouest ou Sud-Est, n'expriment qu'une faible contribution, et Nord est quasiment absente de la construction de cet axe. Cette répartition met en évidence une structuration spatiale contrastée entre les axes, suggérant des gradients écologiques ou microclimatiques distincts selon les orientations.

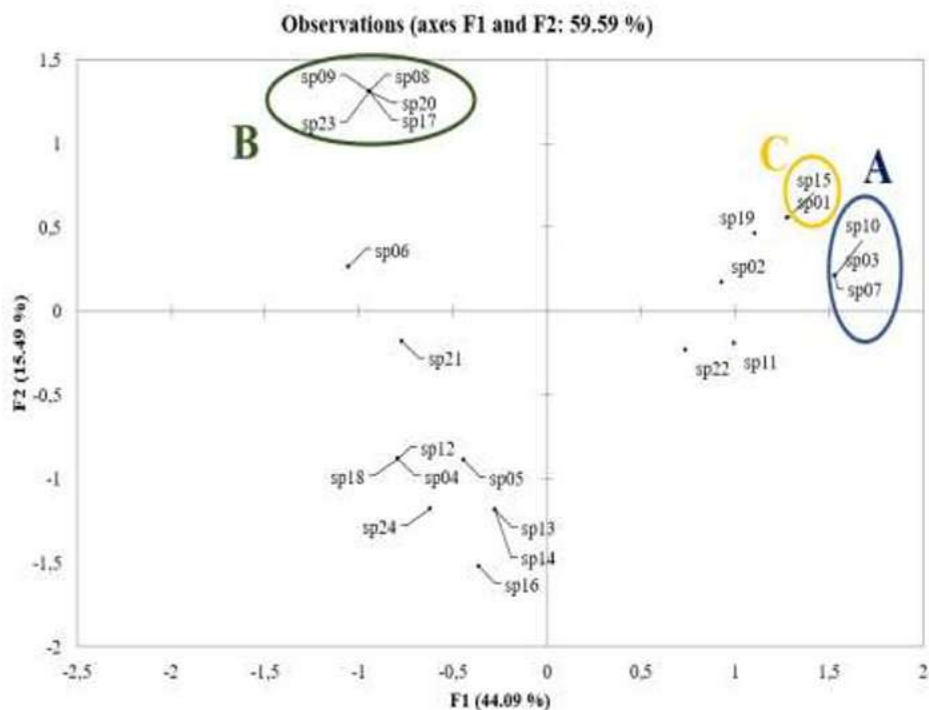
Quant aux contributions spécifiques des espèces végétales à la structuration des deux premiers axes factoriels, elles révèlent une différenciation écologique marquée. Le premier axe (F1) est essentiellement construit par les espèces *Phoenix dactylifera*, *Juncus ridigus*, *Phragmites australis*, *Tetraena alba*, *Tamarix boveana*, *Halocnemum strobilaceum*, *Suaeda vera*, *Sonchus maritimus* et *Cynanchum acutum*, qui affichent des valeurs positives élevées, traduisant une affinité avec les expositions Sud-Ouest, Nord-Ouest et Sud-Est fortement corrélées avec F1. Ces espèces semblent donc associées à des conditions environnementales homogènes de type xérique ou halophile.

En revanche, le deuxième axe (F2) est fortement influencé par les espèces *Melilotus indicus*, *Malva parviflora*, *Amaranthus viridis*, *Sonchus oleraceus*, *Spergularia diandra* avec des valeurs très positives, et *Centropodia fragilis*, *Stipagrostis pungens*, *Traganum nudatum*, *Xylosalsola paletziana*, *Cornulaca monacantha*, *Bassia indica* et *Helianthemum lippii* avec des valeurs très négatives. Ces espèces traduisent une opposition nette le long de l'axe F2, possiblement en lien avec des gradients de pH ou des différences d'humidité ou de salinité selon

les sous stations. Ainsi, la contribution des espèces permet de différencier deux grandes catégories écologiques :

- **Groupe 1 (axe F1)** : espèces généralistes ou xérophiles, liées aux orientations du sud et de l'ouest.
- **Groupe 2 (axe F2)** : espèces spécialisées, différenciées selon des facteurs microbiotiques.

Pour ce qui est de la répartition spatiale des espèces dans les quatre quadrants, il est à remarquer la formation de groupements qui sont désignés par A, B et C (Fig. 16). Le groupement A englobe les espèces omniprésentes dans tous les points de prélèvement végétal. Parmi ces espèces *Phragmites australis*, *Tetraena alba* et *Tamarix boveana*. Le groupement B (Fig. 16) renferme les espèces qui se trouvent dans la sous station sud telle que *Malva parviflora* et *Spergularia diandra*. Le nuage de points C renferme les espèces qui se trouvent dans toutes les sous stations à l'exception du Nord et Nord-Est. Parmi ces espèces : *Phoenix dactylifera* et *Suaeda vera*.



**Figure 16:** Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) pour la classification des espèces végétales selon leurs caractères floraux.

**Tableau16:** Liste des espèces végétales identifiées dans les huit sous station de lac Chott utilisées en A.F.C.

Espèces	Espèces	Sud	Sud Oue	Oue	Nord Oue	Nord	Nord Est	Est	Sud Est
<i>Phoenix dactylifera</i> L.	sp01	1	1	1	1	0	0	1	1
<i>Juncus ridigus</i> Lam.	sp02	1	1	1	1	1	0	1	0
<i>Phragmites australis</i> sub sp. chrysanthus (Mabille) Soják	sp03	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Centropodia fragilis</i> (Guinet & Sauvage) Cope	sp04	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Stipagrostis pungens</i> (Desf.) De Winter	sp05	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Polypogon monspeliensis</i> (L.) Desf	sp06	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Tetraena alba</i> (L.f.) Beier & Thulin	sp07	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.	sp08	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Malva parviflora</i> L.	sp09	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tamarix boveana</i> L.	sp10	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.) M. Bieb.	sp11	0	1	1	1	0	0	1	0
<i>Traganum nudatum</i> Delile	sp12	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Xylosalsola paletziana</i> (Litv.) Akhani & Roalson	sp13	0	0	1	0	0	1	1	0
<i>Cornulaca monacantha</i> Delile	sp14	0	0	1	0	0	1	1	0

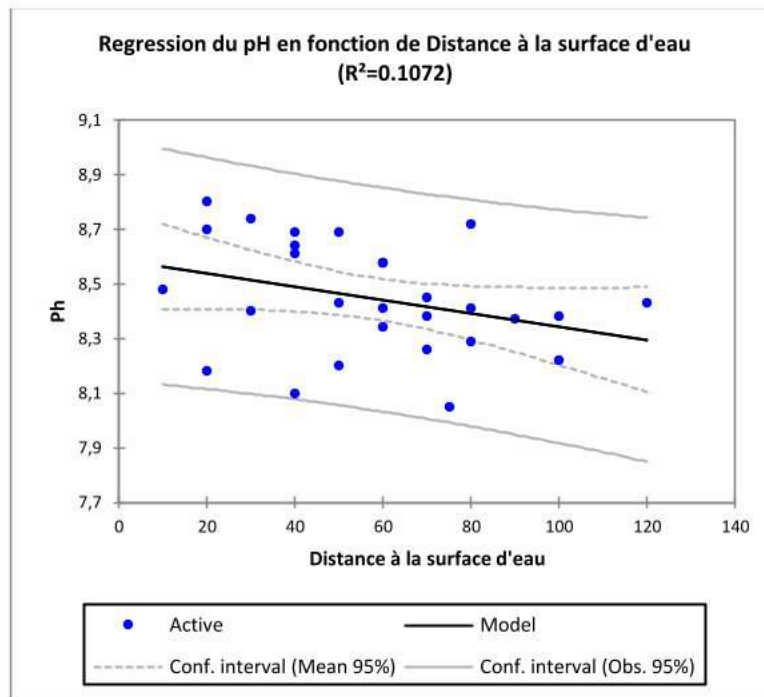
<i>Suaeda vera</i> Forssk. ex J.F.Gmel	sp15	1	1	1	1	0	0	1	1
<i>Bassia indica</i> (Wight) A.J.Scott	sp16	0	0	1	0	1	1	1	0
<i>Amaranthus viridis</i> L.	sp17	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Teucrium polium</i> L.	sp18	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Sonchus maritimus</i> L.	sp19	1	1	0	1	1	1	1	0
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	sp20	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Helianthus annuus</i> L., 1753	sp21	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Cynanchum acutum</i> L.	sp22	0	1	0	1	1	0	1	0
<i>Spergularia diandra</i> (Guss.) Heldr.	sp23	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Helianthemum lippii</i> (L.) Dum. Cours.	sp24	0	0	1	0	0	0	1	0

1 : espèce présente ; 0 : espèce absente

### 8.-Le pH:

L'analyse des valeurs de pH du sol au moyen d'un pH-mètre a révélé que les pH les plus élevés sont enregistrés à proximité immédiate du lac Chott, avec une légère diminution progressive en s'éloignant. Cette variation suit la même tendance que celle observée pour la conductivité électrique.

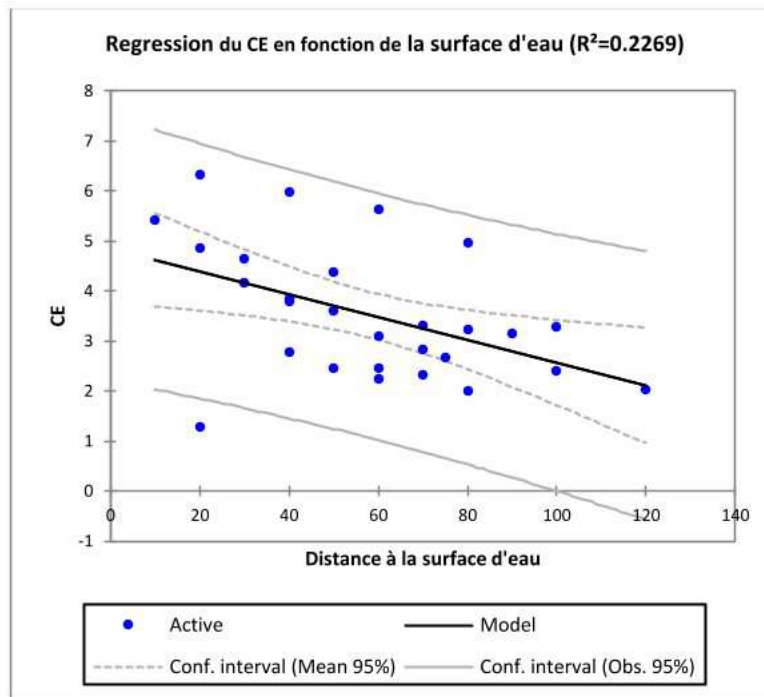
Les résultats des études antérieures menées sur le Chott Djendli (CHENCHOUNI, 2007) montrent que dans ces sols salés à complexe sodique, les valeurs spatiales de pH présentent une corrélation positive avec la conductivité électrique (coefficient de détermination  $R^2=0,68$ ). Autrement dit, plus on se rapproche du lac, plus les valeurs sont élevées.



**Figure17:** Relation entre le pH et la distance "D" des échantillons de sol par rapport au bord du lac Chott. La ligne représente le modèle de régression linéaire ajusté aux données.

### 9.-Salinité du sol:

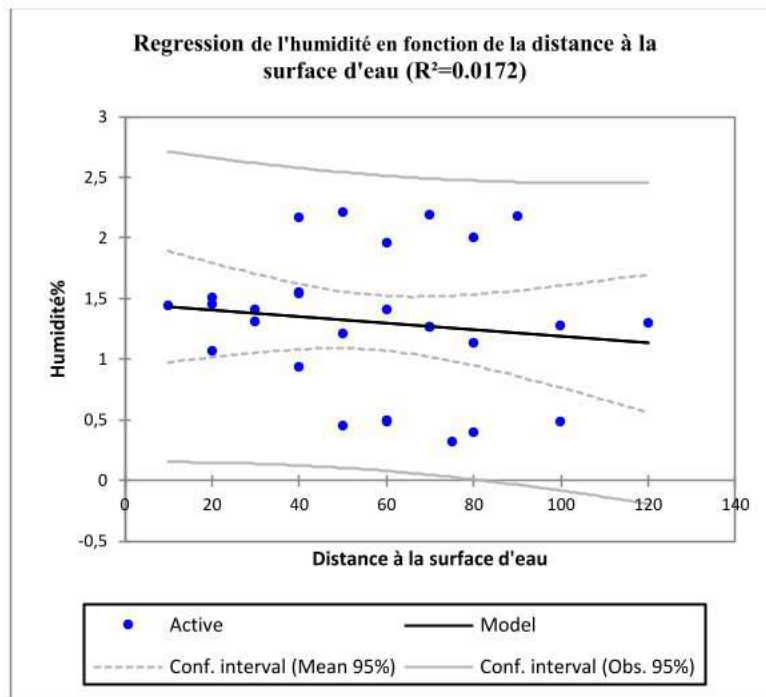
Les résultats de la conductivité électrique, utilisée comme indicateur de salinité, montrent une augmentation notable des valeurs à l'approche du lac et une diminution avec l'éloignement. Ce facteur est l'un des principaux éléments contrôlant la distribution des plantes halophytes. Des études antérieures (POZEM *et al.*, 1985 ; HELISSE *et al.*, 2012) ont également mis en évidence la relation entre la salinité et la distribution végétale dans les lacs salés. Ces observations concordent avec les études réalisées précédemment dans le lac Ayata, où les espèces halophytes se concentrent près des lacs Chott et Ayata.



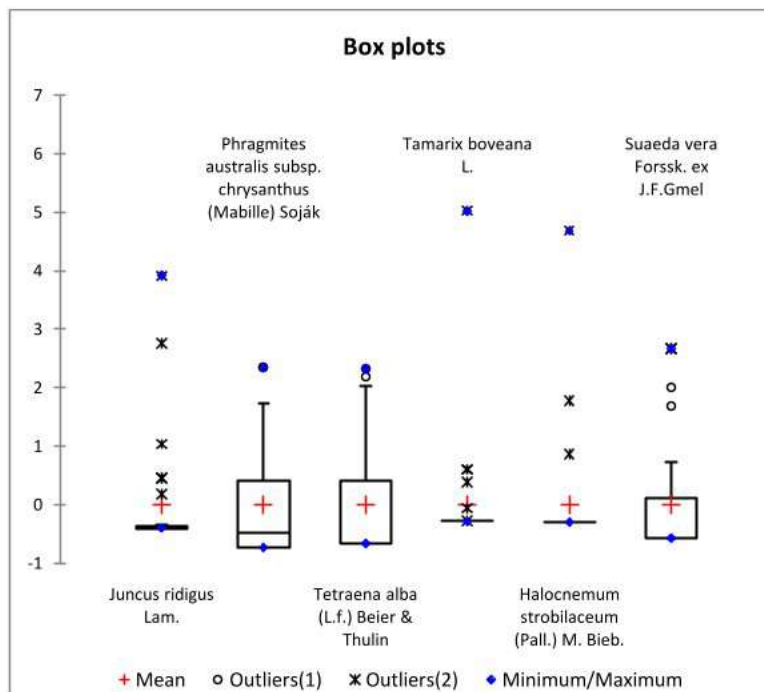
**Figure18:** Relation entre la CE et la distance "D" des échantillons de sol par rapport au bord du lac Chott. La ligne représente le modèle de régression linéaire ajusté aux données.

### 10.- Humidité du sol

Les valeurs d'humidité du sol enregistrées dans le lac Chott présentent des variations indépendantes de la distance par rapport au lac. Cette observation s'explique par la perméabilité du sol qui limite sa capacité de rétention d'eau. À l'inverse, dans le lac Ayata, les valeurs étaient plus élevées à proximité du lac.



**Figure19:** Relation entre l'humidité et la distance "D" des échantillons de sol par rapport au bord du lac Chott. La ligne représente le modèle de régression linéaire ajusté aux données.



**Figure20:** Couverture végétale des principales espèces de plantes halophytes recensées dans lac Chott.

L'analyse des diagrammes en boîte et des diagrammes de dispersion confirme l'influence de la conductivité électrique sur la distribution des plantes autour du lac Chott. Elle met en évidence la distribution spatiale des plantes les plus tolérantes à la salinité. (figure 21) montre la distribution des plantes selon leur degré de tolérance à la salinité.

On observe que *Halocnemum strobilaceum* et *Juncus rigidus* sont des espèces qui se développent dans des environnements à faible salinité et présentent une distribution écologique limitée. Elles prennent des valeurs faibles, proches de zéro, ce qui indique que leur couvert végétal est faible dans de nombreux points d'échantillonnage. En revanche, *Tetraena alba* présente une meilleure tolérance à la salinité que les espèces précédentes, ce qui explique sa distribution plus large. Quant à *Phragmites australis* et *Tamarix boveana*, ils se caractérisent par une large distribution dans des plages de salinité moyennes à élevées, démontrant leur capacité d'adaptation aux sols salins, bien que moindre que celle de *Suaeda vera*. En effet, *Suaeda vera* présente une forte capacité à coloniser des zones à salinité élevée, avec une large distribution écologique et une aptitude à s'établir dans des environnements hypersalée. En comparaison avec les études menées à Chott Djendli (CHENCHOUNI, 2009), on constate que l'espèce la plus tolérante à la salinité est *Salicornia fruticosa*, présente dans des zones à conductivité électrique élevée, ce qui confirme son statut halophile strict. *Suaeda fruticosa* présente presque la même limite supérieure de tolérance à la salinité que l'espèce précédente, mais elle préfère coloniser des environnements à salinité modérée, bien qu'elle puisse aussi croître dans des sols salins. En revanche, *Suaeda vermiculata* n'apparaît que dans des sols à salinité modérée.

Enfin, *Atriplex halimus* se trouve dans des zones à conductivité électrique modérée ou faible, reflétant une meilleure adaptation aux environnements faiblement à moyennement salins.

conclusion

### **Conclusion**

Cette étude constitue une contribution significative à la compréhension de la végétation du lac Chott, situé dans la région du Souf, une zone saharienne soumise à des conditions climatiques et édaphiques extrêmes. Malgré cet environnement rigoureux, le site présente une biodiversité végétale digne d'intérêt, révélant l'existence d'un équilibre écologique fragile mais résilient.

L'inventaire floristique mené a permis de recenser 24 espèces végétales appartenant à diverses familles botaniques, démontrant ainsi la capacité d'adaptation de ces plantes aux contraintes environnementales majeures telles que la salinité élevée, la sécheresse et les températures extrêmes. L'analyse des paramètres édaphiques réalisée à partir des quatre points cardinaux autour du lac (nord, sud, est et ouest) a permis de mieux cerner les facteurs influençant la distribution spatiale des espèces végétales.

Les résultats ont mis en évidence une variabilité marquée des caractéristiques du sol selon la position géographique. Si le pH présente une légère variation sans incidence notable sur la répartition floristique, la conductivité électrique, indicatrice de la salinité, montre une corrélation forte avec la proximité du plan d'eau, influençant directement la composition floristique. En revanche, l'humidité du sol ne semble pas suivre une tendance claire, ce qui pourrait être lié à la faible capacité de rétention d'eau des sols sableux typiques des milieux désertiques.

Ces observations confirment le rôle prépondérant des propriétés du sol, notamment la salinité, dans la structuration des communautés végétales en milieux arides. Elles soulignent également la nécessité de prendre en compte ces paramètres dans toute action de préservation ou de valorisation de ces écosystèmes fragiles.

Ainsi, cette étude ouvre la voie à des perspectives de recherche prometteuses, notamment pour :

- Évaluer l'état écologique du lac Chott et ses dynamiques spatio-temporelles
- Il est essentiel de surveiller l'évolution écologique du lac Chott afin de mieux comprendre les effets conjugués des facteurs climatiques et anthropiques. L'analyse des dynamiques spatio-temporelles permettrait d'anticiper les changements futurs et de guider les actions de gestion.

- Identifier des espèces bioindicatrices adaptées aux conditions édaphiques extrêmes  
La sélection d'espèces bioindicatrices tolérantes à la salinité et à l'aridité permettrait de diagnostiquer l'état des sols et de suivre les perturbations environnementales. Ces espèces peuvent également servir de repères pour les efforts de conservation et de restauration.

- Développer des stratégies de gestion durable des ressources végétales

La mise en œuvre de pratiques écologiquement adaptées et participatives est indispensable pour préserver les ressources végétales locales. Cela inclut la régulation des usages, la restauration des habitats et l'implication des communautés locales.

- Renforcer la sensibilisation à l'importance écologique des zones humides sahariennes  
Il est crucial de promouvoir la valeur écologique et sociale des zones humides sahariennes à travers des actions de sensibilisation, d'éducation et d'intégration dans les politiques environnementales. Cela contribuera à leur préservation durable face aux menaces actuelles.

## Références bibliographiques

### Références Bibliographiques

1. ABOUELMAGD, A., AHMED, M. (2024). *Groundwater in North Africa: Effects of Climatic and Anthropogenic Pressures on Groundwater Availability*. In: Hamimi, Z., et al. *The Geology of North Africa. Regional Geology Reviews*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-48299-1\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-031-48299-1_11)
2. ABOURA, R; BENMANSOUR, D; BENABADJI, N. 2006. *Comparaison et Phytoécologie des Atriplexaies en Oranie (Algérie)*. *Ecol Mediterr* 32: 73–84.
3. ALIA, Z; et FERDJANI, B. 2008 – *Inventaire de l'entomofaune dans la région d'Oued Souf(cas de deux stations- Dabadibe et Ghamra)*. *Mém. Ing. Agro., Univ. Ouargla*, 160 p.
4. ALLAL, M. 2008 - *Régime trophique de la Pie grièche grise Lanius excubitor elegans Swainson, 1831 dans la palmeraie de Debila (Souf) et L'ex-I.T.A.S (Ouargla)*. *Mém. Ing. agro. saha. Univ. KASDI Merbah. Ouargla*. 122 p.
5. AMOROS, C. (2001). *The concept of habitat diversity between and within ecosystems applied to river side-arm restoration*. *Environmental management*, 28, 805-817.
6. AOUIMEUR, S., GUEZOUL, O., ABABSA, L. et SEKOUR, M., 2017.- *Aperçu sur la faune arthropodologique du Souf (Sahara septentrional - est, Algérie)* ; *Revue des BioRessources* Vol 7 N° 1 : 1-15.
7. BABA SY M., 2005. *Recharge et paléorecharge du système aquifère du Sahara septentrional*, *Thèse Doct, Université de Tunis El Manar, Tunisie*. 271p.
8. BARKAT, A.; BOUAICHA, F.; BOUTERAA, O.; MESTER, T.; ATA, B.; BALLA, D.; RAHAL, Z.; SZABO, G. *Assessment of Complex Terminal Groundwater Aquifer for Different Use of Oued Souf Valley (Algeria) Using Multivariate Statistical Methods, Geostatistical Modeling, and Water Quality Index*. *Water* 2021, 13, 1609. <https://doi.org/10.3390/w13111609>
9. BAGNOULS, F., GAUSSEN, H. (1953). *Saison sèche et indice xérothermique*. *Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse*, 88, n° 41, 193- 239.
10. BATZER, D. P., & SHARITZ, R. R. (Eds.). (2014). *Ecology of freshwater and estuarine wetlands*. Univ of California Press.

11. BENABADJI, N; GHEZLAOUI, B; BOUAZZA, M; BENDIMERAD, N. 2010. *Phytoécologie et composés secondaires d'un peuplement végétal steppique: Cas de Pseudocytisus integrifolius (Salisb.) Rehder dans le Chott El-Gharbi (Oranie-Algérie). Mediterr Serie de Estudios Biol. 21: 9 –44.*
12. BIGOT, L., BODOT, P. (1973). *Contribution a` l'étude biocénotique de la Garrigue a` Quercus coccifera – Composition biotique du Peuplement des invertébrés. Vie et Milieu 23: 229–249.*
13. BOUGOFFA, S., BENZINA, I., TELAILIA, S., & BACHIR, A. S. (2023). Ecosystem services, vulnerability and threat levels of Ramsar wetlands in the complex of Aurès Sbkhatés, North-Eastern Algeria. *Environmental & Socio-Economic Studies, 11(2)*, 16-28.
14. CHEHMA, A., 2006 - *Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Ed. Dar El-Houda, Ain M'lila, Algérie.*
15. CHEN, Z., WANG, W., & Fu, J. (2020). *Vegetation response to precipitation anomalies under different climatic and biogeographical conditions in China. Scientific reports, 10(1)*, 830
16. CHENCHOUNI, H. 2007. *Université de Batna. Diagnostic écologique d'un site proposé Ramsar : Chott de Djendli (Batna -Algérie). Mém. Ing. Eco., Dépt. Bio, 121 p*
17. CHENCOUNI, H. (2009). *Place des argiles dans la caractérisation écopédologique du Chott de Djendli (Batna, Algérie) et mise en évidence de la relation salinité–répartition des halophytes. 3ème Symposium Maghrébin sur les Argiles (SMA III). 23-25 novembre 2009, Boumerdès, Algérie. 6p.*
18. CHENCHOUNI ,H. 2012. *Diversité floristique d'un lac du Bas-Sahara algérien. Acta Bot Malacitana 37: 33–44.*
19. CHENCHOUNI, H. (2012). *Diversity assessment of vertebrate fauna in a wetland of hot hyperarid lands. Arid Ecosystems, 2(4)*, 253-263.
20. CHENNOU, S. (2014). *Contribution à une étude dynamique de stipa tenacissima L dans le sud-ouest de la région de Tlemcen. Thèse Magister Université Abbou Bekr Belkaid Tlemcen. 120p.*

21. CORNET A. (1964) : *Introduction à l'Hydrogéologie Saharienne. Revue Géol. Phys. et Géol. Dynamique. Vol. VI. Fascicule. 1 . pp. 5 -72*
22. DAJOZ, R., 1996 - *Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 551p.*
23. DAJOZ, R., 1975 - *Précis d'écologie. Éd. Dunod, Paris. 434 p.*
24. DAJOZ, R., 1985 - *Précis d'écologie. Éd. Dunod, Paris. 505p.*
25. DAJOZ, R., 2006.- *Précis d'écologie. 8ème éd. Ed. Dunod, Paris, 640 p.*
26. DAGET, Ph. (1980). *Sur les types biologiques en tant que stratégie adaptative ( cas des thérophytes) in Recherches d'écologie théorique, les stratégies adaptatives, Paris,89-114.*
27. DANCHIN, É., GIRALDEAU, L.A., et CEZILLY, F., 2005 - *Écologie comportementale : cours et questions de réflexion. Dunod, Paris, 666p.*
28. DELAGARDE J., 1983.– *Initiation à l'analyse des données. Ed Dunod, Paris, 157 p.*
29. DEMNATI, F., SAMRAOUI, B., ALLACHE, F., SANDOZ, A., & ERNOUL, L. (2017). *A literature review of Algerian salt lakes: values, threats and implications. Environmental Earth Sciences, 76, 1-15.*
30. DUBIEF, J., 1963. *Le climat du Sahara. Ed. Institut de Recherches Sahariennes, Alger . Mémoire hors-série. Tome II. 298p*
31. DURAND, J. H. (1983). *Les sols Irrigables. Etude pédologique. Presses Universitaire de France. Agence de Coopération Culturelle et Technique. Edition Boudin, Paris. 385p.*
- 32.( DSA): Direction des Services Agricoles.(2014)
33. EMBERGER, L., 1955 – *Une classification biogéographique des climats. Rev. Trav. Lab. Bot., Géo. et Zool. Fac. Sc., Montpellier, 7 : 3 – 43.*
34. ELLENBERG, H. & D. MUELLER-DOMBOIS -1966- *A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftg. Ruebel, Zurich, 37, 56-73.*

35. ERWIN, K. L. (2009). Wetlands and global climate change: the role of wetland restoration in a changing world. *Wetlands Ecology and management*, 17(1), 71-84.
36. FAURIE,C., FERRA ,C. et MEDORI P., 1984.- *Ecologie. Ed. J. B. Bailliére, Paris, 162 p*
37. FUSTEC, E., CHESTERIKOFF A., MOUCHEL J M., CHEVREUIL M., 2000. *La rétention et le devenir des micropolluants. In: Dunod (Editor), Fonctions et valeurs des zones humides. Dunod Ed. Paris. 17 – 38p*
38. GUO, B., ZHANG, J., MENG, X., Xu, T., & SONG, Y. (2020). *Long-term spatio-temporal precipitation variations in China with precipitation surface interpolated by ANUSPLIN. Scientific reports, 10(1), 81.*
39. GOUAIDIA, L., 2008.- *Influence de la lithologie et des conditions climatiques sur la variation Des paramètres physico-chimiques des eaux souterraines d'une nappe en zone semi aride, cas de La nappe de Meskiana, Nord-Est Algérien. Thèse doctorat de l'Université d'Annaba, 129 p. URL: [http://www. Secheresse. Info/IMG/pdf/these\\_GOUAIDIA. Pdf](http://www.Secheresse.Info/IMG/pdf/these_GOUAIDIA.Pdf)).*
40. GHEZLAOUI, B.E., BENBADJI, N., BENMANSOUR, D. & MERZOUK, A. 2011. *Analyse des peuplements végétaux halophytes dans le Chott El-Gharbi (Oranie-Algérie). Acta Botanica Malacitana. 36, 113-124.*
41. HAMMANA, C., PERENA-ORTIZ, J. F., MEDDAD-HAMZA, A., HAMEL, T., & SALVO-TIERRA, Á. E. (2024). The Wetlands of Northeastern Algeria (Guelma and Souk Ahras): Stakes for the Conservation of Regional Biodiversity. *Land, 13(2), 210.*
42. HAMMOUDA,N.,2013. *Contribution à l'étude de l'effet de l'action anthropique sur les zones humides du sud-est du sahara. Université Kasdi Morbah. Ouargla .*
43. HALIS, Y., 2007.- *Atlas des plantes de la région de Souf, les plantes sahariennes de grand Erg Oriental." El Walid. El Oued. Algérie. 252p.*
44. HALIS, Y., BENHADDYA, ML, BENSABA, H., MAYOUF, R., LAHCINI, A., BELHAMRA, M. 2012. *Diversity of halophyte desert vegetation ofthe different saline habitats in the Valley of Oued Righ, Low Sahara Basin, Algeria. Res J Environ Earth Sci 4: 308 –315.*
45. HALIS,Y.(2024). *Encyclopédie botanique de la région du Souf. Édition interactive, 565 p.*

46. HUBERT, P .(1943-) & MARIN, M (2001). *Phare international*. Paris : Hachette
47. ILLIASSOU, A., 2004. *Bioécologie des sauterelles et des sauteriaux de quatre stations d'études dans la cuvette de Ouargla*. Mém. Ing. Agro. Université Ouargla, 68 P.
48. JOLY, F. (2021). Temporary Water Bodies and Lakes. *Mankind and Deserts 2: Water and Salts*, 39-86.
49. KOULL, N., & CHEHMA, A. (2016). Soil characteristics and plant distribution in saline wetlands of Oued Righ, northeastern Algeria. *Journal of Arid Land*, 8, 948-959.
50. KACHOU, T ., 2006 - *Contribution à l'étude de la situation de l'arboricultures fruitières dans la région du Souf*, Mémoire ,Ing. Agro. I.T.A.S .Ouargla, 96p.
51. KEDDY, P. A. (2010). *Wetland ecology: principles and conservation*. Cambridge university press.
52. KHAZNADAR, M., VOGIATZAKIS, I. N., & GRIFFITHS, G. H. (2009). Land degradation and vegetation distribution in Chott El Beida wetland, Algeria. *Journal of Arid Environments*, 73(3), 369-377.
53. KHECHEKHOUCHE, E. A., ALIA, Z., KHEZZANI, B., & GUEHEF, H.Z., (2020). Study of the floristic composition of a wetland (chott Edhiba) in the Souf region (Northern Sahara, Algeria). *PONTE International Journal of Science and Research*, 76(3).
54. KHACHEKHOUCHE E et MOSTEFAOUI O., 2008 – *Ecologie trophique de Fennecus zerda (Zimmermann, 1780) dans les régions sahariennes cas de la région du Souf et la cuvette d'Ouargla*, Mémoire Ing. Agro. ITAS. Ouargla, 173 p.
55. KOULL.N, CHAHMA ,(2013) .*diversité floristiques des zone humide de la valle d'oued Righ (SAHARA SEPTENTRIONAL .ALGERIEN)*.
56. LACOSTE, A., & SALANON, R. (2001). *Eléments de biogéographie et d'écologie*. Nathan. 153p.
57. LAHONDÈRE, C. (1997). *Initiation à la phytosociologie sigmatiste*. Bull.Soc.Bot. CentreOuest, h.s, 16-47p.



58. LE BERRE, M., 1989- *Faune du Sahara. Poissons – Amphibiens – Reptiles* .Ed.Rymond Chabaud, T. 1, Paris, 332 p.
59. LEIBOWITZ, S. G. (2003). Isolated wetlands and their functions: an ecological perspective. *Wetlands*, 23(3), 517-531.
60. MALTBY, E. (Ed.). (2009). *Functional assessment of wetlands: towards evaluation of ecosystem services*. Elsevier.
61. MATHIEU, C., et PIELTAIN, F. (2003). *Analyse chimique des sols*. Ed. Tec et doc. Lavoisier, Paris, 292 p
62. MEZIANI, A., MEZIANI, S., DRIDI, H., et KALLA, M. 2008 - *La remontée des eaux profondes dans le Souf- Sahara algérien: Conséquence de la mauvaise gestion des ressources en eaux souterraines. Les premières journées d'étude sur la remontée des eaux dans la région d'El Oued, the groundwater rise and environment, 20 – 21 Avril, 2008, Dép. d'hydraulique, Centre Univ. El Oued, p.17*
63. MITSCH, W. J., & GOSSELINK, J. G. (2015). *Wetlands*. John Wiley & Sons.
64. MITSCH, W. J., GOSSELINK, J. G., ZHANG, L., & ANDERSON, C. J. (2009). *Wetland ecosystems*. John Wiley & Sons.
65. MOUANE, A. 2010. *Contribution à la connaissance des Amphibiens et des Reptiles de la région de l'erg Oriental (Souf, Taibet et Touggourt)*. Mém. Magistère en Écologie Animale, Univ. Biskra.
66. NADJAH, A. 1971 – *Le Souf des oasis*. Ed. Maison livres, Alger, 174 p.
67. NEFFAR, S., CHENCHOUNI, H., BEDDIAR, A., & REDJEL, N. (2013). Rehabilitation of degraded rangeland in drylands by prickly pear (*Opuntia ficus-indica* L.) plantations: effect on soil and spontaneous vegetation. *Ecologia Balkanica*, 5(2).
68. OZENDA, P. -1983- *Flore du Sahara. 2e édition*. Ed. CNRS, Paris, 622 p
69. POLUMIN, N. (1967). *Eléments de géographie botanique*. Ed. GauthiersWillars. Paris. 30-35.

70. QUEZEL, P., SANTA, S. (1963). *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions Désertiques méridionales. Tome II, Paris: Edition CNRS.*
71. RAMADE, F., 2008.- *Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la Biodiversité. Ed. Dunod, Paris, 737p.*
72. RAMADE, F., 2012.- *Éléments d'écologie-7e éd.-Écologie appliquée. Ed. Dunod. Paris, 690p.*
73. RAMDANI, M., & FLOWER, R. (2010). Africa: North of Sahara. *Lake Ecosystem Ecology: A Global Perspective*, 265.
74. RAMAS. 2019. The list of wetlands of international importance. Ramsar website. Retrieved from <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents /library/sitelist.pdf>
75. RAUNKIÆR, C. (1904). *Types biologiques en relation avec l'adaptation des plantes à survivre pendant les saisons défavorables. In :, RAUNKIÆR C. (1934), The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography, pp. 1–2.*
76. REMINI, B. (2025). ALGERIA'S GROUNDWATER AN UNTAPPED STRATEGIC RESOURCE FOR WATER SECURITY. *LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782*, (61), 401-431.
77. ROZEM, J., BIJWAARD, P., PRAST, G., BROEKMAN, R. 1985. *Ecophysiological adaptations of coastal halophytes from foredunes and salt marshes. Vegetatio* 62: 499–521.
78. SAKER, I.E., BAALOU DJ, A., RIZI, H., BOUAGUEL, L., BOUAKAZ, A., LAABED, S., KANNAT, A ,.HOUHAMD I, I. SEDDIK, S., HOUHAMD I,M. 2022.*Microbiological quality of water in an urban Wetland: Lake Echatt (wilaya of El-Oued, Algerian SahAra). Ukrainian Journal of Ecology.*
79. SELMANE, M .2015-*Etude de la variation saisonnière de la pédofaune(macrofaune) sous Palmeraie dans la région sud est algérienne(ouest souf) Mémoire de doctora en Écologie Animale, Univ BADJI MOKHTAR -ANNABA 119p*
80. SELTZER, P. (1946). - *Le climat de l'Algérie.1 vol., 219 p. Carbonel Alger.*
81. STEWART, P. 1969 – *Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Quelque*

*sréflexions.Bull. Doc. hist. natu. agro. El Harrach : 24 – 25.*

82. Van der MAAREL, E., 1979 - *Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. Vegetatio 39, 97–114 ).*  
<https://doi.org/10.1007/BF00052021>

83. VOISIN, P., 2004 – *Le Souf, Ed. El-Walide El-Oued Alger, 190 P.*

84. WWW.tutiempo.Com.

85. ZADRI, A., 2009. *Contribution à l'étude phytosociologique de la végétation aquatique du Lac des oiseaux. Mém. ing. agr. E.N.S.A., El-Harrach. Alger. 52 p.*