

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre:

N° de série:

Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre
Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Ecologie

Par : BENABDELLAH Aouatef

Thème

Effet des sols salins sur la distribution et le développement de *Halocnemumstrobilaceum* dans la région de Touggourt

Soutenu publiquement le : 01 / 10 /2020

Devant le jury :

BENHEDID Hadjira

Maître Assistant B Univ. Ghardaïa

Président

BERRAKBIA Mohammed

Attachée de Recherche I.N.R.A.A Tggt.

Encadreur

BENSEMAOUNE Youcef

Maître Assistant A Univ. Ghardaïa

Co-promoteur

MEBAREK OUDINA Ismahane

Maître Assistant A Univ. Ghardaïa

Examineur

Année universitaire 2019/2020



Remerciements

Je remercie Dieu tout puissant de m'avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce travail.

*Je tiens tout particulièrement à remercier mon mentor et promoteur **Berrekbia Mohammed** pour ses conseils, qui n'a ménagé aucun effort pour me fournir les conseils et commentaires utiles et nécessaires lors de son suivi continu et les conseils fructueux et avisés qui m'ont permis de développer cette mémoire et que sans son aide, ce travail n'aurait pas vu le jour.*

*J'exprime ma reconnaissance et mon respect à copromoteur **BENSEMAOUNE Youcef** pour m'aider à terminer ce travail.*

Je tiens également à remercier les membres du jury pour leur générosité à lire, Commentaire et échanger sur mon travail.

***BENHEDID Hadjira** par sa présence en tant que président de jury.*

***MEBAREK OUDINA Ismaïhane** Qui ont bien voulu examiner ce présent travail.*

*Toute la forme et gratitude au professeur **KHERRAZE Mohammed Elhafed** pour son aide à moi dans la réalisation de ce mémoire.*

Je tiens également à remercier les membres du jury pour leur générosité à lire, Commentaire et échanger sur mon travail.

Je remercie tous les amis qui m'ont aidé et encouragé à préparer cette lettre, En particulier Amel et Naïma.

Au terme de ce travail, je ne saurais manquer d'exprimer mes sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

BENABDELLAH AOuatef



Dédicace

*Je dédie cet humble travail : le souvenir de ma défunte mère **Zakia**, que dieu ait pitié d'elle, et il l'a créée dans un paradis plus élevé.*

*Amon père, **Abdelazize**, que dieu prolonge sa vie pour sa générosité et ses sacrifices.*

Aux chers frères et à mes chères sœurs.

*A tous leurs enfants **Hadjer, Abdelhak, Zakiadikra**.....*

*A mes oncles et tantes et à ma tante **Djouhria**, que dieu prolonge sa vie.*

A tous mes amis sans exception.

Au final, du fond du cœur, je dédie ce travail à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin.

BENABDELLAH AOUATEF

Résumé :

Effet des sols salins sur la distribution et le développement de *Halocnemumstrobilaceum* dans la région de Touggourt

Ce travail porte sur l'évaluation de la contribution de quelques propriétés physicochimiques du sol salin à la distribution et le développement de la plante spontanée *Halocnemumstrobilaceum* dans les zones humides de Touggourt (lac de Méggarine et Sidi Slimane). L'échantillonnage (sol et plante) dans les deux stations susmentionnés a été fait à raison de 12 prélèvements/ station : soit trois sites d'échantillonnage par station et quatre échantillons/ site. En ce qui concerne la plante, l'échantillonnage a été effectué à la fois sur les parties aériennes et souterraines, soit également quatre échantillons/ partie. L'étude de l'abondance de cette plante, dans les deux stations, indique sa distribution importante dans la première station (113) par rapport à la deuxième (49). Ceci est dû aux facteurs environnementaux et l'activité anthropique négative dans la dernière station. En outre, il existe une forte corrélation positive et hautement significative avec la conductivité électrique, le sodium et l'humidité du sol. Toutefois, le potassium n'a enregistré la même relation que dans la station de Sidi Slimane. Il est à conclure qu' *Halocnemum strobilaceum* est une plante hydro-halophyte en matière de sa croissance et sa biogéographie dans les milieux des sols hydro-halomorphe et basique.

Mots clés : Sol salin, *Halocnemum strobilaceum*, Zones humides, Touggourt.

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 01	Situation géographique de la vallée d'Oued Righ	15
Figure 02	Diagramme ombrothermique de Gausсен de la région d'Oued Righ (2008-2018)	21
Figure 03	Diagramme d'Emberger de l'Oued Righ (2008-2018).	22
Figure 04	Localisation des zones humides dans la région de l'Oued Righ.	30
Figure 05	Présentation de lac Mèggarine.	33
Figure 06	Présentation de lac Sidi Slimane	34
Figure 07	Méthodologie de travail.	35
Figure 08	Evolution de l'abondance de la plante dans la station de Mèggarine	53
Figure 09	Evolution de l'abondance de la plante dans la station de Sidi Slimane	49
Figure 10	Evolution de l'humidité du sol en fonction de la station	52
Figure 11	Evolution de pH du sol en fonction de la station	53
Figure 12	Evolution de la conductivité électrique dans la station Mèggarine	54
Figure 13	Evolution de la concentration du sodium (Na^+) du sol en fonction de la station	55
Figure 14	Evolution de concentration du potassium (K^+) du sol en fonction de la station	55
Figure 15	Evolution de la concentration du calcium (Ca^{+2}) du sol en fonction de la station	56
Figure 16	Evolution de concentration du magnésium (Mg^{+2}) du sol en fonction de la station	57
Figure 17	Evolution de l'abondance du végétale en fonction de la station	58
Figure 18	Evolution de recouvrement du végétale en fonction de la station	58
Figure 19	Evolution de l'Ht (%) de la tige en fonction de la station	59
Figure 20	Evolution de la teneur en eau de la partie racinaire du végétale en fonction de la Station	60

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 01	Données climatique de la région de l'Oued Righ (2008-2018)	19
Tableau 02	Coefficients d'abondance dominance	38
Tableau 03	Statistique descriptive des paramètres du sol et de la plante dans la station de Mèggarine	46
Tableau 04	Statistique descriptive des Paramètres du sol et de la plante dans la station de Sidi Slimane	50
Tableau 05	Relation entre les paramètres du végétale et du sol dans les deux stations	64

Liste des photos

N°	Titre	Page
Photo 01	Photo du <i>Halocnemum strobilaceum</i>	27
Photo 02	Lac Mèggarine	33
Photo 03	Lac Sidi Slimane	34
Photo 04	Prélèvement du sol par la tarière	36
Photo 05	Prélèvement de la plante	36
Photo 06	Mesure le recouvrement de la plante H. strobilaceum.	37
Photo 07	Tamisé du sol à 2 mm	39
Photo 08	Agitateur la solution du sol	39

Liste des abréviations

Abréviation	Indication
G.P.S	Global Positioning System
S	Site
St1	Station Mèggarine
St2	Station Sidi Slimane
Ab	Abondance
Rc	Recouvrement
H (t)	Teneur en eau de la partie aérienne (tige)
H (r)	Teneur en eau de la partie sous terrain (racine)
H (s)	Humidité du sol
Na ⁺² (s)	Sodium du sol
K ⁺ (s)	Potassium du sol
Ca ⁺² (s)	Calcium du sol
Mg ⁺²	Magnésium du sol
A.N.R.H	Agence National des Ressources Hydriques
O.N.M	Office National de Météorologique
Tma	Moyenne mensuelle des températures maximales, exprimée en degrés Celsius
TMin	Moyenne mensuelle des températures minimales, exprimée en degrés Celsius
TMoy	Températures moyenne annuelle, exprimée en degrés Celsius
P	Précipitation mensuelle en millimètre
H	Moyenne mensuelle d'humidité relative exprimée en pourcentage
V	Moyenne mensuelle de la vitesse du vent en mètre par seconde
Evap	Evaporation mensuelle en millimètre
Ins	Insolation mensuelle en millimètre
C.R.S.T.R.A	Centre de Recherches Scientifiques et Technique sur les Régions Arides
C.I	Continental Intercalaire
C.T	complexe Terminal

Table des matières

<i>Remerciements</i>	2
<i>Dédicace</i>	3
Résumé :	4
Liste des figures	5
Listes des tableaux	6
Listes des Photos	7
Liste des abréviations	8
Table des matières	9
Introduction	11
CHAPITRE (I) SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	14
I.1. Situation géographique	15
I.2. Reliefs	16
I.3. Topographie	16
I.4. Géologique	16
I.5. Hydrogéologie	17
I. 5.1. Continental Intercalaire (CI)	17
I.5.2. Complexe Terminal (CT)	17
I.5.3. Nappe phréatique	17
I.6. Climat	18
I.6.1. Etude des paramètres climatiques	19
I.6.2. Synthèse climatique	21
I.7. Sols de la région de l'Oued Righ	23
I.8. Végétation	24
I.8.1. Plantes des sols salés (les halophytes)	24
I.8.2. Classification des halophytes	25
I.9. Présentation et la description de laplanteHalocnemunstrobilaceum	25
I.9.1. Répartition de la plante:	25
I.9.2. Habitat	26
I.9.3. Description de la plante	26
I.9.4. Utilisation	26
I.9.5. Aspects écologiques	26
I.9.6. Classification	27
I.10. Zones humides de la région de l'Oued Righ	27
I.10.1. Chott	28
I.10.2. Sebkhas	28

I.10.3. Lacs salés	28
I.10.4. Relation entre la nappe phréatique et les lacs de la région	29
I.10.5. Caractéristiques écologiques des zones humides.....	29
I.10.6. Fonctions climatiques	29
I.10.7. Végétation.....	29
CHAPITRE(II) MATERIELS ET METHODE D'ETUDE	32
II.1. Méthodologies et techniques de travail.....	32
II.1.1. Choix des stations.....	32
II.1.1.1. Présentation des stations d'étude	32
II.2. Prospection sur le terrain	35
II.2.1. Type d'échantillonnage	35
II.2.2. Matériels utilisés pour l'échantillonnage	35
II.2.3. Méthodes sur le terrain	36
II.3. Méthodes d'analyse.....	36
II.3.1. Méthodes d'analyses floristiques.....	36
II.3.2. Analysesau laboratoire	38
II.3.3. Analyse statistique	40
CHAPITRE(III) RESULTATS ETDISCUSSION	42
III.1. Etude caractéristique des différentes stations	42
III.1.1. Station de Méggarine	42
III.1.2. Station de Sidi Slimane	47
III.2. Influence spatiale sur <i>l'Halocnemumstrobilaceum</i>	51
III.3. Relation sol - plante	60
III.3.1. Station de Mèggarine	61
III.3.2. Station de Sidi Slimane	63
Conclusion.....	66
Bibliothèque.....	69
Annexes	75

Introduction

Introduction

Introduction

Le Sahara septentrional est un désert atténué (OZENDA, 1983) caractérisé par des facteurs climatique contrastes particulièrement le phénomène thermique, la faiblesse des précipitations et autres facteurs climatiques bravement analysés (QUEZEL, 1965).

Malgré les conditions environnementales très rudes et très contraignantes il existe toujours des formations géomorphologiques caractérisées par des conditions plus ou moins favorables pour la survie et la prolifération d'une flore spontanée saharienne caractéristique et adaptée au milieu désertique (CHEHMA et *al.*, 2008).

Les zones humides Algériennes d'importance internationale sont au nombre de 42, par définition même d'une importance exceptionnelle, elles représentent les meilleurs exemples d'écosystèmes des zones humides du point de vue de leur fonctions biologiques : productivité biologique, habitat et niche écologique; zone de réserve de protection et d'étude écologique (conservation de gènes; espèces animales et végétales en voie de disparation), leur fonction écologique et hydrologique; leur biodiversité et de leur importance socioéconomique (RAMSAR, 1994).

La région d'Oued Righ recèle d'importants biotopes humides de type lac salé. Il se caractérise par un sol salé qui est impropre à la croissance de la plupart des plants et seules persistent les espèces susceptible de supporte la salure (OZENDA, 1983).

Touggourt, qui fait partie de la vallée d'Oued Righ, est caractérisée par des sols salés impropres à la prolifération des plantes et n'y persiste que la végétation qui résiste à la salinité. Cette région est constituée de zones salines, dites sebkhas, qui se répartissent du nord au sud, en suivant le cours d'eau appelé canal d'Oued Righ. Plusieurs études ont été menées dans cette localité sur la salinité mais les travaux relatifs à l'écologie des sols salins et les halophytes sont très limités. Cependant, la meilleure exploitation des écosystèmes salins nécessite une profonde connaissance des caractéristiques de leur sol, de leur végétation ainsi que de leurs interactions. En effet, les habitats salins présentent des fluctuations d'humidité et de salinité du sol et même des caractéristiques physico-chimiques dans le temps et l'espace. Ce sont ces facteurs qui déterminent la distribution et le développement des plantes.

La salinisation considérée comme une forme de pollution naturelle car c'est un processus d'accumulation de sels solubles à la surface du sol et dans la zone racinaire (CHEVERRY, 1995). Le phénomène de salinisation est souvent accompagné par la sodisation qui peut provoquer des effets nocifs sur le sol et sur les végétaux, il peut s'en

Introduction

suivre une diminution des rendements de cultures, et à terme, une stérilisation du sol qui peut engendrer une disparition du couvert végétal (CHEVERRY et ROBERT, 1998).

Dans la région de l'Oued Righ, parmi les représentants la famille Amaranthaceae est une des composantes la plus importante de la flore des milieux salins arides à semi-arides, nous rencontrons deux espèces : le *Traganumnudatum* Delile et le *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.BIEB. Elles se développent et se maintiennent, dans des systèmes biologiques caractérisés par des sols salés et pauvres en matières organiques, c'est comme tout les formations halophytes, ils ne possèdent pas d'exigence stricte du côté pédologique (KHERRAZE, 2019).

A ce qu'il y a une influent les paramètres physico-chimiques sur la distribution et le développement de *H. strobilaceum* dans les habitats salés de cette région ?

Afin de reprendre à cette question on a procédé la méthodologie de travail suivante:

Nous avons choisi deux stations située au niveau de la région de Oued Righ à savoir : lac Mèggarine et lac Sidi Slimane, chaque station est subdivisée en trois site d'où nous avons prélevé quartes échantillons des sols et des plante dans chaque site d'étude sur lesquels des analyses physico-chimiques ont été effectuées au laboratoire et des analyses quantitatives (abondance, recouvrement et la teneur en l'eau dans la tige et la racine du plante).

Notre étude comporte trois parties distinctes, qui se présentent comme suit :

- La première partie de notre travail a été consacrée à une synthèse bibliographique, ayant trait à la présentation de la région d'Oued Righ et des généralités sur les zones humides;
- Le deuxième partie a été réservée au matériel et aux méthodes utilisée pour la réalisation de ce travail (choix des sites, échantillonnages, analyses au laboratoire etc...);
- La troisième partie représente les résultats et discussion de notre travail;
- Conclusion.

**CHAPITRE (I) SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE**

CHAPITRE (I) SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Situation géographique

La région de l'Oued Righ fait partie de l'ensemble de bassin du bas Sahara avec une superficie de 600.000 km², cette région se situe au Sud-Est du pays, plus précisément au Nord-Est du Sahara sur la limite Nord du Grand Erg Oriental, et la bordure Sud massif des Aurès (DEBBEKH, 2012).

La vallée est une vaste dépression allongée entre El Goug (32° 54' N) au Sud et Oum El Thiour (34° 9' N) au Nord, elle est bordée à l'Ouest par le plateau Miopliocène, à l'Est par le grand alignement dunaire de l'Erg Orientale, au Nord par le Ziben et au Sud par les Oasis d'Ouargla, la largeur de la vallée varie entre 15 et 30 Km suivant les endroits (Fig. 01). Elle est scindée administrativement en 05 grands Daïras, à savoir : Daïras d'El Mghaïer et Djamaa qu'ils font parties de la Wilaya d'El Oued et les daïras de Méggarine et Touggourt et Témacine, qui dépendant de la wilaya d'Ouargla (DUBOST, 2002).

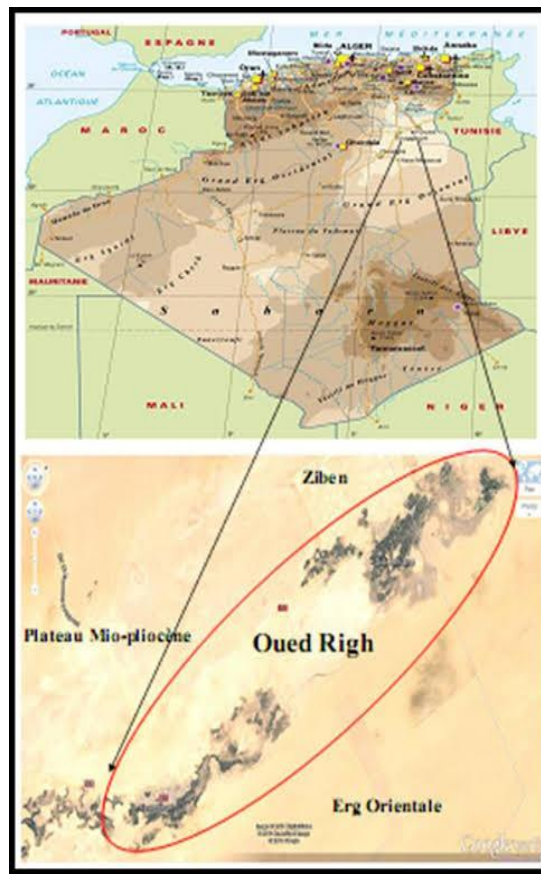


Figure 01 : Situation géographique de la vallée d'Oued Righ (Google Earth 2020) modifiée.

CHAPITRE (I) SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.2. Reliefs

La morphologie de la région est homogène, elle se présente comme une dépression de large fossé orienté Sud-Nord, composée d'une véritable mer de sable et de dunes qui s'étendent sur la plus grande partie et quelques plaines composées de sable et d'alluvions. Cette région est connue sous le nom de Bas-Sahara, à cause de sa basse altitude, notamment dans la zone des chotts au Nord, où les altitudes sont inférieures au niveau de la mer. L'altitude passe très progressivement de +100 m à El Gouge (au Sud) à -37 m au milieu du chott Mérouane au Nord (DUBOST, 1991).

I.3. Topographie

La région de l'Oued Righ est topographiquement plus ou moins aplatie (plaine). Le point le plus élevé (105 m) est situé à Touggourt et de -35 m El Méghaier pour le point le plus bas, sa pente est régulièrement faible qui est d'environ 1‰ (SAYAH, 2008).

I.4. Géologique

Du point de vue géologique, la région de l'Oued Righ appartient à la plate forme saharienne elle s'étend sur des ensembles géologiquement différents totalement aplatés au début de l'Ere secondaire; Elle se comporte actuellement comme une vaste dalle rigide et stable. Il apparaît dans ce schéma comme un vaste fossé synclinal dissymétrique qui est limité (BENMOUSSA et BELAOUDMOU, 2013):

Au Nord, par l'accident Sud Atlasique ; et les premiers contreforts des monts des Aurès.

- Au Sud, par la falaise méridionale du TINHERT.
- À l'Est par les affleurements crétacés du DAHAR.
- À l'Ouest par la dorsale du Mzab.

C'est donc entre la bordure septentrionale du Hoggar et la bordure méridionale de l'Atlas saharien que se situe le grand bassin sédimentaire du Bas-Sahara, s'étend des pieds de l'Aurès au Nord jusqu'au Tassilis au Sud. Une grande partie du bassin est recouverte par le grand Erg Oriental, soit 125000 Km². La vallée de l'Oued Righ fait partie de cet ensemble (BERGUIGA et BEDOUI, 2012).

CHAPITRE (I) SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.5. Hydrogéologie

I. 5.1. Continental Intercalaire

Le continental intercalaire (C.I) est un aquifère de 1500 m et plus de profondeur; composé de sables gréseux ou argileux qui s'étend sur plus de 600 000 Km², son épaisseur peut atteindre 1000 m au Nord-Ouest du Sahara. Il se situe entre 700 et 2000 m de profondeur. De point de vue lithologique, le continental intercalaire est formé par une succession de couches de sables, de grès, de grès argileux et d'argile (BOUHORERA et MRIOUMA, 2017).

La qualité de l'eau du Continental Intercalaire est bonne (la minéralisation totale est généralement < 3,5 g/l). L'eau d'Albien est relativement peu minéralisée; la conductivité électrique est de 3 mmhos/cm en moyenne, mais dont la température est supérieure à 50°C quand elle jaillit, ce qui pose des problèmes de refroidissement préalable à l'irrigation. Cette eau provoque des dépôts abondants de carbonate de calcium qui rendent sa distribution délicate (SAYAH, 2008).

I.5.2. Complexe Terminal

La nappe du complexe terminal (C.T) couvre une importante partie du Sahara septentrional (environ 350.000 Km²). Elle est en général peu profonde (100 à 400m). Sa température est de l'ordre de 20 à 30 °C en tête de forage (A.N.R.H, 2006).

On distingue trois aquifères principaux (BOUHORERA et MRIOUMA, 2017):

- **La première nappe:** dans les sables et argiles du pliocène, qui est en fait un réseau de petites nappes en communication.
- **La deuxième nappe:** dans les sables grossiers à graviers du Miocène supérieurs.
- **La troisième nappe:** dans les calcaires fissurés et karstiques de l'Eocène inférieur.

Historiquement, ces trois nappes étaient artésiennes sur l'ensemble de la région de l'Oued Righ; cette région est caractérisée par la présence de la nappe sénonien carbonaté et le Turonien; mais l'exploitation croissante de ces nappes a conduit à l'utilisation de pompes visant à assurer des débits réguliers pour l'irrigation (SAYAH, 2008).

I.5.3. Nappe phréatique

C'est une nappe libre dont la profondeur varie entre 0 et 60 m. Elle affleure sur le sol en plusieurs endroits de la vallée ; la lithologie dominante est constituée de sables ou

CHAPITRE (I) SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

sables argileux avec gypse. Son eau est généralement très salée et excessivement chargée dans les zones mal drainées ; le résidu sec dépasse 13 g/l; l'alimentation de cette nappe provient essentiellement de l'excédent d'eau d'irrigation et avec un très faible pourcentage des précipitations, elle est rarement exploitée dans l'Oued Righ, sauf dans les zones hors vallée ou on l'utilise comme par exemple, Berkadjia (El-Meghaier) et Taibet pour l'irrigation des petits périmètres éloignés de la palmeraie (BERGUIGA et BEDOUI, 2012).

I.6. Climat

Le Sahara au sens large est caractérisée par des périodes de sécheresse prolongées. Le Sahara Algérien correspond à un désert zonal dans la typologie des zones désertiques (FAURIE *et al.*, 1980).

Les caractères du climat saharien sont dus, tout d'abord, à la situation en latitude, au niveau du tropique, ce qui entraîne des fortes températures, et au régime des vents qui se traduit par des courants chauds et secs. Ce climat est caractérisé notamment par la faiblesse et irrégularité des précipitations, une luminosité intense, une forte évaporation et de grands écarts de température (OZENDA, 1991).

Pour déterminer les caractéristiques climatiques de la région de l'Oued Righ, une synthèse des données climatiques de 10 ans (de 2008 à 2018) obtenus à partir de l'Office National de météorologie (O.N.M, 2019) de Touggourt dans une suivent (Tab. 01).

CHAPITRE (I) SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Tableau 01: Données climatique de la région de l'Oued Righ (2008-2018)

Mois	TMin (°C)	TMax (°C)	TMoy (°C)	H (%)	P (mm)	V (m/s)	Ins (h)	Evap (mm)
Janvier	5,1	18,4	11,8	59,8	10,5	8,4	255,3	102,2
Février	6,4	19,8	13,1	53,7	6,0	9,4	238,3	130,8
Mars	10,1	24,3	17,2	49,1	6,9	10,2	264,8	170,6
Avril	14,7	29,3	22,0	44,9	10,1	10,6	290,8	212,0
Mai	19,1	33,7	26,4	41,1	3,7	10,6	326,7	250,0
Juin	23,7	38,5	31,1	36,5	0,6	9,7	328,0	286,7
Juillet	27,2	42,5	34,9	32,6	0,3	9,5	361,2	354,4
Août	26,3	40,9	33,6	37,4	1,3	9,3	343,4	304,4
Septembre	22,8	36,3	29,5	46,2	6,6	9,3	276,8	227,5
Octobre	16,7	30,4	23,5	50,4	3,9	8,1	275,3	178,1
Novembre	10,0	23,3	16,6	56,8	5,9	8,2	251,9	131,0
Décembre	5,4	18,6	12,0	62,2	3,1	7,3	240,8	88,7
Moyenne	15,6	29,7	22,7	47,6	*58,9	9,2	*3453,3	*2436,4

*cumul annuel

Source : (O.N.M Touggourt, 2019)

I.6.1. Etude des paramètres climatiques

I.6.1.1. Température

La température présente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la reproduction, l'activité et la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 2003).

Elle dépend de la nébulosité, de l'altitude, des grandes surfaces d'eau, des courants végétales (FAURIE et al., 1980).

La région de l'Oued Righ est caractérisée par des températures très élevées, la température moyenne annuelle est de 22.7°C, avec 34.9°C en juillet pour le mois le plus

CHAPITRE (I) SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

chaud et 11.8°C en janvier pour le mois le plus froid, avec des extrêmes de $T_M = 42.5^\circ\text{C}$ en juillet et en $T_m = 5.1^\circ\text{C}$ en janvier.

I.6.1.2. Précipitation

Selon DUBIEF (1953), les précipitations ont pratiquement lieu sous forme de pluies. Ces dernières sont caractérisées par leur faible importance quantitative et les pluies torrentielles sont rares. Les fluctuations mensuelles montrent une répartition variable de la pluie d'un mois à l'autre.

Dans notre région d'étude, les précipitations sont très rares et irrégulières à travers les saisons et les années, elle reçoit un cumule annuelle de l'ordre de 58.9 mm, La répartition est marquée par une sécheresse presque absolue au mois de juillet de l'ordre 0.3mm et le maximum en janvier avec 10.5 mm.

I.6.1.3. Vents

La fréquence et l'intensité des vents sont également un des caractéristiques majeures du climat Saharien. Il joue un rôle considérable, en provoquant une déflation et une corrosion sur les reliefs, ainsi que sur les plantes surtout sur les parties aériennes, il s'agit en accentuant l'évaporation(OZENDA, 1983).

Les vents sont fréquents sur toute l'année, avec une moyenne annuelle de 9.2 m/s. Le maximum de vitesse du vent annuelle est enregistré au mois d'avril et mai avec une valeur de 10.6 m/s et le minimum en mois de décembre avec 7.3 m/s. Ces vents soufflent suivant des directions différentes.

I.6.1.4. Évaporation

L'évaporation est un phénomène physique qui augmente avec la température, la sécheresse de l'aire et l'agitation de cet air. Dans le Sahara algérien l'eau évaporée annuellement serait de 3 à 5 mètres environ suivant les localités, c'est-à-dire une valeur infiniment plus forte que la quantité d'eau qui tombe sur le sol lors des pluies (OZENDA, 1983).

Dans la région de l'Oued Righ l'évaporation est très importante, le maximum est de l'ordre de 354.4 mm enregistré au mois de juillet et le minimum est marqué au mois de décembre avec 88.7 mm avec un cumule annuelle de l'ordre de 2436.4 mm.

CHAPITRE (I) SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.6.1.5. Humidité

Les valeurs de l'humidité relative de la région d'étude elle varie d'une saison à l'autre, les moyennes mensuelles annuelle de 47.6%. Le maximum au de décembre 62.2 % ce mois le plus humide et elle est minimale au mois de juillet avec 32.6 % mois le plus sec.

I.6.1.6. Durée de l'insolation

L'insolation est la durée d'apparition du soleil, elle est exprimée en heures. Elle varie en fonction de l'altitude qui détermine la longueur des jours et le degré d'obliquité des rayons solaires (BENMOUSSA et BELAOUDMOU, 2013).

Elle varie en fonction de l'altitude qui détermine la longueur des jours et le degré d'obliquité des rayons solaires. La vallée de l'Oued Right reçoit une durée d'ensoleillement relativement très forte, le maximum est atteint au mois de juillet avec une durée de 361.2 heures et le minimum au mois de février avec une durée de 238.3 heures, un cumule annuelle est 3453.3heures.

I.6.2. Synthèse climatique

I .6.2.1. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS (1953)

Le diagramme ombrothermique de (BAGNOULE et GAUSSEN, 1935) permet de mettre en évidence les caractéristiques du climat (Fig. 02), il est associe les moyennes mensuelles des pluies (en mm) et des températures (en Celsius), pour faire la distinction entre les mois humides (période humide, où P est supérieur à 2 T) et les mois secs (période sèche, où P est inférieur à 2 T).

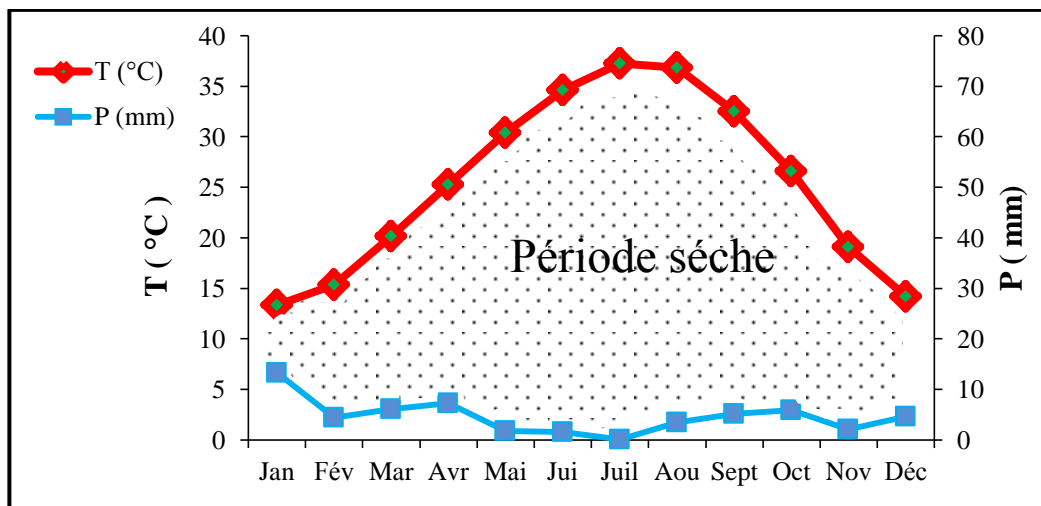


Figure 02: Diagramme ombrothermique « GAUSSEN » de la région d'Oued Righ (2008-2018)

CHAPITRE (I) SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.6.2.2. Climagramme pluviométrique d'EMBERGER

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER, permet de situer une station sur le diagramme d'EMBERGER, sur lequel sont définis les étages et sous étages bioclimatiques de la région d'étude et de donner une signification écologique du climat (ANSER, 2012). Sur l'axe des abscisses, les moyennes minimales pour les mois les plus froids (m) sont représentées. Alors que l'axe des ordonnées représente les valeurs du quotient pluviométrique (Q_3). Pour classer le bioclimat, on utilise le quotient pluviométrique d'EMBERGER spécifique au climat méditerranéen, dont la formule est :

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

Où, le M et m , les températures maxima et minima exprimées en KELVIN (K°), STEWART (1969), a montré que pour l'Algérie et le Maroc la dernière formule pouvait être simplifiée pour s'écrire :

$$Q_3 = 3.43 P / (M - m)$$

- P : Pluviosité moyenne annuelle en mm ;
- M : Moyenne des températures maximales quotidiennes du mois le plus chaud en °C ;
- m : Moyenne des températures minimales quotidiennes du mois le plus froid en °C.

En appliquant l'équation ci-dessus, $Q_3 = 5.4$ sachant que $m = 5.1$. Ce résultat permet de classer la région d'étude (Touggourt) dans le domaine saharien à hiver doux (Fig. 03).

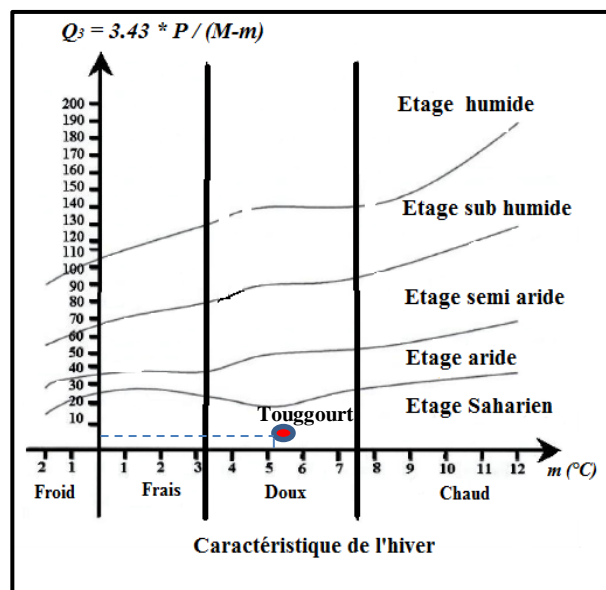


Figure 03: Diagramme d'EMBERGER de l'Oued Righ (2008-2018).

CHAPITRE (I) SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.7. Sols de la région de l'Oued Righ

Les sols de la vallée de l'Oued Righ sont d'origine alu-colluviale, à partir du niveau quaternaire ancien encroûté, avec des apports éoliens sableux, essentiellement en surface. Ce sont des sols meubles et bien aérés en surface, en majorité salés, l'influence de la nappe phréatique est déterminante et on observe parfois un horizon hydro-morphe ou un encroûtement gypso-calcaire; dans les sols non encroûtés, les propriétés hydrodynamiques sont bonnes, améliorées par des apports de sable en surface. La salure est du type sulfaté calcique dans les sols les moins salés ($C.E < 6$ ms/cm) et de type chlorure sodique pour les sols les plus salés (SERRAI, 2009).

La pédogénèse reste extrêmement sommaire, conduisant au mieux vers des sols gris subdésertiques (sierozems), souvent gypseux, ou gypso-calcaires en surface en rapport avec la forte évaporation (migrations ascendantes). Celle-ci y explique également la fréquence des sols halomorphes, principalement du type Solon (LACOSTE et SALANON, 2006).

Les sols deviennent hydromorphes dans les dépressions hyper salés composées d'alluvions fines (BOUMARAF, 2013).

Lorsqu'il y'a de l'eau, la dissolution des sels et la remontée capillaire sont rapides sous l'effet d'une forte évaporation, ainsi parmi les sels dissouts appartenant à une nappe phréatique, certains sont facilement ramenés en surface et d'autres sont précipités lorsque la concentration atteinte le permet. Il apparait ainsi que le climat désertique favorise la concentration des solutions et la cristallisation des sels, tant en surface qu'en profondeur selon les conditions du milieu. Dans les conditions hyperarides du Sahara, les phénomènes sont encore accrus et atteignent une intensité maximale. Ainsi les exemples de sols salins sont très nombreux et spectaculaires, tout particulièrement dans les régions sédimentaires pourvoyeuses d'anions et de cations caractérisant la salure (BOUMARAF et *al.*, 2018).

Les régions climatiques désertiques sont idéales pour l'extension des caractères de salinité des sols. Ainsi, les sols de la zone saharienne d'Algérie contiennent des quantités importantes de sels solubles. Leur accumulation est due à la rareté des pluies qui ne pénètrent pas profondément dans les sols pour provoquer une infiltration appréciable (HALILET, 1998).

La variabilité de la salinité des sols est fonction des caractéristiques hydro-pédologiques et géomorphologiques de l'oasis par rapport aux axes naturels d'écoulement

CHAPITRE (I) SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

et de concentration des eaux (ZIDI et *al.*, 1997). Le paysage saharien est composé généralement, en partie amont, de sols sableux éoliens peu profonds, à croûte gypseuse, et, en partie aval, de sols sableux éoliens, plus profonds à encroûtement de nappe gypseuse plus récent (MITIMET, 1998).

Selon ABID (1995), qui définissait l'origine des sols dans la vallée de l'oued Righ comme mixte alluvionnaire, colluviale et éolienne, Les deux premières proviennent de l'érosion du niveau encroûté datant du Quaternaire ancien ou du Mio-Pliocène. Les phases successives d'érosion et de comblement du fond de la vallée.

D'après GUYOT et DURAND (1955), indique que les sols de la vallée d'Oued Righ contiennent des fortes proportions de gypse, La raison principale de cette accumulation dans les sols est due à la précipitation du gypse provenant des sels contenus dans la nappe aquifère et dans les ruissellements. A la suite d'une évaporation intense et dont la variation saisonnière du niveau piézométrique peut atteindre dans la vallée de l'Oued Righ l'amplitude d'un mètre et plus (SOGREHA, 1971).

I.8. Végétation

La flore saharienne considérée comme très pauvre si l'on compare le petit nombre d'espèces qui habitent ce désert à l'énormité de la surface qu'il couvre (OZENDA, 1991). Le peuplement dans la région, est soit une relique des périodes les plus humides qui ont réussi à se maintenir soit des espèces méditerranéennes ou tropicale qui se sont adoptées au désert grâce à l'apparition de caractères physiologiques ou morphologiques, l'essentiel de la végétation à l'exception des oasis se rencontre dans les lits des oueds ,les dayas et les sebkhas, les familles les plus rencontrées sont: la Graminée, les Composées, les Papilionacées, les Chénopodiacées, les Tamaricacées, les Plombaginacées(BEGGAR, 2006) .

La famille des Chénopodiacées regroupe le nombre le plus élevé d'espèces avec six plantes différentes ce qui indique la capacité de ces espèces à résister à la salinité et à la sécheresse. La majorité des espèces inventoriées dans les cinq stations sont soit des halophytes notamment *Arthrocnemum glaucum*, *Halocnemum strobilaceum* et *Salicornia fruticosa* (KOULL et CHEHMA, 2014).

I.8.1. Plantes des sols salés (les halophytes)

Les sols salés, sont impropres à la croissance de la plupart des plantes. Seules persistent les espèces susceptibles de supporter la salure (OZENDA, 1991).

CHAPITRE (I) SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Les halophytes, dont les conditions optimales de la croissance ne sont fournies que par des sols salés, se rencontrent d'abord en bordure des rivages maritimes, ou elles sont soumises plus particulièrement à l'action du Chlorure de sodium (sur 35 g de sels dissous par litre d'eau de mer, il y a environ 30 g de Na Cl). Elles se rencontrent également à proximité des gisements de sel ou des sources salées (ROBERT et *al.*, 2011).

Les définitions des halophytes sont nombreuses mais convergent pour dire qu'il s'agit de plantes adaptées à des milieux salés et/ou très salés, bien que le terme halophyte désigne l'organisme qui recherche les milieux salés (GARDI, 1973).

I .8.2. Classification des halophytes

Selon le mécanisme d'adaptation des halophytes vis-à-vis la salinité du sol, on distingue quatre groupes (BENMOUSSA et BELAOUDMOU, 2013) :

- **Les halophytes excrétoires**: sont des plantes qui possèdent des glandes spécifiques au niveau des feuilles et des tiges tels que *Tamarix*, *Cressa* et *Limonium*.
- **Les halophytes succulentes**: sont des plantes qui absorbent une grande quantité de la solution de sol et de l'eau d'où succulence au niveau de feuilles et des tiges tels que: *Halocnemum*, *Halopeplis*, *Suaeda*, *Salsola*, *Zygophyllum*, et *Arthrocnemum*.
- **Les halophytes cumulatives** : sont des halophytes sans mécanismes particulières. La teneur en sels augmente constamment au cours d'une période de végétation jusqu'à une limite létale pour la plante. La période est toutefois assez longue, pour faire l'objet justement d'un cycle de développement complet. Exemple : *Juncus*.
- **Les halophytes exclusives (types de filtre de racines)** : l'exclusion des sels par les racines est souvent décrite en termes de substitution élémentaire ou choix préférentiel des ions.

I .9. Présentation et la description de la plante *Halocnemum strobilaceum*

I .9.1. Répartition de la plante:

Les Chénopodiacées hyperhalophiles (*Halocnemum strobilaceum*, *Arthrocnemum glaucum*ssp. *indicum*, *Salicornia fruticosa*) sont répartis au Sahara central et méridional. Elles descendent par contre très au Sud dans le Sahara océanique (OZENDA, 1991).

Selon BESBES et *al.* (2017), Cette espèce est très répandue dans les sables et les vases salées de Tunis, Kairouan, Kerkennah, Sobria, Tozeur, El Guettar, Gabes, Sidi Salem, Bou Grara et Djerba. On trouve aussi cette espèce dans les habitats salins de l'Afrique du

CHAPITRE (I) SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

nord, Afghanistan, Pakistan, Kazakhstan, Mongolie, sud de la Russie, Sud-ouest de la Chine, Asie occidentale, Europe ; dans le littoral, les prairies, les lagunes.

Représente Nord du Sahara septentrional et régions présahariennes. Marais salants (CHEHMA, 2006).

Lorsque la salure est forte, seules peuvent vivre une petite minorité de plantes et notamment des Chénopodiacées. *Halocnemum strobilaceum* est la plante qui paraît présenter, aussi bien en Afrique du Nord qu'en Asie, la plus forte résistance au sel (OZENDA, 1991).

I .9.2. Habitat

On la rencontre dans des sols contenant plus de 20 grammes de chlore par kilogramme de terre et elle forme autour des chotts la première ceinture de végétation, immédiatement au bord des vases salées abiotiques qui constituent la partie centrale de ces chotts (OZENDA, 1991).

La plante halophile supportant une très forte salinité, vivant dans les terrains compactés salés et humides en bordure immédiate des chotts (CHEHMA, 2006).

I .9.3. Description de la plante

Fleurs hermaphrodites. En fonction de l'âge, la plante peut avoir des couleurs qui varient du vert vers le rouge (CHEHMA, 2006).

Arbrisseau à tiges cylindriques, nombreuses, jaunâtres, rampantes puis redressées de 30 à 100 cm de haut, à rameaux longs articulés, portant des pousses courtes ressemblant à des bourgeons (R.E.1, 2019).

Selon KHERRAZE (2019), les feuilles trapues, vert bleuté et en forme d'écailles entourent la tige à chaque nœud. Les fleurs sont hermaphrodites et très petites, et sont disposées en trois verticilles sur la partie supérieure des branches.

I .9.4. Utilisation

Considérer cette plante comme une plante non-palatable a été étudié peu des animaux appréciant cette plante (KHERRAZE et al., 2010).

L'intérêt pastoral : Plante peu broutée par les dromadaires (CHEHMA, 2006).

I .9.5. Aspects écologiques

La présence *Halocnemum strobilaceum* est importante vitale pour la survie de certains animaux même camélidé l'utilisation pour l'alimentation il ne faut pas négliger le

CHAPITRE (I) SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

rôle quelle peut jouer dans le renforcement de la dune de sable, en particulier dans les cotes arides de l'Afrique du nord et la péninsule arabique (R.E.2, 2019).

I .9.6.Classification

Nom utilisé en arabe Guerna, barbite (KHERRAZE et *al.*, 2010).

Selon CHEHMA (2006) et R.E.3, (2019), la classification de la plante étudié comme suivant (Photo.1):

Types biologiques	Chaméphytes
Ebranchement	Angiosper
Division	Angiosperme
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Caryophyllales
Famille	Chenopodiaceae
Gener	<i>Halocnemum</i>
Espece	<i>H.strobilaceum</i>



Photo 01: Photo du *Halocnemum strobilaceum* (BENABDELLAH, 2020)

I.10. Zones humides de la région de l'Oued Righ

Dans le Sahara, le terme biotope humide correspond généralement à un petit lac, un chott, un drain ou une zone de déversement des eaux utilisées. Dans ces zones dites humides permet se développer une végétation spécifique adaptée à la qualité et la quantité d'eau, ce qui permis à une large faune notamment des oiseaux de s'installer. Ces zones

CHAPITRE (I) SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

constituent un lieu d'habitat important pour l'avifaune migratrice de la méditerranée vers le Sahara notamment en période d'hiver (A.N.R.H, 2006).

Les zones humides sont toutes zones de transition entre les systèmes terrestres et aquatique où la nappe phréatique est proche de la surface du sol, ou dans la quelle cette surface est recouverte d'eau peu profonde de façon permanente ou temporaire. La région d'Oued Righ est l'une des régions les plus anciennement cultivées et l'une des mieux connues du Sahara septentrional, encore appelée bas-Sahara, se présente comme une vaste fosse synclinale dissymétrique caractérisé par l'existence de plusieurs zones humides (environ 12 entre lacs et chotts), on nommer Chotte Merouane ; Chotte N'Sigha ; Oued Khrouf ; Sidi Khilile ; Tindla; Lac Ain Zerga; Lac Ayata; Lac Sidi Slimane; Lac Mégarine; Lac Tataouine; Lac Merdjaja; Lac Témacine. Les zones humides de la région de l'Oued Righ sont vulnérables, car elles s'alimentent de l'eau provenant des écoulements des oueds, de sources, de drainage des palmeraies ou de remontée des nappes phréatiques (HAMMOUDA, 2013).

I.10.1. Chott

Lac salé, c'est une cuvette endoréique fermée de faible profondeur, située à l'intérieur des terres. Il comprend une ceinture de végétation à base de plantes supportant différents taux de salinité (salsolacées), et au centre, un plan d'eau de forte à très forte salinité appelé sebkha (DAOUD et *al.*, 2016).

I.10.2. Sebkhas

Elles s'inscrivent dans la zone où s'affrontent la plate forme saharienne et le système plissé de l'Atlas. Les sebkhas représentent les cuvettes actuelles de décantation d'une superficie de 3375Km² pour la sebkha de Mérouane et 5515 Km² et pour la sebkha Mélghir (ANONYME, 2001).

I.10.3. Lacs salés

C'est uniquement sous climat sec et chaud que se forment les lacs salés. Ils portent des noms divers : mers (morte, caspienne, Aral), Sebkhas, Chotts, Soltpans, Levirs. L'eau amenée par les cours d'eau ou les sources s'évaporent à la surface du lac. Il se fait une auto régulation (KOULL, 2015).

Selon BOUTALBE (2010), ce que les gens des régions nomment communément «Bhours», c'est tout simplement une étendue d'eau dont l'origine est une source naturelle, provenant de la nappe phréatique souterraine, les Bhours existant durant toute l'année,

CHAPITRE (I) SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

dans la région de l'Oued Righ, on en compte trois : un dans l'oasis de Témacine, un seconde à Méggarine et un dernier à Sidi Amrane (Fig. 04).

I.10.4. Relation entre la nappe phréatique et les lacs de la région

La géométrie de la nappe ainsi que la géologie du substratum imposent le sens d'écoulement des eaux de cette aquifère et facilitent l'ascension des eaux en surface. Ceci a accéléré la genèse de nouveaux chotts à cette région. Mais cette hypothèse ne s'applique pas au cas des lacs parce que ces derniers prennent leurs origines des eaux d'irrigation à travers des collecteurs secondaires de drainage liés directement aux lacs d'une part, et l'observation de la carte piézométrique, résulte que le niveau de la nappe est inférieur de quelques mètres à celui du lac, crée un gradient orienté vers l'intérieur des terres sur tout le pourtour du lac d'une autre part. De même, Les lacs situés au cœur de la cuvette de la région d'étude, sont en position perchée au dessus de la nappe phréatique, les gradients hydrauliques soient favorables à l'alimentation par les eaux du lac (DEBBEKH, 2012).

I.10.5. Caractéristiques écologiques des zones humides

Les conditions hydrologie, bio-géochimie, et habitat permettent un développement extraordinaire de la vie dans les milieux humides. Les conditions des zones humides, comme eau peu profonde, productivité végétale élevée, et des substrats anaérobies fournissent un environnement approprié pour des processus physiques, biologiques, et chimiques importants. En raison de ces processus, les zones humides jouent un rôle essentiel dans les cycles biogéochimiques (KOULL, 2015).

I.10.6. Fonctions climatiques

Les zones humides de grande surface peuvent influencer le climat par des phénomènes d'évaporation et à l'inverse peuvent modérer les effets de sécheresse (KOULL, 2015 in NEDJAA, 2017).

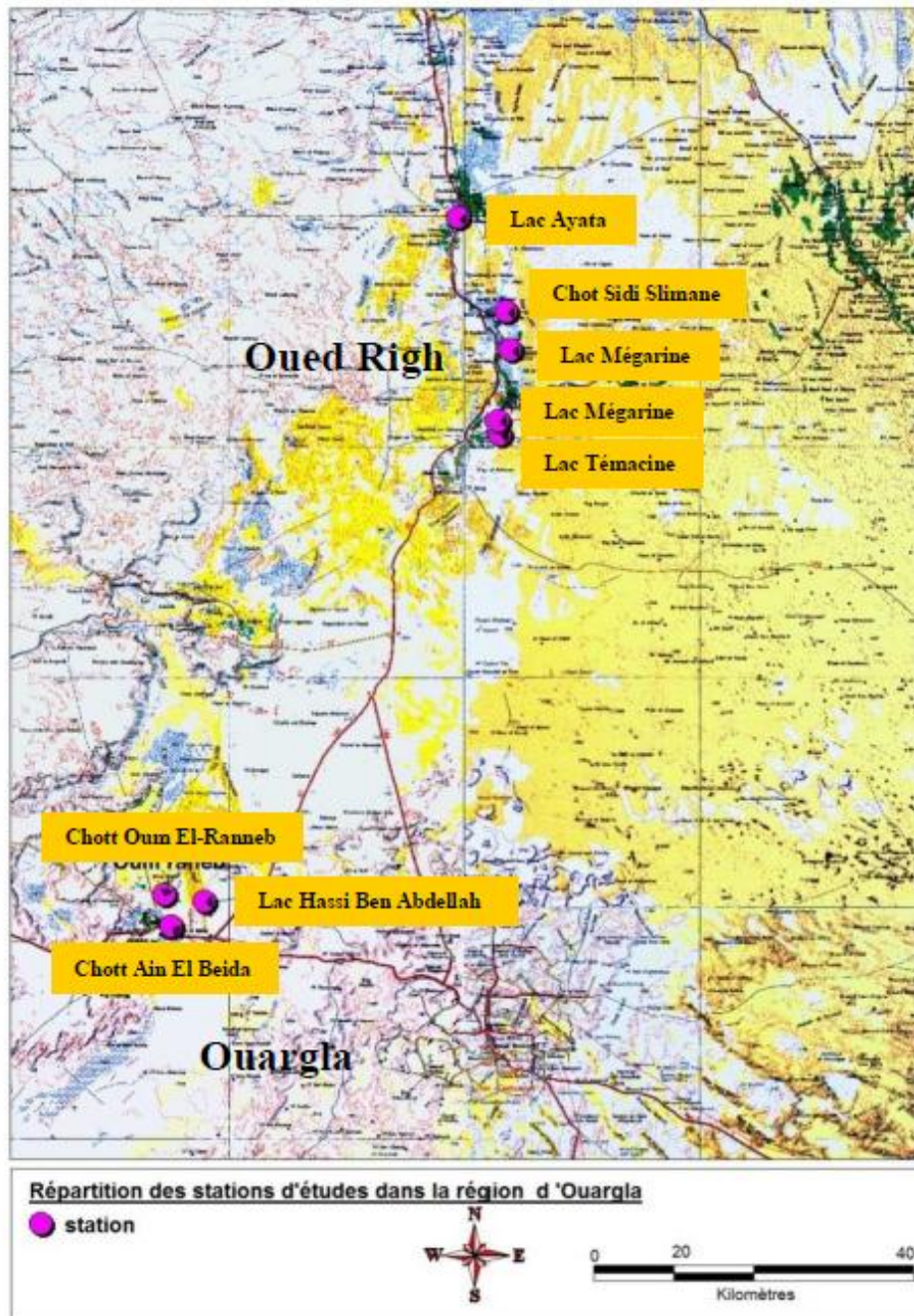
I.10.7. Végétation

La flore saharienne considérée comme très pauvre si l'on compare le petit nombre d'espèces qui habitent ce désert à l'énormité de la surface qu'il couvre (OZENDA, 1991). Le peuplement, dans la région, est soit une relique des périodes les plus humides qui ont réussi à se maintenir soit des espèces méditerranéennes ou tropicale qui se sont adoptées au désert grâce à l'apparition de caractères physiologiques ou morphologiques, l'essentiel de la végétation à l'exception des oasis se rencontre dans les lits des Oueds, les dayas et les sebkhas (NEDJAA, 2017).

CHAPITRE (I) SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Les zones humides de la région de l'Oued Righ abritent une flore peu diversifiée mais bien adaptée aux conditions écologiques défavorables qui règnent sur le sol (forte salinité) et le climat (sécheresse) (KOULL et CHEHMA, 2013).

Les familles les plus rencontrées sont: Graminée, Composées, les Papilionacées, les Chénopodiacées, les Tamaricacées, les Plombaginacées (BEGGAR, 2006).



Source : (KOULL, 2015)

Figure 04: Localisation des zones humides dans la région de l'Oued Righ

**CHAPITRE (II) MATERIEL ET
METHODES D'ETUDE**

CHAPITRE (II): MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

II.1. Méthodologies et Techniques de travail

Pour atteindre l'objectif de notre travail, nous avons suivi les étapes suivantes :

- choix des stations représentatives de la région d'étude ;
- l'échantillonnage de sol et de la plante étudiée ;
- prélèvement des échantillons pour les différentes analyses physiques, chimiques de sol et analyses quantitatives (recouvrement, abondance) de la plante.

II.1.1. Choix des stations

La station est une surface où les conditions écologiques sont homogènes et la végétation est uniforme (GOUNOT, 1969).

Selon l'objectif de notre travail, nous avons choisi 02 stations : lac de Méggarine, et chott Sidi Slimane qui semblent être représentatives des zones humides de la région d'Oued Righ.

II.1.1.1. Présentation des stations d'étude

a. Lac Méggarine

Le lac de Megarine se trouve dans la commune de Méggarine au centre de la région de Touggourt ; bordé des palmeraies et d'une route à cotés (Photo. 02). Ce lac est alimenté par l'excès d'eau d'irrigation provenant des palmeraies voisines à travers deux collecteurs secondaires de drainage liés directement au lac et des eaux de la nappe phréatique. Le lac couvre une superficie d'environ de 1,8 ha avec une profondeur de 2 à 4 m (Fig. 05). Ces coordonnées géographiques sont (HAMOUDA, 2013):

- Latitude : 33° 12' 14.24" Nord
- Longitude : 006° 5' 50.97" Est
- Altitude : 76 m

Les sols du lac Méggarine sont sablonneux. Comme la majorité des sols de la région de l'Oued Righ, ceux du lac sont salés. Ils sont humides, neutres (pH de 7.6), extrêmement gypseux, et moyennement riches en matière organique. Elle existe dix espèces vivaces (Ex: Phragmites communis, Halocnemum strobilaceum, Tamarix gallic), Le lac Méggarine s'alimente des eaux de drainage des palmeraies qui l'entourent et des eaux de la nappe phréatique. Elles sont basiques et permanentes pendant toute l'année. On trouve dans les eaux du lac l'espèce commune à la région Tilapia zilli. Le lac abrite aussi des oiseaux comme la Sarcelle marbrée (KOULL, 2018).

CHAPITRE (II): MATERIEL ET METHODES D'ETUDE



Photo 02: Lac Mèggarine (BENABDELLAH, 2019)



Figure 05: Présentation du lac Mèggarine (Google Earth, 2019) modifiée

b. Chott Sidi Slimane

C'est un très beau site de part de la situation géographique, sa proximité immédiate d'un Zaouïa, c'est un lac saumâtre permanent durant toute l'année même en été avec une profondeur plus ou moins importante (Photo. 03). La zone est située à proximité d'une route à environ 500 m de la commune de Sidi Slimane dont elle dépend, le lac est situé sur à une altitude de 50 m en moyenne avec, une superficie de 6.16 ha. La profondeur d'eau varie de 2 à 4 m avec une altitude moyenne de 50 m (Fig. 06). Les coordonnées géographiques de cette zone sont (HAMOUDA, 2013) :

CHAPITRE (II): MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

- Longitude : 06°05' 44" Est
- Latitude : 33°17' 10" Nord

Les sols du chott contiennent du sable fin, moyen et grossier. Sont extrêmement salés, et qui sont occupées notamment par *Halocnemum srtobilaceum*, les sols sont humides suivant les saisons et le niveau de la nappe phréatique et part du pH neutre, alors qu'ils sont riches en matière organique. L'eau du chott Sidi Slimane est permanente durant toute l'année, elle est très chargée en sels solubles avec de pH neutre (7.5), et contient 30 mg/l de matières organiques. L'avifaune est composée surtout de Sarcelles marbrées, de poule d'eau et poule sultane (KOULL, 2018).



Photo 03: Lac Sidi Slimane (BENABDELLAH, 2019)



Figure 06: Présentation du lac de Sidi Slimane (Google Earth, 2019) modifiée

CHAPITRE (II): MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

II.2. Prospection sur le terrain

Afin d'atteindre notre objectif, nous avons suivi les démarches suivantes (Fig. 07):

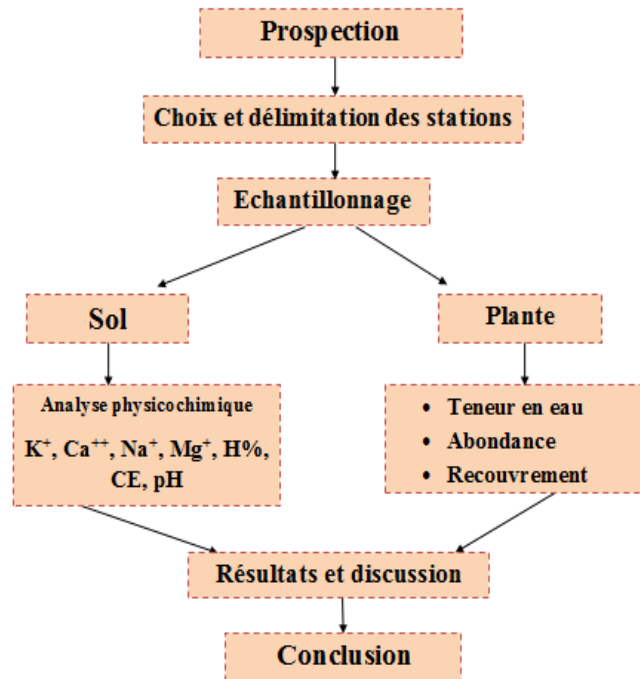


Figure 07: Méthodologie de travail

II.2.1. Type d'échantillonnage

L'échantillonnage correspond à un groupe de relevés qui sont définis par un ensemble d'espèces soumises aux facteurs écologiques (GOUNOT, 1969). La plupart des écologues étudient la végétation en observant les espèces qui vivent dans une station c'est à dire une prospection de territoire qui peut être considérée comme homogène quant au climat, sol et la végétation (GOUNNI et *al.*, 2015).

Nous avons utilisé l'échantillonnage systématique orienté :

L'échantillonnage systématique selon GOUNOT (1969), est la forme la plus simple intuitive d'échantillonnage. Le chercheur choisit comme des échantillons, des zones qui lui paraissent particulièrement homogènes et subjective et représentatives.

Nous avons dit orienter lorsque l'emplacement des surfaces est en fonction de la diversité et la densité de l'espèce végétale.

II.2.2. Matériels utilisés pour l'échantillonnage

Voici la liste du matériel nécessaire :

- Une tarière de 1.20 m pour faire l'échantillonnage du sol (profondeur 30 cm);
- Un décimètre, des piquets, une corde;

CHAPITRE (II): MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

- Une règle, couteau, des sachets en plastiques avec des étiquettes pour transporter les échantillons relevés des sols et de la plante étude;
- Bloc note, appareil photos numérique;
- GPS : pour déterminer les coordonnées géographiques;

II.2.3. Méthodes sur le terrain

Pour atteindre notre objectif nous avons opté la méthodologie: nous avons commencé par une prospection du terrain dont le but est le choix des stations d'étude et les sites de prélèvement du sol et la plante.

Dans ce cas, nous avons choisi trois sites des surfaces 100 m² (10m × 10 m) au niveau de la station Mèggarine et du Sidi Slimane. A l'intérieur de chacune d'elle on a pris quatre prélèvements du sol de profondeur (30 cm) à l'aide d'une tarière (Photo 04). Ensuite, on a retiré la plante qui est juste à coté (Photo 05). Au même temps nous avons déterminé le diamètre et le nombre de plante étudié dans chaque site. Avant de transporter les échantillons au laboratoire, ils doivent être mis dans des sachets en plastique bien fermés pour conserver leur humidité.

Pour les analyses physico-chimiques, les échantillons sont séchés à température ambiante de laboratoire.



(BENABDELLAH, 2019)

Photo 04: Prélèvement du sol par la tarière Manuelle (BENABDELLAH, 2019).



(BENABDELLAH, 2019)

Photo 05: Prélèvement de la plante (BENABDELLAH, 2019).

II.3. Méthodes d'analyse

II.3.1. Méthodes d'analyses floristiques

Selon GOUNOT (1969), il s'agit de recenser toutes les espèces rencontrées dans une aire représentative dans le but d'établir la liste floristique des communautés homogènes.

CHAPITRE (II): MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

La liste floristique de nos stations inclut toutes les espèces recensées.

II.3.1.1. Indices écologiques

a) Recouvrement

Le recouvrement d'une espèce est défini théoriquement sans ambiguïté, comme le pourcentage de la surface du sol qui serait recouverte si on projetait verticalement sur le sol, les organes aériens des individus de l'espèce (GOUNOT, 1969). A partir de cela la surface recouverte est utilisée:

$$R_c = \pi(d/2)^2$$

Avec :

R_c: Recouvrement

d: Diamètre de la touffe de la plante.

Pour les calculs de recouvrement de nos espèces, nous avons procédé au calcul des diamètres de la majorité des individus (touffes) composant nos surface échantillonnés (Photo. 06). Dans notre étude nous avons calculé le taux de recouvrements réels qui exprime l'espace de couvert végétal par 100 m² et le recouvrement relatif qui exprime le pourcentage des espèces entre elles dans ce couvert végétal.



Photo 06 : Mesure du recouvrement de la plante *H. strobilaceum* (BENABDELLAH, 2020).

b) Abondance

Est le nombre des individus d'une espèce sur une surface de référence (FAURIE et al,1980).

CHAPITRE (II): MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

Le coefficient d'abondance dominance est estimé selon l'échelle de (BRAUM BLANQUET, 1951), qui est généralement adoptée (Tab. 02).

Tableau 02: Coefficients d'abondance dominance.

Coefficient	Signification
5	Espèces couvrant plus de 3/4 de la surface
4	de 1/3 à 1/2
3	de 1/4 à 1/3
2	Espèces abondantes mais couvrant moins de 1/4
1	Espèces bien représentées mais couvrant moins de 1/20
+	Espèces présentes, mais d'une manière non chiffrable

II.3.2. Analyses au laboratoire

Plusieurs méthodes analytiques ont été utilisées.

II.3.2. 1. Matériels utilisés dans laboratoire

Voici la liste du matériel nécessaire :

- Verriers (Entonnoirs ; Bêchers de différent volume ; les éprouvettes ...etc.).
- Capsules en porcelaine.
- Etuve : pour séchage des échantillons (Annexe3).
- Balance numérique : pour mesure le poids des échantillons.
- Agitateur rotatif: pour obtenir la solution du sol
- Spectrophotomètre à flamme : pour mesure la concentration des cations.
- pH mètre : pour mesuré le pH de l'eau.
- Conductimètre : pour mesure la conductivité électrique.
- Dessiccateur pour Refroidir les l'échantillonnes (Annexe 3).

II.3.2. 2. Analyses physico-chimiques au laboratoire

II.3.2. 2.1. Analyses du sol

Transportés l'échantillonnes au laboratoire dans des sachets en plastique bien fermés. Ils sont séchés à l'air libre ensuite tamisés à 2 mm du sol (AFNOR, 1987), afin d'obtenir de la terre fine, sur laquelle les analyses physico-chimiques seront effectués aux laboratoires du Centre de Recherches Scientifiques et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA) Touggourt.

Selon (CLEMMENT (1998) et DJILI (2010), la déterminer la solution du sol (1/5), nous suivons les étapes suivantes:

- Peser 40 g de sol sec tamisé à 2 mm (Photo. 07);
- Introduire dans un flacon ou bouteille;

CHAPITRE (II): MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

- Ajouter 200 ml d'eau déminéralisée;
- Agiter durant 2 heures par l'agitateur rotatif (Photo. 08);
- Laisser reposer jusqu'à ce qu'il y ait sédimentation de la terre;
- Nous prenons béccher, mettons du papier filtre sur le dessus et versons le liquide.

La solution obtenue est celui que nous utilisons dans toutes les analyses suivantes :



Photo 07: Tamisé du sol à 2 mm
(BENABDELLAH, 2019)



Photo 08: Agitateur de solution du sol.
(BENABDELLAH, 2019)

a. Mesure de l'humidité

C'est la teneur en eau du sol en place estimée par la différence de poids après séchage dans l'étuve à 105°C pendant 48h (VIELLEFON, 1979). Le taux de l'humidité est exprimé par la formule suivante:

$$H(\%) = \frac{(P \text{ sol frais} - P \text{ sol sec})}{P \text{ sol sec}} * 100$$

Avec **P** : poids

b. Mesure du pH

Les mesures ont été réalisées à l'aide d'un pH-mètre à l'électrode de verre des extraits aqueux dont le rapport sol/eau est de 1/5 (SOLTNER, 1989).

c. Mesure de la conductivité électrique

La conductivité électrique (C.E) mesurée au conductimètre. Elle traduit la concentration saline totale de la solution (rapport terre / eau est 1/5) (AUBERT, 1978).

d. Cations solubles

Après la dilution de l'extrait 1/5 du sol pour faire les dosages des cations. Ces dosages sont effectués par spectrophotométrie d'émission atomique (photomètre à flamme) pour le sodium, le potassium, le calcium. On établit une gamme étalon pour chaque élément dosé et l'on s'y réfère pour déterminer une concentration inconnue, les résultats sont affichés sur le spectre et par la titrations pour le magnésium.

CHAPITRE (II): MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

II. 3. 2. 2. 2. Teneur en eau pour la plante (*H. strobilaceum*)

La présence de l'eau est une condition incontournable pour que toute la plante puisse s'accroître et assurer ses fonctions physiologiques vitales (CALU, 2006).

Pour évaluer la teneur en eau des échantillons de plantes, ils ont été prélevés dans les parties aériennes et souterraines de végétale. Aux deux stations St1 et St2, quatre échantillons ont été prélevés sur trois sites. Ainsi, le nombre d'échantillons prélevés sur les deux parties de la plante (tige et racine) est de 12 échantillons.

Au laboratoire:

Voici les étapes de la préparation de chaque échantillon de du végétale (KHERRAZE, 2019):

- Nous avons prélevé une prise d'essai de 10 g de tige et la racine du plante étudié;
- Mettre dans l'étuve à 105 °C pendant 24h;
- Refroidir dans un dessiccateur;
- Peser les échantillons (les valeurs obtenues correspondent au poids sec).

Selon la technique d'AFNOR (1982), le calcul de la teneur en eau des tissus est donné par la relation:

$$TH(\%) = [(Pf - Ps) / Pf] * 100$$

TE : Teneur en eau,

Pf: Poids de l'échantillon frais en grammes,

Ps : Poids de l'échantillon après dessiccation en grammes.

II.3.3. Analyse statistique

Les données obtenues ont été soumises à des analyses statistiques à l'aide du logiciel SPSS version 20.0. Également, des statistiques descriptives (moyenne, écart-type, minimum et maximum) des différents paramètres ont été réalisées pour l'ensemble des données. Elles ont été d'abord testées pour la normalité (test de *Shapiro-Wilk*) et l'homogénéité des variances à l'aide du test de *Levene*. Si les deux conditions sont vérifiées (MAYERS 2013; BERREKIBIA et REMINI, 2020), le test *t* (*Student*) est appliqué à des échantillons indépendants. Alors que, et dans le cas contraire, le test de *Mann-Whitney* est utilisé pour comparer les différents paramètres de l'étude aux deux stations de mesures.

**CHAPITRE (III) RESULTATS
ET DISCUSSION**

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Etude caractéristique des différentes stations

Dans ce qui suit, nous nous limitons à présenter les premiers résultats relatifs aux mesures collectées à l'échelle de la station en vue de comprendre les relations entre le développement de l'espèce (*Halocnemum strobilaceum*) et les différents paramètres physicochimiques du sol salin analysés. Ainsi, une approche statistique a été avancée pour mettre en évidence la variation spatiale de différents paramètres du sol et leur effet sur l'*Halocnemum strobilaceum*.

III.1.1. Station de Méggarine

III.1.1.1. Etude du sol

Nous avons étudié les paramètres physiques et chimiques du sol suivant:

a) Paramètres physiques du sol

Selon le tableau 3, on a concerné trois paramètres physiques : l'humidité (H_s), le potentiel d'hydrogène (pH) et la conductivité électrique (CE) du sol.

1. Humidité

Dans la zone d'étude, H_s varie entre 12 et 26.58 % avec une moyenne de 20.33 ± 6.6 % (S1), 26.74 et 32.50 % avec une moyenne de 30.77 ± 2.70 % (S2) et entre 39.08 et 47.17 %, avec une moyenne de 42.99 ± 3.41 % (S3).

2. Potentiel hydrogène

Le potentiel hydrogène (pH) des sols varient entre 7.70 et 7.96, 8.07 et 8.36 et entre 8.17 et 8.45 respectivement pour les sites S1, S2 et S3. Ainsi, avec des moyennes sont de 7.86 ± 0.11 , 8.18 ± 0.13 et de 8.34 ± 0.14 respectivement. Les résultats obtenus montrent que le sol de cette station est très alcalin selon l'échelle SOLTNER (1989), (Annexe 1).

3. Conductivité électrique

La conductivité électrique (CE) varie entre 23.10 et 28.70 mS/cm (S1) avec une moyenne de 26.15 ± 2.87 mS/cm. Elle est variée entre 6.14 et 10.36 mS/cm avec une moyenne de $8.21 \pm 2,11$ mS/cm (S2) et entre 8.53 à 12.32 mS/cm pour une moyenne de 10.73 ± 1.76 mS/cm dans le site3. Selon la classification d'AUBERT (1978), (Annexe 2), les valeurs de la CE obtenues sur l'ensemble des sites étudiés indiquent que les sols sont classés comme des sols extrêmement salés.

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

b) Paramètres chimiques du sol

Dans la station Megarine, les paramètres chimiques sont présentés dans le tableau 03.

Nous étudions quatre éléments chimiques major importants du sol qui sont : le sodium (Na^+), potassium (K^+), calcium (Ca^{2+}) et le magnésium (Mg^{2+}) :

1. Sodium

En générale l'ion Na^+ provient du lessivage des dépôts évaporitiques, des phénomènes d'évaporation, et de l'eau de lac (chotts). La forte valeur moyenne de Na^+ est de 7.25 ± 1.29 méq/l qui est enregistrée au site (S1), elle varie entre 5.73 et 8.65. La faible valeur est notée au site (S2), elle comprise de 0.78 à 1.32 méq/l, avec une moyenne de 1.08 ± 0.25 méq/l.

2. Potassium

Le K est caractérisé par une concentration moyenne de 1.92 ± 0.30 méq/l (S1) qui varie de 1.56 à 2.25 méq/l. Dans le (S2), elle est en moyenne de 1.48 ± 0.30 méq/l, un minimum de 1.13 méq/l et un maximum de 1.76 méq/l. Alor que, dans le site (S3), elle varie entre 1.51 et 2.17 méq/l avec une concentration moyenne de 1.87 ± 0.28 méq/l.

3. Calcium

Les Ca^{2+} moyennes en calciums sont respectivement de 7.45 ± 0.62 méq/l (S1), de 6.70 ± 0.38 méq/l (S2) et de 6.40 ± 0.28 méq/l (S3). Les valeurs minimales et maximales sont respectivement notées aux sites (S3) et (S1).

4. Magnésium

Les valeurs de Mg^{2+} obtenues au site (S1) varient entre 13.52 et 16.11 méq/l avec une valeur moyenne de 14.75 ± 1.14 méq/l, varient aussi de 13.19 à 18.38 mg/l (S2) pour une moyenne de 16.67 ± 2.38 méq/l et entre 11.19 et 14.79 méq/l avec une valeur moyenne de 12.99 ± 1.48 méq/l (S3).

III.1.1.2. Etude de la plante

Nous nous basons, dans la présente partie, sur l'étude de différents paramètres concernant la partie aérienne et souterraine de la plante *Halocnemum strobilaceum*.

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

a) Partie aérienne

Dans la partie aérienne, trois paramètres importants sont analysés qui sont les suivants: l'abondance, recouvrement et la teneur en eau.

1. Abondance

La figure 08, illustre la variation spatiale de l'abondance de la plante *Halocnemum strobilaceum*. Les valeurs de *Ab* ont enregistré une variation entre les sites, où la valeur la plus élevée a été enregistrée au S1, tandis que la valeur la plus faible a été enregistrée au S2. Comme pour le S3, la valeur enregistrée était proche de celle enregistrée au S1. Cette différence enregistrée dans *Ab* des plantes sur ces sites peut être attribuée à sa relation qui est affectée par les variations des paramètres physico-chimiques du sol.

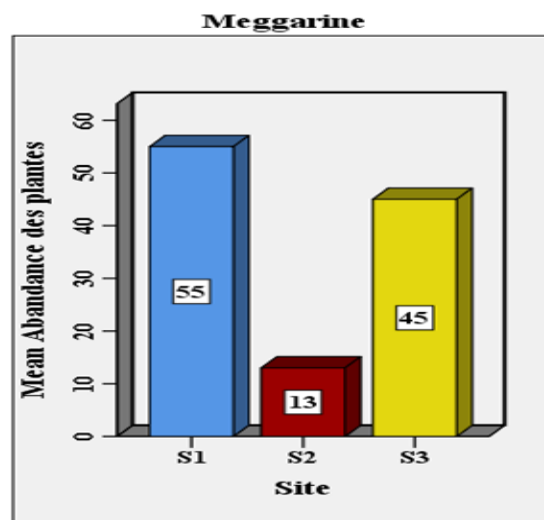


Figure 08: Evolution de l'abondance de la plante dans la station de Méggarine

2. Recouvrement

Le recouvrement (*Rc*) des plantes est un paramètre écologique et végétatif important qui donne une idée sur la proportion de la surface du sol couverte par la projection verticale des organes aériens de l'espèce végétale étudiée dans un terrain (KOULL, 2015).

Dans station, le *Rc* de cette plante est faible dans les trois sites (Tab. 03). Il est varié de 0.01 à 0.28 m², pour une moyenne de 0.14 ± 0.15 m² (S1). Ce paramètre est varié également, de 0.04 à 0.15 m² avec une moyenne de 0.10 ± 0.05 m² (S2) et entre 0.05 à 0.15 m² avec une moyenne de 0.10 ± 0.04 (S3). La valeur moyenne la plus élevée a été enregistrée au S1, tandis que la valeur la plus faible a été notée aux S2 et S3. De plus, la

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

couverture végétale est affectée par les propriétés physicochimiques du sol pour chaque site.

3. Teneur en eau

Les valeurs de la teneur en eau (*Ht*) de la plante sont résumées dans le tableau 03. Les résultats montrent que ces valeurs varient entre les trois sites, car elles ont enregistré les plus élevées dans le site (S2) par rapport aux sites (S1) et (S3) respectivement. Dans le site (S2), la teneur en eau est caractérisée par une teneur moyenne de 82.75 ± 1.71 % qui varie de 81 et 85 %. Cette variation enregistrée dans les valeurs de la teneur en eau du site (S2), où une valeur maximale a été enregistrée et très élevée, est due à la proximité du site avec le lac Zerzaim. Cela permet de prélever des échantillons de plantes reflétant leur abondance et leur couverture végétale dense à proximité de ce site.

b) Partie souterraine

Pour la partie souterraine de la plante, un seul paramètre a été utilisé, qui est la teneur en eau des racines.

1. Teneur en eau

Les résultats de la teneur en eau (*Hr*) sont résumés dans le tableau 03. Nous montrons que la *Hr* est très important dans le site (S2), elle est variée respectivement entre 70 et 77% pour une moyenne de 73.75 ± 2.87 % (S1), entre 60 à 68% avec une moyenne de 63.75 ± 3.30 % et varie entre 61 à 68 % par une moyenne de 64.75 ± 2.87 (S3). A travers ces résultats obtenus, les valeurs de la teneur en eau dans les racines indiquent une légère variation entre les sites (S1) et (S3), et au contraire, au site (S2). De plus, on constate que les valeurs de teneur en eau enregistrées dans *Ht* et *Hr* sont les plus élevées sur le même site (S2).

En outre, des valeurs plus élevées du même paramètre ont été enregistrées dans les tiges par rapport aux racines des plantes. Ceci explique que la plante *Halocnemum strobilaceum* retienne d'importantes quantités d'eau au niveau de la *Ht* à un stade de son développement et l'utilise pour augmenter sa croissance. En raison de l'abondance de cette eau retenue dans les parties aériennes, elle contient les nutriments les plus importants pour cette plante (KHERRAZE et *al.*, 2010).

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 03: Résumé statistique descriptive des paramètres du sol et de la plante (station de Mèggarine)

Station	Site	Paramètres	Unité	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Mèggarine	S1	Ab	Plante/10 m ²	1.00	4.00	2.50	1.30
		Rc	m ²	0.01	0.28	0.14	0.15
		Na⁺² (s)	méq/l	5.73	8.65	7.25	1.29
		K⁺ (s)	méq/l	1.56	2.25	1.92	0.30
		Ca⁺² (s)	méq/l	6.72	8.12	7.45	0.62
		Mg⁺² (s)	méq/l	13.52	16.11	14.75	1.14
		H (s)	(%)	12.00	26.58	20.33	6.6
		pH (s)	-	7.70	7.96	7.86	0.11
		CE (s)	mS/cm	23.10	28.70	26.15	2.87
		H (r)	(%)	60.00	68.00	63.75	3.30
	H (t)	(%)	56.00	77.00	69.00	9.06	
	S2	Ab	Plante/10 m ²	2.00	5.00	3.25	1.26
		Rc	m ²	0.04	0.15	0.10	0.05
		Na⁺² (s)	méq/l	0.78	1.32	1.08	0.25
		K⁺ (s)	méq/l	1.13	1.76	1.48	0.30
		Ca⁺² (s)	méq/l	6.20	7.12	6.70	0.38
		Mg⁺² (s)	méq/l	13.19	18.38	16.67	2.38
		H (s)	(%)	26.74	32.50	30.77	2.70
		pH (s)	-	8.07	8.36	8.18	0.13
		CE (s)	mS/cm	6.14	10.36	8.21	2.11
		H (r)	(%)	70.00	77.00	73.75	2.87
	H (t)	(%)	81.00	85.00	82.75	1.71	
	S3	Ab	Plante/10 m ²	6.00	19.00	11.25	5.56
		Rc	m ²	0.05	0.15	0.10	0.04
		Na⁺² (s)	méq/l	1.10	6.70	2.75	2.65
		K⁺ (s)	méq/l	1.51	2.17	1.87	0.28
		Ca⁺² (s)	méq/l	6.08	6.64	6.40	0.28
		Mg⁺² (s)	méq/l	11.19	14.79	12.99	1.48
		H (s)	(%)	39.08	47.17	42.99	3.41
		pH (s)	-	8.17	8.45	8.34	0.14
CE (s)		mS/cm	8.53	12.32	10.73	1.76	
H (r)		(%)	61.00	68.00	64.75	2.87	
H (t)	(%)	62.00	79.00	72.50	7.42		

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

III.1.2. Station de Sidi Slimane

III.1.2.1 Etude du sol

Dans cette partie de l'étude, nous nous concentrons sur une analyse descriptive des paramètres physico-chimiques du sol sur les trois sites de la station de Sidi Slimane.

a) Paramètres physiques du sol

Dans cette station, les paramètres physiques du sol étudiés sont illustrés dans le tableau 04.

1. Humidité

Dans le site (S1), l'humidité (H_s) varie entre 29.87 et 37.39 % avec une moyenne de 32.30 ± 3.44 %. Alors qu'aux sites (S2) et (S3), les valeurs moyennes H_s sont respectivement de 27.77 ± 6.64 % et de 20.33 ± 6.6 %, qui sont varient entre 20.72 et 36.58 % (S2) et 12 et 26.58% (S3). Généralement, ces valeurs de H_s présentent une légère diminution de S1 vers le site S3, avec des variations peut faibles. Dans ce cas, cela peut s'expliquer par le recul de l'eau du lac vers son centre, dû à la sécheresse et à la diminution des sources de l'alimentation avec l'eau de drainage agricole pour les palmeraies adjacentes au lac.

2. Potentiel hydrogène

La valeur minimale du pH est de 7.18 (S2) et 7.96 (S1 et S3) comme valeur maximale. La valeur de pH moyenne la plus élevée obtenue au site (S3) qui est de $7.86 \pm 0,11$. En conséquence, le sol peut être classé selon l'échelle de SOLTNER (1989), (Annexe 1) à cette station comme alcalin.

3. Conductivité électrique

À cette station, des valeurs de CE voisines ont été enregistrées sur les trois sites. Il varie entre 22.10 (S2) et 35.70 mS/cm (S1). Ces résultats indiquent que la CE moyenne la plus faible est de 26.03 ± 4.52 mS/cm, ce qui a été observé au site (S2). Alors que, la moyenne la plus élevée a été notée au site (S1), soit 31.85 ± 4.02 mS/cm. Ces valeurs de la CE du sol se situaient dans une fourchette permettant de le classer dans la catégorie des sols très salins selon l'échelle AUBERT (1978), (Annexe 2).

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

b) Paramètres chimiques du sol

Le tableau 04 présent un résumé statistique de différents paramètres chimiques analysés des sols de la station de Sidi Slimane.

1. Sodium

Le Na^+ est le cation dominant avec une concentration moyenne de 7.84 ± 1.71 méq/l (S1) qui varie de 6.59 à 10.28 méq/l. Elle est varié également, entre 5.18 et 8.11 méq/l (S2) avec une moyenne de 6.62 ± 1.25 méq/l. Cependant, dans le site (S3), cet élément est caractérisé par une moyenne de 7.25 ± 1.29 méq/l qui varie de 5.73 à 8.65 méq/l.

2. Potassium

Les concentrations moyennes en K^+ sont respectivement 2.06 ± 0.40 méq/l (S1), de 1.77 ± 0.29 méq/l (S2) et de 1.92 ± 0.30 méq/l (S3). Ces dernières moyennes qui sont respectivement varient de 1.76 à 2.63 méq/l, 1.43 à 2.12 méq/l et entre 1.56 et 2.25 méq/l.

3. Calcium

Le Ca^{2+} présente des concentrations moyennes relativement élevées et très voisins (respectivement 7.34 ± 0.45 méq/l (S1), $7.23 \pm 0,58$ méq/l (S2) et 7.45 ± 0.62 méq/l (S3)) qui sont varient entre 6.72 et 7.80 méq/l, de 6.44 à 7.84 méq/l et de 6.72 à 8.12 méq/l.

4. Magnésium

Le Mg^{2+} présente des concentrations moyennes relativement importantes et très voisins (respectivement 14.99 ± 1.62 méq/l (S1), 15.24 ± 2.59 méq/l (S2) et 14.75 ± 1.14 méq/l (S3)) qui sont varient respectivement entre 13.59 et 17.19 méq/l, de 11.99 à 17.79 méq/l et de 13.52 à 16.11 méq/l.

III.1.2.1. Etude de la plante

a) Partie aérienne

Dans cette partie, trois paramètres fondamentaux sont étudiés qui sont les suivants: l'abondance, recouvrement et la teneur en eau.

1. Abondance

La variation de l'Abondance (Ab) de l'*Halocnemum strobilaceum* de trois sites S1, S2 et S3 (Fig. 09) montre que le premier site avec une Ab de (25 Plante/10 m²), le site deux avec une Ab de (17 Plante/10 m²) et le site trois avec une Ab de (10 Plante/10 m²). La

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

valeur maximale a été enregistrée dans le site (S1) situé à 10 m à proximité de lac de Sidi Slimane, par contre la valeur minimale a été enregistrée dans le site (S3).

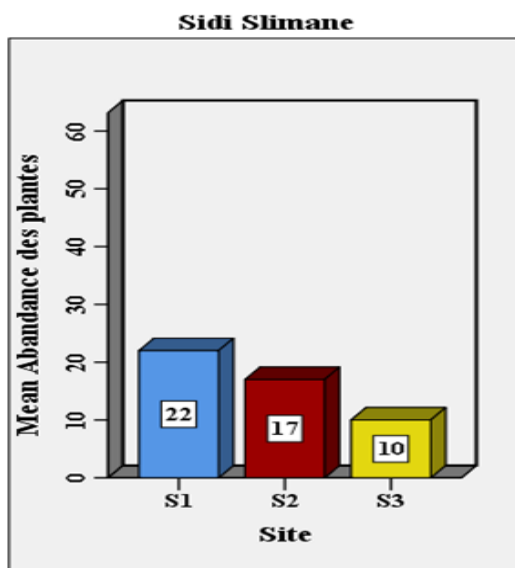


Figure 09: Evolution de l'abondance de la plante dans la station de Sidi Slimane.

2. Recouvrement

Les résultats obtenus de cette paramètre est illustrés dans le tableau 04. Dans le site S1, le R_c est caractérisé par une moyenne de $0.33 \pm 0.18 \text{ m}^2$, qui varie de 0.13 à 0.56 m^2 . Au deuxième site S2, il est défini par une moyenne de $0.16 \pm 0.08 \text{ m}^2$, qui varie de 0.09 à 0.26 m^2 . Par contre, dans le troisième site S3, ce paramètre indique une moyenne de $0.14 \pm 0.12 \text{ m}^2$, qui varie entre 0.01 et 0.28 m^2 . Cependant, nous avons noté que la valeur de R_c , la plus élevée a été enregistrée au site S1 par rapport aux sites S2 et S3 respectivement.

3. Teneur en eau

La forte valeur de H_t (Tab. 04) est enregistrée dans le site S3 ($69 \pm 9.06 \%$, qui varie de 53 à 60%) et la valeur faible au site S1 ($56.75 \pm 3.30 \%$, qui varie de 53 à 73%).

b) Partie souterraine

1. Teneur en eau

La teneur en eau (H_r) de cette espèce est variée entre 54 et 64% avec une moyenne de $58.5 \pm 4.65\%$ (S1). Elle est variée également de 58 à 65% avec une moyenne de $61.75 \pm 2.99 \%$ (S2). Alors que, dans le site (S3) varie entre 60 et 68% avec une moyenne de 63.75 ± 3.30 (tableau 04).

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau04 : Résumé statistique descriptive des paramètres du sol et de la plante (station de Sidi Slimane).

Station	Site	Paramètres	Unité	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Sidi Slimane	S1	Ab	Plante/10 m ²	4.00	7.00	5.50	1.29
		Rc	m ²	0.13	0.56	0.33	0.18
		Na⁺² (s)	méq/l	6.59	10.28	7.84	1.71
		K⁺ (s)	méq/l	1.76	2.63	2.06	0.40
		Ca⁺² (s)	méq/l	6.72	7.80	7.34	0.45
		Mg⁺²	méq/l	13.59	17.19	14.99	1.62
		H (s)	(%)	29.87	37.39	32.30	3.44
		pH (s)	-	7.60	7.76	7.70	0.07
		CE (s)	mS/cm	27.50	35.70	31.85	4.02
		H (r)	(%)	54.00	64.00	58.25	4.65
	H (t)	(%)	53.00	60.00	56.75	3.30	
	S2	Ab	Plante/10 m ²	2.00	7.00	4.25	2.22
		Rc	m ²	0.09	0.26	0.16	0.08
		Na⁺² (s)	méq/l	5.18	8.11	6.62	1.25
		K⁺ (s)	méq/l	1.43	2.12	1.77	0.29
		Ca⁺² (s)	méq/l	6.44	7.84	7.23	0.58
		Mg⁺²	méq/l	11.99	17.79	15.24	2.59
		H (s)	(%)	20.72	36.58	27.77	6.64
		pH (s)	-	7.18	7.96	7.63	0.33
		CE (s)	mS/cm	22.10	30.70	26.03	4.52
		H (r)	(%)	58.00	65.00	61.75	2.99
	H (t)	(%)	53.00	73.00	61.75	8.30	
	S3	Ab	Plante/10 m ²	1.00	4.00	2.50	1.29
		Rc	m ²	0.01	0.28	0.14	0.12
		Na⁺² (s)	méq/l	5.73	8.65	7.25	1.29
		K⁺ (s)	méq/l	1.56	2.25	1.92	0.30
		Ca⁺² (s)	méq/l	6.72	8.12	7.45	0.62
		Mg⁺²	méq/l	13.52	16.11	14.75	1.14
		H (s)	(%)	12.00	26.58	20.33	6.60
		pH (s)	-	7.70	7.96	7.86	0.11
CE (s)		mS/cm	23.10	28.70	26.15	2.87	
H (r)		(%)	60.00	68.00	63.75	3.30	
H (t)	(%)	56.00	77.00	69.00	9.06		

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

III.2. Influence spatiale sur *l'Halocnemum strobilaceum*

Cette partie présente une approche statistique (*test-t* et *test U de Mann-Whitney*) ont été étudiés pour mettre en évidence la comparaison et variation spatiale (entre les deux stations de mesure : Megarine et Sidi Slimane) de différents paramètres du sol et de la plante et leurs influence sur la distribution et le développement de *l'Halocnemum strobilaceum*.

III.2.1. Analyses menées sur le sol

Dans cette analyse, nous nous basons sur l'analyse de variation spatiale de différents paramètres physico-chimiques du sol sur les deux stations de mesures.

a) Paramètres physiques

1. Humidité du sol

L'eau joue un rôle considérable; elle est d'abord un facteur fondamental de la genèse du sol et de son évolution. Elle est considérée comme un vecteur des éléments nutritifs et un produit indispensable à la vie des plantes (KOULL, 2015).

La représentation graphique (Fig. 10) illustre l'évolution de l'humidité du sol en fonction de la station de mesure. Ce graphique indique que *Hs* enregistrée à la station de Meggarine (38,65%) est supérieure à celle de la station Sidi Slimane (26.80 %). L'analyse statistique ($t(22) = 4.053$, $Sig = 0.001 < 0.05$) montrer qu'il y a une différence hautement significatives dans le pourcentage *Hs* en raison de la variable spatiale (station). Cela peut s'expliquer par le fait que la station Megarine est située dans une zone humide (sabhka), plus basse et entourée de palmeraies plus denses. Cette condition contribue à alimenter le lac et les zones humides environnantes, avec un excès d'eau (eau de drainage des palmerais), ce qui permet à l'eau de la nappe phréatique de remonter à la surface du sol dans des proportions variables selon les saisons de l'année.

Dans le même contexte également, *Hs* allure descendante tout en s'éloignant du centre de la sebkha ou du lac, proportionnellement à la variation du niveau de la nappe, et en cour liée les eaux des drainages et aussi l'effet de l'oasis réduit l'évaporation du sol (KOULL, 2015).

De plus, les échantillons du sol prélevés ont eu lieu pendant la saison d'hiver (mois de février), ce qui a augmenté l'humidité du sol. *Hs* augmente en hiver et diminue ensuite

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

au printemps. Cette variation est liée directement à la fluctuation de la nappe phréatique qui monte à la surface du sol en hiver et descend à la profondeur en été.

En revanche, on peut constater que les valeurs d'humidité enregistrées sont plus ou moins faibles à la station près du lac Sidi Slimane, ceci peut être expliqué par la morphologie des rives de ces lacs avec une pente considérable par rapport aux autres zones humides. La variation de l'humidité peut être due aussi à la diminution de couvert végétal accentuant l'évaporation surtout à la surface du sol (KOULL, 2015).

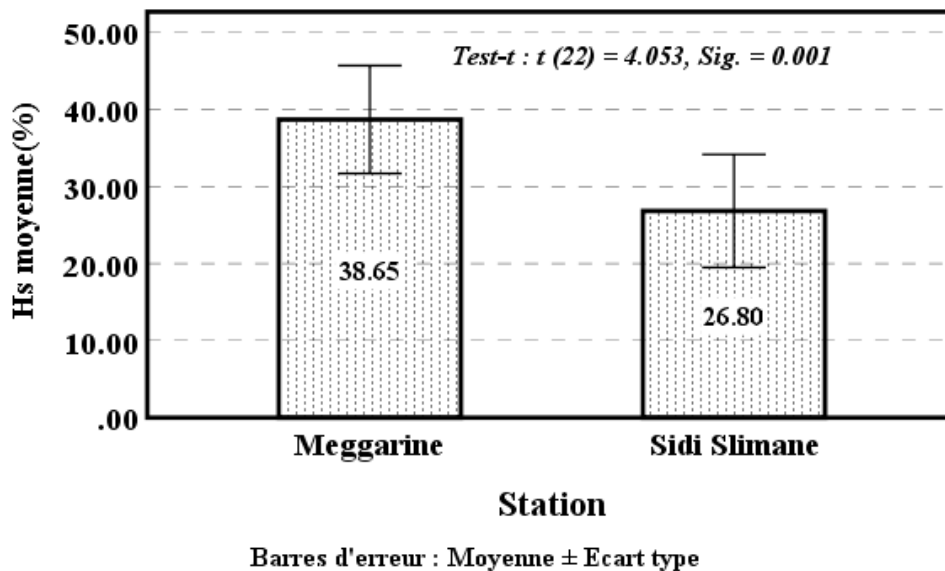


Figure 10 : Evolution de l'humidité du sol en fonction de la station.

2. pH du sol

Le pH correspond à la concentration en ions hydrogène, il donne une aperçu sur l'acidité ou la basicité d'une solution. Dans les régions arides, les sols sont généralement alcalins (DAOUD et HALITIM, 1994).

Les résultats de la variation spatiale du pH du sol de la zone d'étude sont mentionnés à la figure 11. Ce dernier paramètre est varié selon les stations d'échantillonnages. Où, les valeurs moyennes de pH enregistrées à la station Megarine (8.27) sont supérieures à celles à la station Sidi Slimane (7.73).

L'analyse statistique (*test Mann-Whitney U*, Sig = 0.000 < 5 %) confirme cette variance et révèle qu'il existe une différence très hautement significatif dans les résultats de pH du sol en raison de la différence de la variable spatiale (station). Selon l'échelle de SOLTNER (1989), le pH du sol dans les stations d'étude varie de très alcalin (Magarin) à légèrement alcalin (Sidi Slimane) (Annexe1). Cette alcalinité peut être expliquée par la

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

nature géologique des terrains, aussi elle peut être liée aux drainages évacués dans les lacs, dans ce même contexte, (Koull, 2015) les sols des régions arides ces sont des sols halomorphes généralement alcalins ont un pH supérieur à 7.

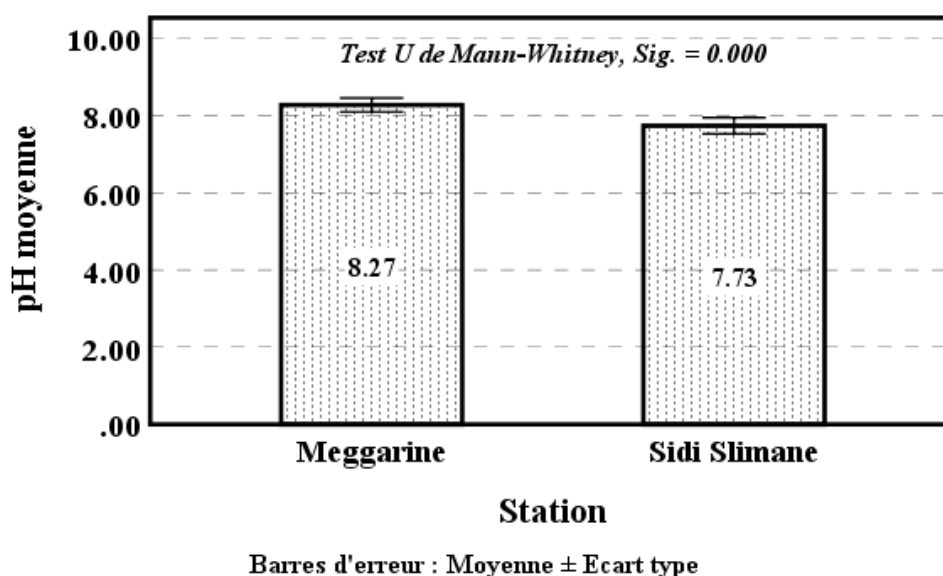


Figure 11: Evolution de pH du sol en fonction de la station.

3. Conductivité électrique

La CE est un paramètre physique qui indique la minéralisation globale d'un sol. Elle est liée à la quantité des sels minéraux dans les sols (AFNOR, 1999).

Le graphique (Fig. 12) indique les résultats de l'évolution de la CE en fonction des deux stations de mesure. La CE moyenne observée à la station Sidi Slimane (28.01mS/cm) est supérieure à celle à la station Meggarine (11.03 mS/cm).

L'analyse statistique montre qu'il y a une différence très hautement significatif ($t(22) = 10.093$, $Sig = 0.000 < 5\%$). Selon l'échelle d'AUBER (1978), les sols des deux stations peuvent être classés comme sols extrêmement salés (Annexe 2). Cette salinisation probablement due à l'altération d'une roche mère salée ou de d'une nappe d'eau de surface dans les parties inférieures du chott et sebkha induite à salinisation très intense, ce qui entraîne la formation de saumures et croûtes de sel (HAMDI, 2004 in KOULL, 2015).

Cependant, nous avons révélé que la variation de la minéralisation du sol dépend aussi aux conditions climatiques, où les hautes températures et la diminution du couvert végétal dans la station de Sidi Slimane accentuent l'évaporation du sol et par conséquent augmentent la concentration des sels solubles dans les sols. Cela a été confirmé par les recherches de KOULL (2015), dans ces régions, car la salinité du sol varie en fonction du

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

niveau et de la qualité des eaux phréatiques, de la topographie des alentours des plans d'eaux ou sebkhas, et du couvert végétal.

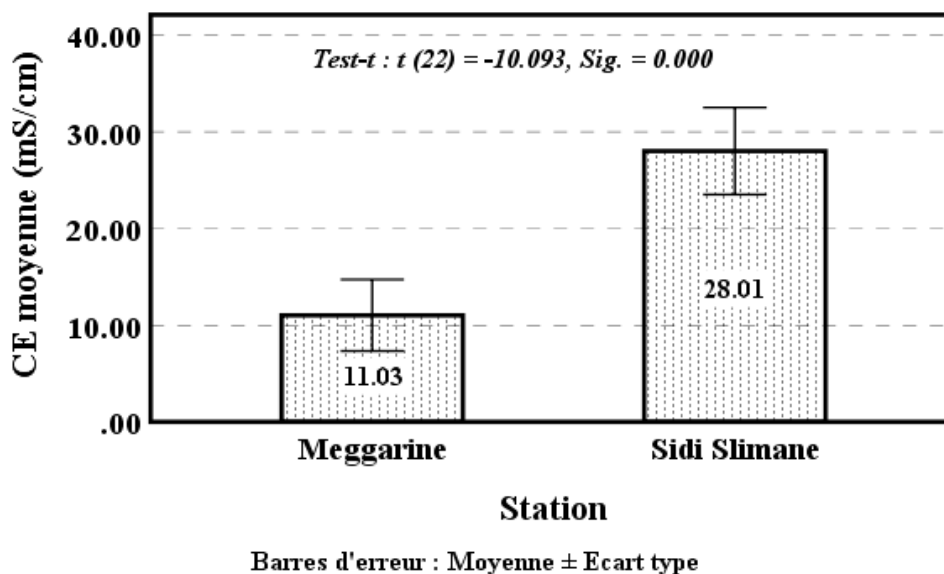


Figure 12: Evolution de la conductivité électrique (CE) en fonction de la station.

b) Paramètres chimiques

1. Concentration du sodium

La Figure 13 montre l'évolution du Na^+ dans le sol en fonction de la station.

Nous avons noté que la concentration moyenne du Na^+ enregistrée à la station Sidi Slimane (7.24 m μ q/l) est plus élevée par rapport à la station Meggarine (2.12 m μ q/l).

L'analyse statistique (*test U de Mann -Whitney*, Sig = 0.000 < 5 %), montre qu'il y a une différence très hautement significatif dans les concentrations du Na^+ due à la différence spatiale (station). Cette constatation est due à la caractéristiques géologiques au premiers lieu, aussi le comportement de sodium est sensiblement gérée par plusieurs facteurs climatiques (température élevée, évaporation intense). Le sodium à une degré de dissolution élevé dans l'eau c'est pour ça qu'il est présent dans les eaux superficielles et profondes d'une façon naturelle, en plus de ça, les eaux agricoles contiennent des quantités importantes en sodium (NEDJAA, 2017), et comme le taux d'humidité est très faible dans la station de Sidi Slimane, et cela est due à plusieurs facteurs, dont une élévation de température, cette dernière qui conduit à l'évaporation de l'eau transportant l'élément Na^+ dans le sol. Egalement, le niveau de la nappe décroît (drainage naturel) la salinité de l'eau et du sol augmentent principalement en surface (concentration). Par contre, lorsque le niveau d'eau augmente vers la surface du sol la salinité des eaux et des sols diminuent (KHADRAOUI, 2007 in KOULL, 2015).

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

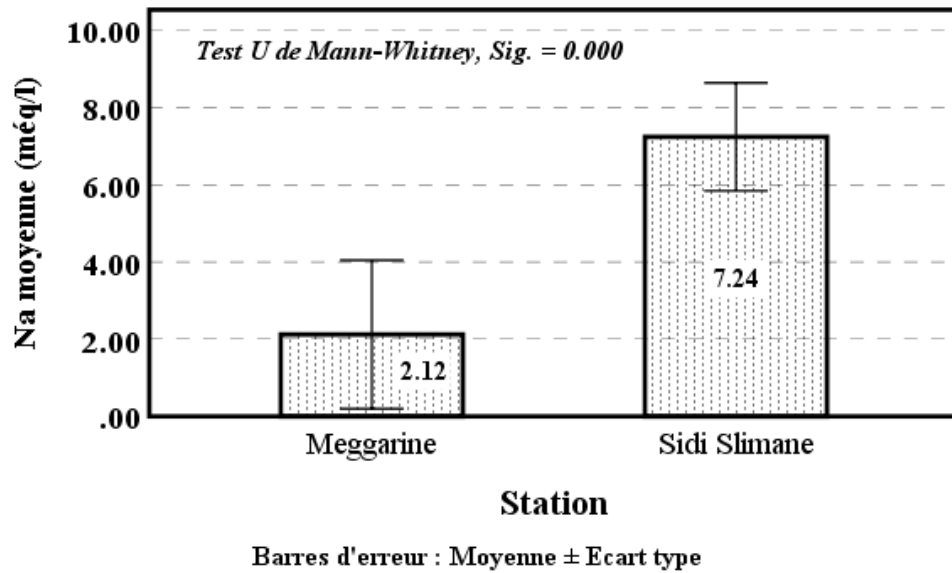


Figure 13 : Evolution de la concentration du (Na^+) du sol en fonction de la station.

2. Concentration du potassium

La Figure 14 illustre l'évolution du K^+ dans le sol en fonction de la station de mesure. Les résultats obtenus pour la concentration moyenne de K^+ dans le sol des deux stations sont très similaires (respectivement 1.74 még/l pour la station de Sidi Slimane et 1.92 még/l pour Meggarine). L'analyse statistique ($t(22) = -1.274$, $Sig = 0.216 > 5\%$), confirme également, qu'il n'y a pas d'effet significatif de la variable spatiale (stations d'échantillonnage) sur les concentrations moyennes de K^+ dans le sol.

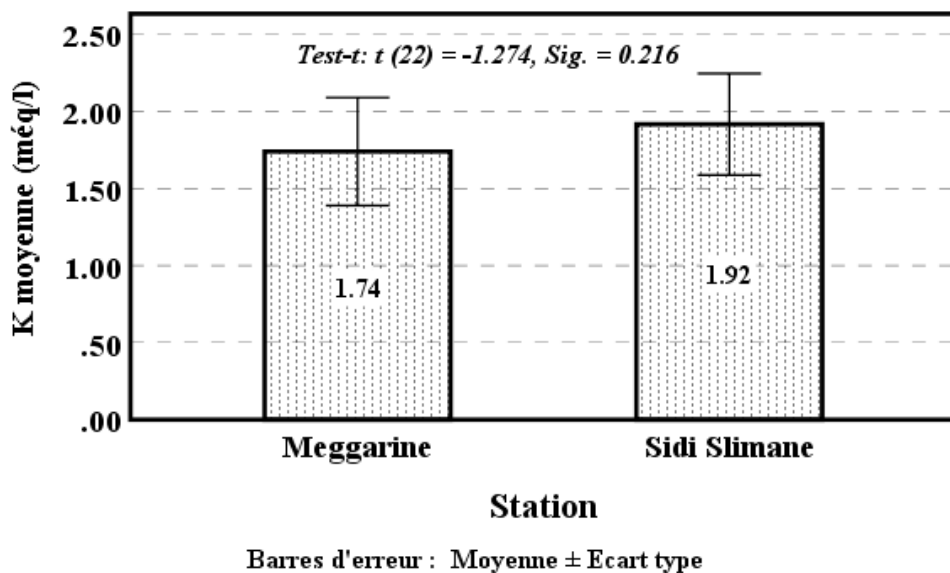


Figure 14 : Evolution de concentration du potassium (K^+) du sol en fonction de la station.

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

3. Concentration du calcium

Les ions Ca^{+2} proviennent de la dissolution des formations carbonatées et gypseuses (GOUAIDIA, 2008).

La représentation graphique (Fig. 15) indique l'évolution des concentrations de Ca^{+2} du sol en fonction de la station de mesure. Nous avons noté que la concentration moyenne du Ca^{+2} enregistrée à la station Sidi Slimane (7.34 m μ q/l) est plus élevée par rapport à la station Meggarine (6.62 m μ q/l).

L'analyse statistique ($t(22) = -4.11$, $Sig = 0.000 < 0.05$), affirme aussi, qu'il existe d'un effet très hautement significatif de la variable spatiale (stations d'échantillonnage) sur les concentrations moyennes de Ca^{+2} dans le sol.

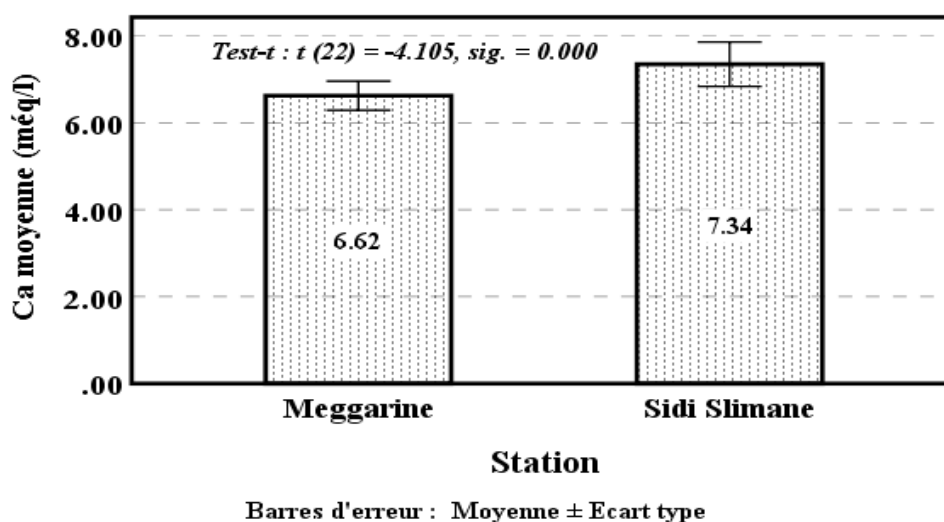


Figure 15 : Evolution de concentration du calcium (Ca^{+2}) du sol en fonction de la station.

4. Concentration du magnésium

La Figure 16 présente l'évolution du Mg^{2+} dans le sol en fonction de la station de mesure. La concentration moyenne de Mg^{2+} dans le sol des deux stations sont très proches (respectivement 15.43 m μ q/l pour la station de Meggarine et 14.99 m μ q/l pour Sidi Slimane).

L'analyse statistique ($t(22) = 0.504$, $Sig = 0.619 > 5\%$), indique aussi, qu'il n'y a pas d'effet significatif de la variable spatiale (stations d'échantillonnage) sur les concentrations moyennes de Mg^{2+} dans le sol.

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

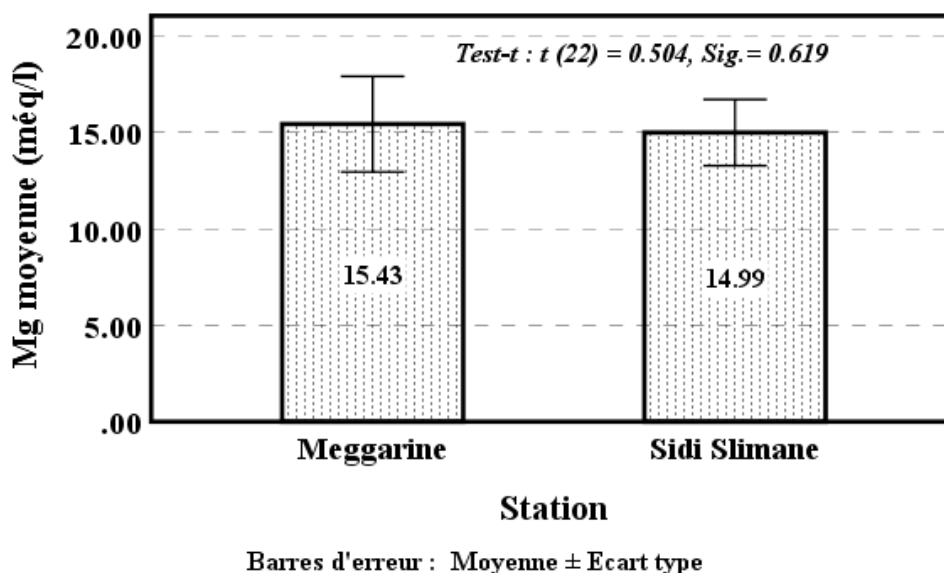


Figure 16 : Evolution de la concentration de (Mg^{+2}) du sol en fonction de la station.

III.2.2.2. Analyses menées sur la plante

a) Partie aérienne

1. Abondance de l'espèce

L'abondance est considérée comme un critère écologique fondamental pour évaluer la répartition du végétal dans une zone d'étude.

La figure 17, exprime l'abondance moyenne de l'espèce en fonction des stations échantillonnées. La comparaison des abondances moyennes par station montre que celle de St1 (9,42 plante/10 m²) est significativement supérieure à celle observée pour St2 (4.08 plante/10 m²).

L'analyse du *test-t* de la variable abondance moyenne montre qu'il existe une différence significative entre les stations testées ($t(22) = 2.703$, Sig = 0.013 < 0.05).

Selon KOULL (2015), la zone humide de Méggarine est dominée par la présence de *Halocnemum strobilaceum*. Cette présence est associée à un pourcentage d'humidité du sol très élevé dans cette dernière station par rapport à celle de Sidi Slimane (respectivement 38.65% et 26.80%) et à l'impact de l'activité humaine sur cette plante. Ceci est nettement évident d'après l'inspection et les tests sur le terrain à la station Sidi Slimane.

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

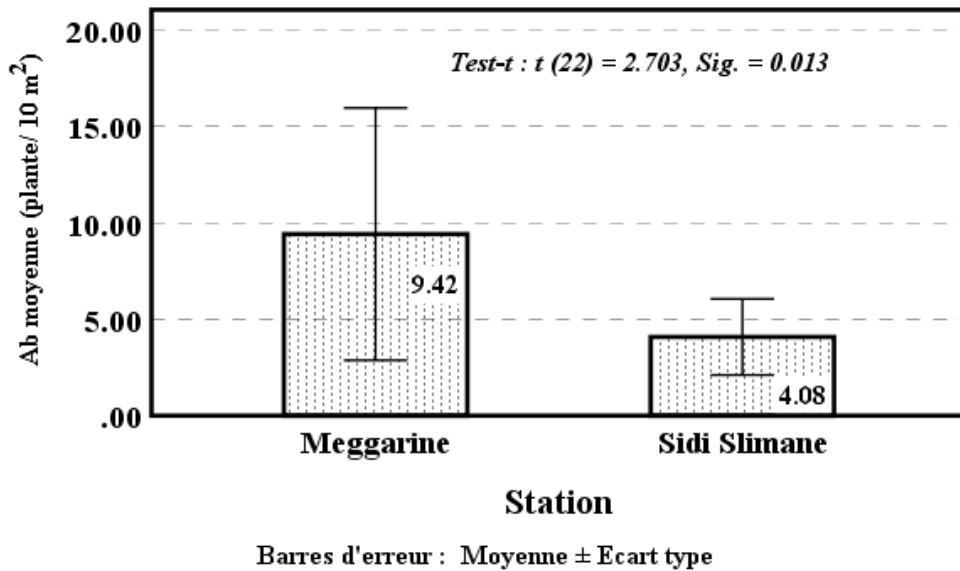


Figure 17: Evolution de l'abondance du végétale en fonction de la station.

2. Recouvrement végétal

La figure 18, représente du recouvrement moyen de l'espèce en fonction des deux stations de mesure. On peut remarquer que la valeur la plus importante du recouvrement moyen de l'*Halocnemum strobilaceum* est de 0,21 m² (Sidi Slimane). Tandis que, la valeur la plus petite est de 0.15m² (Meggarine). L'analyse du *test U de Mann -Whitney*, montre qu'il n'y a pas d'effet significatif ($Sig = 0.219 > 5 \%$) de la variable spatiale (stations d'échantillonnage) sur les recouvrements moyennes de l'espèce.

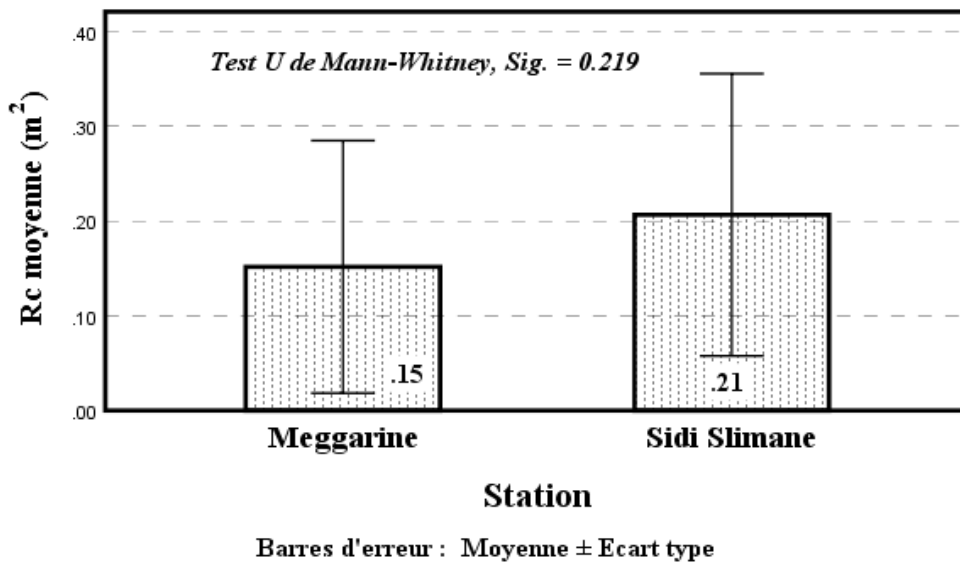


Figure18 : Evolution de recouvrement du végétale en fonction de la station.

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

3. Teneur en eau

Les résultats obtenus de l'évolution de la *Ht* de la tige de l'espèce en fonction des deux stations échantillonnées sont représentés par la figure 19. Ces résultats montrent que la *Ht* moyenne en eau de cette partie de la plante qui est enregistrée à la station de Meggarine (72.42 %) est supérieure à celle de la station Sidi Slimane (62.50 %). L'analyse statistique permet de rejeter l'hypothèse nulle et accepte l'hypothèse alternative, ce qui confirme qu'il existe une différence significative (*test U de Mann-Whitney, Sig = 0.017 < 0.05*) de pourcentage de la *Ht* des tiges végétales entre celles mesurées à la station de Meggarine et à Sidi Slimane. Ce résultat est largement lié aux valeurs d'humidité du sol obtenues dans les deux stations (respectivement 38.65 % et 26.80 %). Ceci explique le comportement de cette plante dans le mécanisme d'absorption de l'eau du sol et de sa rétention à la tige. En outre, ces résultats sont cohérents avec ce qui a été rapporté (KHARRAZ, 2019) d'accumulation de grandes réserves de tissu aqueux au niveau de la tige chez *H.strobilaceum*. Ce qui est une caractéristique des plantes succulentes. La succulence est l'un des traits les plus courants des halophytes pour résister à la saison sèche. De plus, en termes de physiologie végétale, l'eau est transportée et retenue en augmentant sa concentration dans la cellule, ce qui conduit à une augmentation de la teneur en eau de celle-ci grâce au phénomène d'osmose. Dans le même contexte, (KHERRAZE, 2019) a affirmé que l'ajustement osmotique est reconnu comme un mécanisme courant pour les halophytes (en absorbant les sels du sol et en les transférant aux feuilles. Par conséquent, il est considéré comme un élément important dans la tolérance des plantes au stress hydrique et salin.

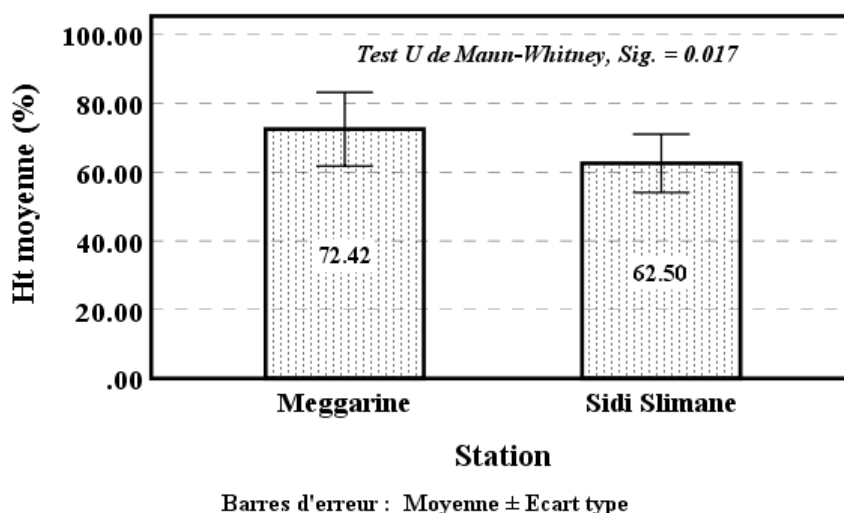


Figure 19 : Evolution de la *Ht* (%) de la tige en fonction de la station.

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

b) Partie souterraine

1. Teneur en eau

La racine est l'organe souterrain d'une plante servant à la fixer au sol et à y puiser l'eau et l'élément nutritif nécessaire à son développement (R.E. 4).

Nous avons représenté sur la figure 20, l'évolution de la Hr du végétale en fonction de la station. La teneur moyenne en eau de la partie racinaire de la plante est plus élevée à la station de Meggarine (67,08%) par rapport à celle enregistrée à Sidi Slimane (61,25%). L'analyse statistique du *test-t* montre qu'il y a une différence et hautement significatif ($t(22) = 2.897$, $Sig = 0.008 < 0.05$) dans les teneurs en eau de la variable spatiale (les deux stations). En plus de ce résultat, il est étroitement lié à l'humidité du sol, car plus l'humidité du sol est élevée dans une station, cela se reflète positivement sur la Hr de la plante, donc elle est élevée à la station de mesure. Ceci est confirmé par les résultats obtenus pour l'humidité du sol dans les deux stations, respectivement 38.65 % (Meggarin) et 26.80 % (Sidi Slimane).

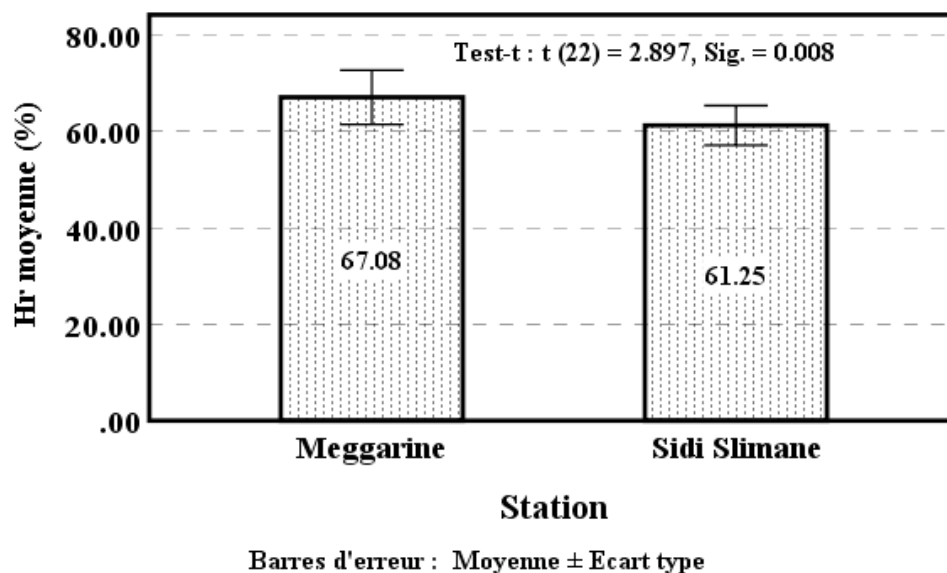


Figure 20 : Evolution de la teneur en eau de la partie racinaire du végétale en fonction de la station.

III.3. Relation sol-plante

Les propriétés du sol sont l'un des importants facteurs environnementaux qui affectent la croissance et la distribution de la végétation (HOVEIZEH, 1997 in KOUL, 2015).

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

Pour déterminé la relation entre la plante *Halocnemum strobilaceum* et le sol dans les deux stations nous avons présenté par le tableau 05.

III.3.1. Station de Mèggarine

a) Relation entre abondance et paramètres du sol

Nous avons choisi la relation entre l'abondance qui reflète la répartition totale de l'espèce sur le terrain et les paramètres physico-chimiques analysés. Le tableau 05 résume la relation entre *Hs*, *CE* et Na^+ en fonction de l'abondance de cette espèce. Ces derniers paramètres représentent une très bonne corrélation positive et hautement significative avec l'abondance. Les coefficients de corrélation sont respectivement de 0.88, 0.86 et 0.84. Ces trois paramètres sont principalement responsables de la distribution de l'*Halocnemum strobilaceum* dans la station de Meggarine. En revanche, les droites de regression qui expriment 77.5 %, 73.6 % et 70.2 % de la variance totale respectivement pour l'*Hs*, la *CE* et le Na^+ (Annexe 5). Il convient également de noter que la recherche lancée par KOUL (2015), est cohérente avec les résultats de l'étude obtenue, car il a été indiqué que l'*Halocnemum strobilaceum* est une espèce hyper-halophile. Elle est classée dans la famille des Amarantacées, qui possède un mécanisme efficace pour résister à une salinité sévère. La salinité et l'humidité élevée du sol ont des effets positifs sur l'habitat de cette espèce.

Cependant, nous avons observé de faibles relations positives et insignifiantes entre l'abondance de l'espèce et le K^+ et le Ca^{2+} . Les coefficients de corrélation sont respectivement de 0.37 et 0.05. De plus, des faibles corrélations négatives et non-significatives ont été enregistrées entre l'abondance de l'espèce et le Mg^{2+} et le *pH*. Les coefficients de corrélation sont respectivement de - 0.03 et - 0.08 (Annexe 6). Le K^+ , le Ca^{2+} , le Mg^{2+} et le *pH* n'ont pas un rôle déterminant dans répartition de l'*Halocnemum strobilaceum*.

b) Relation entre recouvrement et paramètres du sol

Nous avons choisi la relation entre le recouvrement qui reflète le développement totale de l'espèce sur le terrain et les paramètres physico-chimiques analysés. Le tableau 05 montre la relation entre *Hs* et *CE* en fonction du recouvrement de l'*Halocnemum strobilaceum*. Une très forte corrélation positive et hautement significative entre la *CE* et le *Rc* ($R = 0.91$), exprime la grande influence de la salinité du sol sur le développement de la plante. La droite de régression représente 81.5 % de la variance totale pour la *CE* (Annexe

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

5). Tandis que, l' Hs représente une moyenne corrélation positive et significative avec le Rc (0.59). L'humidité du sol est contribué plus ou moins aussi au développement de la plante, avec une droite de régression donne 34.8 % de la variance totale pour l' Hs (Annexe 5). Ceci confirme que la plante augmente sa croissance en présence d'un sol très riche en sels et d'une forte humidité.

Nous avons noté des corrélations moins importantes entre Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} et pH en fonction du Rc .

Le Ca^{2+} et le Na^+ montrent des corrélations moyennes positives et non-significatives avec le Rc . Les coefficients de corrélation sont respectivement de 0.53 et 0.52 (Annexe 5). Ces deux éléments chimiques représentent une participation moins importante dans le développement de l'*Halocnemum*.

Le K^+ et le Mg^{2+} indiquent des faibles associations positives et non-significatives avec le Rc . Les coefficients de corrélation sont respectivement de 0.32 et 0.29 (Annexe 5). Ces deux éléments chimiques représentent une faible contribution dans le développement de l'espèce. Cependant, le pH donne une faible liaison négative et non-significative avec le Rc ($R = - 0.3$). On peut conclure que le pH du sol n'a pas un rôle essentiel dans la croissance de cette plante.

c) Relation entre teneur en eau de la partie racinaire et paramètres du sol

Des corrélations moyennes, négatives et significatives ont pu être identifiées entre la Hr avec Hs (- 0.62) et K^+ (- 0.60) (Tab. 05). Certaines études indiquent que l'élément potassium dans le sol dépasse la limite admissible, ce qui pose un impact négatif et une menace directe pour la plante (KOUL, 2015). Le potassium résulte de l'altération des argiles potassiques dans les zones humides (sebkhas) et de la dissolution des engrais chimiques (NPK) qui sont utilisés en agriculture dans la région. Les ions potassium dans le sol proviennent également des eaux de drainage des palmeraies voisines (NEDJAA, 2017), qui augmentent l'humidité du sol en raison de la submersion par la remontée de l'eau vers la surface. Cette eau riche en potassium est absorbée par les racines qui ont une couche (*périderme*) épaisse ($203.66 \pm 39.58 \mu m$) sur sa surface externe qui ralentit l'absorption de l'eau et des sels minéraux, elle diminue donc au niveau des racines de la plante *H. strobilaceum* et augmente dans le sol (KHERRAZE, 2019).

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

d) Relation entre teneur en eau de la partie aérienne (tige) et paramètres du sol

Le tableau 05 présente d'une moyenne corrélation négative et significative entre le K^+ et Ht (- 0.62). Lorsque le sodium est en excès dans la solution du sol, il limite l'absorption de potassium et son transfert vers les parties aériennes (KHERRAZE, 2019). En conséquence, une augmentation de la teneur en sodium des tissus s'accompagne d'un épuisement du potassium. Ceci explique la relation inverse entre la teneur en eau au niveau des tiges végétales et le pourcentage de potassium dans le sol, car il est probable que l'absorption de sodium de la plante soit faible ou absente.

Dans cette situation, la plante stimule et augmente la concentration de ses cellules pour introduire de l'eau des racines vers les tiges et c'est ce qu'on appelle le phénomène d'osmose. Dans le même contexte, de nombreuses études indiquent que l'ajustement osmotique est le mécanisme et le comportement les plus courants des plantes halophytes pour répondre à leurs besoins en eau en augmentant leur pression osmotique par rapport au pression du sol en absorbant les sels et en les transférant aux feuilles. C'est un phénomène très important qui permet à ces plantes de résister au stress hydrique et salin (BAJJI *et al.*, 2001 in MOUELLEF, 2010 in KHERRAZE, 2019).

III.3.2. Station de Sidi Slimane

a) Relation entre abondance et paramètres du sol

La liaison existant entre tous les paramètres prennent deux à deux et les coefficients de corrélation entre ces différents paramètres sont donnés par la matrice de corrélation (Tab. 05). On note de nombreuses corrélations fortes, positives et hautement significatives entre certains paramètres du sol et l'abondance. Ainsi, l' Ab présente de fortes corrélations avec Hs (0.94), CE (0.88), K^+ (0.73) et Na^+ (0.73). Ces paramètres ont contribué de manière très importante à la distribution totale de *l'Halocnemum strobilaceum*, avec des droite de régression qui expriment 88.3 %, 77.8 %, 53.8 % et 53.7 % de la variance totale respectivement pour Hs , CE , K^+ et Na^+ .

Les résultats obtenus confirment que *l'Halocnemum strobilaceum* est une plante halophile (hydrophyte ou halophyte) adaptée aux milieux salés (notamment le sodium et le potassium) ou par extension aux milieux à pression osmotique importante. Ainsi, cette plante vit dans des habitats fortement humides, qui l'on trouve associée aux marais salants.

CHAPITRE (III) RESULTATS ET DISCUSSION

b) Relation entre recouvrement et paramètres du sol

Dans notre cas, on note également des corrélations fortes, positives et hautement significatives entre certains paramètres du sol et le recouvrement de l'espèce. Ainsi, la *Rc* présente de fortes liaisons avec *CE* (0.88), *Hs* (0.87), K^+ (0.85) et Na^+ (0.85), expriment la grande influence de ces paramètres sur la croissance totale de *l'Halocnemum strobilaceum*, avec des droite de régression (Annexe 6) qui expliquent 78.1 %, 75 %, 71.8 % et 71.7 % de la variance totale respectivement pour *CE*, *Hs*, K^+ et Na^+ . D'après ces résultats, nous pouvons conclure que cette espèce a besoin d'un milieu hautement salin et d'une humidité élevée pour assurer sa croissance. Par conséquent, *l'Halocnemum strobilaceum* peut être considéré comme étant très tolérant à la sécheresse et aux sols salins.

Tableau 05 : Relation entre les paramètres du végétale et du sol dans les deux stations.

Station	Paramètres	R
Megarine	Ab – Na^+	0.84 ^{**}
	Ab – Hs	0.88 ^{**}
	Ab – CE	0.86 ^{**}
	Rc – CE	0.90 ^{**}
	Rc – Hs	0.59 [*]
	Hr – K^+	-0.60 [*]
	Hr – Hs	-0.62 [*]
	Ht – K^+	-0.62 [*]
Sidi Slimane	Ab – Hs	0.94 ^{**}
	Ab – CE	0.88 ^{**}
	Ab – Na^+	0.73 ^{**}
	Ab – K^+	0.73 ^{**}
	Rc - CE	0.88 ^{**}
	Rc - Hs	0.87 ^{**}
	Rc - K^+	0.85 ^{**}
	Rc - Na^+	0.85 ^{**}

Conclusion

Conclusion

Les zones humides représentent les meilleurs exemples d'écosystème, du point de vue de leurs fonctions biologique, productivité biologique, habitat et richesse écologique pour les espèces animales et végétales, leur fonctions écologique et hydrologique et de leur importance socioéconomique.

La région d'Oued Righ, est la partie la plus riche du Sahara, en milieux humides, est située dans le Nord est du Sahara Algérien. Sur le plan climatique, cette zone s'inscrit dans le domaine aride, caractérisée par des températures importantes, un apport des pluies et humidité faibles et des vents fréquents.

A l'issue de cette étude, nous avons pu avoir étude l'effet des sols salins sur la distribution et le développement de *Halocnemum strobilaceum* de notre zone humide étudiée. Il se propose de faire une caractérisation physicochimique du sol et une estimation qualitative et quantitative de la plante et sa distribution dans les deux stations.

Les résultats obtenus montrent que les deux stations sont caractérisées par des sols du pH alcalin ($7.73 < \text{pH} < 8.16$), par une moyenne d'humidité considérable dans la station Mèggarine (31.36 %) que la station Sidi Slimane (26.8 %), la moyenne de conductivité électrique plus importante dans la St2 (28.01 mS/cm) que St1 (15.03 mS/cm). La moyenne des quartes paramètres chimiques est plus élevée à la St2 que St1, le sodium (7.23 – 3.7 méq/l), potassium (1.92 – 1.76 méq/l), calcium (7.34 – 6.85 méq/l) et magnésium (14.99 – 14.80 méq/l) respectivement.

Les études qualitative dans les deux stations sont caractérisées par l'abondance, le recouvrement et la teneur en eau de la partie aérienne et racinaire du plante *H.strobilaceum*, elle est varié d'une station à l'autre. On trouve que la St1 est plus abondance (113 Plante /300 m²) et a une faible moyenne de recouvrement $0.34 \text{ m}^2/300 \text{ m}^2 \pm 0, 08$, alors que la St2 est très faible abondance (49 Plante /300 m²) et une moyenne de recouvrement très importante ($0.63\text{m}^2/300 \text{ m}^2 \pm 0.13$). La moyenne de la teneur en eau de la plante est très élevée dans la St1 que la St2 est égale de $67.41\% \pm 3.01$ et $61.25\% \pm 3.65$ par 300 m² dans la partie racinaire, $74.75\% \pm 6.06$ et $62.5\% \pm 6.89$ par 300 m² dans la partie aérienne respectivement.

D'autre part, dans la St1 nous avons trouvé une bonne corrélation ($0.590 \leq R \leq 0.909$) entre l'abondance de la plante et le sodium, l'humidité, et la conductivité électrique

du sol et significative corrélation entre le recouvrement et la conductivité électrique et l'humidité du sol et encoure entre la teneur en eau de la partie racinaire du plante *Halocnemum strobilaceum* avec le potassium, l'humidité du sol. La teneur en eau de la partie aérienne (tige) de la plante avec le potassium du sol.

Quant à la St2, présente une corrélation très significative ($0.733 \leq R \leq 0.940$) entre L'abondance de la plante et l'humidité, conductivité électrique, sodium et potassium du sol et le recouvrement du la plante avec conductivité électrique, sodium, potassium et l'Humidité du sol.

En effet, cela montre la variation des conditions édaphiques et anthropique se traduit par un changement des paramètres quantitatifs et quantitative (abondance, recouvrement et teneur en l'eau dans la tige et racine) du plante *H.strobilaceum*, et c'est ce que nous concluons que cette plante, développé et diversité dans du sol humide et très salé (riche en sel notamment sodium et potassium).

En fait, *H. strobilaceum* est une plante caractéristique des milieux salés. Elle est caractérisée par une forte résistance à la salinité et l'humidité du sol.

Bibliothèque

Références bibliographiques

- ABID F.** Caractérisation des sels des sols de l'Oued Righ .Thèse Ing .Agro .Université de Batna. 1995; 47.
- A.F.N.O.R.** Qualité des sols. AFNOR. Paris. Vol1, 1999; 567.
- A.F.N.O.R.** Qualité des sols. Méthodes d'analyses. 1 ère édition. 1987; 133.
- A.F.N.O.R.** Aliments des animaux, détermination de la teneur en eau. Ed AFNOR NF. 1982; 18:109 -5.
- A.N.R.H.** Agence Nationale des ressources Hydrauliques, étude sur la vallée de l'Oued Righ. 2006;120.
- ANONYM.** Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale. Ed. Direction générale des forêts. Doc. Polyc, Alger. 2001; 60.
- ANSER A.** Guide pratique pour l'utilisation des indices et coefficients climatologiques. Ed. Office des Publications Universitaires.2012;117 pp.
- AUBERT G.** Méthodes d'analyses des sols. Ed. C. R. D. P., Marseille. 1978 ; 189.
- BEGGAR H.** La biomasse phoeniciocole, un savoir faire locale à promouvoir (Cac de la région de l'Oued Righ). Mémoire. Ing. Uni. Kasdi Merbah Ouargla. 2006 ;126.
- BENMOUSSA K et BELAOUDMOU M.** Contribution à l'étude des sols de la région de Oued Righ et leur interaction avec la végétation. 2013;13.
- BERGUIGA N et BEDOUI R.** Contribution à l'étude phytoédaphique des zones Humides de l'Oued Righ. Mém. Ing. Bio.Uni. KasdiMerbah Ouargla. 2012; 817.
- BERREKBIA M, REMIMI B (2020):** Evaluation of amounts of salts brought by Righ canal (algeria): analysis of correlation and multiple linear regression. Ponte journal 76 (2/1): 24-46. <https://doi: 10.21506/j.ponte.2020.2.3>
- BOUHORERA I, MRIOUMA A.** Caractérisation morphologique et analytique de quelques sols d'apport alluvial dans l'écosystème Saharien (cas de la région d'Oued Righ). 2017 ; 13.
- BOUTALLEB A.** Contribution à l'étude de l'impact de l'aménagement hydro-agricole sur la dégradation de l'environnement hydro-édaphique à Oued Righ. Mém. Ing. Bio. Uni. Kasdi-Merbah Ouargla. 2010 ;76.
- BOUMARAF A.,** caractéristiques et fonctionnement des sols dans la vallee d'ouadrigh, Sahara nord oriental, Algerie. 2013.

- BOUMARAF A, MANNA A, ADJEL F.** Inventaire de la végétation halophyte, cas de la région d'El Maghsel–Ank Djemel. Master. Écologie des milieux naturels. Univ. Larbi Ben Mhidi Oum El Bouaghi. 2018;71.
- BRAUN BLANQUET.** Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer - Verlag, Wien and New York. 1951;865.
- CALU, G.** Effet du stress salin sur les plantes. Comparaison entre deux plantes modèles: Arabidopsisthaliana et Thellungielahalophila. Master,1. 2006.
- CHAHMA A.** Catalogue des plantes spontanées du Sahara Septentrional algérien. Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi arides .Université d'Ouargla .Ed. Dar El Houda. 2006; 64.
- CHEHMA A, FAYE B, DJEBBARM R.** Productivité fourragère et capacité de charge des parcours camelins du Sahara septentrional algérien. Sécheresse. N° 05 Vollo. 2008; 115.
- CHEVERRY C.** Comportement des plantes et milieu salé. C. R. Acad. Agric. France, 81 (2). 1995;42.
- CHEVERRY C, & ROBERT M.** La dégradation des sols irrigués et de la ressource en eau : une menace pour l'avenir de l'agriculture et pour l'environnement des pays au sud de la méditerranée. *Étude et Gestion des sols*, 5(4), 1998; 217.
- CLEMMENT M.** Analyse chimique des sols.1998; 144.
- DAOUD A, BOUHNİK I.** Contribution à l'étude des sols dans les zones humides de la cuvette de Ouargla. Mémoire de Master, U.K.M Ouargla. 2016; 60.
- DAOUD Y et HALITIM A.** Irrigation et salinisation au Sahara algérien. Sècheresse.1994;151-160.
- DEBBEKH A.** Qualité et dynamique des eaux des systèmes lacustres en amont de l'Oued Righ. Mémoire de Magister Hydraulique Université Kasdi Merbah Ouargla. 2012;16-75.
- DJILI B.** Travaux pratique d'agro-pédologie. 2010; 4-5.
- DUBIEF J.** Le climat du Sahara. Mém.Inst, Rech, Saha. Alger. Tome I.1953;298.
- DUBOST D.** Ecologie, aménagement des oasis algérienne, Thèse Doctorat de Géographie, Université François Rebellais, Tours.1991;548.
- DUBOST D.** Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis Algériennes. Ed. Centre rech. Sci. Techn. Rég. Arides (C.R.S.T.R.A.), Biskra. 2002; 423.
- FAURIE C. et FERRA C. et MEDORI P.** Ecologie. Ed. J.B. Baillièere, Paris. 1980; 168.
- GARDI R.** Sahara. Ed: Kummerlyet Frey, Paris, 3ème Edition. 1973; 49-51.
- GUONOT M.** Méthode d'étude quantitative de la végétation. Ed Masson. Paris.1969; 314.

- GOUNNI, HADDANE.** Contribution à l'étude de la diversité floristique des zones humides de la région d'El Oued Righ. Mémoire de master. UKM. Ouargla. 2015; 23.
- GUYOT J, DURAND JH.** L'irrigation des cultures dans l'Oued Righ .Trav. de l'I.R.S Université d'Alger, T.XIII.1955; 75-130.
- HALILLET MT.** Etude expérimentale de sable additionnée d'argile .Comportement physique et organisation en condition saline et sodique. Thèse doctorat. I.N.A.P.G Paris. 1998; 250.
- HAMDI AB.** Soils and Brine Geochemistry and Mineralogy of Hyper arid Desert Playa, Ouargla Basin, Algerian Sahara. Arid Land Research and Management, 2004; 103-126.
- HAMOUDA N.** Contribution à l'étude de l'effet de l'action anthropique sur les zones humides du Sud-est du Sahara (Cas de l'Oued Righ). Mémoire de Magiste Sciences de la nature et de la vier Université Kasdi Merbah Ouargla. 2013; 14-56.
- HOVEIZEH H.** Study of the vegetation cover and ecological characteristics in saline habitats of Hoor-e-Shadegan. Journal of Research and Construction. 1997;27:31.
- KHADRAOUI A.** Sols et hydraulique agricole dans les Oasis Algériennes (Caractérisation, contraintes et propositions d'aménagement). Ed. Dar Houma, Alger. 2007; 317.
- KHERRAZE MH, LAKHDARI K, KHERFI Y, BENZAOUI T, BERROUSSI S, BOUHANN A, SABAA A.** Atlas floristique de la vallée de l'Oued Righ par écosystème. Ed. CRSTRA Touggourt. 2010; 9.
- KHERRAZE MH.** Caractérisation d'adaptation de deux halophytes (*Traganumnudatum* Del., et *Halocnemumstrobilaceum* (Pall.)) du Nord-est du Sahara septentrional Algérien (cas région de l'Oued Righ). Doctorat.2019; 14-27-68.
- KOULL N , CHEHMA A.** Soil-Vegetation relationships of saline wetlands in North East of Algerian Sahara. Revue Arid Land Research and Managment. 2014; 29:72-84.
- KOULL N.** Atlas des zones humides du bas saharaalgerien. 2018; 58- 64.
- KOULL N.** Etude phytoécologique spatiotemporelle des zones humides du Nord-est du Sahara septentrional algérien (Région de Ouargla et de l'Oued Righ). 2015; 12.
- LACOSTE A, SALANON R.** Elément de biogéographie et d'écologie. Ed. Nathan. Paris, 2006;318.
- MAYERS A.** Introduction to statistics and SPSS in psychology. Pearson, London.2013.
- MTIMET A , HACHICHA M.** Gestion durable de l'eau et du sol dans les Oasis tunisiennes. In: Proceedings of the 16th ISSS world congress, Montpellier, France. 1998.
- MOUELLEF A .** Caractères physiologiques et biochimiques de tolérance du blé dur

- (*Triticum durum* Desf.) au stress hydrique. Magistère en Biotechnologies Végétales. Université Mentouri, Constantine. 2010; 118.
- NEDJAA MT.** Contribution à l'étude de la végétation spontanée d'une zone humide de la Région Oued Righ « Cas du Lac Zerzeim » Meggarine Ouargla. 2017; 4-6-20.
- O.N.M.** Données climatologiques enregistrées au niveau de la station météorologique de Touggourt. 2019.
- OZENDA P.** Flore du Sahara 2ème Ed. CNRS. Paris. 1983; 627.
- OZENDA P.** Flore et végétation du Sahara. 2ème édition. Ed. C.N.R.S. Paris. 1991; 622.
- QUEZEL P.** La végétation du Sahara, du Tchad à Mauritanie. Edi. Gustav. Fisher, Verlag, Stuggart. 1965; 328.
- RAMADE F.** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de L'environnement 2° Edition DUNOD. 2002; 968.
- RAMADE F.** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement 2° Edition DUNOD. 2003;1968.
- RAMSAR.** liste disponible sur le site Internet de la convention RAMSAR l'adresse suivante : [http // www. Ramsar.org/key_ris_types.htm](http://www.Ramsar.org/key_ris_types.htm).1994.
- SAYAH LEMBAREK M.** étude hydraulique du canal d'Oued Righ et détermination des caractéristiques hydrauliques. Mémoire de magister. Université d'Ouargla. 2008; 82.
- SERRAI O.** La dégradation de l'Oued Righ et son impact sur les oasis périphériques. Mémoire de Magister Hydraulique Université Kasdi Merbah Ouargla. 2009; 75.
- SOGREA H.** Participation à la mise en valeur de l'Oued Righ. Etude agro-pédologique, Doc. Poly .MTPC. Alger.1971;7-36.
- SOLTNER D.** Les bases de la production végétale. Tome 1. Le sol. 17ème Ed. C.S.T.A. Angers. 1989; 276.
- STEWART P.** Quotient pluviothermique et la dégradation de la biosphère. Bull. Soc. Hist. Nat. Agro. 1969; 24- 25.
- VIELLEFON.** Contribution à l'amélioration de l'étude analytique des sols gypseux. Document de l'ORSTOM, Paris, sér. Pédo. 1979;17:195-201.
- ZIDI CH, HACHICHA M.** Régime de la nappe superficielle et incidences sur la salure des sols et la production des dattes dans l'oasis de Tarfaya (Kébili). ES - 297, Direction des Sols, Tunis. 1997; 24.

Référence électronique

R.E. 1 : http://www.ier.ml/coordination/res_foret_halieutique/pêche/tzi.htm.

R.E.2: <https://en.m.wikipedia.org>.

R.E. 3: boowik. info) art (chenopodiacees (classification plante).

R.E. 4 : <http://www.fr.m.wikipedia.org>.

Annexes

Annexe 1 : Echelle d'interprétation de pH : l'extraite 1/5 (SOLTNER, 1989)

pH 1/5	Classes
5 à 5.5	Très acide
5.5 à 5.9	Acide
6 à 6.5	Légèrement acide
6.6 à 7.2	Neutre
7.3 à 8	Alcaline
> 8	Très alcaline

Annexe 2 : Echelles d'interprétation de la salinité : l'extraite 1/5 (AUBERT, 1978)

Degré de salinité	CE (ds/m) à 25 °C
≤ 0.6	Sol non salé
$0.6 < CE \leq 1.2$	Sol peu salé
$1.2 < CE \leq 2.4$	Sol salé
$2.4 < CE \leq 6$	Sol très salé
$CE \geq 6$	Sol extrêmement salé

Annexe 3: Quelle que matérielle utilisé dans laboratoire



Photo1: Haouane électrique
(BENABDELLAH, 2019)

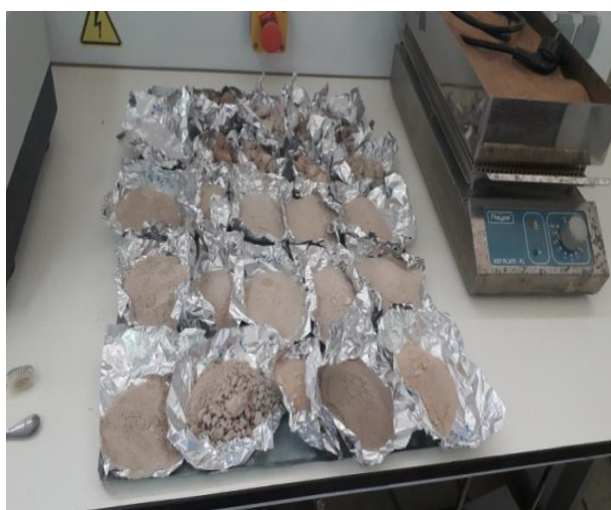


Photo2: les échantillons du sol
(BENABDELLAH, 2019)



Photo 3: Etuve (BENABDELLAH, 2019).

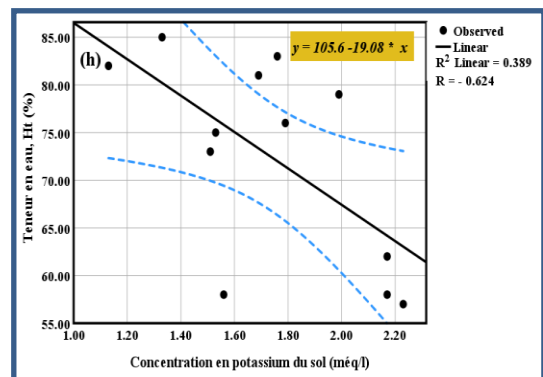
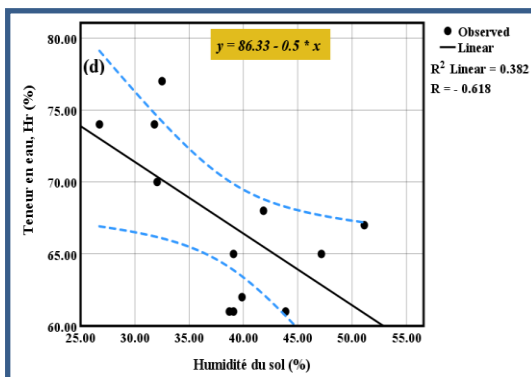
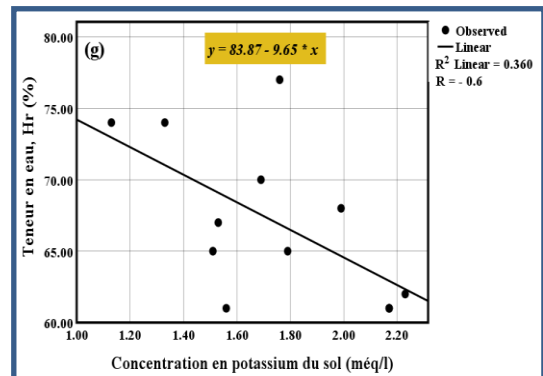
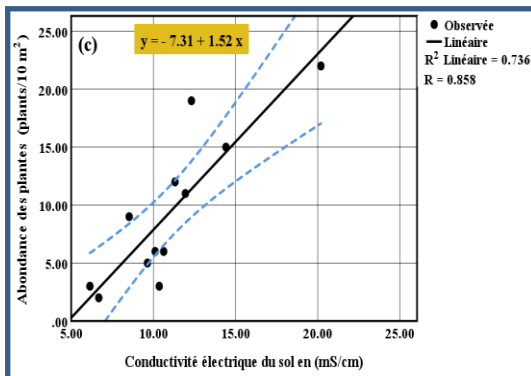
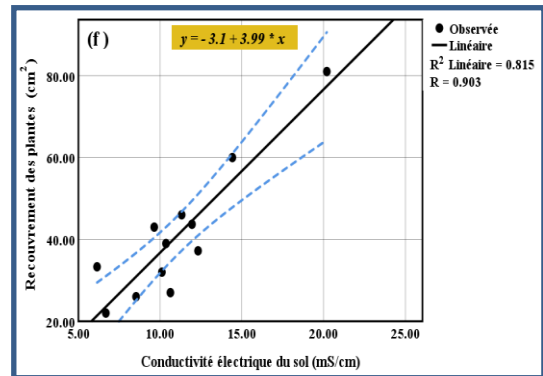
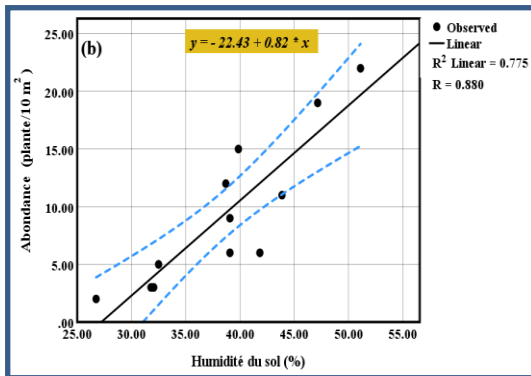
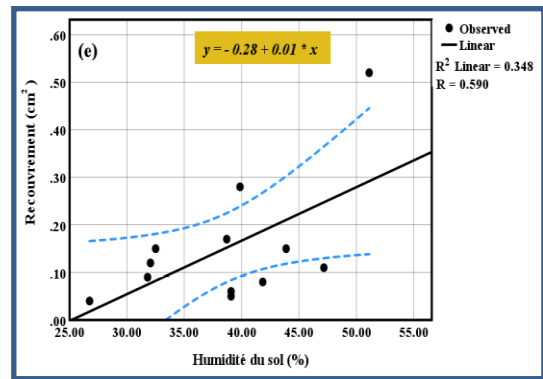
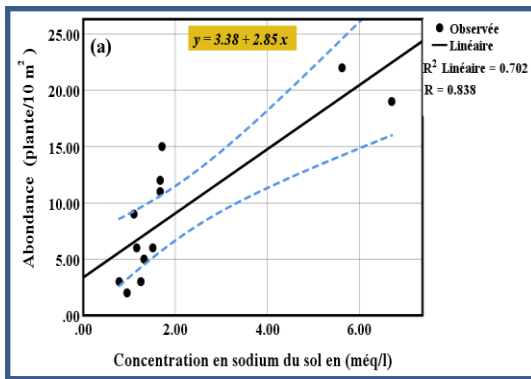


Photo 4: Dessiccateur (BENABDELLAH, 2019).

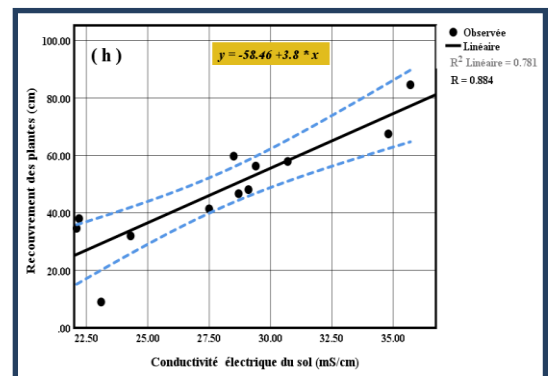
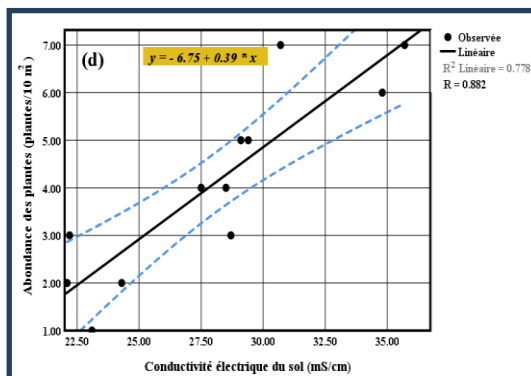
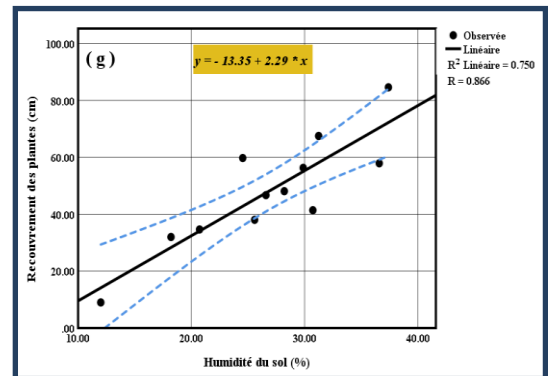
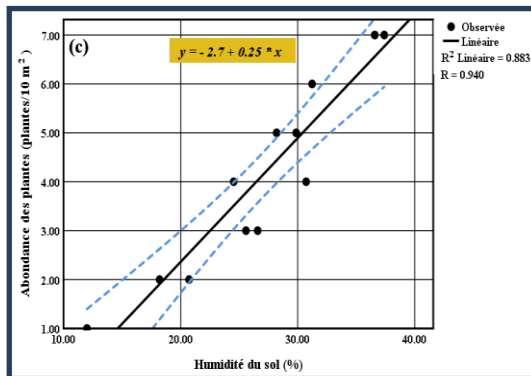
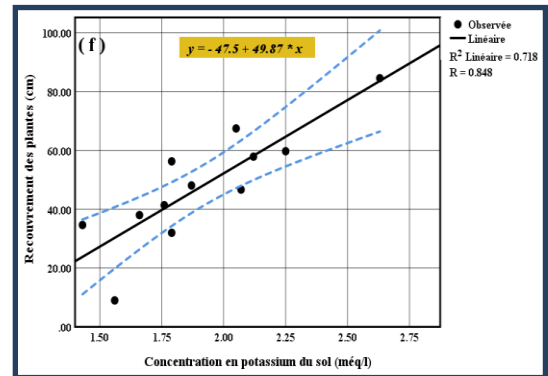
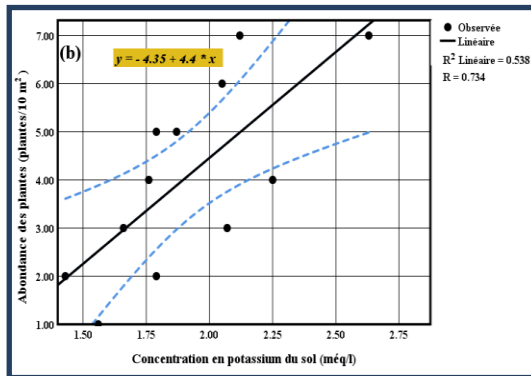
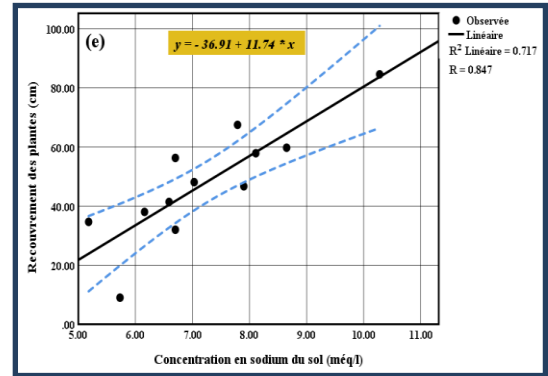
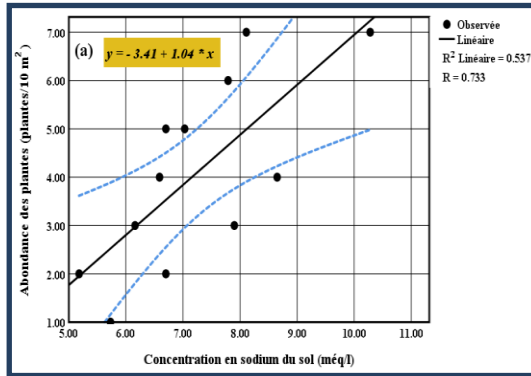
Annexe 4: Matrice de corrélation entre les caractéristiques des sols et de la plante.

a. Station 1 (Meggarine)											
	Ab	Rc	Na (s)	K (s)	Ca (s)	Mg	Hs	pH (s)	CE (s)	Hr	Ht
Ab	1										
Rc	0.733**	1									
Na (s)	0.84**	0.538	1								
K (s)	0.374	0.190	0.066	1							
Ca (s)	0.050	0.510	0.022	-0.084	1						
Mg	-0.032	0.296	-0.210	-0.142	0.299	1					
H (s)	0.88**	0.590*	0.749**	0.392	0.109	-0.385	1				
pH (s)	-0.088	-0.253	-0.164	-0.087	0.136	-0.273	0.153	1			
CE (s)	0.86**	0.90**	0.676*	0.387	0.294	-0.011	0.802**	-0.212	1		
Hr	-0.529	-0.158	-0.190	-0.600*	0.192	0.246	-0.618*	-0.301	-0.440	1	
Ht	-0.393	-0.186	0.038	-0.624*	0.034	-0.096	-0.405	-0.186	-0.371	0.901**	1
b. Station 2 (Sidi Slimane)											
	Ab	Rc	Na (s)	K (s)	Ca (s)	Mg	H (s)	pH (s)	CE (s)	Hr	Ht
Ab	1										
Rc	0.851**	1									
Na (s)	0.733**	0.85**	1								
K (s)	0.734**	0.85**	1.000**	1							
Ca (s)	-0.240	-0.277	-0.182	-0.185	1						
Mg	-0.446	-0.406	-0.542	-0.541	-0.246	1					
Hs	0.940**	0.87**	0.676*	0.675*	0.004	-0.403	1				
pH (s)	-0.556	-0.138	-0.147	-0.146	0.101	0.385	-0.531	1			
CE (s)	0.882**	0.88**	0.835**	0.837**	-0.245	-0.372	0.793**	-0.285	1		
Hr	-0.417	-0.338	-0.252	-0.252	-0.357	-0.037	-0.556	0.168	-0.441	1	
Ht	-0.122	-0.151	0.162	0.161	-0.106	-0.331	-0.201	-0.264	-0.088	0.520	1
** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).											
* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).											

Annexe 5: Relation entre les paramètres du sol et le végétale à la station de Mèggarine.



Annexe 6: Relation entre les paramètres du sol et le végétale à la station de Sidi Slimane



ملخص:

تأثير التربة المالحة على انتشار و تطور البربيط في منطقة تقرت

يتعلق هذا العمل بتقييم مساهمة بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة المالحة في انتشار و تطور نبات البربيط البري في المناطق الرطبة بتقرت (بحيرة المقارين و سيدي سليمان). تم أخذ العينات (التربة والنبات) في المحطتين المذكورتين بمعدل 12 عينة/ محطة: أي ثلاثة مواقع أخذ العينات لكل محطة وأربع عينات/ موقع. اما فيما يخص النبات، فقد تم أخذ العينات من الأجزاء الهوائية و تحت الأرضية، وكذلك أربع عينات/ جزء. تشير دراسة الوفرة لهذا النبات، في كلا المحطتين إلى توزعه المهم في المحطة الأولى (113) مقارنة بالمحطة الثانية (49). ويرجع ذلك إلى العوامل البيئية و النشاط البشري السلبي في المحطة الأخيرة. إضافة إلى ذلك، هناك ارتباط إيجابي قوي ذو معنوية عالية مع الناقلية الكهربائية والصوديوم و رطوبة التربة. بينما البوتاسيوم سجل نفس العلاقة فقط في محطة سيدي سليمان. وعليه نستنتج خلاصة، إلى أن البربيط نبات محب للماء والملح من حيث نموه و جغرافيته الحيوية في بيئات التربة القاعدية الرطبة و المالحة.

الكلمات المفتاحية : التربة المالحة، البربيط، المناطق الرطبة، تقرت.

Résumé :

Effet des sols salins sur la distribution et le développement de *Halocnemum strobilaceum* dans la région de Touggourt

Ce travail porte sur l'évaluation de la contribution de quelques propriétés physicochimiques du sol salin à la distribution et le développement de la plante spontanée *Halocnemum strobilaceum* dans les zones humides de Touggourt (lac de Méggarine et Sidi Slimane). L'échantillonnage (sol et plante) dans les deux stations susmentionnés a été fait à raison de 12 prélèvements/ station : soit trois sites d'échantillonnage par station et quatre échantillons/ site. En ce qui concerne la plante, l'échantillonnage a été effectué à la fois sur les parties aériennes et souterraines, soit également quatre échantillons/ partie. L'étude de l'abondance de cette plante, dans les deux stations, indique sa distribution importante dans la première station (113) par rapport à la deuxième (49). Ceci est dû aux facteurs environnementaux et l'activité anthropique négative dans la dernière station. En outre, il existe une forte corrélation positive et hautement significative avec la conductivité électrique, le sodium et l'humidité du sol. Toutefois, le potassium n'a enregistré la même relation que dans la station de Sidi Slimane. Il est à conclure qu'*Halocnemum strobilaceum* est une plante hydro-halophyte en matière de sa croissance et sa biogéographie dans les milieux des sols hydro-halomorphe et basique.

Mots clés : Sol salin, *Halocnemum strobilaceum*, Zones humides, Touggourt.

Summary:

Effect of saline soils on the distribution and development of *Halocnemum strobilaceum* in Touggourt region

This work concerns the evaluation of some physicochemical properties of the saline soil contribution to the distribution and development of the spontaneous plant *Halocnemum strobilaceum* in Touggourt wetlands (Lake of Méggarine and Sidi Slimane). Sampling (soil and plant) at the two stations mentioned above was carried out at a rate of 12 samples/ stations: three sampling sites/ station and four samples/site. As far as the plant is concerned, selection was carried out on both the aerial and underground parts, also four samples/part. The study of the abundance of this plant, in both stations, indicates its important distribution in the first station (113) compared to the second (49). This is due to environmental factors and negative anthropogenic activity at the last station. In addition, there is a strong positive and highly significant correlation with electrical conductivity, sodium and soil humidity. However, potassium did not have the same relation as in Sidi Slimane station. It is concluded that *Halocnemum strobilaceum* is a hydro-halophyte plant in terms of its growth and biogeography in hydro-halomorphic and basic soil environments.

Keywords: Saline soil, *Halocnemum strobilaceum*, Wetlands, Touggourt.