

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES  
AGRONOMIQUES

N° : .....



DOMAINE : SNV

FILIERE : AGRONOMIE

OPTION : SCIENCES DU SOL ET  
ENVIRONNEMENT

**Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme de Master Académique**

**Par : FETAYAH Ammar**

**KASMI Selma**

**Intitulé**

**Caractéristiques écologiques des sols salés aux alentours de  
la région Nord-orientale de la zone humide d'importance  
internationale de Chott El Hodna (Nord Est d'Algérie)**

**Soutenu devant le jury composé de :**

MIMECHE Fateh

Université MB – M'SILA

Président

ZEDAM Abdelghani

Université MB – M'SILA

Rapporteur

TIR Chafia

Université MB – M'SILA

Examinatrice

**Année universitaire : 2016 /2017**

# Remerciement

*Nous remercions tout d'abord ALLAH tout puissant qui nous à donne la santé, le courage et la patience afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.*

*De nombreuses personnes ont Contribué à la réalisation de ce travail, je tiens à remercier :*

*Monsieur ZADEM Abdelghani notre promoteur, qui a accepté de diriger ce mémoire et nous a guidé tout au long de ce travail.*

*Monsieur MIMECHE Fateh pour et d'avoir accepté de présider et jurer notre modeste travail. Aussi leur assistance dans la partie de l'analyse statistique.*

*M'elle TIR CHAFIA d'avoir accepté de faire partie du jury.*

*En fin, j'adresse mes vifs remerciements à Tous les enseignants qui ont participé le long de ces années surtout Monsieur Amroun Abdelouahab et Melle Madani Djamila à notre formation ainsi qu'à notre promotion et à tous ceux qui ont participé de prêt ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

*AMMAR & SELMA*

# *Dédicace*

*Je dédié ce modeste travail à :*

*A Maman et Papa, l'amour et la confiance  
dont vous m'avez toujours entourée m'ont permis  
de réussir.*

*A tout ma famille de FETAYAH*

*A mes collègues de mon spécialité SSE*

*A tous mes amies*

*AMMAR*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à*

*Mes très chers parents, dieu les protège*

*Et à mon mari Kadri Mohamed*

*Et à mes sœurs et mes frères*

*Et sans oublier ma très chère Wafa*

*Et groupe SSE*

*Et toute ma famille et tous mes amis sans exception*

*Selma*

## Liste de Figure

Figure 01: Situation administrative de Chott El Hodna ( <b>Zedam</b> , 2015) .....	16
Figure 02 : La géologie de Hodna( <b>Le Houérou et al.</b> 1975) .....	17
Figure 03: carte pédologique de Hodna ( <b>Le Houérou</b> , 1975).....	20
Figure 04 : Les oueds principales du Chott El Hodna ( <b>Harzallah</b> , 2009).....	21
Figure 05: Les aquifères autour de Chott El Hodna ( <b>Matrt</b> , 2010).....	21
Figure 06: Précipitations moyennes mensuelles de la région de M'sil la période 1989 – 2014.....	23
Figure 07 : Régime saisonnier de la région d'étude.....	24
Figure08 : Diagramme ombrothermique de la région de M'Sila Pour la période 1989- 2014.....	26
Figure 09: La position de la région de M'sila dans le climagramme d'Emberger.....	27
Figure 10 : Localisation des 04 stations dans la partie Nord-Orientale de la zone humide d'importance internationale de Chott El Hodna.....	29
Figure 11 : variation de la richesse spécifique par station d'étude.....	35
Figure 12 : la texture de sol de station étudiant.....	39
Figure13 : analyses factorielles des correspondances des espèces végétales de nos stations d'étude.....	40
Figure 14 : analyse factorielle redressée des stations, végétations et paramètre physico- chimique du sol.....	41

### Les Photos :

\* Photo 1 : Chott El Hodna en période hivernale

\* Photo 2: Chott El Hodna en période estivale

## Liste de Tableau

Tableau1: Classe de la salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux à 25 °c .....	09
Tableau 02 : Caractéristiques de la station météorologique de M'sila.....	22
Tableau 03: Précipitations moyennes mensuelles et leur cumul pour la région de M'Sila pour la période : 1989 – 2014.....	23
Tableau04: Moyennes annuelles de pluviosité de la région de M'sila pour la période 1986-2014.....	24
Tableau 05 : Répartition des précipitations cumulées par saison pour la région de M'sila pour la période 1989 – 2014.....	24
Tableau 06: Moyennes mensuelles des températures de la station de M'sila pour la période 1984 – 2014.....	25
Tableau07: Moyenne mensuelle de vitesse de vent dans la région de M'sila dans la période de 1989-2014.....	25
Tableau 08 : Répartition des familles botaniques des espèces inventoriées.....	36
Tableau 09 : Répartition des familles botaniques par genre et par espèce.....	37
Tableau 10 : Origines chorologiques des adventices des planches de plants.....	38
Tableau 11 : corrélation des stations entre les paramètres physico-chimique et sol.....	38

## Liste des abréviations

m<sup>3</sup> : mètre cube

DGF : Direction Générale des Forêts

UICN : Union International de La Conservation de La Nature.

INSID : Institue nationale des sols irrigués et drainage

FAO : Food and Agriculter organisation

ESP : exchange sodium pourcentage

pH : Potentiel d'hydrogène

CE : Conductivité électrique

Mmhos/cm : millimohos par centimètre

ds : Décisiemence

m : mètre.

Na<sup>+</sup> : Sodium

CEC : capacité d'échange cationique

Meq : milli équivalent

g : gramme par litre

USSL: United States of Salinity Laboratories

Ca<sup>++</sup> : Calcium.

SAR : Sodium Adsorbent Ratio

Mg<sup>++</sup> : Magnésium.

USDA : United state department of agriculture

PO : Porosité

K<sup>+</sup> : Potassium

Km : Kilomètre.

E : East

N : Nord

HCDS : Haute commissariat au développement de steppe.

Cl<sup>-</sup> : Chlore.

Hm<sup>3</sup> : Hectamètre cube

CaCO<sub>3</sub> : Calcite ou carbonate de calcium

s : second.  
mg : milligramme.  
mm : millimètre.  
min : minute.  
max : maximum  
Q<sub>2</sub> : quotient pluviothermique  
GPS : Global Positionning system  
mm : millimètre.  
MO : Matière organique  
°C : Degré Celsius  
SE : Station d'étude  
NPS : niveau de prélèvement du sol  
CPC : coefficient of Pearson of Correlation  
C : Carbone  
N : Azote  
DCA : Dentrented Correspondance Analysis  
SMM : Station météorologique de M'sila.  
Fig : Figure  
Tab : Tableau  
AFC : analyse factorielle de correspondances.

# Sommaire

Liste des Figures.....	i
Liste des Tableau.....	ii
Liste des Abréviations.....	iii

## Introduction Générale

### Chapitre I : Synthèse bibliographique

1- Les zones humides.....	3
1-1 Définition des zones humides.....	3
1-2 Convention de RAMSAR sur les zones humides.....	3
1-3 Critères d'identification de la zone humide de Chott El Hodna.....	3
2- Généralités sur la salinité.....	5
2-1- Définition.....	5
2-2- Les sols salés.....	5
2-3- Origine des sols salés.....	6
2-3-1- La salinisation primaire.....	6
2-3-2- La salinisation secondaire .....	6
2-4- Sources de la salinisation.....	6
2-4-1 Les océans et les mers.....	6
2-4-2 La lithosphère .....	6
2-4-3 Les sels fossiles.....	6
2-4-4 Apports anthropiques.....	6
2-5- Classification et caractéristiques des sols salés.....	7
2-5-1- Classification des sols salés .....	7
2-5-2- Caractéristiques des sols salés.....	8
2-5-2-1- Caractéristiques chimiques .....	8
a- La conductivité électrique CE.....	8
b- Le pH .....	9
c- Le taux de sodium échangeable .....	9
d- Rapport d'absorption du sodium.....	9
e- La pression osmotique .....	9
2-5-2-2- Les propriétés physiques.....	10

a- La structure.....	10
b- La capacité de rétention en eau .....	11
2-5-2-3-Les caractéristiques biologiques .....	11
2-5-3-Mise en valeur des sols salés.....	11
2-5-4-Aménagement et gestion future des sols salés.....	11
2-5-5- Aménagement hydroagricole dans les conditions stationnelles.....	12
a- les sols à forte conductivité électrique.....	13
b- les sols à faible conductivité électrique .....	13
2-5-6- Végétation.....	13

## **Chapitre II : Milieu physique**

Introduction .....	15
1-Situation de la zone d'étude .....	15
1-1-Situation géographique .....	15
1-2-Superficie et limite.....	15
2-Milieu physique .....	16
2-1-Géologie .....	16
2-2-Géomorphologie .....	19
2-3-Pédologie.....	19
2-4-Régime Hydrique .....	20
2-4-1-Les eaux superficielles.....	20
2-4-2-Les eaux souterraines.....	21
2-4-3-Bilan hydrique du chott .....	22
2-5-Climat.....	22
2-5-1-La pluviométrie .....	23
2-5-2-Les températures.....	24
2-5-3-Le vent.....	25
2-6-Synthèse climatique.....	26
2-6-1-Diagramme ombrothermique .....	27
2-6-2-Climagramme d'EMBERGER .....	27

## **Chapitre III : Méthodologie de travail**

Introduction.....	28
1- Objectif.....	28

<b>2- Echantillonnage.....</b>	<b>28</b>
<b>2-1- Caractérisation des stations .....</b>	<b>28</b>
<b>2-1-1- Choix des stations d'étude .....</b>	<b>29</b>
<b>2-1-2- Environnement des stations d'étude .....</b>	<b>29</b>
<b>2-2- Collecte des données sur terrain et procédures relatives.....</b>	<b>30</b>
<b>2-2-1- Le paramètre sol.....</b>	<b>30</b>
<b>2-2-1-1- Les analyses physiques.....</b>	<b>31</b>
<b>2-2-1-1-1- La granulométrie .....</b>	<b>31</b>
<b>2-2-1-1- 2- La porosité .....</b>	<b>31</b>
<b>2-2-1-1-3- Humidité .....</b>	<b>31</b>
<b>2-2-1-2- Les analyses chimiques .....</b>	<b>31</b>
<b>2-2-1-2-1- Le pH .....</b>	<b>31</b>
<b>2-2-1-2-2- Mesure de la conductivité électrique (CE) .....</b>	<b>31</b>
<b>2-2-1-2- 3- Le calcaire total (CaCO<sub>3</sub> %) .....</b>	<b>32</b>
<b>2-2-1-2-4- Le calcaire actif .....</b>	<b>32</b>
<b>2-2-1-2-5- Le carbone organique et la matière organique .....</b>	<b>32</b>
<b>2-2-1-2-6- Dosage d'azote total .....</b>	<b>32</b>
<b>2-2-2- Le paramètre végétation.....</b>	<b>33</b>
<b>2-2-2-1- Nombre de relevés floristique.....</b>	<b>33</b>
<b>2-2-2-2- Matériels utilisés .....</b>	<b>33</b>
<b>2-2-2-3- Identification des espèces .....</b>	<b>33</b>
<b>2-2-2-3-1- Richesse totale .....</b>	<b>33</b>
<b>2-2-2-3-2- Diversité botanique de la flore recensée .....</b>	<b>34</b>
<b>2-2-2-3-3- Type biologique .....</b>	<b>34</b>

## **Chapitre IV : Résultats et Discussion**

<b>Introduction .....</b>	<b>35</b>
<b>1-La végétation des stations.....</b>	<b>35</b>
<b>1-1- Richesse totale des stations.....</b>	<b>35</b>
<b>1-2- Aspect systématique.....</b>	<b>36</b>
<b>1-3- Aspect biologique et chorologique.....</b>	<b>37</b>
<b>1-3-1- Type biologique.....</b>	<b>37</b>
<b>1-3-2- Chorologie.....</b>	<b>38</b>

<b>2- Analyses quantitatives et qualitatives des caractéristiques écologiques.....</b>	<b>38</b>
<b>2-1- Analyse quantitative.....</b>	<b>38</b>
<b>2-2- Analyse qualitative .....</b>	<b>40</b>
<b>2-2-1- Analyse factorielle des correspondances .....</b>	<b>40</b>
<b>2-2-2- Analyse factorielle redressée (DCA : Dentrented Correspondance Analysis).....</b>	<b>41</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>41</b>
<b>Référence bibliographique</b>	
<b>Annexes.</b>	

### Introduction générale

En Algérie, les sols salés occupent de grandes étendues. On les rencontre dans les basses plaines d'Oranie, sur les hautes plaines de Sétif et de Constantine, dans les hautes – plateaux et en zones sahariennes (**Aubert, 1976 in Beladjouz et Laifaoui 2007**). Dans ces vastes zones salés (Chotts et sebkhas), il existe d'importantes quantités d'eau de qualité très médiocre. Cette situation est aggravée par une évaporation estivale intense qui favorise la remontée des sels en surface.

L'Algérie est classée comme étant une zone semi-aride à aride elle se distingue par un biotope caractérisé par des dépôts géologiques salifères et des nappes phréatiques ou artésiennes salées. La superficie des zones arides et semi-arides couvre près de 95% du territoire (**Halitim, 1985 in Beladjouz et Laifaoui 2007**).

La salinité de sol correspondant à la quantité de sels solubles dans le sol. Elle se produit lorsque les conditions suivantes sont réunies :

- Présence des sels solubles dans le sol
- Nappe phréatique salée proche de la surface.
- Taux d'évaporation élevé (l'eau s'évapore plus rapidement de la surface des sols qu'elle ne s'infiltre dans le sol par les précipitations)

Dans cette dernière, une quantité excessive de sel inhibe la croissance des plantes et peut faire chuter le rendement chez certaines cultures d'environ 50%. (**Eilers 1991 in Beladjouz et Laifaoui 2007**).

Dans les zones arides la présence de la végétation est tantôt dictée par un déterminisme climatique mais dans certains cas c'est plutôt le déterminisme édaphique qui l'emporte (**Kaabeche, 1990**).

Il est toutefois important de noter qu'il est difficile d'une façon générale, de lier une espèce ou un groupement végétal à un type pédogénétique déterminé d'autant que dans les régions steppiques, les relations sol-végétation ne font intervenir essentiellement que les horizons superficiels (**Halitim, 1988**).

Chott el Hodna fût classé en tant que zone humide d'importance internationale par la convention de RAMSAR en 2001. En tant que milieu aride-salé et zone humide, il illustre bien le type de milieu continental où une végétation originelle occupe ces bords et suit un

## Introduction générale

---

certain déterminisme dicté d'une part par les conditions stationnelles et de l'autre par les conditions écologiques qui règnent dans les lieux.

Les relations sol-végétation sont nombreuses et font l'objet de plusieurs études dans des écosystèmes différents et très variés. **Pouget (1980)**, pour sa part dans les steppes sud-algéroises, rapporte que certains facteurs édaphiques (texture salinité type de sol.....) dictent le groupe écologique prépondérant tel que les groupes : psammophiles, halophiles ...

La zone aride-salée-continentale de Chott El Hodna, présente un déterminisme, sous certaines conditions écologiques, vis-à-vis de la présence et de la distribution de la composante biotique la plus importante qu'est la végétation. Les raisons de ce déterminisme peuvent être appréhendées suivant un gradient de salinité dans ce milieu d'étude écologiquement remarquable.

Notre présent travail a pour objectif est la caractérisation écologique caractéristique édaphique et végétation spontanée de la zone Nord-Orientale de la zone humide de Chott El Hodna. Pour ce faire nous avons structuré le présent travail comme suit :

- Le premier chapitre aborde une synthèse bibliographique sur les zones humides et la salinité.
- Le second chapitre traite la présentation de la zone d'étude.
- Le troisième chapitre concerne la méthodologie de travail adoptée.
- Le dernier chapitre est consacré aux résultats et discussion.

# Chapitre I

## Synthèse bibliographique

### 1- Les zones humides

#### 1-1-Définition des zones humides

Au sens de la convention de RAMSAR, les zones humides sont définies comme étant des étendues de marais, de fagne, de tourbières ou des eaux naturelle ou artificielle permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres (**Davis, 1996**).

#### 1-2-Convention de RAMSAR sur les zones humides

La convention de RAMSAR fut signée en 1971 en Iran (ville de Ramsar) ayant pour but de protéger les zones humides au niveau international (**Allout, 2013**). C'est le premier traité intergouvernemental pour la protection de la nature.

Chott El Hodna, zone humide continentale et située en milieu aride, illustre ce genre de milieux où il fut classé en tel par ladite convention en 2001(**DGF, 2001**).

#### 1-3-Critères d'identification de la zone humide de Chott El Hodna

Selon les critères de classification des zones humides par la convention de RAMSAR aux qui identifie Chott El Hodna en tant que sont :

##### Critère 1

Selon **DGF (2002)**, le Chott El Hodna est un type de zone humide représentatif au niveau de la Méditerranée de par l'étendue de sa superficie et de son bassin versant. Sa situation en zone aride est un autre atout justifiant le degré de rareté de milieux naturels d'un seul tenant ayant peu ou pas de transformations importantes par l'homme.

Enfin, Le chott est un modèle représentatif de par la présence de plusieurs types de sols, de bioclimats et d'entités biologiques.

##### Critère 2 :

Le Chott El Hodna et la région limitrophe abritent des espèces menacées (**DGF, 2001 & 2002**) telles que, la gazelle de Cuvier (*Gazella Cuvieri*) espèce endémique à l'Afrique du Nord considérée comme en danger par l'UICN, l'outarde Houbara (*Chlamydotis undulata*) qui a subi une grande pression de chasse en raison des pratiques liées à la fauconnerie, et l'intensification de l'agriculture. La sarcelle marbrée (*Marmonetta angustirostris*), est également un oiseau menacé classée sur la liste rouge de l'UICN.

## CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

---

### **Critère 3 :**

La faune de Chott El Hodna est riche et diversifiée, cependant contrairement à la flore, elle est ; encore trop peu connue faute d'études spécifiques. Tenant compte de cette lacune, on peut avancer que le Chott, avec ces différents habitats est une aire naturelle et sauvage d'une extrême importance pour des espèces animales telles que la gazelle de Cuvier, l'Outarde houbara et la Sarcelle marbrée, espèces protégées et menacées d'extinction en Algérie et classées sur la liste rouge de l'**U.I.C.N.**

Le Chott El Hodna regroupe d'un point de vue floristique un ensemble d'espèces endémiques, représentatives tant de l'élément méditerranéen (*Erodium glaucophyllum*) que de l'élément saharoarabique (*Limoniastrum guyonianum*, *Astragalus gombo*, *Euphorbia guyoniana*, *Genista saharae*, *Scrofularia saharae*). S'y ajoutent divers endémiques d'Algérie (*Arnebia decumbens*, *Astragalus sinaicus*, *Saccocalyx saturioides* et *Orobanche Ducellieri*).

Le chott renferme une toposéquence de groupements végétaux traduisant nettement le changement de végétation lié aux modifications écologiques induites par le passage d'un milieu halophile inondable à un milieu psammophile meuble selon un gradient rapide, le caractère biogéographique dominant des communautés change rapidement passant du méditerranéen à la base de la séquence au saharien confirmé en haut de zonation.

Le Chott El Hodna abrite une population remarquable d'espèces animales et végétales pour le maintien de la diversité biologique dans la région du Hodna qui est biogéographiquement un représentant assez particulier du milieu steppique. On y retrouve une diversité tant qualitative que quantitative en faune et en flore.

Ainsi la flore est représentée par 550 taxons recensés (**Kâabache, 1990**) dans les communautés steppiques, forestières et pré-forestières du Hodna et ses alentours mais pour **Zedam (2015)** seulement 185 taxons furent recensés dans la zone humide en question.

La faune, riche et diversifiée, est composée de 119 espèces d'oiseaux, 20 espèces de mammifères et 10 espèces de reptiles (**DGF 2001, 2002**).

### **Critère 7:**

Le réseau hydrographique qui alimente le Chott (Oued El-Ham, Oued K'sob et Oued M'cif) abrite une population importante de poissons indigènes tel que le barbeau (*Barbus barbus*) (**DGF 2001, 2002** et **Mimeche 2014**).

### 2- Généralités sur la salinité

Les sols salés couvrent dans le monde et en particulier en zone aride et semi-aride de grande surface (**Aliat, 2007**). Les sols salés ou sols halomorphes sont caractérisés par leur teneur élevée en sels solubles dans l'ensemble ou dans une partie du profil ou par la dégradation de la structure de l'un de leurs horizons (ou de tout leur ensemble) sous l'influence de l'un des ions provenant de ces sels en particulier du sodium (**Aubert 1983**)

#### 2-1- Définition

Le sol est le produit de l'altération ; du remaniement et de l'organisation des couches supérieures de la croûte terrestre sous l'action de plusieurs facteurs. Le sol ainsi défini atteint donc un degré de développement variant selon la manière dont il a été soumis à l'action des facteurs pédogénétiques et le laps de temps (**Jean et Clément, 2002**).

#### 2-2- Les sols salés

On définit sous le terme de salinisation, le processus pédologique suivant lequel le sol s'enrichit anormalement en sels solubles, acquérant ainsi le caractère salin. La salinité est un état qui résulte de l'accumulation des sels solubles dans le sol (**Aubert 1976**).

Les sols salés appelés aussi sols salsodiques ou sols halomorphes, sont caractérisés par leur teneur élevée en sels solubles dans l'ensemble ou dans une partie du profil ou par la dégradation de la structure de l'un de leur horizon ou de tout leur ensemble, sous l'influence de l'un des ions provenant de ces sels en particulier le sodium (**Aliat, 2007**).

Les sels solubles sont tous les sels plus solubles à l'eau que le gypse. Leur concentration globale est généralement exprimée par la conductivité électrique qui représente en réalité la conductivité électrolytique (**Halitim, 1988**).

Le sodium, en excès dans le complexe absorbant du sol, peut dégrader la structure. Ces sols à structure diffuse sont souvent dénommés sols à alcali ou sodique (**Aubert, 1983**). Il apparaît que dans certains cas (richesse en humus, type d'argile) le magnésium peut aussi provoquer l'apparition de cette structure diffuse (**Samoiloya, 1979**).

Une grande quantité de sels solubles peut affecter les propriétés pédologiques, notamment la dispersion des colloïdes, la stabilité structurale et la chute de la perméabilité hydraulique (**Servant 1970 ; Chevery 1972 ; Agassi et al. 1981 ; Aubert 1983 ; Halitim et al. 1984 ; Daoud 1993**).

La richesse en sels solubles ou les mauvaises qualités physiques des sols (exemple sols salsodiques) conduisent à une spécialisation de la végétation et même à sa disparition totale lorsque, dans la solution du sol, la pression osmotique créée par les sels (**FAO, 1988**) ou la toxicité spécifique

## CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

---

de certains ions devient trop élevée comme le bore et surtout l'ion chlore (Ayers, 1978 ; Bernstein, 1964 & 1965 ; Calvet, 2003).

Les plantes résistantes appartiennent à un nombre limité d'espèces et occupent assez peu les sols.

Les halophytes les plus caractéristiques sont les salsolacées, à côté de zones encore plus salées, les composées et les graminées fournissent bon nombre d'espèces moins résistantes, qui sont souvent qualifiées de préhalophytes.

### 2-3- Origine des sols salés

La salinisation des sols peut avoir deux origines: la salinisation primaire et la salinisation secondaire.

#### - La salinisation primaire

Elle se rencontre par exemple en Mésopotamie. Elle résulte *des processus d'altération des roches*. La migration et le dépôt des sels dissous dans l'eau dépendent des caractéristiques du milieu naturel et des précipitations. Dans les régions arides ou semi-arides, *le lessivage et le transport* en profondeur des sels dissous n'existent plus et l'évapotranspiration importante favorise la concentration des sels dans le sol.

Dans les régions côtières l'intrusion d'eaux salées et *la submersion* des terres basses par l'eau de mer provoquent la salinisation de l'eau souterraine et celle des sols (Lallemend, 1980).

#### - La salinisation secondaire

On la rencontre dans les sols irrigués due à la l'accumulation des sels solubles dans le sol. Elle résulte de divers facteurs dont l'irrigation avec des eaux de mauvaise qualité, un lessivage insuffisant, un drainage inefficace, un taux important d'évaporation, des remontées de niveau des nappes (Lallemend 1980).

### 2-4- Sources de la salinisation

Selon Beladjouz et Laifaoui 2007. Les principales sources de sels affectant les sols sont :

#### 2-4-1- Les océans et les mers

Par l'intermédiaire de l'atmosphère, véhiculent les embruns de sels vers les sols littoraux.

#### 2-4-2- La lithosphère

Du fait de l'altération des roches qui résultent de la réaction d'hydrolyse des aluminosilicates et des ferromagnésiens (feldspaths, micas, amphiboles, pyroxènes ou olivines), des sel sont libérés et s'accumulent peu à peu dans les sols.

#### 2-4-3- Les sels fossiles

## CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

---

C'est l'origine principale des phénomènes de salinisation primaire observée à travers le globe. Il peut s'agir soit des évaporites (roches) soit de sels emprisonnés dans des sédiments d'origine marine.

### **2-4-4- Apports anthropiques**

Ils concernent les apports directs de sels utilisés comme fertilisants (KCL,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ...), soit indirects via les rejets atmosphériques. Certains composés azotés ou soufrés retombant sous forme saline ou par le biais d'apports d'eaux d'irrigation déjà légèrement salées.

On remarquera que l'homme intervient par des apports directs de sels, mais aussi par des modifications globales ou régionales des apports atmosphériques, du climat, des régimes hydrologiques notamment les aménagements hydrauliques et des défrichements.

### **2-5- Classification et caractéristiques des sols salés**

#### **2-5-1-Classification des sols salés**

Les sols salés se rencontrent dans toutes les parties du monde. Ils ont un caractère azonal (**Dunard 1980**). Ils se trouvent non seulement dans les milieux arides et semi-arides mais aussi dans les milieux subhumides et même humides (**Szablocs 1992, in Djili, 2000**).

La classification Française paraît la plus appropriée dans les zones arides et en particulier pour les sols salés. Selon **Halitim (1988)**, la classification Américaine est pragmatique et classe les sols dans des ordres différents en fonction d'une faible variation de l'évapotranspiration ou de la pluviométrie.

Dans la classification Française, les sols salés sont rangés dans la classe des sols salsodiques, elle-même subdivisée en deux (02) sous classes :

#### **A. Sous classe des sols sodiques à structure non dégradée**

Ce sont des sols salins (solontchaks), soumis à l'influence d'une nappe salée peu profonde, riches en sels de sodium, caractérisés par une conductivité électrique supérieure à 4 mmhos/cm (**Duchauffour, 1988**).

**A-1. Sols salins à complexe calcique (solontchaks) :** Très fréquents en Algérie (**FAO 2005**), caractérisés par : ESP < 15% et un profil peu différencié (**Servant 1975 ; Duchauffour 1976**).

Ils se rencontrent dans les zones steppiques ou désertiques dans lesquelles les nappes salées contiennent à l'instar des sels solubles, une quantité importante de calcium qui alimente le profil (**Halitim 1973**).

**A-2 Sols salins à complexe sodique (Solontchak sodique) :** Ce type de sol est caractérisé par un ESP > 15% se rencontre en bordure de mer, ou dans les lagunes côtières. Sa structure tend à se dégrader et devient poudreuse (**Duchauffour, 1988**).

### **B. Sous classe des sols sodiques à structure dégradée**

Ce sont des sols alcalins ayant une structure détruite (**Duchauffour 1976**).

Selon **Duchauffour (1988)**, on distingue trois (03) groupes selon les étapes d'évolution des profils :

**B- 1 : Sols alcalins non lessives (stontchaks solonetz) :** leur profil est de type AC ou A (B) C. Ils sont fréquents en Algérie (**Durand 1983**).

**B-2. Sols alcalins lessives de type ABC :** L'horizon de surface A, pauvre en argile (migration par l'effet de lessivage) (**Duchauffour, 1983**). Ces sols existent en Algérie, mais sont très localisés dans les zones humides (**Durand 1983**).

**B-3. Sols alcalins dégradés (Solods) :** ils présentent une structure dégradée complètement en surface avec un pH de 4 à 5 en profondeur un pH élevé de 9 à 10.

Selon (**Loyer 1995**), l'appellation de ces sols salés ou sols halomorphes est remplacée par une autre appellation « Solums salsodiques ». On distingue selon le référentiel pédologique Français (**Baize et Girard 1995**) sept (07) références : Sali sols (1 référence), Salisodisols (1 référence), Salisols (2 références), sodisols (3 référence).

## **2-5-2- Caractéristiques des sols salés**

### **2-5-2-1- Caractéristiques chimiques**

#### **a- La conductivité électrique CE**

La salinité d'un sol est mesurée par la conductivité électrique. Elle peut se faire sur l'extrait de la pâte saturée ou la solution du sol dont rapport 1/5 ou 1/10 (Tab.1). Elle est exprimée en mmhos /cm ou ds/m à 25°C (**Servant 1976**).

**Tableau1: Classe de la salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux à 25 °c**

mmhos.cm <sup>-1</sup> dS.m <sup>-1</sup>	0,6	1	2	3	4
CE <sub>1/5</sub>	non salé	légèrement salé	salé	très salé	
CE <sub>1/10</sub>	non salé	légèrement salé	très salé	extrêmement salé	

(Source : Mathieu et al. 2003).

### b- Le pH

Le pH est un paramètre important de la dynamique du sol. C'est une clé en agronomie car le degré d'acidité ou de basicité joue un rôle très important sur l'assimilation des éléments nutritifs par la plante. Il a une influence sur trois composantes importantes de la fertilité d'un sol : la biodisponibilité des nutriments, l'activité biologique et la stabilité structurale. La variation de pH dépend à les variations saisonnières et le pouvoir tampon du sol (le nombre d'ions en réserve sur le complexe argilo-humique), l'état hydrique du sol, sa température et la présence ou non d'une culture en période de croissance (El Oumlouki1 et al, 2004).

### c- Le taux de sodium échangeable

Le taux de sodium échangeable ou ESP permet de caractériser le stade d'alcalinisation d'un complexe d'échange exprimé en pourcentage selon la formule suivante (Durand 1983) :

$$ESP = \frac{Na^+}{CEC} \times 100 \quad (\text{Meq}/100\text{g de sel})$$

Na<sup>+</sup> : sodium exprimé en meq /100g.

CEC :capacité d'échange cationique exprime en meq/100g.

Le sodium échangeable détruit la structure à partir d'un seuil qui est souvent fixé à 15% de la C.E.C (USSL 1954).

## CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

---

Selon la **F.A.O (1984)**, la limite de classe pour l'ESP est de:

- ESP 5% : légère alcalinité.
- ESP 5%-20% : alcalinité modéré.
- ESP 20%-45% : alcalinité grave.
- ESP >45% : alcalinité très grave.

### **d- Rapport d'absorption du sodium**

C'est le taux de sodium absorbé par rapport aux cations bivalent (**Halitim 1973 et Servant 1976**).

L'**U.S.S.L (1954)**, définit le SAR par la formule suivante :

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Na<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup> en meq/100g de sol.

Le SAR donne une indication sur le risque d'alcalisation du milieu (**Mathieu et Pieltain 2003**).

### **e- La pression osmotique**

L'effet principal de la salinité est l'augmentation du potentiel osmotique suite à l'augmentation de la salure dans le milieu de culture ce qui résulte une réduction de la disponibilité en eau pour les cultures. En conséquence, la croissance des plantes est affectée. L'utilisation de la CE comme critère pour la salinité semble raisonnable (**Aragues 1983**). Malgré que les différents sels ne donnent pas la même pression osmotique (**Durand 1983**) le potentiel osmotique est bien lié à la CE du mélange de sels :

$$PO = 0,36 CE \quad (\text{USDA, 1954}).$$

## **2-5-2-2-Les propriétés physiques**

### **a- La structure**

La stabilité structurale d'un sol diminue dès que le taux de sodium échangeable atteint 12% à 15% (**Duthil 1973**). Le sodium par son pouvoir gonflant et dispersant réduit la macroporosité ce qui provoque une diminution de la perméabilité du sol. La diminution de la vitesse d'infiltration d'où une augmentation de la quantité d'eau qui s'écoule à la surface du sol et par conséquent l'érosion s'accroît (**Servant 1976; Loyer 1990 et 1991; AFES 1990; Cherbuy 1991; Testini 1992**). Le gonflement et la dispersion dépendent tous deux de la minéralogie de l'argile et de la quantité totale de Na<sup>+</sup> adsorbée sur les sites d'échanges (**Mc Neil et al. 1966**). Les indices de compression et de gonflement d'une même argile dépendent des cations adsorbés mais le Na<sup>+</sup> donne les indices les plus forts.

### **b- La capacité de rétention en eau**

Les sols salés peuvent rester humides même en saison sèche grâce à leur teneur en éléments minéraux hygroscopiques (**Halitim 1973** et **Daoud et Halitim 1994**). Cette réserve hydrique n'est pas toujours disponible pour les plantes à cause de la pression osmotique élevée de la solution du sol. La capacité de rétention en eau diminue en fonction de la nature de cations dans l'ordre suivant :  $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$  (**Emerson et Chi 1977**).

### **2-5-2-3-Les caractéristiques biologiques**

La biodégradation des composés organiques peut être ralentie suite à une forte salinité (**Mallouhi et Jaquin 1988**). Lorsqu'un sel se présente dans un sol en quantité importante, la teneur en acides humiques diminue et où le processus d'humification est alors inhibé. Si le sol est pauvre en cations, un risque d'accentuation de l'activité des moisissures nuisibles peut intervenir par contre, s'il est riche en cations tels que le calcium et le magnésium, la formation d'humus est favorisée (**Bencharef 1983 ; Mallouhi et Jaquin 1988**).

L'inhibition de l'activité biologique par les sels se traduit par un forte teneur en composés hydrosolubles, donc très mobiles au détriment des composés plus polycondensés. Un rapport élevé d'acides Fulviques/acides humiques et une faible teneur en humine d'insolubilisation caractériseraient l'évolution de la matière organique dans les sols sodiques (**Mallouhi et Jaquin 1988**).

Dans leur habitat naturel, les micro-organismes sont fréquemment exposés à des variations de pression osmotique du milieu environnant. En effet, la salinité élevée du sol peut interférer avec la croissance et l'activité des bactéries. Une diminution de celle-ci dans les sols salins conduit à une accumulation de la matière organique non dégradée, ce qui agit négativement sur la disponibilité des nutriments nécessaires à la croissance végétale (**Mimeche 2016**).

Par ailleurs, le taux de salinité a une grande influence sur l'évolution de la microflore du sol. L'augmentation de la quantité de sels fait diminuer le nombre de microorganismes (**Chaussod et Nicolardot 1982**).

### **2-5-3-Mise en valeur des sols salés**

Indépendamment du facteur économique qui doit nécessairement être pris en compte, la mise en valeur des sols salés va dépendre des processus physico-chimiques qui les affectent.

Une bonne utilisation agricole des sols salés nécessite :

## CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

---

– L'élimination des sels en excès (lixiviation) et la suppression de la source de sodium (drainage de la nappe salée). Ces pratiques seront d'autant plus aisées que le sol est perméable et que l'eau (pluie ; irrigation) est abondante et de bonne qualité :

- Drainage efficace pour prévenir les risques de salinisation secondaire.
- L'utilisation de plantes résistantes à la salinité.
- La reconstitution de la fertilité par des amendements qui enrichissent les argiles en  $\text{Ca}^{2+}$  échangeable.
- Des pratiques culturales particulières : labour de défoncement, ratissage des sels en surface, planage des parcelles, billonnage..... (**Girard et al., 2003**).

### **2-5-4-Aménagement et gestion future des sols salés**

L'aménagement et la gestion future de ses sols sont déclenchés par plusieurs problèmes :

- Le déficit alimentaire.
- Les surfaces agricoles utiles limitées.
- Le taux de chômage croissant.
- L'explosion démographique et l'absence d'infrastructure industrielle rendent indispensable l'aménagement et la gestion des sols salés pour une population tirant principalement ses revenus à partir de l'agriculture. Mais, l'expérience de mise en valeur de ces terres pastorales par l'irrigation, telle qu'elle a été conduite à partir de 1972, doit être repensée totalement (**Mimoune, 1995**).

### **2-5-5- Aménagement hydro-agricole dans les conditions stationnelles de Chott El Hodna**

L'aménagement hydro-agricole repose sur les critères suivants :

- L'intensité et nature de la salure, type de profils salin, degré de dégradation de la structure et de la perméabilité.
- Caractères des sols : profils, texture, structure, richesse en ions de Calcium solubles (gypse).
- type de culture (résistance à la salure, rapport entre le cycle de développement et le cycle climatique saisonnier, nature du système racinaire)
- Condition topographique et hydrologique de la nappe d'eau (profondeur et mouvements saisonniers, caractères chimiques) (**Mimoune, 1995**).

La mise en valeur agricole commence par l'arrêt d'irrigation des sols avec les eaux impropres de la nappe phréatique. Ensuite pour les sols déjà salinisés, sur le plan de leur gestion future, deux solutions peuvent être envisageables: Le drainage des sols salés et l'introduction de plantes adaptées à ces sols (**Mimoune, 1995**).

### **a- les sols à forte conductivité électrique**

Les moyens financiers ont toujours été limités pour le secteur de l'agriculture. Il convient donc de procéder au drainage naturel où il faut laisser inculte les sols pendant une décennie pour subir un drainage naturel à l'eau de pluie et ensuite il faut corriger ces sols par des amendements organiques pour amélioration de leur propriétés (**Mimoune, 1995**).

### **b- les sols à faible conductivité électrique**

Nous préconisons une meilleure adaptation des cultures à ceux déjà salinisés. Les critères énumérés ci-dessus (intensité de la salure, profil salin etc....) nous permettent de proposer des plantes tolérantes de quelque seuils de conductivité inférieur à 7g/l résidu sec: la tomate, la betterave, l'orge etc...(Mimoune, 1995)

Les cultures préconisées sont surtout les cultures maraîchères et qui sont déjà exploitées en irrigué ou en sec. Selon la spéculation, elles sont plus ou moins tolérantes à différent taux de salinité. Il s'agit en particulier des plantes telles que les aubergines, les artichauts, la choux fleur, le navet, le poivron, la tomate, la pomme de terre, la fève, les petits pois, les haricots, l'oignon, les radis et les courgettes (**Mimoune, 1995**).

## **2-5-6- Végétation**

La physionomie et la structure de la végétation servent de base à la définition des principaux types de formations végétales en Afrique du Nord (**Le Houerou, 1969**). La végétation est organisées en groupement végétaux et constituent «les unités élémentaires de la végétation définies floristiquement, écologiquement, statistiquement et ordonnées par l'interaction des facteurs du milieu et la concurrence vitale » (**Emberger, 1966**). **Ozenda (1964)** définit le groupement végétal comme un ensemble de plantes rassemblées dans un même lieu suite aux mêmes exigences écologiques et où la composition floristique en est stable si on compare entre-elles des lieux ou stations semblables.

Dans les zones arides, les rigueurs climatiques obligent les espèces végétales à des adaptations nécessaires à leur survie. Ces adaptations aux conditions de milieu et leurs mécanismes ont été décrits dans tous les groupements végétaux (**Frontier et al. 2004**). Elles recouvrent les régulations physiologiques et morphologiques qui permettent aux plantes de s'adapter à une alimentation en eau déficitaire s'opérant à différentes échelles.

Les groupements végétaux de type azonal : caractérisent la végétation directement soumise à l'influence des facteurs édaphiques déterminant (Salure, Nappe d'eau, etc.) tels que les groupements halophiles où plusieurs définitions ont été données concernant les espèces halophiles.

## CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

---

Les Halophytes sont « toutes les espèces qui poussent sur un sol salé (**Flowers et al. 1986**). Selon d'autres auteurs comme (**Aronson 1989**) « toutes les espèces qui ont seulement une tolérance vis-à-vis du sel ».

Pour **Le Houerou (1994)**, les espèces halophiles correspondent « aux espèces qui se trouvent exclusivement dans les conditions écologiques naturelles sur des sols salés ou dans un environnement salin ».

Du point de vue écologique, trois (03) catégories peuvent être considérées (**Le Houerou 1993**) :

### - Les hypohalophytes :

Ces espèces tolèrent les taux de salinité relativement faible.

### - Les euhalophytes :

Ces espèces peuvent supporter des concentrations élevées, c'est le cas de *Tamarix* sp, *Atriplex* sp ...

### - Les hyper halophytes :

Ces espèces se développent dans des concentrations salines excédant celle de l'eau de mer tel que *Halocnemum strobilaceum*.

On peut distinguer aussi selon **Le Houerou (1995)**, en fonction de la texture des espèces crassuléscentes, psammohalophiles, limnohalophiles et argilohalophile. A titre d'exemple : les steppes à *Suaeda mollis* sont des halophiles-Psammohalophiles.

Le caractère de texture est lié au pH et aux taux de saturation en sodium du complexe absorbant. Les groupements halophiles présentent un caractère méditerranéen Saharien **Ferchichi (2000)**. Avec de nombreux points communs avec les plantes xérophiles (**Frontier et al, 2004**).

# Chapitre II

## Milieu Physique

### Introduction

La cuvette de Hodna s'étend sur une surface de 8500Km<sup>2</sup> dont une superficie de 1100 Km<sup>2</sup> pour former l'un des plus grands chotts en l'Algérie c'est le chott El Hodna ; ce dernier fait partie d'une série de chotts qui se sont développés là où convergent les eaux provenant de l'Atlas Saharien au Sud et l'Atlas Tellien au Nord. Il est situé dans l'extrême Est des hauts plateaux (**Messad, 2015**).

Le chott a une forme elliptique. C'est un lac saisonnier d'eau salée. Son alimentation est assurée par au moins 22 cours d'eau principaux. Sa situation unique dans la zone steppique lui confère une importance internationale d'après la convention de Ramsar.

#### 1- Situation de la zone d'étude

##### 1-1- Situation géographique

Chott de Hodna se situe au Nord-Est de l'Algérie. Il est éloigné de la Mer Méditerranéenne de 100 à 150 km. Ses coordonnées géographiques se représentent comme suit :

- Altitude : 390 à 400 m
- Latitude : 35° 18' à 35°32' E
- Longitude : 4° 15' à 05° 06' N

##### 1-2- Superficie et limite

Le Chott El Hodna chevauche deux wilayas. M'Sila, sur 1000 Km<sup>2</sup>, et Batna sur 100 Km<sup>2</sup>. Il s'étend sur 77 Km de long et 19 Km de large avec une superficie de 362.000,00 hectares (**Zedam, 2015**).

Ses limites se présentent comme suit :

-Au Nord par la chaîne du Bibans et les monts du Hodna d'altitude comprise entre 1400m et 1800m.

-Au sud par l'extrémité orientale de l'Atlas Saharien.

-A l'Est par le Djebel Metlili à 1495m.

-Au Sud-est la ville de Barika et le Djebel Tsenia.

-Au Sud-ouest par les monts de Boussaâda terminaison des monts des Ouled Naïl

-A l'Ouest par les hautes plaines steppiques Algéro-oranaises ou l'altitude moyenne est comprise entre 900m et 1200m (**Mimoune, 1995**).

Ce chott qui occupe le centre de la cuvette du Hodna est situé à 40 km de sud de la Ville de M'sila, à 20 km au Sud-Ouest de la ville de Bou Sâada et à 80 km au Nord-Est de la ville de Biskra.

Administrativement (Fig. 1), le Chott dépend de 10 communes : Azil Abdelkader (Wilaya de Batna), Ain El Khadra, Ouled Addi Guebala, Souamaa, Ouled Madhi, Chellal, Benzouh, Maarif, Khobana et M'cif (Wilaya de M'sila).

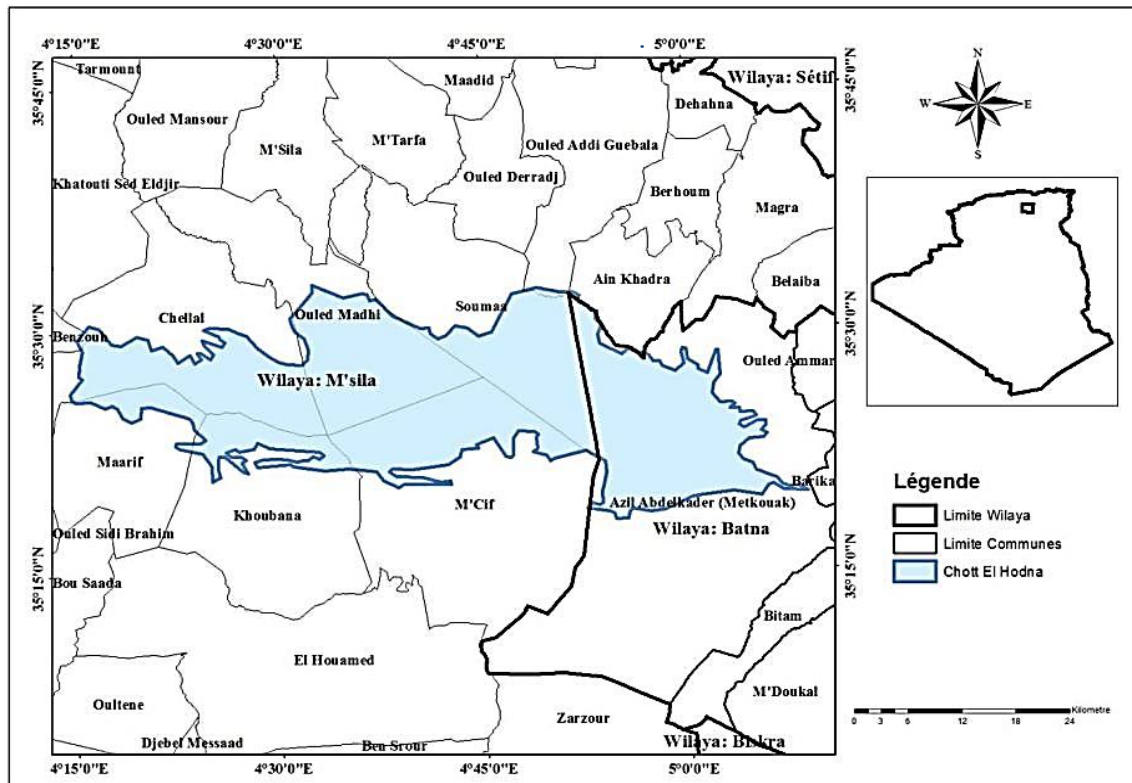


Figure 1 : Situation administrative de Chott El Hodna (Zedam, 2015)

## 2- Milieu physique

### 2-1- Géologie

Dans cette vaste région qu'est le bassin endoréique de Hodna, la géologie y est à la fois complexe (Fig. 2) et diverse sur tous les plans (structures, stratigraphie, faciès ...). Il serait plus aisé dans un premier temps de la résumer comme suit :

L'Atlas Saharien et l'Atlas Tellien, après leur choc frontal au niveau des Aurès, ont engendré une cuvette au début du Miocène, laquelle, à la fin de cette période et pendant le Quaternaire a subi un remplissage par les cours d'eau et constituant une plaine alluviale.

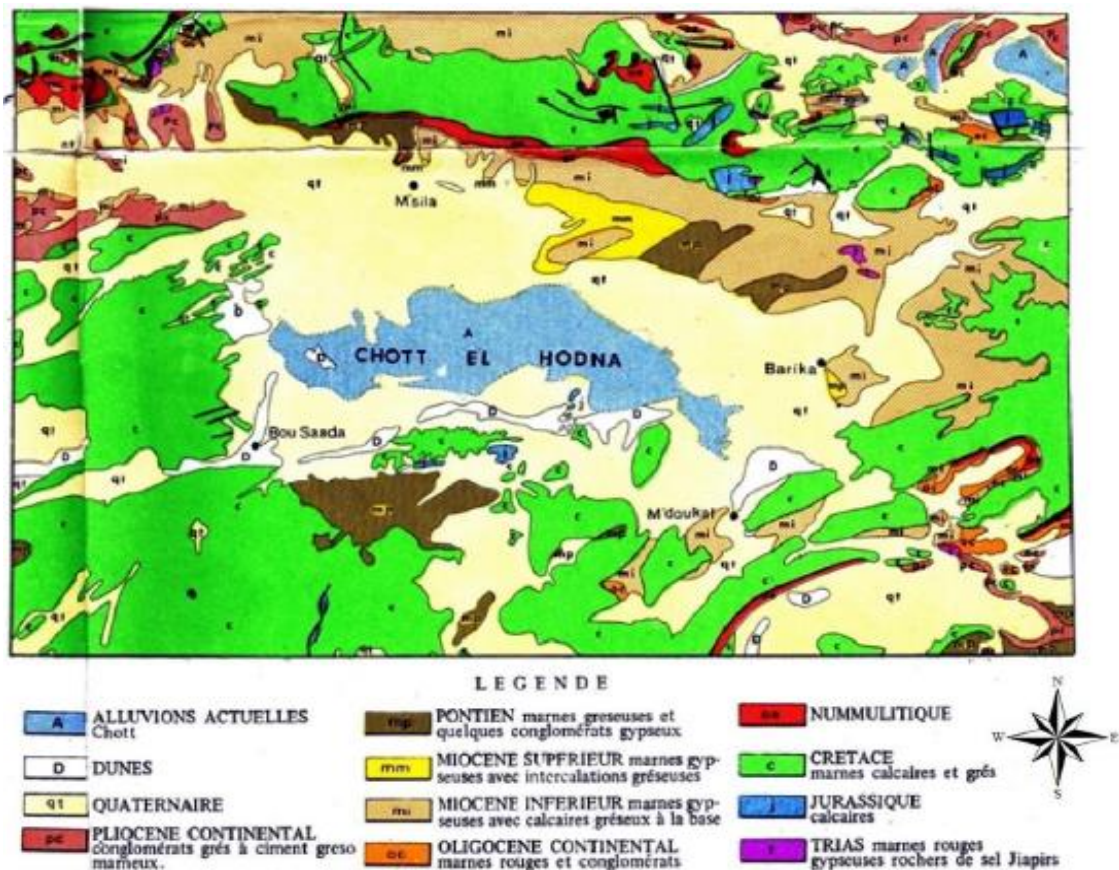


Figure 2 : La géologie de Hodna (Le Houérou et al., 1975)

Le bassin versant du Hodna se situe entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud. Cette position résulte une grande complexité Tectonique. Cinq phases tectoniques ont, en effet affecté le bassin du Hodna : L'amarnienne, Atlasique, Miocène, Pliocène et Quaternaire.

✓ **Le primaire :**

La région est dépourvue de formation géologique paléozoïque. Toutefois au Nord de celle-ci ont été observés des niveaux de formation allochtones qui comportent des copeaux provenant du socle primaire (roche sédimentaires, éruptives et métamorphiques).

✓ **Secondaire :**

- **Trias :** présente une lithologie composée de marne gypseuse et des sels.
- **Jurassique :** formé de calcaire, il affleure dans la partie centrale orientale de Chott El Hodna.

- **Crétacé**: formé par des bancs des marnes et des grès avec intercalation de calcaire.

- ✓ **Tertiaire** : Les formations paléocènes affleurent en bandes plus ou moins parallèles sur le plan méridional des monts du Hodna. Les couches plongent en général vers la cuvette de M'sila.

- **L'Eocène** : caractérisé par des grès rouges, des argiles variées, des calcaires et des conglomérats.

- **L'oligocène continental** : caractérisé par des conglomérats, des grès friables, des marnes rougeâtres.

- **Le Miocène** : constitue d'une alternance de marnes gypseuse avec des grès et du calcaire.

- ✓ **Le Quaternaire** :

Le Quaternaire est d'origine continentale, les formations quaternaires sont discordantes sur un substratum néogène et parfois paléogène et sont souvent protégées par des croûtes Calcaro-Gypseuses. On y distingue :

- **Le Quaternaire ancien ou Moulouyen**:

Le Quaternaire ancien ou Moulouyen est discordant sur les conglomérats et les sables du liocène supérieur. Cette formation a été observée au Nord de Berhoum où il débute par des sédiments fins argilo sableux rouges (2 à 3 m), au sommet desquels apparaît du calcaire tout abord pulvérulent, puis progressivement concrétionné. Ensuite vient se déposer une dalle calcaire renfermant des galets anguleux, provenant des remaniements de la croûte calcaire. Elle est unie par un ciment rosâtre très résistant (3 à 4 m) et caractérisant le Quaternaire ancien (Moulouyen).

- **Le Quaternaire moyen** :

Parmi les glacis de piémont, on distingue trois niveaux représentant respectivement et à partir du lit actuel des oueds : le Salétien, l'Amérien et le Tensifien. Au voisinage immédiat des reliefs, ces glacis sont constitués sur une épaisseur de l'ordre de 15 à 20 m, d'une alternance de couches irrégulières de cailloutis, de blocailles mal classées (le volume de certains blocs dépasse 1 m<sup>3</sup>) et de colluvions plus ou moins rougeâtres. Les horizons supérieurs montrent sur plusieurs mètres un enrichissement en calcaire dont l'importance augmente vers le haut.

- **Le Quaternaire récent** :

La plaine du Hodna est essentiellement constituée d'alluvions récentes provenant des reliefs environnants. L'ensemble présente ici et là un recouvrement dunaire, assez

prononcé au sud sur l'axe de Maarif-M'cif. Les alluvions présentent un maximum d'épaisseur au voisinage du Chott El Hodna tandis que dans la partie amont elles sont réduites (**Grine, 2009**).

### 2-2- Géomorphologie

Doté d'un relief plat et d'un micro-relief ondulé, le chott qui est une large dépression dont le fond atteint 391 m sépare la région du Hodna proprement dite de la région saharienne, dépression constituée de deux zones : une zone périphérique ou zone du chott et une zone centrale ou zone de la sebkha.

La zone Nord du chott occupe une partie de la plaine, les oueds denses étalent leurs sédiments sous forme de crues qui mordillent la sebkha. Ils débordent fréquemment et salinisent les terres après évaporation. Cette partie est caractérisée par des sols argilo-limoneux.

La zone Sud du chott occupe une partie de la plaine sud, dite du R'mel, qui se distingue par sa nature sableuse, elle est parcourue par un réseau hydrographique peu dense. Les accumulations éoliennes masquant en partie la zone du chott, cette zone offre un paysage détendu, sableux et plat. La zone centrale, représentée par la Sebkha, ou zone d'eau libre salée, plate et nue est caractérisée par une absence totale de végétation et par la présence d'une couche minérale sous forme d'une pellicule blanche de sel.

La salinité du Chott El-Hodna à une origine géologique. Le Trias riche en sels compose les roches de montagnes qui entourent la région, qui en étant endoréique rassemble la totalité des sels dissous par les eaux des précipitations (**Hammer, 1986 in Zedam, 2011**).

### 2-3- Pédologie

Chott et sebkha se qualifient d'un point de vue pédologique comme zone subdésertique argileuse dont les sols sont très fortement à excessivement salins. La conductivité varie de 7 mmhos/cm dans les zones de bordure à 178 mmhos/cm dans la zone à croute de sel (**Le Houérou et al., 1975**).

La surface, à l'état sec, est couverte par des polygones d'argile surmontant en surface une structure friable avec de nombreux cristaux individualisés de NaCl. En profondeur, la structure est massive avec des tâches de rouilles et des tâches grises.

Les sols du chott et surtout de la sebkha accumulent des sels par les eaux de ruissellement qui s'accumulent et s'évaporent : c'est la zone d'épandage (**Halitim, 1988**).

La zonalité pédologique (Fig. 3) se présente de la manière suivante :



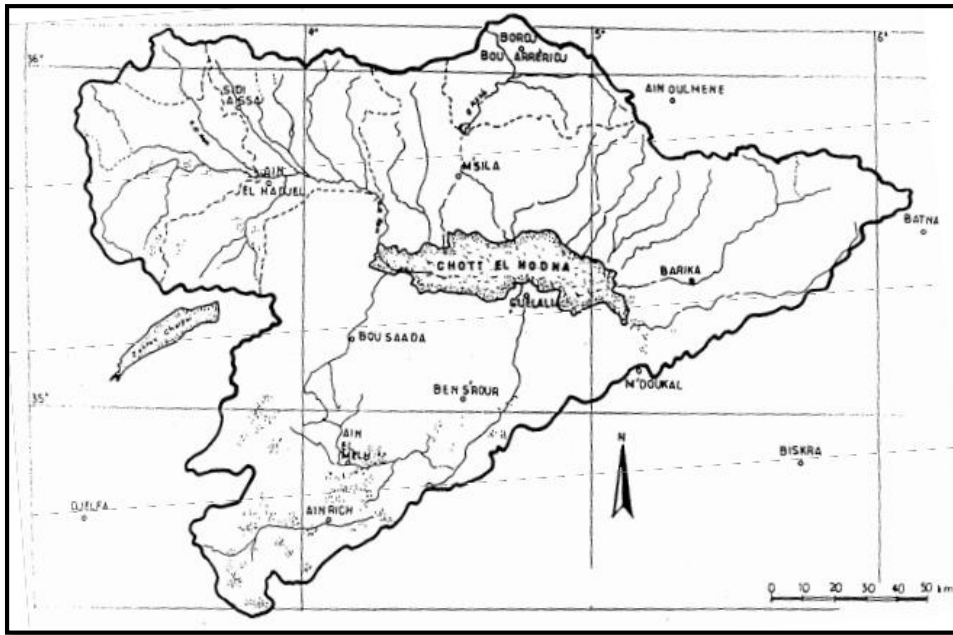


Figure 4 : les oueds principaux du Chott El Hodna (in Harzallah, 2009).

#### 2-4-2- Les eaux souterraines

Les formations aquifères existantes affleurent plus ou moins largement sur les reliefs entourant le bassin du Hodna, elles se localisent autour du Chott (Fig.5).

- **Nappe phréatique** : son aquifère est constitué par des alluvions quaternaires. Elle est formée de plusieurs nappes : nappe de M'sila, nappe de Selmane, nappe de Magra, nappe de Guelalia, nappe de Bou-sâada.

- **Nappe captive** : son aquifère est constitué par des conglomérats du Mio-Pliocène situé au Sud du Chott, ses eaux sont moins salées (Cherrid, 2011).

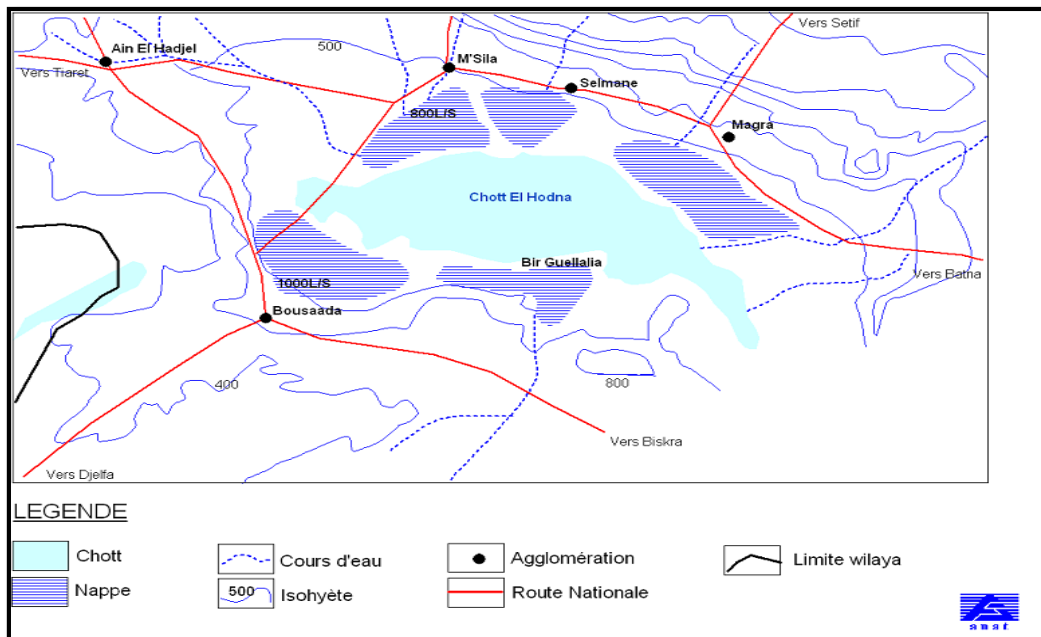


Figure 5 : Les aquifères autour de Chott El Hodna (MATET, 2010).

### 2-4-3- Bilan hydrique du chott

L'apport annuel moyen des eaux souterraines à l'évaporation se produisant à la surface du chott serait donc de 363 HM<sup>3</sup>, soit un débit fictif de 11,5 m<sup>3</sup>/s (**Bakhti, 2005**).

La région du Chott est immergée pendant la période hivernale par les eaux salées (photo 1) et en période estivale ces eaux s'évaporent et une croûte de sel de 4 à 5 cm d'épaisseur se forme sur la surface de la sebkha (photo 2).

Une étude hydrogéologique de la FAO (1970) a démontré que les teneurs en sels dans la plaine du Hodna varient de 155 mg/l et 350 mg/l pour les eaux de la nappe phréatique et entre 1100 et 1500 mg/l pour la nappe captive (**MATET, 2010**).



Photo 1 : Chott El Hodna en période hivernale

Photo 2: Chott El Hodna en période estivale

### 2-5- Climat

Le climat est caractérisé par ces deux composantes essentielles : les précipitations et les températures et d'autres caractéristiques secondaires. Pour bien caractériser notre zone d'étude du point de vue climatique, nous avons pris en compte les données climatiques qui sont fournies par la station météorologique de M'sila (SMM) (Tab. 2) pour la période de 25 ans (1989-2014).

Tableau 2 : Caractéristiques de la station météorologique de M'sila.

Station	Coordonnées			Données disponibles	Période
	Longitude	Latitude	Altitude		
SMM	35°40' N	04°30'E	441 m	P, T, V et H	1989-2014

- S MM : station météorologique de M'sila ; P : Précipitations ; T : Températures ; V : Vent ; H : Humidité.

### 2-5-1- La pluviométrie

Les précipitations sont très irrégulières et parfois rares. Le nombre moyen de jours de pluie, très variable, est de 55 j/an à Msila (**Station de M'Sila**).

Les moyennes des précipitations mensuelles et leur cumul pour la région de M'Sila sont illustrées au Tab.3 ci-dessous.

Tableau 3 : Précipitations moyennes mensuelles et leur cumul pour la région de M'Sila pour la période : 1989 – 2014.

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Tot
SMM	17,72	13,12	15,43	20,25	24,23	9,02	4,02	7,65	26,04	24,71	18,9	19,01	200.1

On remarque que le mois le plus pluvieux est le mois de Septembre avec 26,04mm et le mois le moins pluvieux est le mois de Juillet avec 4.02 mm (Fig. 6). La région d'étude reçoit en moyenne une précipitation annuelle de 202 mm/an.

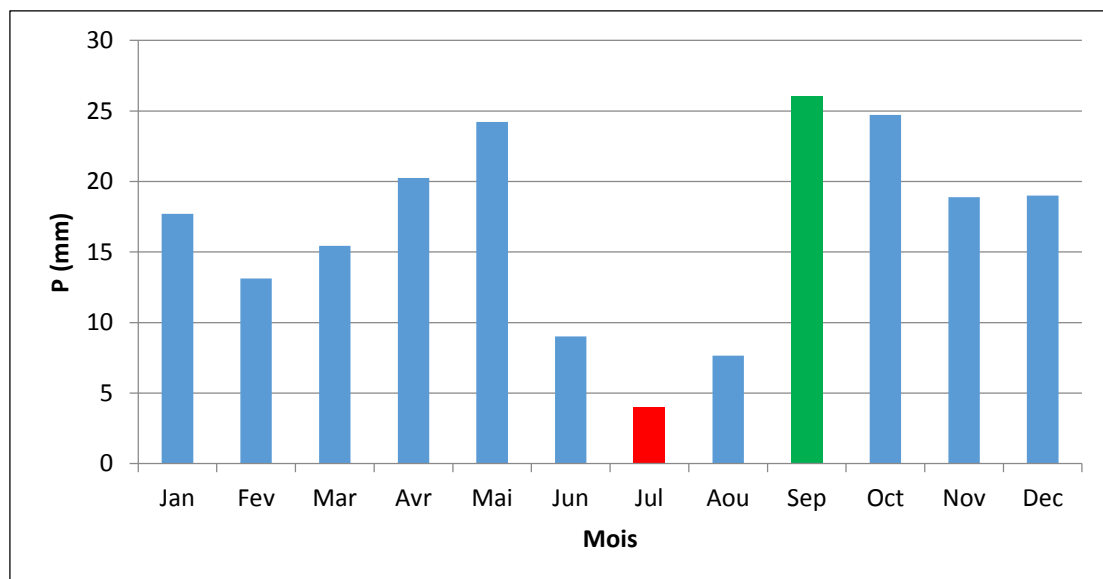


Figure 6 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de M'sila pour la période 1989 – 2014

- **Variation des précipitations moyennes annuelles :**

Les moyennes annuelles de pluviosité de la région de M'sila pour la période 1989-2014 (Tab. 4) varient énormément.

Tableau 4 : Moyennes annuelles de pluviosité de la région de M'sila pour la période 198-2014

L'année	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
P (mm)	195	275	258	183	139	177	138	238	317
L'année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
P (mm)	213	282	146	157	105	348	252	125	225
L'année	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	moyenne
P (mm)	278	171	150,1	121	168	168	202	168	202.33

• **Le régime saisonnier :**

Le régime saisonnier est très variable. L'automne est la saison la plus pluvieuse de l'année avec un cumul de 70 mm alors que la saison la moins pluvieuse est celle de l'été avec un cumul de presque de 21 mm (Tab. 5 et Fig.7).

Tableau 5 : Répartition des précipitations cumulées par saison pour la région de M'sila pour la période 1989 – 2014

Saison	Automne	hiver	Printemps	Eté
P (mm)	70	49,85	59,91	20,69

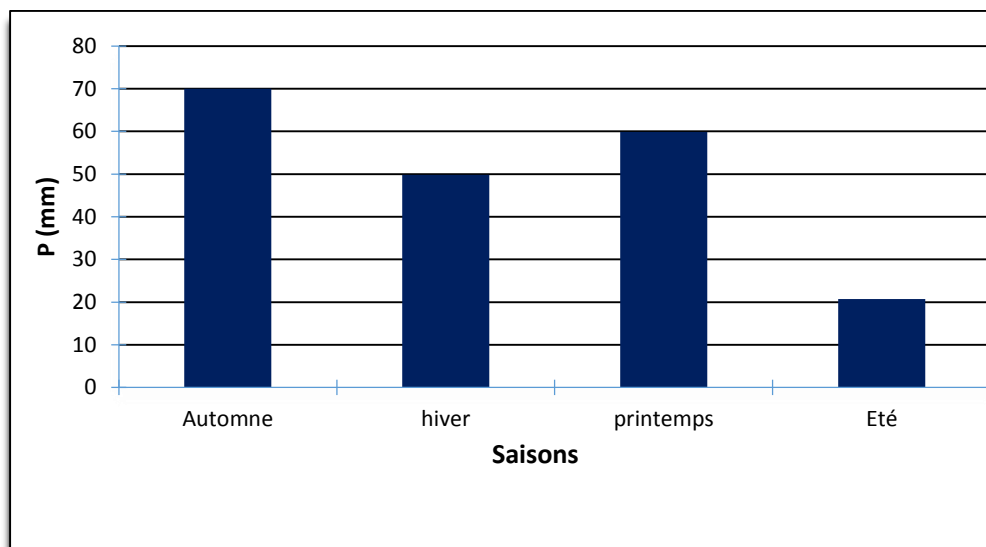


Figure 7 : Régime saisonnier de la région d'étude.

**2-5-2- Les températures**

La caractéristique de la température d' un lieu donné se fait généralement à partir de la connaissance d'au moins cinq variables importantes qui sont la moyenne des

minimums, la moyenne des maximums, la moyenne mensuelle, le minimum absolu et le maximum absolu ainsi que l'amplitude thermique (**Djebaili, 1984**).

La température moyenne de la région de M'sila est 19.41°C, la Température moyenne minimale et maximum sont respectivement de 13.34 et 25.51°C. Le mois le plus froid est Décembre avec 4,45°C et le mois le plus chaud est Juillet avec 38,79°C (Tab. 6).

Tableau 6 : Moyennes mensuelles des températures de la station de M'sila pour la période 1984 – 2014.

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy	M-m
M°C	14,11	16,14	20,28	23,36	28,07	34,93	38,79	38,22	32,45	25,94	19,04	14,77	25,51	12,17
m°C	5,41	4,19	7,68	10,6	15,85	21,01	24,48	24,01	19,44	14,58	8,34	4,45	13,34	
(M+m)/2	9,76	10,16	13,98	16,98	21,96	27,97	31,63	31,11	25,94	20,26	13,69	9,61	19,42	

### 2-5-3- Le vent

Les vents du Nord sont fréquents pendant l'hiver, les vents du Nord Est sont bien réparties sur toute l'année et accèdent facilement dans la cuvette par l'ouverture de la vallée de oued Barika. Ceux du Sud n'atteignent le Hodna qu'en été, dans la cuvette ils soufflent avec des rafales brûlants: c'est le Sirocco (10 à 15° C) pendant une ou deux heures qui font un abaissement de l'humidité relative de l'air ( $H < 10\%$ ).

On peut dire que la cuvette du Hodna est une région venteuse où les vents soufflent sans rencontrer d'obstacles.

Le vent peut-être résulté le phénomène de l'érosion éolienne : il accentue le processus de désertification et conduit à une dégradation environnementale sévère par l'appauvrissement des sols et le déplacement des volumes élevés des particules de sol (**Harzallah et al, 2009**).

Tableau 7 : Moyenne mensuelle de vitesse de vent dans la région de M'sila dans la période de 1989-2014

Les mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy
Vent (m/s)	3,66	4,09	4,42	5,04	4,65	4,57	4,31	3,97	3,77	3,65	3,66	3,77	4,13

Les vitesses du vent sont faibles, elles sont comprises entre 3,65 et 5,04 m/s, les vitesses les plus fortes sont enregistrées au printemps et en été, période où sévit le sirocco : vent chaud

et sec, en provenance du sud, qui augmente les valeurs de L'évapotranspiration et induit d'une part la diminution des réserves en eau des végétaux et de l'autre l'accentuation de la remontée des sels et leur précipitation dans les couches superficielles du sol. (in **Harzallah et al, 2009**)

### 2-6- Synthèse climatique

#### 2-6-1- Diagramme ombrothermique

Selon **Bagnouls et Gaussen 1953**, un mois est dit sec si, " le total mensuel des précipitations exprimées en millimètres est égal ou inférieur au double de la température moyenne, exprimée en degrés centigrades" ; cette formule ( $P \leq 2T$ ) permet de construire des « diagrammes ombrothermiques » traduisant la durée de la saison sèche d'après les intersections des deux courbes.

Après la réalisation du diagramme ombrothermique à partir des moyennes disponibles de température et de pluviosité, on observe qu'il existe une seule saison sèche s'étalant sur toute l'année pour la région de M'sila (Fig. 8).

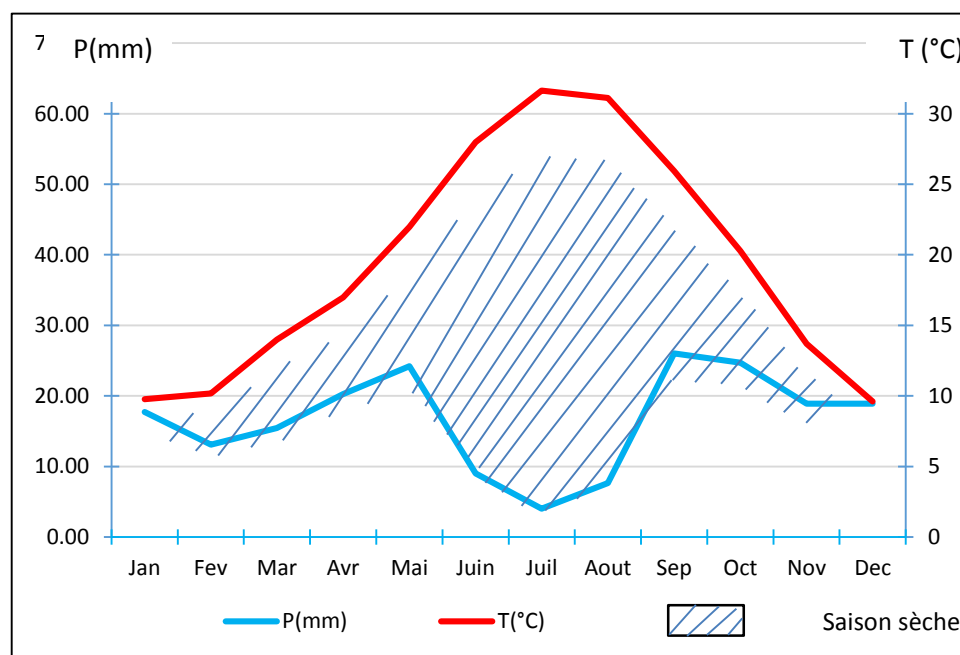


Figure 8 : Diagramme ombrothermique de la région de M'Sila pour la période 1989-2014

#### 2-6-2- Climagramme d'EMBERGER

Le quotient pluviothermique ( $Q_2$ ) d'Emberger correspond à une expression synthétique du climat méditerranéen tenant compte de la moyenne annuelle des

précipitations (P), des températures moyennes du mois le plus chaud « M » et celle du mois le plus froid « m » et ce en appliquant la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{1000P}{\left(\frac{M+m}{2}\right) \cdot (M-m)}$$

P : Précipitation annuelle en mm.

M : la moyenne des maximums du mois le plus chaud exprimée en Kelvin.

m : la moyenne des minimum de mois le plus froid exprimée en Kelvin.

N.B :  $T(K) = 273.15 + T(^{\circ}C)$ .

Après calcul, le quotient pluviothermique ( $Q_2$ ) est d'une valeur de 19,61.

La représentation graphique porte la température moyenne minimale du mois le plus froid (m) sur l'axe des abscisses et  $Q_2$  sur celui des ordonnées aux valeurs du quotient correspondent les étages bioclimatiques (Fig. 9). En principe plus  $Q_2$  est petit, plus le climat est sec.

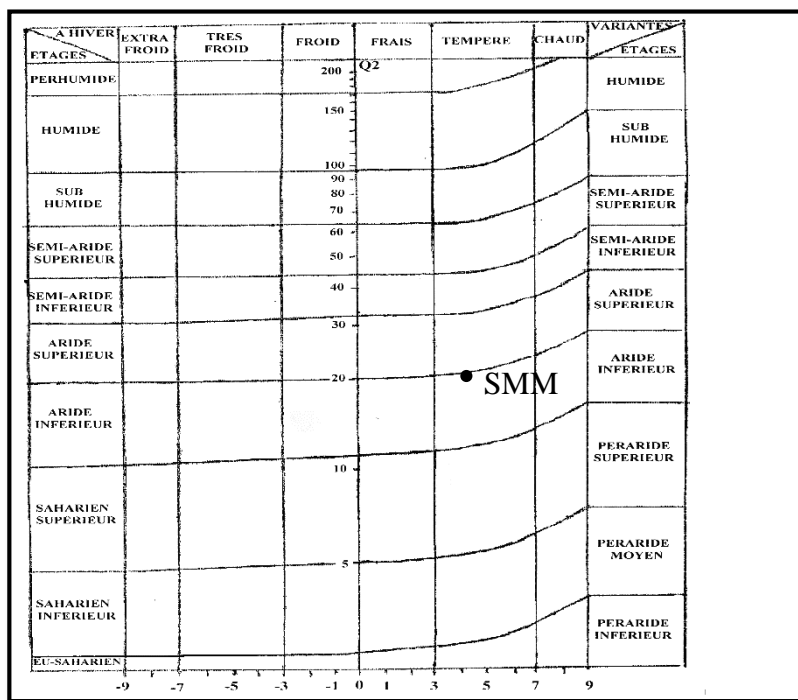


Figure 9 : La position de la région de M'sila dans le climagramme d'Emberger.

Donc la région de M'sila est situé dans l'étage bioclimatique aride inferieur à hiver tempéré.

**Chapitre III**  
**Méthodologie**  
**De**  
**Travail**

### **Introduction**

Les zones arides, et spécialement salées, présentent un déterminisme formel vis-à-vis de la présence et de la distribution de la composante biotique la plus importante qu'est la végétation. Les caractéristiques écologiques de ces zones sont nombreuses et où certaines peuvent être appréhendées suivant un gradient de salinité dans un milieu écologiquement remarquable qu'est la zone humide d'importance internationale de Chott El Hodna dans sa partie Nord-Orientale.

### **1- Objectif**

L'objectif de notre étude est d'élucider dans la partie Nord-Orientale de la zone humide d'importance internationale de Chott El Hodna et ceux par certaines caractéristiques écologiques du sol et de la végétation.

Pour bien cerner les caractéristiques écologiques dans la zone d'étude et leur rôle sur l'interaction sol- végétation un échantillonnage s'impose.

### **2- Echantillonnage**

L'existence d'une pente décroissante vers la cuvette salée du Chott nous a permis de prendre la toposéquence Nord-Sud lors de notre échantillonnage. En effet, en fonction de ce gradient de salinité croissante et de la typologie des lieux un échantillonnage subjectif a été mené le début du mois de Mars 2017 en prenant en considération les critères suivants :

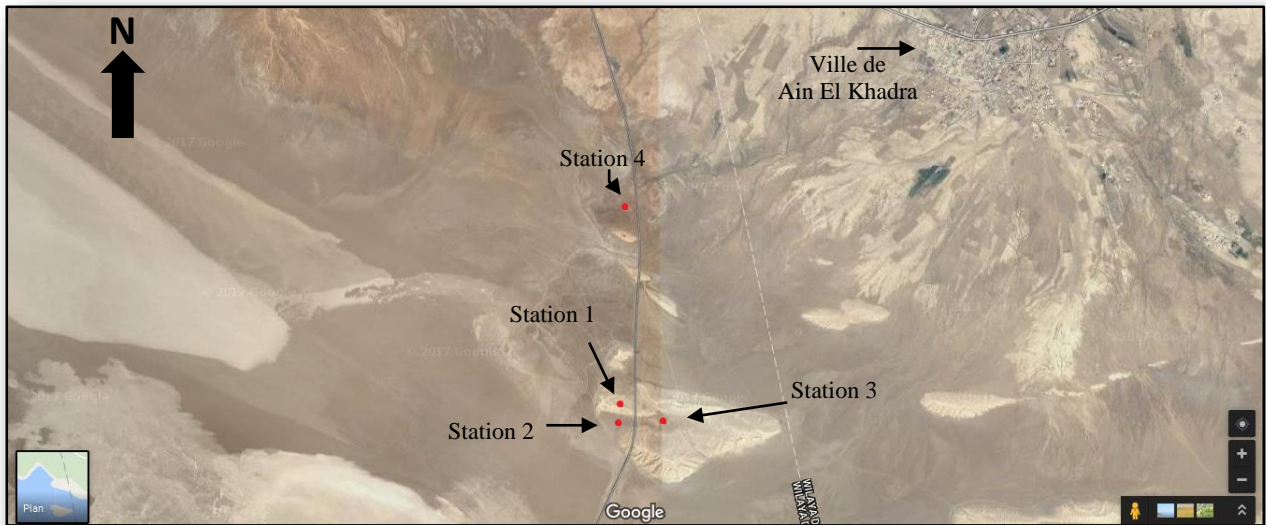
- Proximité de la sebkha.
- Présence de la salinité en surface du sol.
- Etat et densité de la végétation spontanée.

Les données récoltées sur terrain ou analysées au laboratoire ont été traitées par le programme PAST (**P**aleontological **S**Tatistics) Version 3.14 (1999-2016).

### **2-1- Caractérisation des stations**

#### **2-1-1- Choix des stations d'étude**

Pour mener notre étude, nous avons choisi 04 stations d'étude suivante les critères énumérés ci-dessus (Fig.10)



**Figure 10 :** Localisation des 04 stations dans la partie Nord-Orientale de la zone humide d'importance internationale de Chott El Hodna

### 2-1-2- Environnement des stations d'étude

La description de l'environnement des stations d'étude est basée sur des critères suivants:

- Relief général,
- Végétation naturelle (abondance, présence-absence, richesse, densité...),
- Salinité en surface du sol,
- Position relative à la sebkha,
- Coordonnées géographiques de la station à partir de GPS.

#### ▪ Station 1 :

- Situation : terrain mamelonné et surplombant la sebkha.
- Végétation : Luxuriante, diversifiée et abondante.
- Salinité en surface du sol : Absente.
- Position par rapport à la sebkha : Proche mais surélevé.
- les coordonnées géographiques :
  - \*Latitude : 35° 26' 49.2" N
  - \*Longitude : 4° 56' 41.46" E
  - \*Altitude : 410 m.

#### ▪ Station 2 :

- Situation : terrain plat faisant suite à la sebkha.
- Végétation : Absente.
- Salinité en surface du sol : Abondante.
- Position par rapport à la sebkha : limite nord.
- les coordonnées géographiques :
  - \* Latitude : 35° 26' 47.42" N.
  - \* Longitude : 4° 56' 41.19" E.

\* Altitude : 396 m.

### ▪ Station 3 :

- Situation : terrain plat à une distance de 60 m de la sebkha.
- Végétation : Abondante et diversifiée.
- Salinité en surface du sol : Présence localisée.
- Position par rapport à la sebkha : partie Est.
- les coordonnées géographiques :
  - \*Latitude : 35° 26' 46.21" N.
  - \*Longitude : 4° 56' 53.41" E.
  - \*Altitude : 403 m.

### ▪ Station 4 :

- Situation : terrain plat à une distance de 02 Km de la sebkha.
- Végétation : Présente mais restreinte en diversité.
- Salinité en surface du sol : Présente.
- Position par rapport à la sebkha : partie Ouest et connectée directement à la sebkha.
- les coordonnées géographiques :
  - \*Latitude : 35° 28' 4.02" N.
  - \*Longitude : 4° 56' 43.24" E.
  - \*Altitude : 398 m.

## 2-2- Collecte des données sur terrain et procédures relatives

### 2-2-1- Le paramètre sol

Dans chaque station deux niveaux de sol sont pris en considération (**Rohdenburg, In Zadem, 2011**).

Suivant **Smettan et al. (1993)**, les niveaux de prélèvement du sol concernent non une étude pédologique détaillée mais plutôt une caractérisation pédologique du milieu d'étude d'une part et de l'autre **Halitim (1988)** rapporte que dans les régions steppiques, les relations sol-végétation ne font intervenir que les horizons superficiels. Ceci dit le prélèvement du sol concerne :

- Un prélèvement superficiel : de 0 à 5 cm de profondeur.
- Un prélèvement profond : Supérieur à 5 cm de profondeur.

Concernant la détermination de la porosité totale, les cylindres ont été enfoncés à une profondeur de 10 cm de la surface du sol.

Après collecte des échantillons de sol au nombre de 02 par station, ils ont été numérotés et étiquetés pour être analysés.

Les échantillons prélevés dans chaque station ont été séchés à l'air et soumis à un tamisage à l'aide d'un tamis de 2 mm pour séparer la fraction grossière qui est supérieure à 2

mm de terre fine (> 2 mm). La fraction < 2mm est la partie qui va subir toutes les analyses physiques et chimiques au laboratoire des Sciences du Sol, sis au département des Sciences Agronomiques (Université Mohamed BOUDIAF - M'Sila).

### **2-2-1-1- Les analyses physiques**

#### **2-2-1-1-1- La granulométrie**

Il existe plusieurs méthodes de détermination des fractions granulométriques. La plus utilisée est la méthode internationale à la pipette de Robinson (**Aubert, 1978**) et qui fut choisie pour notre étude.

La composition granulométrique est déterminée au laboratoire après destruction des ciments organiques (matière organique « MO ») et minéraux (calcaire) et annulation de toutes les forces de cohésion. Après expression en pourcentages des constituants minéraux composant la terre fine (argiles, limons et sables), on représente ces pourcentages sur un diagramme de référence pour en déduire la texture de chaque échantillon analysé.

#### **2-2-1-1-2- La porosité**

La porosité d'un sol est un indice du volume relatif de ses pores. Elle s'exprime en pourcentage par la formule :

$$P(\%) = \left(1 - \frac{D_a}{D_r}\right) \times 100$$

Où :

Da : densité apparente

Dr : densité réelle.

$$D_a = P_s/V_t \text{ alors } D_a = P_s/250 \text{ d'où : } D_r = P_s/V_s.$$

#### **2-2-1-1-3- Humidité**

Elle correspond à la teneur en eau d'un échantillon de sol séchée à l'étuve pendant 24 heures. Elle est exprimée en pourcentage pondéral par rapport à 100 g de terre séchée à 105 °C.

### **2-2-1-2- Les analyses chimiques**

#### **2-2-1-2-1- Le pH**

Le pH est mesuré par voie électro-métrique sur une suspension aqueuse dont le rapport Sol /Eau = (1/2,5). On a pu distinguer :

-L'acidité actuelle ou pH eau (sol+ eau).

-L'acidité totale ou pH KcL (sol+ solution de KcL).

#### **2-2-1-2-2- Mesure de la conductivité électrique (CE)**

La conductivité électrique d'une solution du sol est un indice des teneurs en sels solubles dans ce sol. Elle est mesurée sur la base d'un extrait dilué 1/5 par un conductimètre. Elle est exprimée en mmhos/cm ou ds/m à une température de 25°C.

### **2-2-1-2-3- Le calcaire total (CaCO<sub>3</sub> %)**

Le pourcentage du calcaire total est mesuré par la méthode volumétrique. Le volume de gaz carbonique dégagé lors de la réaction est mesuré à l'aide d'une burette à gaz (le calcimètre de Bernard) (**Dakar, 2008**).

### **2-2-1-2-4- Le calcaire actif**

Pour le dosage du calcaire actif, on utilise la méthode qui a comme principe de base la propriété du calcium de se combiner à l'oxalate de calcium insoluble. L'excès de la solution d'oxalate d'ammonium est ensuite dosé par une solution de permanganate de potassium en milieu sulfurique. Cette analyse a été effectuée selon la méthode de (**Drouineau-Galet, 1956**).

### **2-2-1-2-5- Le carbone organique et la matière organique :**

La teneur en carbone organique est déterminée directement par la méthode de **Walkly Et Black**, qui basée sur l'oxydation de la matière organique par une quantité en excès de bichromate de potassium en milieu sulfurique à température contrôlée. La teneur en matière organique est déduite à partir de la valeur issue de l'analyse du carbone organique par la formule suivante:

$$\text{Matière organique «MO» (\%)} = \text{Carbone organique (\%)} \times 1,724.$$

### **2-2-1-2-6- Dosage d'azote total**

La méthode la plus couramment employée est la méthode **Kjeldhal**, cette méthode est basée sur la transformation de l'azote en ammoniacque et fixé par l'acide sulfurique à l'état de sulfate d'ammoniacque SO<sub>4</sub>(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.

Cette transformation nécessite l'emploi de catalyseurs. Les plus employés actuellement sont sulfate de cuivre et sélénium en poudre.

-Il est nécessaire également d'élever la température d'ébullition de l'acide sulfurique en ajoutant du sulfate de potassium.

Enfin, l'ammoniacque formée est déplacée de ses combinaisons par la soude concentrée, distillée par entrainement de vapeur, recueillie dans une solution d'acide borique, et dosée par l'acide sulfurique titré (**ORSTOM, 1970**).

### 2-2-2- Le paramètre végétation

Pour caractériser la végétation des stations d'étude, des relevés floristiques ont été réalisés selon la méthode de l'aire minimale où la surface est de 100m<sup>2</sup>. Ceci consiste à la collecte de toutes les espèces végétales présentes dans cette surface élémentaire bien délimitée en plus des renseignements écologiques nécessaires (lieu-dit, coordonnées géographiques, recouvrement, date, nom du collecteur ...).

#### 2-2-2-1- Nombre de relevés floristiques

Pour chaque station d'étude trois (03) relevés floristiques ont été réalisés.

#### 2-2-2-2- Matériels utilisés

Le matériel utilisé consiste en :

- Des fiches préalablement établies où sont portés tous les renseignements sur les espèces végétales et le relevé réalisé.
- Un sécateur pour couper les tiges et les rameaux foliaires.
- Un piochon pour déraciner les espèces de la strate herbacée.
- Des sachets en plastique étiquetés où on y met les espèces végétales récoltés pour bien les déterminer et les sécher plus tard.

#### 2-2-2-3- Identification des espèces

Les espèces collectées ont été bien manipulées pour bien les identifier. Nous avons eu recours à :

- La flore de l'Algérie et des régions méridionales (**Quézel et Santa, 1962 & 1963**).
- La flore du Sahara (**Ozenda, 1983**).

Les spécimens de la végétation ont été aussi déterminés par les enseignants SARRI Dj. et ZEDAM A. de l'Université de M'Sila (Faculté des Sciences) où la nomenclature adoptée étant celle de **Quezel et Santa (1962 & 1963)**.

Les échantillons récoltés ont été manipulés soigneusement afin d'éviter leur détérioration. Chaque échantillon doit comporter les parties indicatrices de l'espèce, notamment, les feuilles, les fleurs et le fruit (**Baudry 1999 in Lattoui et Rouissat 2009**).

#### 2-2-2-3-1- Richesse totale

Selon **Baouane (2005 in Lattoui et Rouissat 2009)**, la richesse totale, c'est le nombre total des espèces formant un peuplement. Elle représente des paramètres fondamentaux caractéristiques d'une communauté d'espèces. Pour la présente étude, la richesse totale est le nombre total des espèces végétales présentes par station d'étude.

### 2-2-2-3-2- Diversité botanique de la flore recensée

Cette diversité concerne le nombre de familles, la richesse générique et la richesse spécifique de la flore recensée dans notre milieu d'étude en fonction des caractéristiques édaphiques des stations d'étude.

### 2-2-2-3-3- Type biologique

Dans notre étude nous avons utilisé la classification de **Raunkiaer (1934)**. La végétation naturelle est adaptée par les types biologiques qu'elle présente et s'expriment vis-à-vis des conditions environnantes où elles se rencontrent surtout que **Lahondère (1997)** rapporte que le type biologique est le reflet du milieu sur l'espèce. La classification de **Raunkiaer (1934)** stipule :

- Phanérophytes, dont les bourgeons se trouvent à plus de 25 cm de la surface du sol;
- Chaméphytes, dont les bourgeons se trouvent au-dessus du sol mais à une hauteur inférieure à 25 cm ;
- Hémicryptophytes, dont les bourgeons de rénovation se trouvent à l'intérieur de la litière du sol;
- Géophytes, dont les bourgeons se trouvent dans le sol: géophytes à rhizome, géophytes à bulbe...
- Thérophytes qui traversent la mauvaise saison à l'état de graines.

Du type biologique est dégagé le spectre biologique (**Lahondère, 1997**).

### Résultats et discussion

#### Introduction

Les données récoltées (sur terrain et analysées au laboratoire) ont subi un nombre d'analyses et de traitements visant à ressortir dans notre étude les relations entre les caractéristiques écologiques dans les différentes stations investiguées.

En premier lieu c'est une analyse de la végétation des stations d'étude et en second lieu des analyses quantitatives et qualitatives des caractéristiques écologiques des différentes stations.

#### 1-La végétation des stations

##### 1-1- Richesse totale des stations

La flore recensée dans les stations d'étude est de **32** espèces végétales. Sa répartition par station est comme suit :

- Station 1 : **14**
- Station 2 : **00**
- Station 3 : **21**
- Station 4 : **02**

Ceci montre bien que les stations proches du lieu d'épandage des eaux de ruissellement (sebkha) sont spécifiquement pauvres en raison des fortes concentrations de sels (Fig. 11).

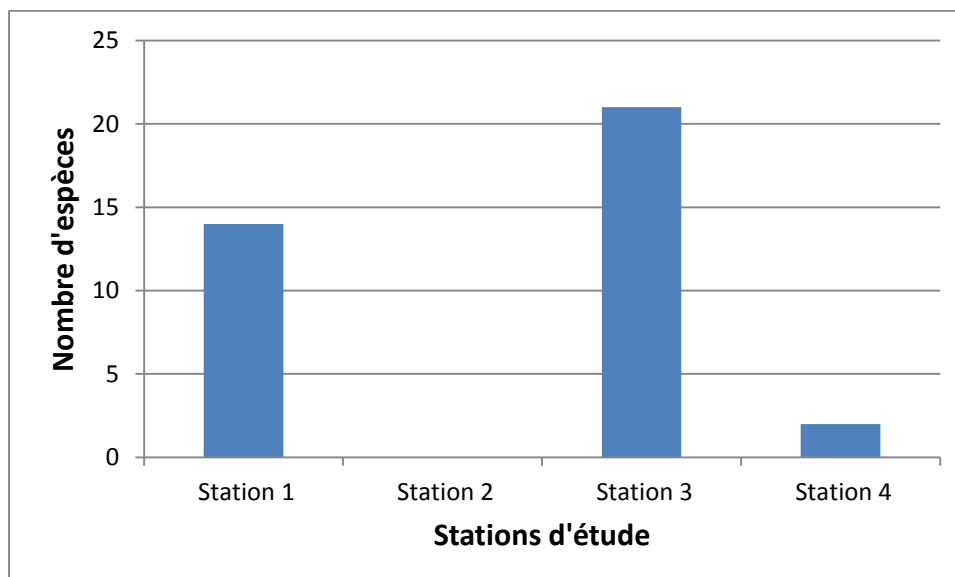


Figure 11: Variation de la richesse spécifique par station d'étude

## Chapitre IV: Résultats et Discussion

### 1-2- Aspect systématique

Sur un total de **32** espèces, nous avons **08** espèces de monocotylédones et **24** espèces pour les dicotylédones.

La répartition de ces espèces inventoriées du point de vue familial (Tab. 08) a laissé apparaître **13** familles botaniques. La famille la plus abondante est celle des Chenopodiaceae avec **07** espèces (**21,88 %**) suivie de celle des Poaceae avec **09** espèces (**15,63 %**). Ceci ne reflète pas les proportions de répartitions de la flore spontanée algériennes où ce sont les Asteraceae qui dominent (**Quézel, 1964**). Les familles spécifiquement pauvres en nombre de **08** sont soit monospécifiques ou bispécifiques (**Magurran, 2004**).

Tableau 08 : Répartition des familles botaniques des espèces inventoriées

Famille	Nombre d'espèces	Taux (%)
Chenopodiaceae	7	21,88
Poaceae	5	15,63
Brassicaceae	3	9,38
Asteraceae	3	9,38
Liliaceae	3	9,38
Fabaceae	2	6,25
Frankeniaceae	2	6,25
Plantaginaceae	2	6,25
Tamaricaceae	1	3,13
Cistaceae	1	3,13
Geraniaceae	1	3,13
Plumbaginaceae	1	3,13
Caryophyllaceae	1	3,13
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>100</b>

L'abondance de la famille des Chenopodiaceae dans notre zone d'étude traduit certaines conditions écologiques particulières des lieux où **Emery-Barbier (1988)** et **Koull & Chehema (2013)** signalent que certaines Chenopodiaceae sont des halophytes liées localement à l'aridité et à la salinité du substrat.

Du point de vue générique il y a **28** genres et du point de vue richesse spécifique nous avons enregistré **32** taxons (Tab. 09).

## Chapitre IV: Résultats et Discussion

Tableau 09 : Répartition des familles botaniques par genre et par espèce

<b>Famille</b>	<b>Genres</b>	<b>Espèces</b>
Chenopodiaceae	5	7
Poaceae	5	5
Brassicaceae	3	3
Asteraceae	3	3
Liliaceae	3	3
Fabaceae	2	2
Frankeniaceae	1	2
Plantaginaceae	1	2
Tamaricaceae	1	1
Cistaceae	1	1
Geraniaceae	1	1
Plumbaginaceae	1	1
Caryophyllaceae	1	1
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>32</b>

Ces richesses générique et spécifique reflètent la dynamique, l'adaptation de la flore recensée au milieu étudié.

### 1-3- Aspect biologique et chorologique

#### 1-3-1- Type biologique

Le type biologique réel est celui collecté sur terrain lors de l'inventaire floristique (**Emberger, 1966**) et selon la classification de **Raunkiaer (1934)**, nous avons trouvé les types biologiques suivants pour les **32** espèces recensées:

- Thérophyte : **14**
- Chamaephyte : **9**
- Géophytes : **03**
- Phanérophyte : **2**
- Hémicryptophyte : **2**

Les thérophytes sont presque majoritaires face aux espèces vivaces ce qui traduit des conditions écologiques peu favorables (**Zedam, 2015**). Cet état de fait peut être expliqué par la forte présence des habitats saisonniers, propices au développement de plantes annuelles (**Hammada et al., 2004**).

Les types biologiques vivaces sont présents parce que bien adaptés au milieu étudié.

## Chapitre IV: Résultats et Discussion

### 1-3-2- Chorologie

Sur les **32** espèces recensées **02** sont restées inconnues vu le stade relativement juvénile au moment de leur récolte et une espèce identifiée seulement au rang générique, les **29** espèces restantes présentent les origines chorologiques comme c'est illustré au tableau 09 ci-dessous.

Tableau 10 : Origines chorologiques des adventices des planches de plants

Origine chorologique	Nombre de taxons	Taux (%)
Méditerranéenne	14	48,28
Sah. Sindienne	3	10,34
End. Saharienne	2	6,90
Cosmopolite	2	6,90
Paléo-Subtropicale	2	6,90
Méd. - Iran-Touranien	1	3,45
Circumboréale	1	3,45
Sah-Sind-Irano-Touranien	1	3,45
Esp., des Canaries à l'Egypte, Asie Occ.	1	3,45
Eurasiatique	1	3,45
Méd-Sah-Sindienne	1	3,45
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>100</b>

En effet nous avons recensés **14** origines chorologiques pour l'élément méditerranéen (au sens large) et qui est quasiment dominant avec un taux de **48,28%** démontre l'appartenance biogéographique à la région méditerranéenne. Les autres origines sont faiblement représentées.

## 2- Analyses quantitatives et qualitatives des caractéristiques écologiques

### 2-1- Analyse quantitative

Les corrélations de *Pearson* au seuil de signification de **5%** ont décelées entre les stations étudiées (SE) le niveau de prélèvement du sol (NPS) et les paramètres physico-chimiques du sol (CPC) certaines relations (Tab. 11).

Tableau 11: Corrélations entre les paramètres physico-chimiques du sol

	CE	C%	pH eau	pH KCl	H%	N %	C/N	P %	CaCO3 %	CaCO3 actif %
CE		0,93153	0,25639	0,035313	0,69545	0,11846	0,18271	0,20581	0,3346	0,39707
C%	0,036548		0,1634	0,33821	0,95478	0,83535	0,084552	0,39764	0,4523	0,24822
pH eau	0,45578	0,54396		0,25396	0,80095	0,16602	0,047332	0,7674	0,074105	0,0060007
pH KCl	0,74132	0,39097	0,45785		0,90329	0,50653	0,15811	0,79317	0,6669	0,29565
H%	0,16542	0,024125	0,10697	-0,05167		0,13129	0,32733	0,574	0,024313	0,79756
N %	-0,59661	0,088268	-0,54116	-0,27703	-0,58059		0,12476	0,4755	0,084329	0,63531
C/N	0,52382	0,64442	0,71251	0,54971	0,39912	-0,58862		0,81168	0,070664	0,15658
P %	-0,50116	0,34843	0,12536	-0,11122	0,23579	0,29668	0,10112		0,43499	0,38868
CaCO3 %	-0,39366	-0,31171	-0,66135	-0,18161	-0,77358	0,64477	-0,66723	-0,32313		0,18218
CaCO3 actif %	-0,34883	-0,46278	-0,86126	-0,42359	0,10883	0,19975	-0,55139	-0,35465	0,52436	

## Chapitre IV: Résultats et Discussion

L'analyse statistique des éléments physico-chimiques du sol de nos stations d'étude a décelé quatre corrélations significatives au seuil 5% et sont comme suit :

- Une corrélation positive entre le pH-KCL et CE avec une probabilité significative  $P=0,03$ . Cette corrélation est due aux sels libérés par KCL où la concentration des sels induit une CE élevée.

- Une corrélation positive entre C/N et pH-eau avec une probabilité significative  $P=0,04$ . Cette corrélation est due à la présence d'une activité microbienne où son action diminue quand le pH est  $> 7$  à  $7,5$  étant donné des valeurs élevées de C/N.

- Une corrélation négative entre  $\text{CaCO}_3$  et l'humidité avec une probabilité significative  $P=0,02$ . Cette corrélation est observée lorsque l'humidité excessive cause la lixiviation de  $\text{CaCO}_3$  dans le sol.

- Une corrélation négative entre le pH-eau et  $\text{CaCO}_3$  actif avec une probabilité significative  $P=0,006$ . Cette corrélation existe en raison de la solubilité du calcaire actif qui diminue lorsque le pH s'élève d'où une insolubilité.

La texture de sol est un paramètre indépendance dans cette analyse statistique, toutes les stations ont une texture limoneuse. Fig12

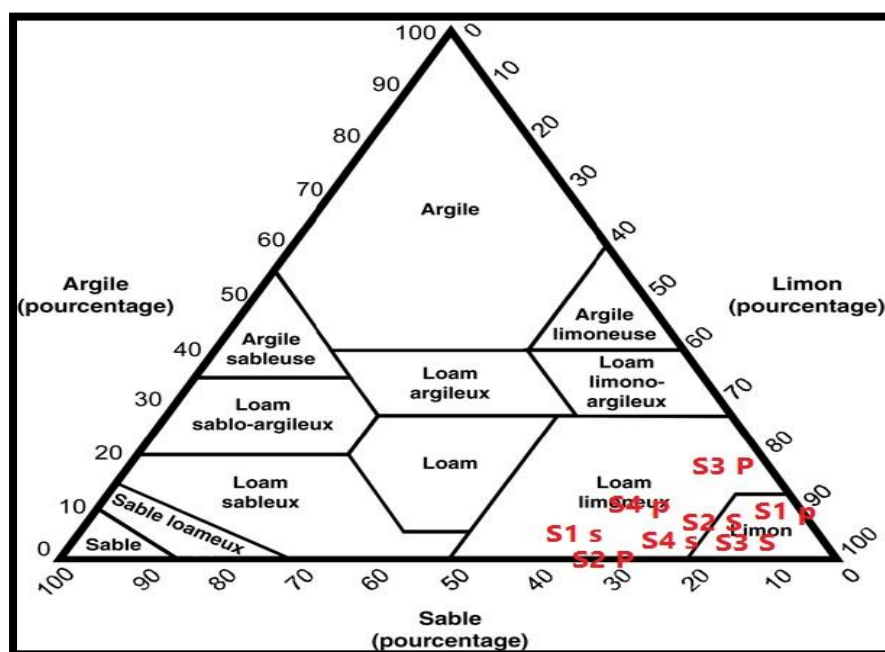


Figure 12: la texture de sol de station étudié



## Chapitre IV: Résultats et Discussion

La station 2 qui n'a pas été illustrée dans la figure 11, n'a montré la présence d'aucune espèce végétale. Elle est située dans la sebkha. La forte concentration de sels qui traduit une conductivité électrique supérieure à 20ms/cm<sup>2</sup> (extrêmement salé) dans les couches supérieures du sol élimine toute végétation aux alentours.

### 2-2-2- Analyse factorielle redressée (DCA : Detrended Correspondence Analysis)

La mise en examen des espèces végétales des stations et des paramètre physico-chimiques du sol a montré l'existence de deux groupes distincts (figure 14).

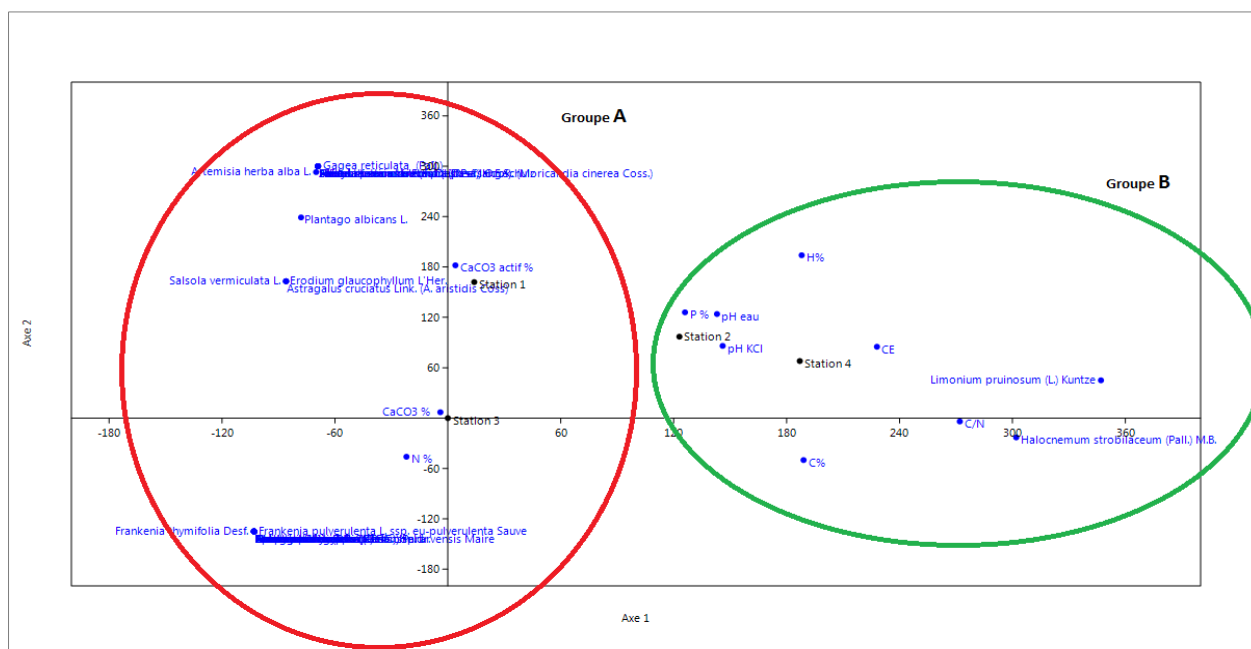


Figure 14 : analyse factorielle redressée des stations, végétations et paramètre physico-chimique du sol

Selon la figure 14, deux groupes se sont individualisés et sont distincts :

- Le groupe A : il englobe la station 1 et la station 3 qui sont les plus lointaines de la sebkha malgré que la station 1 soit géographiquement proche mais sa situation dans un relief élevé la laisse écologiquement lointaine.

La présence de la majorité des espèces végétales témoigne d'une activité de germination et des possibilités d'assimilation d'eau et autres quant au sol, il demeure calcaire dans ce groupe.

- Le groupe B : Il rassemble les stations 2 et 4 qui sont les plus salées de nos stations étudiées (CE >6ms/cm<sup>2</sup>). La présence de seulement deux espèces végétales (Halocnemum

## Chapitre IV: Résultats et Discussion

---

strobilaceum (Pall.) M.B. et *Limonium pruinosum* (L.) Kuntze) dans la station 4 indiquent écologiquement un milieu extrêmement salé.

Les paramètres physico-chimiques du sol (CE, H°, C%, C/N, pH eau, pH-KCL) témoignent d'un biotope hostile vis-à-vis de la végétation spontanée où à titre d'exemple une humidité élevée et une matière organique abondante ne sont nullement favorables seules à une végétation luxuriante et ce en raison de la présence abondante des sels (CE élevée).

### Conclusion générale

La caractérisation écologique des sols salés aux alentours de la région nord-orientale de la zone humide d'importance internationale de Chott El Hodna (Nord-Est d'Algérie) menée sur une toposéquence Nord-Sud et selon la typologie des lieux, un échantillonnage subjectif a été réalisé le courant du mois de Mars 2017. Cette caractérisation écologique s'est axée sur deux volets à savoir l'inventaire de la flore spontanée des lieux et les analyses des paramètres physico-chimiques du sol.

La flore recensée dans les stations d'étude présente une richesse totale de **32** espèces végétales. Sa répartition par station est de **14** espèces pour la station 1, **00** espèces pour la station 2, **21** espèces pour la station 3 et **02** espèces pour la station 4 ce qui laisse les stations proches du lieu de fortes concentrations de sels (sebkha) spécifiquement pauvres. Ces espèces englobent **28** genres et appartiennent à **13** familles botaniques où la famille des Chenopodiaceae est la plus imposante dans notre zone d'étude ce qui traduit certaines conditions écologiques particulières : aridité et salinité.

Le type biologique « Thérophyte » de la végétation inventoriée est majoritaire face aux autres types présents (types biologiques vivaces) ce qui traduit des conditions écologiques favorables et des habitats saisonniers propices au développement des plantes annuelles. Du point de vue biogéographique, l'élément méditerranéen (au sens large) est le plus répandu dans la végétation recensée et confirme l'appartenance de la zone d'étude à la région méditerranéenne.

L'examen textural du sol des stations a indiqué une texture limoneuse, quelque soit le lieu ou le niveau de prélèvement, et pour ce qui est des analyses quantitatives et qualitatives des caractéristiques écologiques, elles ont montré en premier lieu qu'il existe des corrélations significatives au seuil 5% (une corrélation positive entre le pH-KCL et CE, une corrélation positive entre C/N et pH-eau, une corrélation négative entre CaCO<sub>3</sub> et l'humidité et une corrélation négative entre le pH-eau et CaCO<sub>3</sub> actif ). Ce ci traduit respectivement un milieu salé, un milieu où l'activité microbienne et son action diminue quand le pH diminue, un milieu présentant une humidité excessive et cause la lixiviation du calcaire dans le sol et enfin l'augmentation du pH induit une insolubilité du calcaire actif.

En second lieu l'analyse qualitative des données de nos stations d'étude (AFC + DCA) a révélé qu'il existe un milieu où la végétation est presque exclue : milieu de la sebkha ou à

## Conclusion générale

---

proximité, en raison de la salinité excessive et un milieu où la végétation est luxuriante et qui présente une diversité relativement élevée ce qui témoigne d'une activité de germination et des possibilités d'assimilation d'eau par les plantes d'où un milieu moins salé.

Ces deux milieux présentent des espèces végétales indicatrices de salinité élevée (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.B. et *Limonium pruinosum* (L.) Kuntze) ou des lieux de présence moindre de salinité (*Plantago albicans* L., *Allium roseum* L., *Artemisia herba alba* L., *Helianthemum hirtum* (L.) Pers. et *Moricandia arvensis* (L.) DC. ssp. *Arvensis* Maire).

Enfin, les paramètres physico-chimiques du sol (CE, H°, C%, C/N, N%, pH-eau et pH-KCL) des stations d'étude témoignent d'un biotope hostile vis-à-vis de la végétation spontanée et de conditions écologiques spéciales où à titre d'exemple une humidité élevée et une matière organique abondante ne sont nullement favorables seules à une végétation luxuriante et ce en raison de la présence excessive de sels (CE élevée) qui se manifeste et augmente selon un gradient Nord-Sud où il y a l'épandage des eaux de crues dans le milieu de la sebkha, situé en aval, et la concentration de sels.

## Références bibliographiques

**Abdellaoui F. et Ben Chennit A. 2012-** Caractérisation des sols et des eaux d'irrigation dans deux station ben srour et maadher (w- m'sila). Thèse Ingénieur d'agronome. Univ. Mohamed Boudiaf-M'sila. 69p. +annxes.

**AFES, 1990** – Référentiel Pédologique au congrès international des Sciences des Sols. Kyoto INRA, France, 203p.

**Agassi M., Shainberg I ET Morni J., 1981-** Effet of electrolyte concentration and soil sodicity on infiltration rate and crust formation. Soil sci. Soc. Am. j. 45, pp: 848- 851.

**Aliat T., 2007**–Les Relation sol-végétation dans les Chott El. Beida «Hammam Sokhna »Wilaya de Sétif. Thèse de magister en Sciences. Univ. El Hadj Lakhdar – Batna, 104p.

**Allout I., 2013-** Etude de la biodiversité floristique de la zone humide de Boukhmira Sidi Salem– El Bouni –Annaba. Thèse de magister en science biologie. Univ de Badji Mokhtar- Annaba.

**ARAGUES R., 1983** -The quality and availability of water used in irrigation systems. In. Nutrient Balances and the need for fertilizers in semi-arid and arid regions. Proceedings IPI. Morocco, 315 – 323.

**Aronson J.A., 1989** -Haloph a database on salt tolerant plants of the world office arid land studies. Univ of Arizona. Tucson, 75 p.

**AUBERT, G., 1976** - Les sols sodiques en Afrique du Nord. Ann. I.N.A, El-Harrach, Alger, 6 (1), pp 185-195

**Aubert G., 1983** - Observation sur les caractéristiques, la dénomination et la classification des sols salés ou sals sodiques. Cash. ORSTOM.ser. ped. Vol 30(1), 73-78.

**Ayers R.S., 1978** - Aspects de salinité et de la qualité de l'eau de l'irrigation goutte à goutte. Ann.INA. vol(1), 109- 113.

**Baize D et Girard B., 1995** -Guide pour la description des sols. INRA. Paris,

**Bakhti, F., 2005-** Contribution à l'étude des interrelations sol- végétation dans une zones humide (Chott El-Honda–W. de M'Sila). Mémoire d'ingénieur. Dép. Agro. Univ. Batna. p 94.

**Beladjouz A. et Laifaoui M., 2007** - Aménagement et mise en valeur des sols salés dans la zone nord de Chott El Hodna. Thèse d'ingénieur agronome. Univ. Mohamed Boudiaf M'sila, 65p.

**Bencharef M., 1983-** Caractérisation de la matière organique des sols du Hodna (M'Sila –Algérie). Thèse Ing.Agro.I.N.A. Alger, 62p.

**Bernstein L., 1964** - Salt tolérance of plant. USDA. Agricultural information Bulletin, p283.

**Boyadgiev, T.G., 1975** - Carte pédologique de la région d'El-Hodna au 800 000e. F.A.O.375p.

**Calvet R., 2003** - Le sol, propriété et fonction, phénomènes physiques et chimiques. Tome 2. Ed. France. Agricole, 511 p.

**Chaussod R et Nicolardot B., 1982-**Mesure de la Biomasse microbienne dans les sols cultivés Rev.Ecol.Biol.Sol, 19(4) ,501-512.

**Cherbuy B., 1991** -Les sols salés et leur réhabilitation étude bibliographique. Cemagraf, école. Nat. Renne, 170p.

**Cherrid N., 2011** -Caractérisation physico-chimique de quelques sols dans la région du R'mel-Wilaya de M'sila. Mémoire d'Ingénieur en science agronomique. Univ. Mohamed Boudiaf- M'sila. 58p

**Chevery C., 1972** - Exemple d'application des travaux de l'U.S.S.L (1963 – 1968) sur l'alcalinisation des sols soumis à l'action bicarbonatée. Cah. ORSTOM. Sér. Pédo. 10 (2), 193- 203.

**Clément M. et Françoise P., 2003–** Analyse chimique des sols : méthodes choisies. EMD S.A., France. 310p.

**Daoud Y., 1993** - Contribution à l'étude des sols des plaines de Cheliff, le phénomène de salinisation, conséquences sur les propriétés physiques des sols argileux. Thèses doctorat d'état.INA. Alger, 193 p.

**Daoud Y et Halitim A., 1994** -Irrigation et Salinisation au Sahara Algérien. Sécheresse. 3 (5),151- 160.

**Davis T.J., 1996** – Le Manuel de la Convention de RAMSAR.ED T.J. Davis – Bureau de la Convention de RAMSARE de la Suisse ; 185p.

- DGF, 2001** -les zones humides –un univers à découvrir! Atlas, Direction international des forêts, Alger - 49 p.
- DGF, 2002** -Atlas des 26 zones humides Algérienne d'importance international. Atlas 3, Direction international des forêts, Alger -105p.
- Djebaili S., 1984** - Steppe Algérienne, Phytosociologie et écologie. Ed. O. P. U Alger, 177 p+annexes.
- Djili K., 2000**-Contribution à la connaissance des sols du Nord de l'Algérie : création d'une banque de données informatises et utilisation d'un système d'information géographique pour la spatialisaton et les valorisations des données pédologiques. Thèse doct. 243 p
- Duchauffour ph., 1976** - Principes d'une classification écologique des sols. *Agrochimica*, 20(4-5) ,313 – 323.
- Duchauffour ph., 1983** - Pédogénèse et classification. 2<sup>ème</sup> édition. Masson. Paris, 466 p.
- Duchauffour ph., 1988** - Abrèges de pédologie. 2<sup>eme</sup> édition. Masson. Paris. Milan. Barcelone. Mexico, 224 p.
- Durand J.H., 1983** - Les sols irrigables, Agence de coopération culturelle et technique. P.U. France, 190 p.
- Duthil J., 1973**-Eléments d'écologie et d'agronomie Tometi. Edition Bailliere, 392p.
- Eloumlouki K. et al, 2004** –Etude de la qualité physico-chimique des eaux et des sols de la région Souss Massa, (cas de périmètre Issen).Thèse en science agronomique. Univ d'Ibn Tofail- Maroc.
- Emberger L., 1966** -Réflexion sur le spectre biologique de Raunkiaer Bulletin de la société Botanique de France. **Vol.113**, supplément 2,1966 –Special Issue : Mémoires : Colloque de morphologie(les types biologique) pp147-156.
- Emerson W.W.et Chi C.L., 1977** –Exchangeable Ca, Mg and Na and the dispersion of illite.Aust. J. Soil Res., 15,137-144.
- Emery Barbier A., 1988**-Analyse pollinique du Quaternaire supérieur en Jordanie méridional. In: Paléorient. 1988, **Vol 14(1):**111-118.
- FAO, 1984** -Prognosis of salinity and alkanity. FAO soils Bulletin 31, 268 p.
- FAO, 1988** - La qualité de l'eau en agriculture. Bulletin d'irrigation et de drainage, 29 Revel, 181 p.
- FAO. 2005**- Utilisation des engrais par culture en Algérie. FAO Rome, 61 p.

**Ferchichi A., 2000-** rangelands biodiversity in presaharian Tunisia.cahiers options mediterraneennes.45,69-73.

**Flowers T.C., Hajibaghi, M.A et Clipson N. J.W., 1986-** Halophytes. Quarterly Review of biology. 61(3), 313-337.

**Frontier s., Pichod-vial D., Le prêtre A., Davoult D., luczak ch., 2004 -** Ecosystème, structure, fonctionnement, évolution. 3eme édition. Dunod. Paris,549 p.

**Girard C. et al., 2003-** Sol et l'environnement.3émé édition. Chirat, France. 690p.

**Grine R., 2009-** les perspectives hydrogéologiques de la cuvette Hodnéenne. Thèse Doctorat en Génie Civil. Université Houari Boumediene. Alger. 125p.

**Halitim A., 1973 -** Etude expérimentale de l'amélioration des sols sodiques d'Algérie en vue de leur mise en culture. Thèse de 3 eme cycle. Univ de Renne, 176 p.

**HALITIM A., ROBERT M., TESSIER D ET PROST R., 1984 -** Influence des Cations échangeables (Na+, Ca++, Mg++) et la concentration saline sur le comportement physique (rétention en eau, conductivité hydraulique de la mont morillonite agronomie. 4 (5), 451 – 459.

**Halitim A., 1988 -** Sols arides d'Algérie. Ed. OPU, Alger. 384 p.

**Hammada S.et al., 2004-**Analyse de la bicodiversité floristique des zones humides du Maroc. Flore rare menacée et halophile. Acta Botanica Malacitana 29,Malaga ,pp43-66.

**Hammer O., 2015-** PAST: Paleontological Statistics. Reference manuel. Version 3.05 (1999-2015) Natural History Museum – Université de Oslo. 224p.

**Harzallah I., Aban L., et Houcini N., 2009-** Ecologie et occupation spatio-temporelle de l'avifaune aquatique au chott el Hodna. Thèse Master en Biologie Végétale. Univ. Mohamed Boudiaf-M'sila. 80p.

**HCDS, 2010 -**Base de données du Haut-Commissariat au développement de la steppe (HCDS) sur l'occupation des terres des willayas steppiques. Cas des wilayas de M'sila et Batna (zones limitrophes à la zone humide de Chott El Hodna).

**I.N.S.I.D. 2008 –** Les sols salins en Algérie. Institut National Des Sols, de l'Irrigation et de Drainage, Ministère de l'agriculture et du Développement Rural. Juillet 2008, 7p.

**Jean L., Clément M., 2002–**Dictionnaire de science du sol. 4ème. Chirat, France ,610p.

- Jean P. 1993**-les méthodes d'analyse : Tom I Analyse de sol. Ed. ORSTOM. Paris. 196 p.
- Kaabeche M., 1990** - Les groupements végétaux de la région de Bou Saada (Algérie) Essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb. Thèse de Doctorat, Université de Paris-Sud Centre d'Orsay, 104 p.
- Koull N. et Chehma A.,2013**-diversité floristique des zones humides de la Vallée de l'Oued Righ(Sahara septentrional algérien).Revue des BioRessources ,3(2) :72-81.
- Lahondère C., 1997** - Initiation à la phytosociologie sigmatiste. Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest (France), Nouvelle série - Numéro spécial 16, 47p.
- Lallemend-Barres A., 1980** – Aménagement des sols salés irrigation avec des eaux salées. Bureau B.R.G.M80 SGN 922 EAU.
- LattouiA., et Rouissat., 2009**– Inventaire floristique de Oued M'Cif (M'Sila). Mém. Ing. Université de M'Sila. 55 p +annexes.
- LeHouérou H.N., 1969** - La végétation de la Tunisie steppique. Ann. Inst. Nat. Rech. Agro. Tunis., 42 (5), 624 p.
- Le Houerou H.N.,Claudin J., Haywood N. et Donadieu J.,1975**- Etudes des ressources naturelles et expérimentation et démonstration agricoles dans la région du Hodna, Algérie. Etude phytoécologique du Hodna Volume 1 PNUD-FAO, Rome ,154p.+cartes.
- Le Houerou H.N., 1993**- Salt – tolerant plants for the arid region of the Mediterranean isoclimatique zone In: H. Leith et A Al Massoom (edits): towards the rational use of high salinity tolerant plants. Vol 1. Kluwer academ, 403- 422.
- Le houerou H.N., 1994**- Forage halophytes and salt, tolerant fodder crops in the Mediterranean basin. V.r. squires et A.T. Ayoub (eds). Halophytes as a resource for lives tock and for rehabilitation of degraded lands, Kluwer. Academic publish. The Nether ands, 127- 137.
- Le Houerou H.N., 1995**- Bioclimatologie et Biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertification. Option méditerranéenne. Série B : études et recherches n 10 ; Cheam. Montpellier, 397 p.
- Loyer J.Y. ,1990**- Les Soles salsodiques. In : Référentiel Pédologique AFES (Kyoto-auto 90).plaisir France.ed.INRA.203p.

**Loyer J.Y. ,1991-** Classification des sols sales les sols Salics.Ch ORSTOM, ser, pédol., Vol 25(1).51-61.

**Loyer J.Y, 1995-** Solums salsodiques, Salisols et sodisols, In référential pédologique. AFES-INRA. Paris, p 241- 249.

**Magurran A.E., 2004-**Measuring Biological Diversity. Blackwell Science Ltd ,Blackwell Publishing Company,256p.

**Mallouhi N.et Jaquin F., 1988-**Influence des sodiums sur les mécanismes d'humidification. Sci. Du sol, 26(24).215-222.

**MATET : Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et du Tourisme, 2010-** Etude du cadastre des zones humides : Caractérisation environnementale, Actions prioritaires, scénarios tendanciel et alternatifs (Chott El Hodna W. Msila et Batna) 05-16269. Canada- Montréal. 79p.

**Mathieu C et Pieltain F., 2003 -** Analyse chimique des sols. Ed. Tec et doc. Lavoisier, Paris, 292 p.

**Mc Neil B.L., et ColemanN.T., 1966-** Effect of solution composition on soil hydraulic conductivity soil.Sci.Am.Proc., 20,308-312.

**Messad A., 2015 -**l'effet de la salinité de l'eau sur les caractéristiques géotechniques du sol de Chott el Hodna. Thèse de Doc. Université Houari Boumediene, Alger. 118p.

**Mimeche L., 2016 –**Ecologie et environnement. Coure de Master 1ère année Univ de Mohamed Khider –Biskra.

**Mimeche F., 2014-**Ecologie du Barbeau de L'Algérie, Luciobarbus callensis(Valenciennes,1842) (Pisces :Cyprinidae) dans le barrage d'El K'sob (M'Sila).Thèse de Doctorat en Science. Ecole Nationale Supérieurs Agronomique –El Harrach Alger.117p.

**Mimeche L., 2016 –**Ecologie et environnement. Coure de Master 1ère année Univ de Mohamed Khider –Biskra.

**Mimoune S, 1995-** Gestion des sols salés et désertification dans une cuvette endoréique d'Algérie (sud du chott El Hodna). Thèse de Doc. Univ. D'Aix Marseille I. 204p.

**Ozenda P., 1964-**biogéographie végétal. Doin, Paris., 374p.

**Ozenda P., 1983-** Flore du Sahara. 2<sup>ème</sup> Ed. CNRS, Paris. 622p.

- Pouget M., 1980** - Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. Travaux et document de l'O.R.S.T.O.M. N° 116 – PARIS, 555p.
- Quézel P. et Santa S., 1962-** Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris: CNRS. 1: 1–565.
- Quézel P. et Santa S., 1963-** Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris: CNRS. 2: 571–1091.
- Quézel P., 1964-**L'endémisme dans la flore de l'Algérie. Compt. Rend. Sommaire Séances Soc. Biogéogr. 361:137-149.
- Raunkiaer C., 1934** - The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford at the Clarendon Press, 147p.
- Rebbas K., 2014** - Développement durable au sein des aires protégées algériennes. Cas du Parc National de Gouraya et des sites d'intérêt biologique et écologique de la région de Béjaïa. Thèse de Doctorat en Sciences, Université Ferhat Abbas Sétif 1, Sétif ,180 p.
- Samoiloya E.M., 1979** - Saline soils, classification and diagnostic. unep. URSS. Acad. Sci. seminar on soil salinity.
- Servant J.M ., 1975** - Etude pédologique des sols halomorphes. Thèse. Doc. Uni. Montpellier, 194p.
- Servant J.M ., 1976** -Sur quelques aspects de la pédogénèse en milieu halomorphe : l'exemple des sols salés de la région méditerranéenne Française. Ann.de l'INRA.vol. 5. (1), 225-245.
- Station de Météorologique de M'sila, 2016** – les données climatiques (1986 -2015).
- Smettan U., Jenny M. et Facklam-Moniak M. 1993-** Soil dynamics and plant distribution of a sand dune playa after winter rain in the Wadi Araba (Jordan).CATENA.- Gremlingen (Germany). 20: 179 - 189.
- Testini C., 1992** –Chimie du sol par rapport à l'irrigation et à la qualité des eaux. Centre international de hautes études Agronomiques Méditerranéennes de Bari,84p.
- Touaf, L., 2002-** Evaluation du niveau de salinité des sols du Nord de l'Algérie. Thèse magister en sciences agronomiques, I.N.A, El-Harrach, pp 1-9.
- USDA, 1954** -Diagnosis and improvement of saline and alkali soil. Agriculture Handbook 60.
- U.S.S.L, 1954** -Salinity Laboratory: Diagnosis and improvement of saline alkali

Soil. U.S.S.L U: SDA. Hand books- n° 60. Washgton, 160p.

**Zedam A., 2015-** Étude de la flore endémique de la zone humide de Chott El Hodna: inventaire-préservation. Thèse de Doc En sciences. Univ Ferhat Abbas Sétif 1, Sétif, 150p+annexes.

**Annexe n° 1 : la végétation du chott El Hodna**  
**Tableau n° 1 : Liste de la végétation du chott El Hodna**

Familles	Taxons	Type biologique	Chorologie	Habitat
Poacées (Graminées)	<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	He	Eurasiatique septentrional	-
	<i>Andropogon distachyus</i> L.	He	Paléotrop – Méd	Clairières, rocailles, pâturages.
	<i>Aristida ciliata</i> Desf.	Hé	Afr.N.et S.Trop	Pierreux et rocailles
	<i>Aristida obtusa</i> Del.	Ge	Sah.Sind.S.Afr	Steppes, lits des torrents
	<i>Aristida plumosa</i> L.	Th	Sah – Sind	-
	<i>Aristida pungens</i> Desf.	He	Sah. Af du sud	Sables, dunes.
	<i>Brachypodium distachyon</i> L.	Th	Paléo – sub- Tropicale	Broussaille, rocailles, pâturages, les clairières.
	<i>Cutandia dichotoma</i> (Forssk.) Trab.	Th	Méd	Sables.
	<i>Cutandia divaricata</i> (Desf.) Benth.	Th	w. méd	Sables, steppes.
	<i>Cymbopogon schoenanthus</i> Spreng.	He	Sah – Trop	-
	<i>Dactylis glomerata sub sp hispanica</i> (Roth) Nyman.	He	Méd	Broussailles, pâturages, rocailles.
	<i>Danthonia forskalii</i> (Vahl) Cope.	He	N.S. Sah	Sables
	<i>Hyparrhenia hirta</i> (L.) Staf	He	Paléotrop	Clairières, pâturages, rocailles.

	<i>Lygeum spartum</i> L.	He	Ouest méd	-
	<i>Oropetium africanum</i> (Coss et Durieu) Chiov.	He	W – S. Sah	Rochers et rocaille subdésertique.
	<i>Schismus barbatus</i> Loefl.	Th	Macar – méd	-
	<i>Stipa barbata</i> Desf.	He	W. Méd	Steppes, rochers, rocailles.
	<i>Stipa lagascae</i> Roem et Schult.	He	Méd	Clairières, rocailles, steppes.
	<i>Stipa parviflora</i> Desf.	Ch	Méd	Clairières, steppes, pâturages.
	<i>Stipa retorta</i> Cav.	Th	Circumméditerranéen	Broussailles, clairières, steppes.
	<i>Stipa tenacissima</i> L.	Ge	Ibéro – Maur	Clairières des forêts, steppes.
	<i>Tetrapogon villosus</i> Dest.	He	-	Rochers et rocailles.
	<i>Phragmites australis</i> Stand.	He	Méd	-
Astéracées(Composées)	<i>Anvillea radiata</i> Coss et Dur	Ch	End. Sah	Pâturages rocaillouteaux, graviers des révères.
	<i>Artemisia compestris</i> L.	Ch	Circumboréale Nor	lairières, pâturages.
	<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.	Ch	Méd	Steppe argileuse, pâturage rocailleux.

<i>Asteriscus pygmaeus</i> Coss et Kral.	Th	Sah. Sind	Terrains argileux, rocailles, steppes.
<i>Atractylis babelii</i> Hochr.	Th	End. Alg. Mar	Pâturages rocaillieux désertiques.
<i>Atractylis cancellata</i> L.	Th	Circumméditerranéen	Forêt, pâturages, champs.
<i>Atractylis humilis</i> Desf.	Ge	Ibero Maur	Forêts, pâturages pierreux, steppes.
<i>Atractylis serratuloides</i> Sieb.	Ch	Sah	Steppes et rocailles désertiques.
<i>Centaurea omphalotricha</i> (Coss et Durieu) Batt.	He	Alg- Tun	-
<i>Centaurea parviflora</i> Desf.	He	Alg- Tun	-
<i>Evax pygmaea</i> (L). Brot	Th	Circum- Méd	Pelouses sèches sablonneuses ou rocailleuses.
<i>Filago exigua</i> Sibth.	Th	-	Pelouses arides.
<i>Ifloga spicata</i> (Forsk)	Th Th	Sah- Sind	Steppe
<i>Koelpinia linearis</i> Pallas	Th	Méd. Sah- Iran- Tour	-
<i>Launaea acanthoclada</i> M.	Th	Ibéro Mauritanien Macar.	Rochers et rocailles.
<i>Launaea nudicaulis</i> L.	Th	Méd, Saharo- Sind	Champs incultes et pâturages des régions sèches et désertiques.
<i>Micropus bombicinus</i> Lag.	He	Euras, trip. Nord- africain.	Pelouse sèches.

	<i>Pallenis spinosa</i> (L). Coss	He	Méd, Europe	Forêt claire, pâturage, lieux incultes.
	<i>Rhantherium suaveolens</i> Desf.	He	End. N. A	Pâturages désertiques
	<i>Scorzonera undulate</i> Batt.	He	Méd	-
Fabacées(Légumineuses)	<i>Argyrobium uniflorum</i> (Decne.) Jaub et Spach	He	Sah. Méd	Rocailles, lits d'oueds
	<i>Astragalus gombo</i> Bunge.	Th	End. N. sah	Pâturage sablonneuse désertique et aride
	<i>Astragalus mauritanicus</i> Coss.	Th	Bét- Rif	Pâturages rocailleux.
	<i>Astragalus sinaicus</i> (Pomel) Batt.	Th	Méd- Iran- Tour	Pâturages arides
	<i>Genista saharae</i> Coss et Durieu	Ch	End. Sah	Rocailles ensablées
	<i>Hedysarum carnosum</i> Desf.	Th	End. Alg. Tun	Pâturages arides
	<i>Medicago minima</i> L.	Th	Méd	-
	<i>Retama raetam</i> (Forssk.) Webb.	Ph	Sahara- indien	Dunes
	<i>Trigonella polycerata</i> L.	Th	Ibéro- Maur	-

	<i>Vicia monantha</i> Retz.	Th	Méd	Champs, pâturages
Brassicacées(Crucifères)	<i>Coringia orientalis</i> L.	Th	Euras	-
	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav. <i>Lonchophora</i>	Th	Méd	Champs, cultures
	<i>capimontana</i> Durieu	Th	End E.N.A	Steppes
	<i>Malcolmia aegyptiaca</i> Spr.	Ch	Sah- Sind- Subtropical	Dunes
	<i>Maresia nana</i> Batt.	Th	Méd- Iran- Tour	Dunes
	<i>Moricandia arvensis</i> L.	Th	Méd- Sah – Sind	-
	<i>Muricaria prostrate</i> (Desf.) Desv.	Th	End. A-N	Steppes
	<i>Neslia paniculata</i> Maire.	Th	Paléotrop	-
Chénopodiacées	<i>Arthrocnemum indicum</i> Maire et Weiller.	Ch	Méd	Bas-fonds salées et Chotts
	<i>Arthrophytum scoparium</i> (Moq.) Le Hou.	Ch	Sah- Méd	Paturages désertiques
	<i>Atriplex halimus</i> L.	Ch	Méd	Rocailles, talus argileux, zones d'épandages plus ou moins salées.

	<i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.) M.Bieb.	Ch	Méd- Irano- Tour	Bas-fonds très salées et Chotts.
	<i>Halopeplis amplexicaulis</i> Pass et Gibelli	Th	Méd	Boues humides et salés.
	<i>Salicornia Arabica</i> (Mill.) Fiori	He	-	Terrains salés.
	<i>Salsola tetrandra</i> Forssk.	Ch	Sah- Sind	Steppes désertiques plus ou moins salés.
	<i>Salsola vermiculata</i> L.	Ch	Sah- Méd	Pâturages arides et désertiques.
	<i>Suaeda fruticosa</i> (L.) Forssk.	Ch	-	Terrains salés.
	<i>Suaeda mollis</i> (Desf.) Delile.	Ch	Sah- Sind	Zones d'épandages salées.
Papavéracées	<i>Fumaria parviflora</i> Lam.	Th	Méd	Champs.
	<i>Glaucium corniculatum</i> (L.) Rudolph.	Th	Méd	Pâturages.
	<i>Hypocoum geslinii</i> Coss et Kralik.	Ch	End. Afrique du Nord	Sables.
	<i>Hypocoum pendulum</i> L.	Th	Méd, Irano- Touranien	Champs, pâturages rocaillieux.

	<i>Papaver hybridum</i> L.	Th	Méd	Champs.
	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Th	Paléo tempérée	Champs.
	<i>Roemeria hybrida</i> L.	Th	Méd- Irano- Tour	Champs cultivés, décombres.
Caryophyllacées	<i>Gymnocarpus decandrus</i> Forssk.	Ch	Sah- Sind	Rocailles désertiques.
	<i>Herniaria fontanesii</i> L.	Ch	Ibéro- mauritanien centrale.	Rocailles.
	<i>Herniaria mauritanica</i> Murb.	Th	-	Pâturages.
	<i>Silene arenarioides</i> Desf.	Th	-	Sables désertiques.
	<i>Spergularia salina</i> J.Presl et C.Presl.	Th	Méd	Terraines salés.
	<i>Vaccaria pyramidata</i> Medik.	Th	Méd	-
Lamiacées	<i>Marrubium supinum</i> L.	He	Ibéro- Maur	Rocailles des montagnes.
	<i>Saccocalyx satureioides</i> Coss et Durieu.	He	-	Dunes.
	<i>Salvia aegyptiaca</i> L.	He	Sah- Sind	Pâturages désertiques.
	<i>Salvia verbenaca</i> L.	He	Méditerranée – Atlantique.	-
	<i>Thymus hirtus</i> Willd.	Th	Ibéro- Maur	Pelouse, rocaille de montagne.
Apiacées (Ombellifères)	<i>Bifora testiculata</i> (L.) DC.	Th	Méd	Cultures.

	<i>Daucus sahariensis</i> Murb.	Th	Sah-Sind	Pâturages désertiques.
	<i>Scandix pectenvenenis</i> L.	Ch	Europe, Méditerranée.	Champs.
	<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	Th	Méd	Cultures
Plumbaginacées	<i>Limoniasstrum guyonianum</i> Boiss.	He	End. Sah N. A	Sebkhas, terrains salés.
	<i>Limonium pruinatum</i> (L.) Chaz.	He	Sah	Rocailles, steppes salées, désertiques.
	<i>Limonium sinuatum</i> (L.) Mill.	Th	Méd. Sah- Sind	-
	<i>Limonium thouinii</i> Viv.	Th	Méd	Paturages arides, rocailles.
Zygophyllacées	<i>Fagonia cretica</i> L.	He	Méd	Rocailles, pâturages désertiques.
	<i>Fagonia microphylla</i> Pomel.	He	-	Pâturages désertiques.
	<i>Fagonia olivieri</i> DC.	He	Sah- Sind	Rocailles et paturages.
	<i>Zygophyllum album</i> L.f.	Ch	-	Terrains salés ou gypseux, pâturages désertiques.
	<i>Zygophyllum cornutum</i> Coss.	He	End. Alg- Tun.	Terrains salés.
Borraginacées	<i>Arnebia decumbens</i> Coss. Et Karl.	Th	Saharo indien	Pâturages arides et désertiques.
	<i>Echiochilon fruticosum</i> Desf.	Ph	Sah	Pâturages et rocailles désertiques.

	<i>Echium trygorrhizum</i> Poml.	He	End. Sah	Pâturages désertiques.
	<i>Nonnea micrantha</i> Boiss et Reut.	Th	W. Méd	Pâturages arides.
Scrofulariacées	<i>Linaria laxiflora</i> Desf.	Th	Sah	Sables surtout humides, oasis.
	<i>Linaria reflexa</i> Desf.	Ch	c. Méditerranéen.	Cultures, pelouses.
	<i>Scrofularia saharae</i> Batt.	Th	End- Sah	Sables désertiques.
Liliacées	<i>Allium roseum</i> L.	Gé	Méd	Broussailles, pâturages, forêts
	<i>Dipcadi serotinum</i> L.	Gé	Méd	-
	<i>Gagea reticulata</i> Pall.	Gé	End. Méd	Broussailles, pâturages.
Asclépiadacées	<i>Caralluma europaea</i> (Guss.)	Ch	Méd	Rochers calcaires.
	<i>Periploca laevigata</i> Ait.	Ch	Méd- Sah	Rocailles.
Cistacées	<i>Helianthemum kahiricum</i> Delile.	He	Sah. Palest.	Pâturages rocailloux désertiques.
	<i>Helianthemum lippii</i> L.	Ch	Méd. Sah	Paturages désertiques, rocailles, sables.
Dipsacées	<i>Scabiosa arenaria</i> Forssk.	Th	Sah	Sables arideset désertiques
	<i>Scabiosa stellata</i> L.	Th	O- Méd	Pelouses, rocailles.
Frankéniacées	<i>Frankenia pulverulenta</i> L.	Th	Méd	Terrains salés et humides.

	<i>Frankenia thymifolia</i> Desf.	Ch	Méd	Terrains salés.
Malvacées	<i>Malva aegyptiaca</i> L.	Th	Alg- Euras.	Décombres, champs, cultures.
	<i>Malva parviflora</i> L.	Th	Méd	Champs cultivés, décombres.
Renonculacées	<i>Adonis dentata</i> Delile.	Th	Méd	Champs, pâturages.
	<i>Ceratocephalus falcatus</i> (L.) Pers.	Th	Méd- Irano- Tour	Pelouses arides, champs.
Aizoacées	<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i> L.	Th	Méd- S. Afr	Sables, rochers.
Capparidacées	<i>Cleome arabica</i> L.	He	Sah- Sind	Pâturages sablonneux désertiques.
Crassulacées	<i>Sedum sediforme</i> (Jacq.) Pau.	Ch	Méd	Rocailles.
Ephédracées	<i>Ephedra alata</i> subsp. <i>aalend</i> Decne.	Ch	Sah	Sables.
Euphorbiacées	<i>Euphorbia guyoniana</i> Boiss et Reut.	He	End. Sah	Sables désertiques.
Géraniacées	<i>Erodium Glaucophllum</i> L'Hérit.	Th	Méd	Pâturages arides.
Iridacées	<i>Iris sisyrinchium</i> L.	Gé	Paléo sub Trop	Pelouses, pâturages
Juncacées	<i>Juncus maritimus</i> Lam.	He	Sub Cosm	Marais saumâtre.
Orobanchacées	<i>Orobanche cernua</i> Ceof L.	Th	Méd- Sah- Sind	
Plantaginacées	<i>Plantago albicans</i> L.	Th	Méd	Dans toute l'Algérie sauf tell littoral.
Résédacées	<i>Reseda arabica</i> Boiss.	He	Sah. Sind	Steppes.
Rosacées	<i>Neurada proaunbens</i> L.	Th	Sah- Sind	Sable.
Solanacées	<i>Lyceum arabicum</i> Boiss.	Ph	End- Sah	Rocailles, pâturages désertiques.

Tamaricacées	<i>Tamarix africana</i> Poir.	Ch	W. Méd	Bords des eaux.
Thymelaeacées	<i>Thymelaea microphylla</i> Coss et Durieu	He	Ibero- Maur	Pâturages arides.

**Annexe 2:** Classification des sols d'après le pH et leurs spéculations agricoles (**GAUCHER, 1968 in Abdellaoui et Ben Chennit, 2012**)

Designation des sols	pH	Cultures on speculation agricoles
<b>Sols extrêmement acides</b>	de 3 à 4,5	Marécage landes ou forêts, d'espèces acidiphiles
<b>Sols très fortement acides</b>	de 4,5 à 5	Lands, prairies
<b>Sols très acides</b>	de 5 à 5,5	Prairies, cultures d'espèces acidophiles (croissance difficile des légumineuses)
<b>Sols acides</b>	de 5,5 à 6	Prairies et cultures
<b>Sols faiblement acides</b>	de 6 à 6,75	Toutes cultures sauf légumineuses calcicoles
<b>Sols neutres</b>	de 6,75 à 7,75	Touts cultures
<b>Sols alcalins</b>	de 7,75 à 8,5	Toutes cultures sauf espèce calcifuges
<b>Sols très alcalins</b>	au- dessus	Difficultés ou échec des cultures européennes usuelles

**Annexe 3:** Classification des teneuses en matière organique (MO) dans le sol.

MO (%)	sol
< 1%	Taux très faible; sol très pauvre en MO.
1,2%	Taux faible; sol pauvre en MO.
2,4%	Bonne; sol riche en MO.
>4%	Très bonne; sol très riche en MO.

(DEJON *et al*, 1998 in Abdellaoui et Ben Chennit, 2012).

**Annexe 4:** Classes de salinité en fonction de la conductivité électrique de sol.

mmhos.cm <sup>-1</sup> dS.m <sup>-1</sup>	<0,6	0,6-1	1-2	2-4	> 4
CE <sub>1/5</sub> 25 °C	non salé	légèrement salé	Salé	très salé	extrêmement salé

(MATHIEU et PIELTAIN, 2003 in Abdellaoui et Ben Chennit, 2012).

**Annexe 5:** Classification des teneurs en calcaire actif (CaCO<sub>3</sub>) dans le sol.

Calcaire actif en %	<5	>5	>10	>20
Le sol est	Faible	Assez élevé	élevé	Très élevé

## ملخص

منطقة شط الحضنة هي منطقة قاسية ذات مناخ جاف و تتميز بكمية أمطار ضعيفة غير منتظمة و المصاحبة بالحرارة المرتفعة، لكن مع ذلك توجد هناك ظروف ملائمة لوجود نبات طبيعي متأقلم مع معوقات المناخ حيث تلعب التربة دورا في اختيار النبات ويؤثر النبات بدوره على التربة.

الهدف من هذه الدراسة هو جمع معلومات حول الخصائص الايكولوجية للنباتات الطبيعية الخاصة بمنطقة الدراسة وعلاقتها بالتربة (pH، املاح، كربونات الكالسيوم الخ...) التي تعطينا معرفة شاملة للنباتات المتواجدة في المنطقة المدروسة.

المنهجية المتبعة تعتمد على الإحصاء التحليلي (AFC, DCA, ACP) من أجل تحديد ارتباط عوامل التربة. سواء ان كان أيجابا وسلبا. (طردية او عكسية).

**كلمات مفتاحية:** شط الحضنة ، نبات طبيعي، خصائص ايكولوجية، املاح، إحصاء تحليلي.

## Résumé

La zone de Chott El Hodna est un milieu très rude et très contraignant lié aux pluviométries faibles et irrégulières accentué par des températures élevées. Néanmoins, il existe toujours des conditions plus ou moins favorables à l'existence d'une flore spontanée adaptée aux stress édaphoclimatique. Donc le sol exerce une influence sélective sur la végétation et inversement la végétation influence le sol.

L'objectif de cette étude est de collecter des données sur les caractéristiques écologiques en mettant en évidence les relations entre le couvert végétal et les conditions édaphiques (sel, Calcaire, Texture, pH...etc) qui permet une meilleure connaissance de la végétation naturelle qui colonise notre zone d'étude.

La méthodologie utilisée est basée sur les analyses statistique (AFC, DCA, ACP) pour déterminé les corrélations qui existent entre les stations et les paramètres lui-même ces corrélations soit positive ou négative

**Mots-clés :** Chott El Hodna, plante spontanées, caractéristiques écologiques, sels, analyse statistiques.

## Resume

The zone of Chott El Hodna is a hard zone with a tough climate and characterize with low and irregular precipitation with high temperature, although these conditions area suitable for some kind of plants adapted to this obstacles which the soil can a selected plant and vice versa.

The aim of this study is to collect information about the ecological characteristics of the natural plant related to the studied zone and its relation with the soil (pH, salts , CaCO<sub>3</sub>...) which give us a knowledge en plants which colonize our zone of study.

The methodology that we follow depend on statistical analysis (AFC, DCA, ACP) to determine the correlation between the stations and the parameter themselves weather positives or negatives.

**Key-words :** Chott El Hodna, adapted plants, ecological characteristics, salts, statistique analysis.