



Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

Collection Scientifique de la Faculté des Sciences

# La flore endémique de la zone humide de Chott El Hodna

## Inventaire – Préservation

Professeur Abdelghani ZEDAM



**La flore endémique de la zone humide  
de Chott El Hodna**

Inventaire - Préservation

**Professeur Abdelghani ZEDAM**

**Département Sciences Agronomiques**



**Nom de l'ouvrage:** **La flore endémique de la zone humide de Chott El Hodna. Inventaire - Préservation**

**Catégorie d'ouvrage:** Pédagogique, Scientifique et technique.

**Auteur:** Pr. Abdelghani ZEDAM

**Première édition :** Décembre 2022

**ISNB :** **978 - 9931 - 251 - 05 - 7**

**Nombre des pages :** 106 pages

**Dimensions :** 17,6 x 25 cm

**Édition numérique de la Faculté des Sciences - Université Mohamed Boudiaf M'Sila**

**Web:** <https://www.univ-msila.dz>

**Pour citer ce document :**

Zedam., A. 2022. La flore endémique de la zone humide de Chott El Hodna. Inventaire – Préservation. Collection Scientifique de la Faculté des Sciences - Université Mohamed Boudiaf - M'Sila.

**Couvertures :**

**Recto** (de haut en bas) :

- Taxon endémique: *Limonium pruinosa* (L.) Kuntze.
- Taxon endémique: *Linaria laxiflora* Desf.

**Verso :**

- Vue de Chott El Hodna de la partie sud en période hivernale avec présence d'eau dans le Chott : Commune de Khoubana (M'Sila).

*Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés*

© 2022 Université Mohamed Boudiaf M'Sila

**A la mémoire de mes très chers parents.**

**A mon épouse.**

**A mes enfants : Anfal, Ahmad, Abdelali et Maria.**

*Abdelghani*

## **Préface**

Cet ouvrage est le fruit de nombreuses années de travail et de recherche en écologie et en botanique qui se focalisent dans l'inventaire des plantes. C'est l'œuvre d'un spécialiste qui s'est forcé à connaître les plantes, à les inventorier et à les identifier d'une part et de l'autre en s'inspirant de d'autres ouvrages spécialisés.

L'auteur, ingénieur agronome de formation et Docteur en sciences biologiques, est actuellement Professeur à l'Université Mohamed Boudiaf de M'Sila (Algérie) où il exerce comme enseignant-chercheur dans les domaines de recherche qui font attrait à la botanique, l'écologie, la foresterie, la malherbologie et les relations sol-végétation.

Cet ouvrage aborde l'étude de la végétation spontanée qui sévit dans la zone humide de « Chott El Hodna » sous deux axes : l'inventaire et la préservation. Cette flore méconnue de cette zone continentale, aride, salée et d'importance internationale, abrite des taxons diversifiés et dont ceux endémiques n'en manquent pas d'importance. La préservation de cette entité biologique est proposée par un zoning basé sur la richesse floristique totale et l'endémisme stationnel des lieux d'investigation ce qui a abouti à trois catégories de richesse floristique : la première élevée, la seconde moyenne et la dernière faible où les niveaux d'intervention s'axent sur les taxons présents, le biotope et le comportement de la population humaine.

Des explications détaillées sont énoncées pour une bonne compréhension des résultats selon une chronologie logique afin de clarifier les concepts abordés.

Ce document enrichi de plus la documentation nationale et comble le manque d'ouvrages scientifiques dans un axe de recherche qu'est la biodiversité qui demeure et s'inscrit dans le cadre du développement durable des zones humides d'importance internationale.

***Pr Fateh MIMECHE***

# Sommaire

Introduction	1
1- Situation de la zone d'étude	5
1-1- Situation géographique et appartenance foncière	5
1-2- Superficie et limites	5
1-3- Milieu abiotique	7
1-3-1- Géologie	7
1-3-2- Géomorphologie	9
1-3-3- Pédologie	10
1-3-4- Hydrologie	11
1-3-5- Climat	12
1-3-5-1-Origine des données	12
1-3-5-2- Données climatiques	14
1-4- Milieu biotique	15
1-4-1- La végétation	15
1-4-2- Phytogéographie	16
1-5- Présentation de la zone humide de Chott EL Hodna	18
1-5-1- Présentation	18
1-5-2- Date d'inscription	18
1-5-3- Critères de RAMSAR appliquées à la zone humide de Chott El Hodna	18
1-5-4- Justification des critères de RAMSAR	18
1-5-5- Type de zone humide	20
2- Méthodologie de travail	21
2-1- Objectifs de notre étude	21

2-2- Echantillonnage	21
2-3- Nombre de relevés floristiques	24
2-4- Réalisation des relevés floristiques	26
2-5- Surface des relevés floristiques	27
2-6- Récolte, détermination et nomenclature des taxons	28
2-7- Manipulation des relevés et des taxons	29
2-8- Analyse numérique de la flore	30
3- Résultats et discussion	32
3-1- Diversité botanique de la flore recensée	33
3-1-1- Flore globale	33
3-1-1-1- Richesse générique	36
3-1-1-2- Richesse spécifique	36
3-1-2- Flore endémique	36
3-1-2-1- Richesse générique	38
3-1-2-2- Richesse spécifique	39
3-2-Formes biologiques de la flore recensée	39
3-2-1- Types biologiques	40
3-2-1-1- Flore globale	40
3-2-1-2- Flore endémique	41
3-2-2- Types morphologiques	44
3-2-2-1- Flore globale	44
3-2-2-2- Flore endémique	45
3-2-3- Territoires phytogéographiques : Chorologie	45
3-2-3-1- Flore globale	47
3-2-3-2- Flore endémique	47
3-3-Rareté et espèces protégées	49

3-4-Etat sanitaire, plantes invasives et plantes toxiques	51
3-5- Classification phylogénétique des taxons endémiques de la zone humide	53
3-6- Zonage territorial ou analyse de la flore selon les sites d'étude	57
3-7- Etude d'un cas particulier : Analyse de la flore d'une partie sud de la zone humide de Chott El Hodna	64
3-7-1- Botanique et chorologie	65
3-7-1-1- Aperçu taxonomique	65
3-7-1-2- Chorologie	67
3-7-1-3- Endémisme et rareté	69
3-7-1-4- Types biologiques	71
3-7-2-Analyse numérique de la flore	72
3-7-2-1-Similarité	72
3-7-2-2-Analyse des correspondances redressées (DCA)	74
4- Préservation de la flore	77
4-1-Préserver quoi et contre qui ?	78
4-2- Niveaux d'intervention pour la préservation	79
4-2-1- Niveau spécifique ou taxonomique	79
4-2-2- Niveau milieu de vie ou biotope	81
4-2-3- Niveau comportemental des habitants	83
4-3- Durabilité de la biodiversité	84
4-3-1- Gestion de la biodiversité végétale à Chott El Hodna	85
4-3-2- Gestion des pratiques agricoles	86
4-3-3- Gestion du milieu	87
Conclusion	90
Bibliographie	96
Résumés (Arabe, Français, Anglais)	



## **Introduction**

Les composantes naturelles d'un l'écosystème sont définies comme étant les éléments physiques, biologiques ou chimiques, tels que le milieu, l'eau, la flore, la faune et les éléments nutritifs ainsi que les interactions qui peuvent exister entre eux (**Davis, 1996**).

La flore d'une zone géographique est la composante biotique la plus importante (**Ozenda, 1982**). C'est une expression des conditions écologiques qui y règnent. La gestion et la conservation des milieux naturels et plus spécialement les zones humides d'importance internationale sous entend la connaissance des taxons floristiques et spécialement ceux endémiques ou rares qui traduisent l'importance de la biodiversité locale ou régionale.

La protection des espèces est conçue pour maintenir la biodiversité au cœur des programmes de conservation et en particulier dans les points chauds de la biodiversité (**Reid, 1998**) telle que la zone du bassin méditerranéen (**Myers, 1990 ; Médail et Quézel, 1999 ; Myers et al., 2000 ; Médail et Myers, 2004 ; Véla et Benhouhou, 2007 ; UICN, 2008 ; Numa et Troya, 2011 et Médail et al., 2012**).

**Myers (1990)** et **Médail et Quézel (1999)** signalent que la région méditerranéenne est l'un des grands centres mondiaux de la diversité végétale, où 10% des plantes supérieures peuvent être trouvées dans une zone qui ne représente que 1,6% de la surface de la Terre. En effet, **Myers et al. (2000)** considèrent que les pays méditerranéens détiennent presque 4,5% de la flore endémique mondiale.

L'Algérie de part sa position géographique entre le sous bassin méditerranéen occidental au Nord et les pays subtropicaux (le Sahel) au Sud, recèle une multitude de zones humides d'importance internationale au sens de la convention de Ramsar dont Chott El Hodna en fait partie.

Ce Chott est une partie intégrante du grand bassin versant du Hodna (**Mimoune, 1995** ; **Hadjab, 1998** et **Le Houérou , 2009**) où il occupe sa partie basse. C'est un lac salé athalassique, c'est à dire sans connections récente ou actuelle avec la mer et dont la salinité est au moins de 3 g.l<sup>-1</sup> (**Hammer, 1986** in **Binet et Aymonin, 1987**). C'est un milieu qui présente un régime hydrique saisonnier. Il s'assèche en été et est ré-inondé par l'eau en hiver. En période estivale des croûtes de sel couvrent toute son étendue. A cause de la forte évaporation, il devient régulièrement un désert de sel où le substrat superficiel du sol se transforme en une efflorescence pulvérulente (**Géhu et al., 1993**).

Compte tenue des caractéristiques d'halomorphie présente et d'hydromorphie saisonnière qui sévissent, deux milieux distincts apparaissent : le chott et la sebkha (**Kaabech et al., 1995**). La sebkha est la zone centrale dominée par l'eau. Elle se présente sous forme d'une dépression fermée, inondable et salée. Elle est dépourvue de toute végétation en raison des concentrations élevées de sel. Le chott est la zone environnante qui forme un anneau de végétation autour de cette dépression.

Malgré l'importance internationale des zones humides, elles sont constamment sous la menace des impacts négatifs de l'activité anthropogénique dont le surpâturage. Dans les zones arides et semi arides, la végétation naturelle constitue la ressource fourragère majeure pour un cheptel de plus en plus conséquent. Ce surpâturage est pratiqué sur des parcours extensifs où la charge animale n'est jamais respectée (**Benrebiha, 1984** ; **Mainguet, 1990** ; **Salama et al., 1991** et **Chaib, 1991**).

Cet état de fait a engendré un des phénomènes les plus spectaculaires qui soient : la désertification. L'installation de ce

phénomène se traduit entre autre par la réduction du couvert végétal et de là la réduction de la diversité floristique (**Corse, 1985** et **Daget et Poissonet, 1997**)

La situation de la zone humide de Chott El Hodna au Nord du Sahara (région sub-saharienne) la laisse, du point de vue climatique, relativement sèche et vulnérable envers la désertification (**Mainguet, 1990**) surtout que le processus d'ensablement est témoin de la dégradation des sols au Hodna (**Abdesselam et Halitim, 2014**).

Cette zone humide recèle des richesses faunistique et floristique. L'inventaire de ces richesses présente des lacunes considérables et n'a été que partiel. Il se résume en quelques travaux universitaires touchant parfois la faune et la flore... Il est tout de même important de signaler que cette zone humide ne dispose pas de plan de gestion capable de clarifier et de diriger les démarches, les recherches et les efforts pour la sauvegarde et la préservation de ce biotope et de ses êtres vivants en général.

La végétation des milieux humides a l'avantage d'indiquer, de diagnostiquer et même de valoriser un écosystème étant donné que la zone d'étude en est un des environnements particuliers et originaux de la région présaharienne aride.

La flore vasculaire de la zone humide de Chott El Hodna relève d'une curiosité et d'une importance botanique considérable en raison de son appartenance intégrale à la zone humide. Elle fait partie de la végétation steppique de la plaine du Hodna (**Le Houérou , 1995 a**). Elle est principalement composée d'espèces succulentes et halophiles sur sol à texture fine et psammophiles sur sol à texture grossière (**Zedam et Fenni, 2015**).

Ce patrimoine végétal est actuellement menacé de dégradation suite à la conjugaison de facteurs naturels et anthropiques. Parmi les facteurs naturels il ya les sécheresses récurrentes et l'aridité climatique marquée en plus de la situation géographique du Hodna dans l'ombre pluviale au Sud des monts du Hodna la laisse à la faible pluvirosité : C'est une auréole désertique au sein d'une zone aride (**Le Houérou et al., 1977**). Pour ce qui est des facteurs anthropiques, il y a le surpâturage, le défrichement et l'éradication des ligneux (**Mimoune, 1995** et **Hadjab, 1998**).

Cette situation de dynamique régressive de la végétation naturelle, nous a poussés à inventorier ce qui existe afin de statuer sur la dégradation ou la déperdition floristique future qui peut avoir lieu dans cette zone particulière pour la préservation de la flore où il y a absence réelle de toute mesure de protection de ce milieu et de ces composantes.

L'inventaire et l'analyse floristique de la végétation vasculaire naturelle d'un milieu sont essentiels pour connaître la composition globale des taxons existants c'est-à-dire la phytodiversité, la biogéographie des espèces recensées et l'écologie du milieu d'étude (**Hammada et al., 2004**).

Il est clair que pour une flore, les taxons endémiques relèvent d'une curiosité botanique, d'une importance biogéographique et de lieux écologiques assez particuliers. Ils traduisent des conditions assez remarquables du type de milieu où ils se rencontrent. C'est le cas pour Chott El Hodna qui est une zone humide d'importance internationale et ayant comme caractéristique : continentalité, salinité, aridité et limitrophe au Sahara septentrionale.

L'objectif de cette l'étude est de faire un inventaire floristique des espèces vasculaires de la zone humide de Chott El Hodna et de là dresser

une liste exhaustive de la flore endémique qui s'y trouve et de dégager les perspectives de préservation et de sauvegarde de cette biodiversité floristique, qui peut guider les efforts d'aménagement, de gestion et/ou de conservation.

Nous avons menée nos investigations dans la plaine du Hodna et plus exactement aux abords de son Chott. Cet environnement est une zone humide d'importance internationale. Il illustre bien son appartenance à une zone aride continentale où une ambiance saharienne domine et se fait ressentir donc la connaissance du milieu d'étude est indispensable.

## **1- Situation de la zone d'étude**

### **1-1- Situation géographique et appartenance foncière**

Chott El Hodna est situé au Nord-Est de l'Algérie. Il est éloigné de plus d'une centaine de kilomètres des côtes méditerranéennes. Ses coordonnées géographiques se présentent comme suit :

- Altitude : 392 à 400 mètres.
- Latitude :  $35^{\circ} 27.253'$  N à  $35^{\circ} 24.102'$  N
- Longitude :  $4^{\circ} 14.727'$  E à  $5^{\circ} 6.860'$  E

Du point de vue foncier et selon les propos de l'administration forestière de la wilaya de M'sila, la zone humide de Chott El Hodna fait partie du domaine public lacustre et steppique appartenant à l'Etat. Quant aux régions voisines, elles appartiennent aux collectivités locales (communes) et à des propriétaires privés non titrés.

### **1-2- Superficie et limites**

Chott El Hodna occupe le centre de la plaine du Hodna. Il a une longueur d'Est en Ouest de 70 Km et une largeur Nord-Sud de 20 Km. Avec une superficie totale de 1.100 Km<sup>2</sup> à raison de 1.000 km<sup>2</sup> pour la

wilaya de M'Sila et 100 km<sup>2</sup> pour la wilaya de Batna. C'est l'un des plus grands Chotts d'Algérie avec une superficie de 362.000 ha.

Le chott fait partie intégrante du grand bassin hydrologique du Hodna. D'après **Kaabeché (1995)**, la région est limitée :

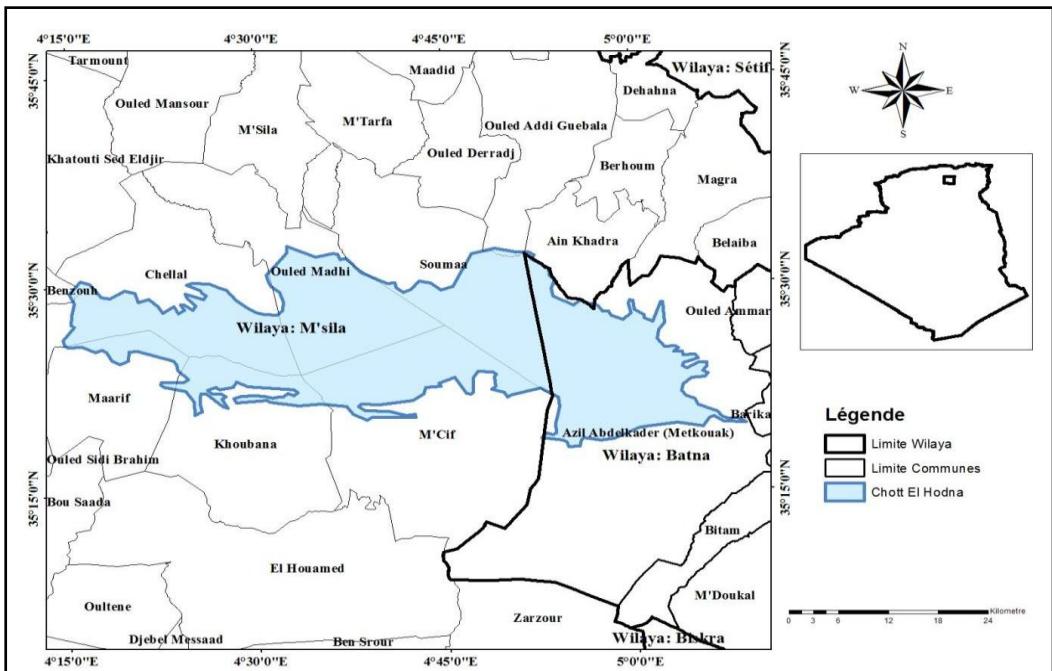
- au Nord par la chaîne du Bibans et les monts du Hodna d'altitude comprise entre 1400m et 1800m.

- au Sud par l'extrémité orientale de l'Atlas Saharien (Monts des Ouled Nail d'altitudes comprises entre 1470 et 1675 m et les monts du Zab : 980m).

- à l'Est par le massif des Aurès (2000 m et plus).

- à l'Ouest par les hautes plaines steppiques algéro-oranaises (altitude moyenne comprise entre 900 et 1200m).

Il se localise à 40 Km au Sud de la ville de M'sila, à 20 Km au Nord de Bousaada et à 80 Km Nord-Ouest de Biskra (Fig. 1).



**Figure 1 :** Situation administrative de Chott El Hodna  
(HCDS, 2010 modifiée)

En effet, parmi les 10 communes se distribuant le Chott, une appartient à la Wilaya de Batna (Azil Abdelkader) et 9 à la Wilaya de M'Sila (Ain El Khadra, Ouled Addi Guebala, Souamaa, Ouled Madhi, Chellal, Benzouh, Maarif, Khobana et M'cif).

### **1-3- Milieu abiotique**

#### **1-3-1- Géologie**

Selon les propos de **Julian et Nicod (1977)**, dans leur compte rendu sur deux thèses sur la géologie et l'hydrogéologie du bassin du Hodna et de ses bordures (Algérie), que R. Guiraud a eu le mérite de mettre en évidence une importante phase de compression du Quaternaire basal, faisant suite à la distension généralisée du Mio-Pliocène. Elle est génératrice de plis et de failles, le plus fréquemment inverses, parfois décrochantes et injectées de Trias, affectant les conglomérats du Pliocène supérieur.

L'essentiel du relief actuel serait le produit de cette tectonique tardive, qui se prolongerait de façon apparemment atténuée au Quaternaire (déformations amples, montées diapiriques des «rochers de sel», séismes).

C'est dans un contexte de relative stabilité tectonique, et de ce fait essentiellement en relation avec les variations climatiques, que se déroule la morphogenèse quaternaire.

R. Guiraud s'est livré à une patiente cartographie et à une interprétation des formations quaternaires de la cuvette du Hodna, confrontant ses données à celles voisines de R. Coque, J. Cabot, J.L. Ballais et adoptant, sans discussion, la terminologie du Quaternaire continental marocain.

Au Mouloyen (c'est le Villafranchien supérieur) correspondent de hautes lanières résiduelles surmontées de la classique dalle

conglomératique saumonnée, au Salétien, à l'Amirien et au Tensiftien des glaciis couverts à matériel très grossier, avec un encroûtement gypso-calcaire et une croûte zonée. C'est au cours du Salétien que la cuvette du Hodna est pour la première fois fermée. Le Soltanien est dédoublé : à la base des alluvions grossières puis plus fines, faiblement encroûtées, au sommet des sédiments lacustres (sables, argiles, travertins).

Au Capsien, niveau des cendrières et escargotières, se sont mis en place des cônes de déjection grossiers et des accumulations calcaires en feuillets, à l'ouest du Chott.

Durant le quaternaire se distinguent deux épisodes humides, le Soltanien puis le Rharbien suivis par l'actuelle période de sécheresse. Après cette pulsation humide et froide, le régime de sebkha s'installe au Rharbien, la déflation éolienne formant la croûte gypseuse récente et des lunettes. Au Sud du chott, les dunes sableuses sont subactuelles. Donc Chott El-Hodna est un paysage transito-accumulatif de dépôts argileux récents qui bordent la sebkha. Il renferme des dépôts alluvionnaires du Quaternaire.

D'après la carte géologique d'Algérie illustrant la géologie du Hodna adaptée par **Le Houérou et al. (1975)**, Chott El-Hodna présente :

- Le quaternaire : est représenté par d'anciennes alluvions et des sédiments fins.
- Le tertiaire : comporte l'Eocène, l'Oligocène continental et le Miocène. Le premier est caractérisé par des grès rouges, des argiles variées, des calcaires et des conglomérats. Le second caractérisé par des conglomérats, des grès fins friables, des marnes rougeâtres et le dernier est constitué d'une alternance de marnes gypseuse avec des grès et du calcaire.

- Le secondaire: comporte le Trias, le Jurassique et le Crétacé. Le Trias présente une lithologie composée de marnes gypseuse et de sels. Le Jurassique est formé par le calcaire et le Crétacé est formé par des bancs de marnes et de grès avec intercalation de calcaire.

Le sel de Chott El-Hodna à une origine géologique. Le Trias riche en sels qui composent les roches de montagnes qui entourent la région, qui en étant endoréique rassemble la totalité des sels dissous par les eaux des précipitations: la sebkha est un plan d'eau salé de type athalassique (**Hammer, 1986** in **Binet et Aymonin, 1987**).

### 1-3-2- Géomorphologie

Chott El Hodna est doté d'un relief plat et d'un microrelief ondulé, le chott est une large dépression dont le fond atteint 390 mètres. Il sépare la région du Hodna proprement dite de la région saharienne. C'est une dépression présentant deux zones distinctes: une zone centrale ou sebkha et une zone périphérique ou chott.

C'est un paysage de dépôts d'alluvions actuelles représenté par la sebkha. Au Nord, il y a les glacis à encroûtement calcaréo-gypseux (**Kaabech, 1995**). Ces glacis sont des terrasses (surfaces plus ou moins planes) des dépôts alluvionnaires du Quaternaire (**Pouget, 1980**).

Les oueds denses, en provenance du Nord, étalent leurs sédiments sous forme de crues qui tracent la sebkha. Ils débordent fréquemment et salinent les terres après évaporation. Ce ci laisse apparaître des lignes de salinisation. Cette partie est caractérisée par des sols argilo-limoneux.

La zone centrale, représentée par la Sebkha, correspond à une cuvette où convergent les eaux de ruissellement : c'est la zone d'eau libre salée. Elle est plate et se caractérise par une absence totale de végétation.

Quant au sud et au-delà de la formation lacustre (Sebkha) c'est la

zone de paysage sableux et plat. C'est la zone dunaire du R'mel (présence de voiles sableux). Elle est parcourue par un réseau hydrographique peu dense. Les accumulations éoliennes masquent en partie la zone du chott.

### **1-3-3- 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, en relation directe avec le niveau de la nappe phréatique gypso-saline, 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 texture du sol est lourde.

La surface, à l'état sec, est couverte par des polygones d'argiles 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 se présente comme l'a indiqué T. G. Booyadgiev dans la carte pédologique du Hodna cité par **Le Houérou et al. (1975)** de la manière suivante :

- **Sol peu évolué d'apport alluvial** : affecté à différents degrés par des sels sur les glacis récents se trouvant également en plaine.
- **Sol halomorphe moyennement à très fortement salins** : localisé dans le chott avec une couverture végétale clairsemée, localement avec des sols hydromorphes à redistribution de gypse.
- **Sol halomorphe excessivement salin** : il est abiotique et se situe dans la sebkha.

**-Sol halomorhe et sol hydromorphe** à redistribution de gypse ensablé en complexe avec des sols minéraux bruts, xériques et inorganiques issus d'apports de la région dunaire du R'mel. Les formations dunaires sont relativement peu étendues et se situent au Sud de la grande sebkha du Hodna (**Le Houérou, 1995 b.**).

Il est à noter que l'étude menée par **Abdesselam et Halitim (2014)** sur la dégradation des sols au Hodna a montré que les sols en surface sont peu calcaires et non gypseux. Ils sont influencés par la fraction grossière et sont, par voie de conséquence, perméables. La morphogenèse hydrique et éolienne constitue le principal facteur qui influence les sols de cette zone d'étude face à la salinité et le gypse qui ne sont que des facteurs secondaires. Ils signalent aussi que les sols, où l'intensité de la mise en valeur en irrigué est la plus intense, sont soumis au processus d'ensablement.

### **1-3-4- Hydrologie**

Dans la région du Hodna, les conglomérats grossiers du pliocène et de la base du Soltanien jouent un rôle important dans la formation des aquifères (**Guiraud, 1990 in Lakroune, 1999**).

Le régime hydrologique du Hodna est lié au régime pluviométrique caractérisé par de fortes irrégularités. La majorité des cours d'eau n'ont pas de débits permanents.

Quoique leur débit est trop faible, quatre oueds seulement peuvent être qualifiés de pérennes : Oued El Ham à l'Ouest, Oued K'sob au Nord, Oued Barika à l'Est et Oued M'cif au Sud.

A cela se rajoute une multitude de petits cours d'eau à sec pratiquement toute l'année et qui ne coulent que lors des fortes averses.

Tous les oueds, pérennes ou non, ont des crues secondaires fortes.

Les eaux se déversent dans le chott et sont estimées à  $461\text{Hm}^3$  pour une année moyennement pluvieuse, réparties comme suit: eaux superficielles de  $320\text{ Hm}^3$ , les eaux souterraines de  $141\text{ Hm}^3$  (**Mimoune, 1995**).

Concernant la richesse du sous sol de Chott El Hodna et ses environs en réservoirs aquifères, **Julian et Nicod (1977)** rapportent que les investigations de R. Guiraud sur l'hydrogéologie appliquée l'ont conduit à rédiger une précieuse mise au point sur la dynamique des eaux souterraines et la notion de Chott. Ainsi sont définis les principaux réservoirs aquifères et les relations entre eux: c'est le phénomène d'artésianisme des nappes profondes des Chotts. Ce même chercheur montre que «les conditions nécessaires et suffisantes à l'implantation d'une sebkha se limitent à l'existence simultanée de roches réservoirs imprégnées par un aquifère en charge, d'une topographie telle que la surface piézométrique se trouve à une côte supérieure à celle du sol et enfin d'un climat aride».

### **1-3-5- Climat**

#### **1-3-5-1-Origine des données**

L'Office National de Météorologie (**ONM**) dispose de deux stations météorologiques opérationnelles dont la disponibilité des données concerne la pluviométrie, les températures et le vent. Ces deux stations se présentent comme suit:

- Station météorologique de M'sila (SMM) : Période 1988-2013, coordonnées géographiques :  $35^\circ 39'$  N de latitude,  $4^\circ 29'$  E de longitude et 440 m d'altitude.
- Station météorologique de Bousaada (SMB): Période 1994-2013, coordonnées géographiques :  $35^\circ 19'$  N de latitude,  $4^\circ 12'$  E de longitude et 461 m d'altitude.

Nous avons été encouragés à prendre en considération les données de l'ONM étant donné :

- Ce sont des données disponibles et qui couvrent une période assez conséquente pour les deux stations météorologiques de référence (station de M'sila et station de Bousaada).
- Ces deux stations météorologiques sont situées de part et d'autre de notre zone d'étude « Chott El Hodna » c'est à dire l'une au Nord (SMM) et l'autre au Sud (SMB).
- C'est des données de stations opérationnelles et les plus proches de notre zone d'étude.
- Les données des autres sources sont relativement anciennes et sans continuité récente.

Il est impératif de signaler que nous avons en notre possession des données climatiques pour la période 1988-2013 pour la SMM. L'analyse de ces dernières nous ont laissées retissant vis-à-vis des données de la température. En effet le positionnement de la station de M'Sila, dans le climagramme d'Emberger la laisse située dans l'étage bioclimatique aride à variante froide ( $Q_3 = 14.82$  et  $m = -2.14^{\circ}\text{C}$ ). Ce ci n'est pas vrai parce que cette station fût déjà positionnée dans l'étage bioclimatique aride à variante tempérée (**Le Houérou et al., 1975 ; Kaabeche, 1990 et Bouabdallah, 1992**) d'une part et de l'autre il ya tendance à un réchauffement climatique et non à un refroidissement. **Gargaud et al. (2005)** énoncent que le vingtième siècle est marqué par une tendance générale au réchauffement où l'année 1998 et la dernière décennie sont les plus chaudes jamais enregistrées depuis plus de 100 ans et voire même jamais vécue au cours des derniers millénaires.

### 1-3-5-2- Données climatiques

Les données climatiques sont celles des stations météorologiques de M'sila et de Boussaada pour les périodes: 1988-2013 pour M'Sila et 1994-2013 pour Bousaada (Tab. 1).

**Tableau 1 :** Précipitations moyennes mensuelles et moyennes mensuelles des températures des stations météorologiques de M'sila et de Boussaada

Station	Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Cumul
SMM	<b>P (mm)</b>	17,37	12,93	15,40	21,56	23,55	9,48	3,79	7,65	26,69	25,32	18,88	19,24	201,86
	<b>m (°C)</b>	5,40	4,10	7,67	10,53	15,84	20,91	24,50	24,10	19,35	14,55	8,38	4,52	
	<b>M(°C)</b>	14,13	16,01	20,33	23,21	28,07	34,87	38,87	38,22	32,31	25,88	18,96	18,96	
	<b>(M+m)/2</b>	9,77	10,06	14,00	16,87	21,95	27,89	31,68	31,16	25,83	20,21	13,67	11,74	
	<b>V(m/s)</b>	3,64	4,07	4,39	5,06	4,64	4,56	4,31	3,98	3,79	3,66	3,65	3,74	
SMB	<b>P (mm)</b>	14,36	11,65	12,65	20,55	17,88	9,28	5,01	11,65	30,43	21,34	13,18	14,96	182,94
	<b>m (°C)</b>	3,42	3,37	7,86	10,77	15,95	21,84	24,98	24,42	19,59	14,79	9,34	4,94	
	<b>M(°C)</b>	14,98	15,07	20,49	23,55	30,31	34,1	40,06	39,8	33,02	27,2	20,11	15,52	
	<b>(M+m)/2</b>	9,20	9,22	14,18	17,16	23,13	27,97	32,52	32,11	26,31	21,00	14,73	10,23	
	<b>V(m/s)</b>	2,50	3,24	3,41	3,20	2,94	2,24	1,91	2,00	1,69	1,19	2,31	2,14	

Source: Stations météorologiques de M'sila et de Boussaada.

Avec :

**P** : pluviométrie en mm, **M** :Moyenne des températures maximales en degré Celsius,  
**m** : Moyenne des températures minimales en degré Celsius et **(M+m)/2**: Moyenne des températures en degré Celsius, **V(m/s)** : Vitesse du vent exprimée en mètre par seconde.

La déduction du régime saisonnier, le calcul du quotient pluviothémique d'Emberger « Q<sub>2</sub> » (**Dajoz, 2006**) et la déduction de l'étage bioclimatique ont été fait d'après les données illustrées ci-dessus et a permis de dresser le tableau suivant (Tab. 2)

**Tableau 2 :** Régime saisonnier, quotient pluviothémique et étage bioclimatique des stations météorologiques relatives à la zone d'étude

Stations	P (mm)	Régime saisonnier	m (°C)	M (°C)	M – m	Q <sub>2</sub>	Etage bioclimatique
SMM	201,86	APHE	4,10	38,87	34,77	19,84	Aride inférieur à hiver tempéré
SMB	182,94	APHE	3,37	40,06	36,69	17,02	Aride inférieur à hiver tempéré

D'après les données climatiques, notre zone d'étude est incluse dans l'étage bioclimatique aride à hiver tempéré avec régime saisonnier des précipitations de type APHE et une période sèche s'étalant sur toute l'année.

La zone présente des vents qui sont relativement fort surtout pendant la période printanière où la plaine du Hodna est réputée être une zone ventée en raison de la faiblesse des obstacles biologiques ou naturels qui peuvent atténuer la vitesse du vent (**Hadjab, 1998**).

## 1-4- Milieu biotique

### 1-4-1- La végétation

La végétation de Chott El Hodna est une steppe crassulcente constituée par une végétation halophile tout autours de la sebkha (**Le Houérou et al., 1975**). La distribution des communautés végétales de ce milieu est soumise à deux facteurs : facteur climatique (étage bioclimatique méditerranéen aride) est favorable aux steppes graminéennes ou chamaephytiques et facteur édaphique (salinité et sables) favorise les plantes halophiles ou psamophiles (**Kaabech, 1995**).

## 1-4-2- Phytogéographie

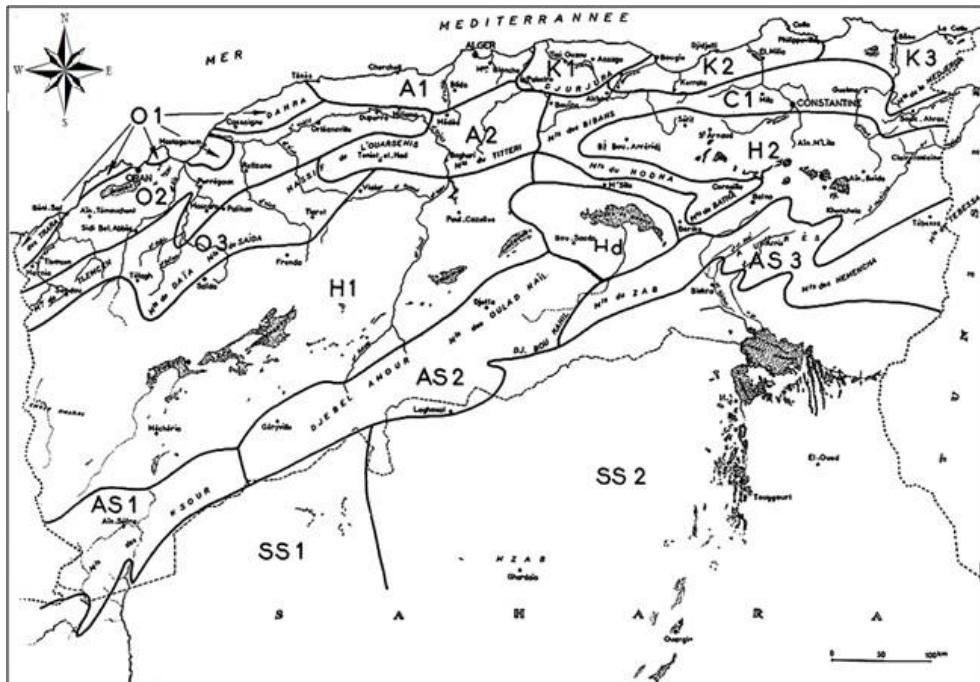
La hiérarchie des territoires phytosynthétiques est une synthèse des proximités géographiques pondérées par les flores (**De Ruffray et al., 1989 in Meddour, 2010**). L'échelle horizontale classiquement retenue est la suivante (**Rameau, 1988 in Meddour, 2010**) : Empire, Région, Domaine (ou Province), Secteur et District. On distingue ainsi :

- Les empires floristiques, fondés sur l'endémisme des familles et des sous-familles.
- Les régions, sur la base d'un endémisme des genres et des sections des genres.
- Les domaines, caractérisés par un endémisme très marqué des espèces.
- Les secteurs, fondés sur un endémisme marqué des unités subordonnées à l'espèce.
- Les districts correspondant en principe à un début d'endémisme de taxons inférieur à l'espèce.

En outre, chaque secteur et chaque domaine phytogéographique possède un certain nombre de taxons et de syntaxons caractéristiques (**Rivas-Martinez et Rivaz Goday, 1975 in Meddour, 2010**).

Notre vaste pays fait partie intégrante du *Royaume holarctique* (sous-empire téthien ou mésogén) et plus précisément de la région méditerranéenne (sous-région occidentale) et de la région saharo-arabique (sous-région saharienne) (**Quézel, 1978 in Meddour, 2010**).

D'après la subdivision phytogéographique de l'Afrique méditerranéenne et du Sahara de **Quézel et Santa (1962)** et de **Quézel (1978 in Meddour, 2010)**, Chott El Hodna appartient au domaine Nord-africain steppique, au secteur du Sahara Septentrional et au sous-secteur du Hodna (Fig. 2).



**Figure 2 :** Carte des sous-secteurs phytogéographiques de l'Algérie du Nord (Quézel et Santa, 1962)

**Légende :**

K: Secteur Kabyle et Numidien

K1: Grande Kabylie

K 2 : Petite Kabylie

K 3: Numidie (de Skikda à la frontière tunisienne)

A: Secteur algérois

A1: Sous-secteur littoral

A 2: Sous-secteur de l'Atlas Tellien

C1: Secteur du Tell constantinois

O: Secteur oranais

O1: Sous-secteur des Sahels littoraux

O2: Sous-secteur des plaines littorales

O3: Sous-secteur de l'Atlas Tellien

H: Secteur des Hauts-Plateaux

H1: Sous-secteur des Hauts-Plateaux algérois et oranais

H 2: Sous-secteur des Hauts-Plateaux constantinois

AS: Secteur de l'Atlas Saharien

AS 1: Sous-secteur de l'Atlas Saharien oranais

AS 2: Sous-secteur de l'Atlas Saharien algérois

AS 3: Sous-secteur de l'Atlas Saharien constantinois (y compris les Aurès)

SS: Secteur du Sahara Septentrional

Hd: **Sous-secteur du Hodna**

SS 1: Sous-secteur occidental du Sahara Septentrional

SS 2: Sous-secteur oriental du Sahara Septentrional

## **1-5- Présentation de la zone humide de Chott EL Hodna**

### **1-5-1- Présentation**

Chott El Hodna est situé en zone aride dans le Nord-Est d'Algérie. Biogéographiquement, il s'intègre dans la végétation steppique du Maghreb (**Kaabech, 1990**). Il appartient au bassin versant endoréique du Hodna. Il fait partie d'une série de chotts qui se sont développés là où convergent les eaux prévenants de l'Atlas Saharien au Sud et l'Atlas Tellien au Nord (**Hadjab, 1998**).

Ce Chott El Hodna est une zone humide naturelle, non côtière, temporaire, sans végétation intérieure et relativement salée.

### **1-5-2- Date d'inscription**

Chott El Hodna a été inscrit en 2001 (**DGF, 2001**), comme zone humide répondant aux critères de la convention de RAMSAR, sous le numéro de référence du site **DZ 28 01** (Algérie).

### **1-5-3- Critères de RAMSAR appliquées à la zone humide de Chott El Hodna**

Les critères de la convention de RAMSAR appliqués à la zone humide de Chott El Hodna sont les critères : 1, 2, 3 et 7 comme énumérés dans la dite convention et cités plus haut dans le tableau 1. Il est à noter que c'est le critère 3 qui caractérise mieux cette zone humide (**DGF, 2002**).

### **1-5-4- Justification des critères de RAMSAR**

Le site de Chott El Hodna est un des types de zones humides représentatifs de sites rares ou uniques dans la région et où l'opportunité pour la conservation de la diversité biologique tient compte d'espèces ou des communautés écologiques avec comme spécificité l'existence de

poissons. La justification des critères de RAMSAR appliqués pour cette zone humide est comme suit :

### **Critère 1**

Selon **DGF (2002)**, 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 ce type de milieu naturel d'un seul tenant ayant subi 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 de variétés biologiques.

### **Critère 2**

Le Chott El Hodna et la région limitrophe abritant des espèces menacées (**DGF, 2001 et 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 (*Marinonetta angustriostris*) est également un oiseau menacé classé sur la liste rouge de l'**UICN**.

### **Critère 3**

La faune de Chott El Hodna est riche et diversifiée. Contrairement à la flore et faute d'études on peut avancer que le Chott avec ses 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 surtout qu'un nombre de ces espèces faunistique est classé sur la liste rouge de l'**UICN**. Ce Chott regroupe d'un point de

vue floristique un ensemble d'espèces endémiques, représentatives tant de l'élément méditerranéen que de l'élément saharo-arabique. Il 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 en haut de la séquence, au saharien confirmé à la base de zonation. Ce milieu 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. Dans ce contexte **Kaabache (1990)** signale une flore représentée par 550 taxons dans les communautés steppiques, forestières et pré-forestières à l'échelle régionale de Bou Saada (Algérie) : des monts du Hodna à la steppe saharienne au sud de cette localité. La faune, riche et diversifiée, est composée de 119 espèces d'oiseaux, 20 espèces de mammifères et 10 espèces de reptiles (**DGF, 2001 et 2002**).

### **Critère 7**

Le réseau hydrographique qui alimente le Chott (Oued El Ham, Oued M'sila et Oued M'Cif ...) abrite une population importante de poisson indigène tel que le Barbeau de l'Algérie : *Luciobarbus callensis* (Valenciennes, 1842) (**Mimeche, 2014**).

#### **1-5-5- Type de zone humide**

Le chott est une zone humide continentale de type : **R Ss Y**. Ces symboles sont ceux du système Ramsar de classification des types de zones humides qui a été énoncé plus haut :

- **R** : lacs salés et étendues / saumâtres/alcalins saisonniers/intermittent.
- **Ss** : Mares/marais salins / saumâtres/alcalins saisonniers/ intermittent.
- **Y** : sources d'eau douce – oasis.

Ces symboles indiquent que Chott El Hodna est une zone humide continentale qui se distingue comme étant un lac salé, une étendue saisonnière et une mare saline saisonnière- intermittente avec l'existence de sources d'eau douce (forages artésiens).

En résumé, une zone humide est un territoire situé entre terre et eau. C'est un milieu fréquenté par des oiseaux d'eau et riche en espèces animales et végétales. Elle assure de nombreuses fonctions : hydrologique, biogéochimique et bio-environnementale en plus de d'autres fonctions en rapport directes avec les activités humaines. Les zones humides sont des milieux très convoités par les hommes à cause de leurs valeurs : économique, biologique, esthétique et socioculturelle. Mais en dépit des fonctions et des services rendus, les zones humides se trouvent sous la menace de dégradation engendrée par les pratiques humaines insouciantes, irréfléchies et souvent inconsidérées.

## **2- Méthodologie de travail**

### **2-1- Objectifs de notre étude**

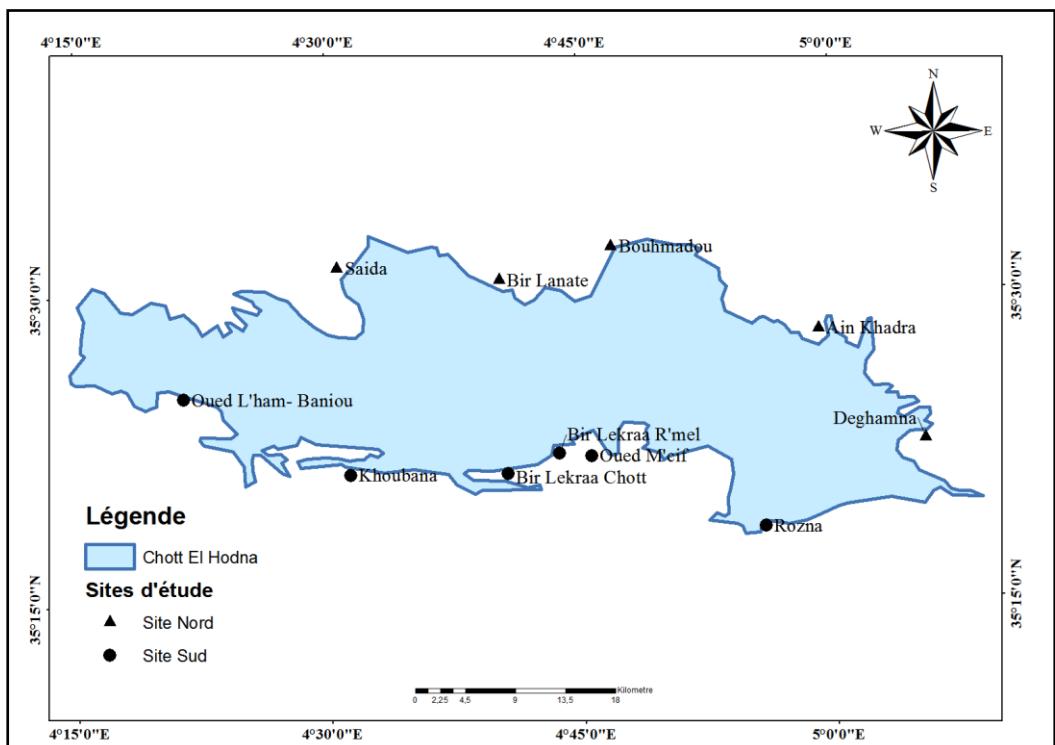
L'inventaire floristique permet de dresser la liste exhaustive des espèces et delà avoir la composition floristique de ce qui existe dans le milieu d'étude. En premier lieu, cet inventaire fera ressortir la flore endémique du Chott et en second lieu il y aura proposition de mesures de préservation pour cette flore en général.

### **2-2- Echantillonnage**

Nous avons effectué un échantillonnage non probabiliste mixte regroupant à la fois un échantillonnage subjectif et un échantillonnage systématique. L'échantillonnage subjectif est défini selon **Gounot**

(1969), comme une méthode rapide d'étude de la végétation avec des résultats précis. Cet échantillonnage dépend beaucoup de l'expérience et de l'œil attentif du manipulateur. Nous l'avons utilisé pour le choix des milieux à inventorier. Pour ce qui est de l'échantillonnage systématique, il fût utilisé en exécutant le mode répétitif des relevés dans les stations c'est à dire l'un après l'autre.

Les relevés floristiques ont été réalisés dans onze (11) stations différentes s'intègrent à deux sites opposés. Ces sites sont situés : l'un au Nord ou site septentrional de la zone d'étude et englobe cinq (05) stations (Bir Lanate, Ain Khadra, Saida, Bouhmadou et Deghamna) et l'autre au Sud ou site méridional et totalise six (06) stations (Oued M'cif, Bir Lekraa Chott, Bir Lekraa R'mel, Khobana, Rozna et Oued Lham-Baniou) (Fig. 3).



**Figure 3 :** Répartition des stations d'étude selon les sites dans la zone humide de Chott El Hodna

**NB/** La station de Deghamna est située à l'Est de Chott El Hodna et on l'a classée dans le site Nord pour :

- Equilibrer les effectifs des stations par site.
- Ecologiquement l'Est, est plus proche de son homologue Nord (**Zeraia, 1981**) donc les conditions mésologiques sont du moins similaires.

Lors du choix des endroits de nos relevés certains critères ont été pris en considération :

- Homogénéité floristique de la végétation (**Brethes, 1989**).
- L'accessibilité.
- L'état de diversité.
- Réduction au maximum des effets d'interférences et des zones de transitions : lieux de passage du bétail, pistes, décombres-déchets, mise en défend, zones de culture ...

Dans la zone d'étude, quatre (04) milieux distincts (Tab. 3) ont pu être distingués et qui se présentent comme suit:

- Le premier c'est les rives des oueds (Oued Mcif et Oued Lham-Baniou): les relevés floristiques ont été entrepris perpendiculairement aux ceintures de la végétation existante le long de l'oued.
- Le second c'est la zone dunaire (R'mel) en contact direct avec la sebkha : les relevés floristiques ont été menés suivant la toposéquence (suivant la pente du terrain du point aval au point amont). Ce milieu a été rencontré dans les stations : Bir Lekraa-R'mel, Khoubana et Oued Lham-Baniou.
- Le troisième est un terrain surplombant la sebkha (fortement mamelonné). Les mamelons sont séparés par des espaces dénudés de toute végétation et où les affleurements salins

apparaissent. Le relevé dans ce milieu touche le mamelon en entier. Ce ci a concerné les stations : Ain El Khadra, Rozna et Deghamna.

- Le dernier milieu touche le chott proprement dit (zone limitrophe à la sebkha et présentant une égétation). Les relevés ont été réalisés selon des transects végétaux de direction Est-Ouest et Nord-Sud. Il a été effectué dans les stations : Saida, Bir Lanate, Bouhmadou, Deghamna, Rozna, Bir Lekraa Chott et Koubana.

**Tableau 3 :** Type de milieux d'étude et caractéristiques des relevés floristiques relatifs

Type de milieux d'étude	Caractéristiques des relevés floristiques relatifs	Stations concernées
Rives des oueds	relevés floristiques entrepris perpendiculairement aux ceintures de la végétation existante le long de l'oued	Oued Mcif et Oued Lham-Baniou
Zone dunaire (R'mel)	Toposéquence végétale selon la pente du terrain : de haut en bas	Bir Lekraa-R'mel, Khoubana et Oued Lham-Baniou
Terrain surplombant la sebkha (mamelonné)	Relevé végétal sur le mamelon en entier.	Ain El Khadra, Rozna et Deghamna
Chott	Transects végétaux de direction Est- Ouest et Nord-Sud	Saida, Bir Lanate, Bouhmadou, Deghamna, Rozna, Bir Lekraa Chott et Koubana.

Les distances entre les relevés floristiques sont irrégulières. Elles varient de 100 à 180m.

### 2-3- Nombre de relevés floristiques

D'après **Daget et Godron (1982)**, une liste exhaustive d'espèces végétales d'une station n'est jamais cloturée de manière définitive et ce pour divers raisons :

- La notion d'espèce est encore imprécise, et il n'est pas toujours possible de préciser le niveau taxonomique (espèce, sous espèce, variété ou race)

- Le relevé devrait être permanent pour être certain de voir aussi bien les plantes hivernales que les plantes estivales et les automnales.

- Les espèces sont souvent cachées, même dans un milieu stabilisé depuis longtemps, il reste un stock de diaspores dormantes depuis longtemps, dont la variété et l'ancienneté sont stupéfiantes (le stock semencier du sol est inestimable). Dans ce point précis, **Magurran (1988)**, note qu'il est rarement possible d'identifier (prélever) tous les individus dans une communauté lors d'un inventaire.

- La surface du relevé est inférieure à celle de la station car la distribution des fréquences des espèces dans une station montre régulièrement qu'il existe un certain nombre d'espèces peu représentées, et pour que la liste soit complète il faudrait inventorier toute la surface de la station et savoir exactement où elle finit.

Un inventaire complet suppose une analyse floristique de chaque surface du terrain et à différentes époques de l'année, néanmoins 2 ou 3 passages dans la même station suffisent pour avoir une idée générale.

En premier lieu, les relevés floristiques ont été réalisés entre 2007 et 2013, au cours des saisons printanières et avec des compléments de relevés, vérification saisonnière et compléments, au total 280 relevés floristiques ont été réalisés.

En second lieu, soucieux de la région Est du Chott, pas bien explorée, la station de Deghamna a été effectuée durant le printemps 2014/2015 où 22 relevés floristiques ont été réalisés.

Pour ce qui est de la région Ouest de Chott El Hodna, la pauvreté du tapis végétal dégradé et dominé par des taxons tels que *Salsola*

*vermiculata* L., *Peganum Harmala* L. et *Plantago albicans* L., et où aucune espèce endémique ne fût rencontrée dans les lieux. Les relevés floristiques y afférents au nombre de 17, considérés comme banales, non pas été retenus.

Le nombre total de relevés floristiques réalisés et objet d'analyse pour la présente étude sur la flore endémique de la zone humide de Chott El Hodna s'élève donc à **302** relevés (Tab. 4).

**Tableau 4:** Répartition des relevés floristiques de la zone d'étude selon les sites et les stations

Site	Station	Nombre de relevés
Sud	Oued M'cif	42
	Bir Lekraa Chott	27
	Bir Lekraa R'mel	10
	Khobana	35
	Rozna	25
	Oued Lham-Baniou	42
<b>Total 1</b>		<b>181</b>
Nord	Bir Lanate	25
	Ain Khadra	32
	Saida	29
	Bouhmadou	13
	Deghamna	22
<b>Total 2</b>		<b>121</b>
<b>Total (1+2)</b>		<b>302</b>

#### 2-4- Réalisation des relevés floristiques

Les relevés de végétation sont réalisés selon les méthodes classiques, par l'établissement de la liste de toutes les espèces végétales (vasculaires) présentes sur une unité de surface

préalablement déterminée au sein d'une station homogène : c'est l'aire minimale (**Hammada, 2007**).

Cette aire minimale est celle du relevé (**Hamel et al., 2013**). Ceci est la méthode Braun- Blanquet (**Guinochet, 1973**). Elle implique la prise de toutes les espèces végétales dans une surface bien définie et où chaque espèce lui a été affectée un coefficient semi-quantitative: l'abondance-dominance (**Gillet, 2000**). Cette surface minimale exprime en réalité la surface nécessaire et suffisante pour un relevé floristique (**Lacoste et Salanon, 2005**). **Colin (1970 in Frontier, 1983)** définit l'échantillon (relevé floristique) comme un fragment pris pour juger l'ensemble car il contient presque toutes les espèces qui peuvent être trouvés dans le fragment d'étude. La surface de relevé floristique dépend des conditions climatiques et stationnaires. Le nombre d'apparition des annuelles (thèrophytes) dépend aussi de ces mêmes conditions (**Djebaili, 1984**).

Il est à noter que les stations des relevés ont été matérialisées par un GPS (Global Positionning System) portable : Etrex Garmin et ce pour reconnaissance ultérieure d'une part et de l'autre pour positionner nos stations sur cartes géo-référencée du SIG (Système d'Information Géographique).

## 2-5- Surface des relevés floristiques

Dans les communautés de la steppe plusieurs chercheurs ont utilisé différentes surfaces pour l'exécution des relevés:

- **Djebaili (1978)** : 100m<sup>2</sup>.
- **Kaabech (1990)** : 16m<sup>2</sup>.
- **Ayad et al. (2013)** : 16 à 20m<sup>2</sup>.
- **Bouabdallah (1992)** : 16 à 256m<sup>2</sup>.
- **Negadi et al. (2014)** : 100m<sup>2</sup>.

Pour notre part cette surface varie de 20 à 70m<sup>2</sup>.

## **2-6- Récolte, détermination et nomenclature des taxons**

Les échantillons de plantes prélevés ont été identifiés et déterminés par l'utilisation de:

- Flore de l'Afrique du Nord de **Maire (1952-1987)**.
- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales de **Quézel et Santa (1962 et 1963)**.
- Flore du Sahara de **Ozenda (1983)**.

En plus des spécimens de plantes récoltées, une série de renseignements écologiques (mésologiques) et physionomiques qui caractérisent les conditions d'existence de l'unité échantillonnée a été prise. La nomenclature des taxons utilisée est celle de **Quézel et Santa (1962 et 1963)**. Suivant **Véla et Benhouhou (2007)**, lorsqu'un taxon est indiqué par la simple mention de «endémique» (end.), il est considéré comme endémique algérien. Il est à signaler que cinq taxons non mentionnés par la flore suscitée et précisés endémiques par la Flore du Sahara d'**Ozenda (1983)** ont été pris en compte parmi les taxons endémiques dans notre zone d'étude.

La mention de la rareté dans la flore **Quézel et Santa (1962 et 1963)** est un indice unique. Cet indice comporte quatre niveaux allant par ordre décroissant : rarissime (RRR), très rare (RR), rare (R) et assez rare (AR) (**Véla et Benhouhou, 2007 et Medjahdi, 2010**). Pour notre étude et en absence totale de tout taxon rarissime (RRR), seuls trois niveaux de rareté ont été utilisés. Ils correspondent à la rareté relative pour quelques taxons de notre zone d'étude: AR : assez rare; R : rare, et RR : très rare.

Concernant les types biologiques utilisés dans notre étude on a utilisé celle de **Raunkiaer (1934)** et les indications d'**Emberger (1966)** qui stipulent l'utilisation des types biologiques réels observés sur terrain et non ceux issus de la bibliographie.

**Lahondère (1997)** rapporte que le type biologique de Raunkiaer, est le reflet du milieu sur l'espèce. L'ensemble des espèces d'un milieu doit être le reflet du type du milieu. Le système de **Raunkiaer (1934)** est basé sur la protection des bourgeons pendant les périodes critiques pour la Végétation, hiver ou été suivant les types de climat. Il distingue ainsi:

- 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 celui-ci est une combinaison spécifique des types biologiques exprimée en pourcentage de chaque type biologique en fonction du nombre d'espèces (**Lahondère, 1997**).

Pour ce qui est du type morphologique, il a été pris en compte dans l'analyse des taxons. Il fût déterminé sur terrain et aidé souvent par les flores citées plus haut et par l'utilisation des ouvrages de **Dobignard** et **Chatelain (2010 - 2012)**. Et enfin pour les origines chorologiques des taxons, nous avons utilisé la même documentation précitée et qui concerne la flore.

## 2-7- Manipulation des relevés et des taxons

La manipulation des relevés et des taxons de notre étude, pour classement, ordination ou établissement de graphes ou figure de données, a été faite par le programme Exel sous Windows 2007.

## 2-8- Analyse numérique de la flore

Pour l'analyse numérique de la flore quatre (04) techniques ont été utilisées. La première est le test de Kruskal-Wallis qui est une analyse de variance (ANOVA) non paramétrique, en comparant les médianes de plusieurs groupes univariés (données dans les colonnes). Les échantillons sont prélevés sur les populations avec des médianes égales.

La seconde est l'élaboration des cartes numérisées (Géo-référencierées) par l'utilisation de l'outil de cartographie arcGIS version 10.2 développé par la société américaine Esri (Environmental Systems Research Institute, Inc.) en utilisant nos résultats et la base de données du Haut Commissariat au Développement de la Steppe (**HCDS, 2010**) sur l'occupation des terres dans les wilayas de M'Sila et Batna (zones limitrophes à la zone humide de Chott El Hodna), réalisée par le Bureau National d'Etudes pour le D'Eveloppement Rural (BNEDER) Algérie en 2005.

La troisième analyse intéresse l'indice de similarité où il existe plusieurs options d'évaluer la similitude floristique de deux listes d'espèces ou deux sites ou relevés (**Kouassi et al., 2010**). Nous avons choisi l'indice de similarité de Sørensen-Dice par ce qu'il utilise des données binaires d'espèces (**Gower, 1971 in Johnston, 1976 ; Hill et Gauch, 1980 ; Duarte et al., 1999; Dalirsefat et al., 2009 ; Faye, 2010 ; Kallio et al., 2011 ; Marcon, 2013 et Hammer, 2015**). Le coefficient semi-quantitatif de l'abondance-dominance en notre possession a été transformé en coefficient qualitatif de présence-absence. En effet, **Gillet (2000)** rapporte que la comparaison de relevés floristiques se font normalement en présence- absence (codage 0 ou 1 : données dites binaires), sans pondération des espèces en fonction de l'abondance-dominance.

Concernant la dernière analyse de nos résultats, nous avons utilisé la DCA (Detrended Correspondence Analysis) ou Analyse des Correspondances Redresée parce qu'elle n'est pas sujette à l'effet de l'arc et de la compression de données (**Hill et Gauch, 1980 ; Minchin, 1987** et **Bouxin, 2014**) et les échantillons sont inégalement espacées le long de l'axe DCA. Les résultats obtenus par cette analyse (DCA) présentent de meilleures performances avec des données simulées comparées par rapport à une analyse des correspondances : *Correspondence Analysis* (CA) et la moyenne de réciprocité : *Reciprocal Averaging* (RA) (**Holland, 2008**).

**Hill et Gauch (1980)** ont développé cette méthode de coordination, Detrended Correspondence Analysis (DCA), pour corriger les problèmes majeurs de l'analyse des correspondances (effet de l'arc et de la compression de données). Ces problèmes sont corrigés en deux phases: par redressement (*Detrending*) des observations ou relevés floristiques et taxons qui se présentent condensés et superposés dans un plan, et en rééchelonnant (*Rescaling*) les échantillons : relevés floristiques et taxons pour notre étude.

- *Detrending* est le processus d'élimination de l'effet d'arc. La DCA le fait en divisant le premier axe en segments, puis en centrant le deuxième axe sur zéro (**Hugh et Gauch, 1982** et **Pielou, 1987**).
- *Rescaling* est le processus de déplacer les positions des échantillons le long des axes de coordination. Rescaling est nécessaire pour qu'une distance donnée dans l'espace de coordination signifie la même chose dans différentes parties du diagramme de coordination, ou dans différents diagrammes de coordination.

Cette analyse des correspondances redressée s'est avéré être mieux que d'autres techniques de d'analyse. Elle produit des résultats qui sont faciles à interpréter dans la plupart des cas (**Hill et Gauch, 1980**).

Cette technique fonctionne bien sur des données de végétation (**Hill et Gauch, 1980**). Dans le graphique DCA, les relevés floristiques et la végétation présente (composition) d'un milieu sont influencés par les mêmes conditions environnementales (**Khaznadar et al., 2009**) et traduisent ainsi les mêmes caractéristiques du milieu ou biotope où ils ont été rencontrés.

Ces techniques utilisées (Le test de Kruskal-Wallis de ANOVA, l'indice de similarité de Sørensen-Dice et la DCA) ont été calculées par le programme libre **PAST** (PAléontological STatistics) Version **3.05 (1999-2015)**.

### **3- Résultats et discussion**

La végétation de la zone humide de Chott El Hodna est confinée dans des milieux où les paramètres écologiques sont imposants et parfois décisifs (salinité, aridité, ensablement, inondation...).

C'est une partie, rappelons-le, du territoire steppique Maghrébin à caractère méditerranéen d'une part et sous influence méridionale xérique d'autre part. Sa situation géographique à l'ombre pluviométrique des monts du Hodna, son ouverture au sud aux influences du Sahara et son altitude relativement basse par rapport aux zones environnantes, lui confère un climat assez particulier où l'existence d'une auréole désertique au sein d'une zone aride est confirmée (**Le Houérou et al., 1977**). En plus de ces caractéristiques, l'activité anthropogène de part le surpâturage, le défrichement et l'éradication des ligneux (**Mimoune, 1995** et **Hadjab, 1998**) contribue à l'atteinte négative de la biodiversité existante (**Daget et Poissonet, 1997**).

L'analyse de la flore de cet environnement, où des conditions mésologiques assez particulières existent, a été menée d'une part sur la végétation globale rencontrée et d'autre part sur la flore endémique.

### **3-1- Diversité botanique de la flore recensée**

#### **3-1-1- Flore globale**

Cette diversité botanique concerne le nombre de familles, la richesse générique et la richesse spécifique de la flore recensée dans notre milieu d'étude.

La flore globale de la zone humide de Chott El Hodna comporte une liste de **185** taxons. Un taxon (**01**) unique de gymnosperme et **184** taxons d'angiospermes dont **33** taxons pour la classe des monocotylédones (Liliopsida) et **151** taxons appartenant à la classe des dicotylédones (Magnoliopsida). Les **185** taxons sont répartis en **37** familles et englobant **127** genres (Tab. 5 et Fig. 4).

**Tableau 5 : Répartition des genres et des taxons par famille botanique**

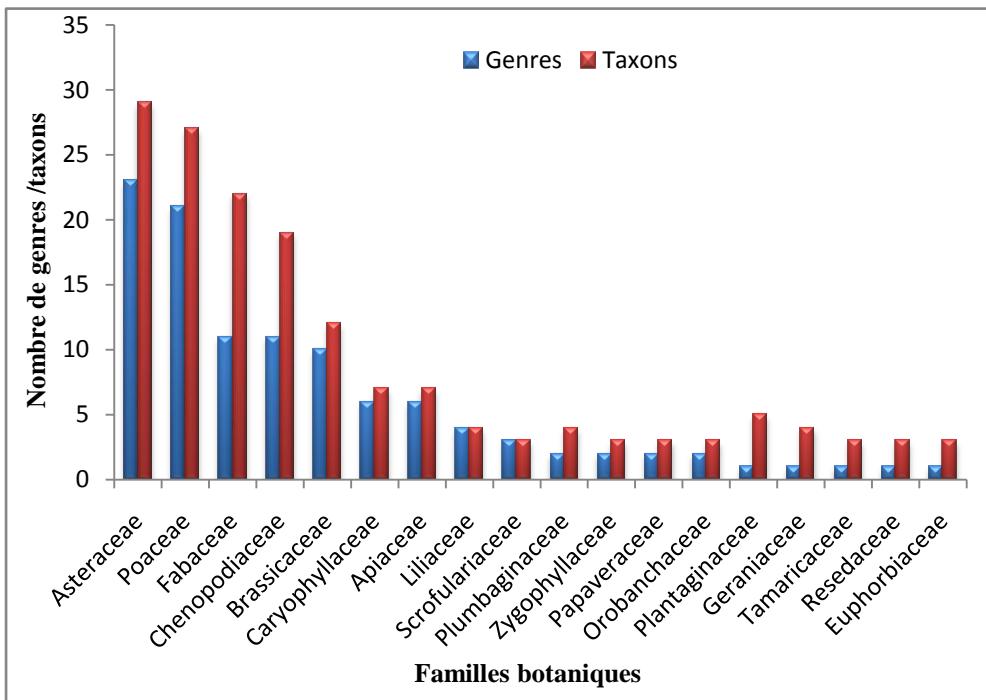
Familles	Genres	Taux (%)	Taxons	Taux (%)
Asteraceae	23	18.11	29	15.68
Poaceae	21	16.54	27	14.59
Fabaceae	11	8.66	22	11.89
Chenopodiaceae	11	8.66	19	10.27
Brassicaceae	10	7.87	12	6.49
Caryophyllaceae	6	4.72	7	3.78
Apiaceae	6	4.72	7	3.78
Liliaceae	4	3.15	4	2.16
Scrophulariaceae	3	2.36	3	1.62
Plumbaginaceae	2	1.57	4	2.16
Zygophyllaceae	2	1.57	3	1.62
Papaveraceae	2	1.57	3	1.62
Orobanchaceae	2	1.57	3	1.62
Plantaginaceae	1	0.79	5	2.70

**Tableau 5** : Répartition des genres et des taxons par famille botanique (suite)

Familles	Genres	Taux (%)	Taxons	Taux (%)
Geraniaceae	1	0.79	4	2.16
Tamaricaceae	1	0.79	3	1.62
Resedaceae	1	0.79	3	1.62
Euphorbiaceae	1	0.79	3	1.62
Thymelaeaceae	1	0.79	2	1.08
Malvaceae	1	0.79	2	1.08
Lamiaceae	1	0.79	2	1.08
Frankeniaciae	1	0.79	2	1.08
Cistaceae	1	0.79	2	1.08
Solanaceae	1	0.79	1	0.54
Rosaceae	1	0.79	1	0.54
Primulaceae	1	0.79	1	0.54
Polygonaceae	1	0.79	1	0.54
Juncaceae	1	0.79	1	0.54
Fumariaceae	1	0.79	1	0.54
Ephedraceae	1	0.79	1	0.54
Cyperaceae	1	0.79	1	0.54
Cucurbitaceae	1	0.79	1	0.54
Convolvulaceae	1	0.79	1	0.54
Capparidaceae	1	0.79	1	0.54
Boraginaceae	1	0.79	1	0.54
Apocynaceae	1	0.79	1	0.54
Aizoaceae	1	0.79	1	0.54
<b>Totaux</b>	<b>37</b>	<b>127</b>	<b>100.00</b>	<b>185</b>
				<b>100.00</b>

La famille des Asteraceae est la plus représentée (Tab. 5). Elle renferme **23** genres avec **29** taxons différents de l'ensemble de la végétation recensée. Ce ci est vrai étant donné que **Quézel (1964)** rapporte que les Composées (Asteraceae) est la famille la mieux représentée dans la flore algérienne.

Certaines familles, spécifiquement pauvres c'est à dire représentées par un seul genre et qui ne sont du point de vue spécifique que des monospécifiques ou des singltons (**Magurran, 2004** et **2005**) ou des bispécifiques ou des doubletons (**Magurran, 2004**) n'ont pas été pris en considération lors de l'établissement de la figure ci-dessous qui stipule la distribution des genres et des taxons par famille (Fig. 4).



**Figure 4 :** Répartition des genres et des taxons dans les familles botaniques les plus représentées

En effet, dans l'analyse des familles botaniques les plus prépondérantes dans la flore algérienne, et après les Composées (Asteraceae), ce sont : Caryophyllées (Caryophyllaceae), Légumineuses (Fabaceae), Crucifères (Brassicaceae), Ombellifères (Apiaceae) et Graminées (Poaceae) qui s'imposent (**Quézel, 1964**). Pour notre cas, et après les Asteraceae, on a les : Poaceae, Fabaceae, Chenopodiaceae (Amaranthaceae), Brassicaceae, Caryophyllaceae et Apiaceae qu'on

rencontre. La présence des Chenopodiaceae (**11** genres et **19** taxons) au quatrième rang après les Asteraceae, les Poaceae et les Fabaceae, témoigne de biotopes assez particuliers. En effet, **Emery-Barbier (1988)** ainsi que **Koull et Chehma (2013)** rapportent que certaines Chénopodiacées sont des halophytes liées localement à l'aridité et à la salinité du substrat et ce qui est le cas pour notre zone d'étude.

### **3-1-1-1- Richesse générique**

La zone d'étude compte **127** genres (Tab. 5). La famille des Asteraceae (Composées) est la plus représentée : **23** genres, suivie par les Poaceae (graminées) avec **21** genres. Les Fabaceae et les Chenopodiaceae sont représentées chacune par **11** genres. Les Brassicaceae et les Caryophyllaceae avec **06** genres et quand aux Apiaceae, elles n'en présentent que **4** genres. Le reste des familles sont peu représentées.

### **3-1-1-2- Richesse spécifique**

La richesse spécifique est apparue presque identique comme la richesse générique où les familles génériquement dominantes le sont aussi spécifiquement. Mais il est tout de même impératif de signaler d'une part que **14** familles sont monogénériques et monospécifiques (Solanaceae, Rosaceae, Primulaceae , Polygonaceae, Juncaceae, Fumariaceae, Ephedraceae, Cyperaceae, Cucurbitaceae, Convolvulaceae, Capparidaceae, Boraginaceae, Apocynaceae et Aizoaceae). D'autre part, il ya **05** familles qui sont monogénériques et bispécifiques (Thymelaeaceae, Malvaceae, Lamiaceae, Frankeniaceae et Cistaceae).

### **3-1-2- Flore endémique**

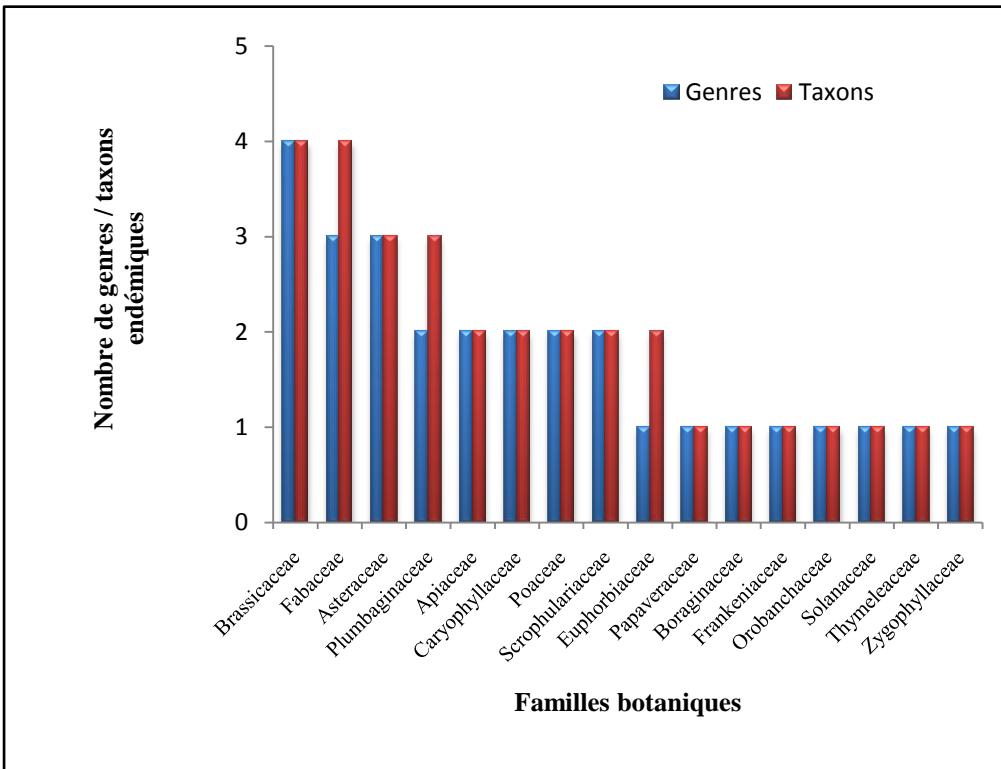
La végétation endémique de Chott El Hodna recèle **31** taxons. Elle renferme uniquement **02** taxons pour la classe des monocotylédones et **29** taxons pour la classe des dicotylédones. L'ensemble des taxons se

répartissons sur **16** familles botaniques soit plus de **40%** du totale des familles présentes dans notre zone d'étude (Tab. 6).

**Tableau 6 :** Répartition des genres et du nombre de taxons endémiques dans les familles botaniques

		Genres	Taux (%)	Taxons	Taux (%)
Familles botaniques	Brassicaceae	4	14.29	4	12.90
	Fabaceae	3	10.71	4	12.90
	Asteraceae	3	10.71	3	9.68
	Plumbaginaceae	2	7.14	3	9.68
	Apiaceae	2	7.14	2	6.45
	Caryophyllaceae	2	7.14	2	6.45
	Poaceae	2	7.14	2	6.45
	Scrophulariaceae	2	7.14	2	6.45
	Euphorbiaceae	1	3.57	2	6.45
	Papaveraceae	1	3.57	1	3.23
	Boraginaceae	1	3.57	1	3.23
	Frankeniaceae	1	3.57	1	3.23
	Orobanchaceae	1	3.57	1	3.23
	Solanaceae	1	3.57	1	3.23
	Thymelaeaceae	1	3.57	1	3.23
	Zygophyllaceae	1	3.57	1	3.23
<b>Totaux</b>	<b>16</b>	<b>28</b>	<b>100.00</b>	<b>31</b>	<b>100.00</b>

En effet, les familles les plus représentées du point de vue générique sont les Brassicaceae (**14.29%**), les Fabaceae (**10.71%**) et les Asteraceae (**10.71%**) (Tab. 6 et Fig. 5).



**Figure 5 :** Distribution des familles par genre et par taxon endémique

### 3-1-2-1- Richesse générique

L’analyse de notre flore endémique nous a donnée **28** genres où il y a des bispécifiques et des monospécifiques (Tab. 7).

**Tableau 7:** Répartition par genre et par nombre de taxons endémiques dans les familles

Familles	Genres	nombre de taxons	Familles	Genres	nombre de taxons
Brassicaceae	<i>Enarthrocarpus</i>	1	Poaceae	<i>Oropetium</i>	1
	<i>Ammosperma</i>	1		<i>Aristida</i>	1
	<i>Pseuderucaria</i>	1		<i>Anthemis</i>	1
	<i>Diplotaxis</i>	1		<i>Anacyclus</i>	1
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	2	Asteraceae	<i>Rhantherium</i>	1
	<i>Melilotus</i>	1		<i>Scrofularia</i>	1
	<i>Hedysarum</i>	1		<i>Linaria</i>	1
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	2	Zygophyllaceae	<i>Zygophyllum</i>	1
Plumbaginaceae	<i>Limoniastrum</i>	1	Solanaceae	<i>Lycium</i>	1
	<i>Limonium</i>	2	Orobanchaceae	<i>Cistanche</i>	1
Apiaceae	<i>Pituranthos</i>	1	Frankeniaceae	<i>Frankenia</i>	1
	<i>Daucus</i>	1	Papaveraceae	<i>Hypecoum</i>	1
Caryophyllaceae	<i>Silene</i>	1	Thymeleaceae	<i>Thymelea</i>	1
	<i>Herniaria</i>	1	Boraginaceae	<i>Echiodilon</i>	1
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>14</b>

### 3-1-2-2- Richesse spécifique

La richesse spécifique a laissé apparaître que **25** taxons, soit **80.65 %** de la richesse spécifique, sont pour les genres présentant des singltons (**Magurran, 2004 et 2005**). Les **06** espèces restantes, soit **19.35 %**, sont rattachées à seulement **03** genres et qui sont bispécifiques (Astragalus, Euphorbia et Limonium).

### 3-2-Formes biologiques de la flore recensée

Pour l'étude de la flore, nous entamons la diversité floristique qui comprend trois niveaux : biologique, morphologique et territoires phytogéographiques (Chorologie).

### 3-2-1- Types biologiques

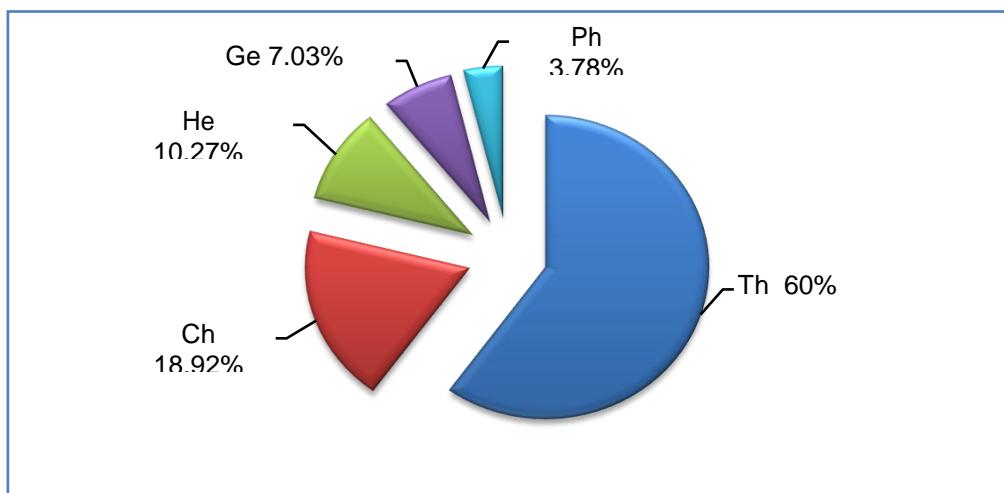
#### 3-2-1-1- Flore globale

L'examen des types biologiques de l'ensemble de la végétation recensée (Tab. 8) a révélé que les thérophytes en nombre de **111** dominent les lieux avec **60%**.

**Tableau 8** : Répartition des types biologiques de la flore globale de la zone d'étude

Type biologique	Nombre de taxons	Taux (%)
Thérophytes (Th)	111	60.00
Chamaephytes (Ch)	35	18.92
Hémicryptophytes (He)	19	10.27
Géophytes (Ge)	13	07.03
Phanérophytes (Ph)	07	03.78
<b>Total</b>	<b>185</b>	<b>100.00</b>

Les types restants : chamaephytes, hémicryptophytes, géophytes et phanérophytes n'ont que de faibles présences par rapport au groupe des thérophytes dont la présence est relativement dominante (Figure 6).



**Figure 6** : Spectre biologique de la flore globale de la zone d'étude de Chott El Hodna

Pour sa part **Hammada (2007)**, dans son étude sur la végétation des zones humides du Maroc, a trouvé que c'est les thérophytes qui abondent et les phanérophytes restent les moins représentées. **Djebaili (1984)** note que le nombre des annuelles (thérophytes) dépend des conditions climatiques et des conditions stationnaires (écologiques) du milieu en question.

Les types biologiques de la zone d'étude concordent avec ceux trouvés par **Kaabech (1995)** à Chott El Hodna : thérophytes 54%, chamaephytes 33%, hémicryptophytes 10%, cryptophytes (géophytes) 10% et phanérophytes 3%. Les types biologiques de notre zone d'étude se présentent comme suit :

$$\mathbf{Th > Ch > He > Ge > Ph}$$

**Hammada et al. (2004)** rapportent, lors de l'analyse de la biodiversité floristique des zones humides du Maroc, que l'abondance des thérophytes peut être expliquée par la forte présence des habitats saisonniers, propices au développement de plantes annuelles à germination et à croissance rapides.

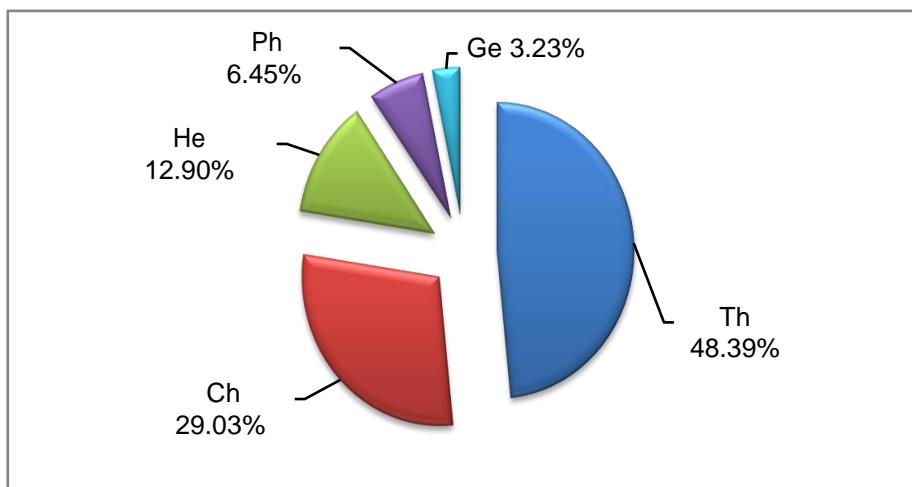
### **3-2-1-2- Flore endémique**

Les taxons endémiques rencontrés dans notre zone d'étude présentent une nette dominance des thérophytes de près de **50%** comparée aux autres types présents (Tab.9)

**Tableau 9 : Répartition des types biologiques des taxons endémiques**

Type biologique	Nombre	Taux (%)
Thérophytes (Th)	15	48.39
Chamaephytes (Ch)	9	29.03
Hémicryptophytes (He)	4	12.90
Phanérophytes (Ph)	2	6.45
Géophytes (Ge)	1	3.23
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>100.00</b>

Les géophytes, les phanérophytes et les hémicryptophytes sont faiblement représentées (Fig. 7).



**Figure 7 : Spectre biologique de la flore endémique de Chott El Hodna**

Les types biologiques de la flore endémique relative à notre zone d'étude se schématisent comme suit:

$$\mathbf{Th > Ch > He > Ph > Ge}$$

**Negadi et al. (2014)**, lors de l'étude de la flore rare et menacée de la région d'El Bayadh (Algérie), trouvèrent dans la station de Sebkha Chott El Chergui : 60 % de Thérophytes, 14% de Chaméphytes et respectivement pour les Hémicryptophytes (11%), Géophyte (09%) et les

Phanérophytes (06%). Ces résultats concordent plus ou moins avec ceux que nous avons trouvés à Chott El Hodna.

Cet état de fait est peut être du aux facteurs de stress omniprésents dans notre zone d'étude. En plus de l'aridité prononcée, l'évaporation élevée et l'insolation intense ont la salinité du sol du chott (pression osmotique conséquente) d'une part et le milieu ensablé (trop filtrant) d'autre part qui sont des biotopes pas très favorables aux espèces surtout pérennes citées plus haut et qui demeurent pas très abondantes.

Cette dominance des thérophytes par rapport aux autres types biologiques présents laisse divers explications plausibles :

- Cette abondance est en rapport avec le stade successional. Il faut admettre que notre zone d'étude est un milieu ouvert et demeure donc au stade pionnier de part le climat qui est assez défavorable et de la pression anthropogène telle que le surpâturage (**Kadi-Hanifi et al., 2005**) ou tout à fait le contraire comme le cas d'un stade successional régressif (**Turcati , 2011**) où c'est les annuelles qui dominent.
- L'abondance des thérophytes est en rapport avec l'aridité du milieu (**Negadi et al., 2014**).
- **Daget (1980 in Benaradj et al., 2012)** rapportent que la thérophytisation (abondance des thérophytes) est une caractéristique des zones arides, elle exprime une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et d'une forme de résistance aux rigueurs climatiques.
- La forte présence des thérophytes dénote l'ouverture du couvert végétal en question (**Berrached et al., 2013**).

Aussi **Negadi et al. (2014)** rapportent que la chamephytisation

(abondance des Chamaephytes) semble très lié à la dégradation d'origine anthropique du milieu avec la prolifération des espèces peineuses et qui sont abondantes dans notre zone d'étude : *Astragalus armatus* Lam. où même une espèce Hémicryptophyte non endémique qui est devenue dans ce milieu peineuse : *Phragmites communis* Trin comme le signale Ozenda (1983).

### **3-2-2- Types morphologiques**

Le type morphologique est en rapport avec l'état de la végétation et évidemment avec le type biologique cité plus haut. Il nous indique sur la structure de la végétation. Cette dernière est composée d'espèces qui peuvent être ligneuses vivaces (pérennes) et herbacées vivaces ou annuelles.

#### **3-2-2-1- Flore globale**

Le nombre des herbacées annuelles atteint les **111** taxons soit **60%** de l'ensemble de la flore. Les ligneuses vivaces et les herbacées vivaces ne sont représentées que par **28** et **46** taxons avec respectivement des taux de **15.14%** et **24.86%** (Tab. 10).

**Tableau 10 :** Importance des types morphologiques dans la zone d'étude

Type morphologique	Nombre de taxons	Taux (%)
Ligneuses vivaces	28	15.14
Herbacées vivaces	46	24.86
Herbacées annuelles	111	60.00
<b>Total</b>	<b>185</b>	<b>100</b>

### **3-2-2-2- Flore endémique**

La végétation endémique de notre zone d'étude présente un nombre d'herbacées annuelles de **15** soit près de **50%** de l'ensemble des endémiques (Tab.11). Les ligneuses vivaces et les herbacées vivaces ne sont représentées que par **08** taxons chacune avec un même taux : **25.81%**.

**Tableau 11 :** Importance des types morphologiques de la flore endémique

Type morphologique	Nombre de taxons	Taux (%)
Ligneuses vivaces	8	25.81
Herbacées vivaces	8	25.81
Herbacées annuelles	15	48.39
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>100</b>

Ces résultats sont concordants avec ceux des types biologiques et spécialement les résultats pour les thérophytes qui ont été majoritaires dans la flore globale et même dans celle endémique.

### **3-2-3- Territoires phytogéographiques : Chorologie**

La multitude des types chorologiques qui sont plus de **50** types pour notre zone d'étude, dénote sa richesse. Pour une meilleure exploitation des résultats nous avons créé des ensembles ou classes au nombre de 08 et dans lesquels tous les types chorologiques que nous avons en notre possession y sont classés (Tab.12). Dans ce classement on a tenu compte de l'origine biogéographique existant en fonction de la Méditerranée en tant que zone géographique centrale.

**Tableau 12:** Classement des types chorologiques de la zone humide de Chott El Hodna

Classes créées	Types chorologiques selon <b>Quézel et Santa (1962)</b>
<b>Méditerranéen</b>	Méditerranéen, Algérien, Est Méditerranéen, Ouest Méditerranéen, Algéro-Tunisien, Circumméditerranéen, Afrique du Nord, Méditerrano- Steppique, Espagne Algérie-Tunisie, Algéro-Marocain, Afrique du Nord et Espagne, Méditerrano-Atlantique, Sud Méditerranéen et Est Nord Africain.
<b>Cosmopolite</b>	Cosmopolite, Subcosmopolite et Thérmocosmopolite.
<b>Méditerranéen Septentrional</b>	Euro-Méditerranéen, Sub-Méditerranée-Sibérie, Ancien Monde, Eurasie-Nord Afrique et Eurasie-Nord Afrique- Tripolitain.
<b>Méditerranéen Méridional</b>	Sud Méditerranéen- Sahara, Méditerranéen et Tropical, Macaronésie-Méditerranée, Sahara-Sind-Méditerranée, Méditerranée-Sahara- Sindien, Méditerranée - Sahara - Iran-Touran et Méditerranée-Sahara .
<b>Iso latitudinal Méditerranéen</b>	Méditerranée- Iran-Touran et Macaronésie-Méditerranée- Irano-Tour, Espagne-des Canaries à l'Egypte à Asie Occidentale et du Maroc à l'Egypte.
<b>Atlantique</b>	Sud Marocain et Ibéro-Mauritanien.
<b>Méridionale</b>	Sahara-Sindien, Sahara, Paléo-Subtropicale, Sahara-Sind-Subtropical, Nord tropical, Sahara-Sind- Iran-Touran, Sahara - Afrique du Sud, Tropical, Méditerranée-Sahara-Iran-Touran, Nord et sud Sahara, Ouest et sud Sahara, Sahara- Iran-Touran, Saharo-Arabe, Nord Tropicale et Sahara- Sind-Afrique.
<b>Nordique</b>	Paléotempéré, Eurasiatique, Iran-Touran-Europe, Européen et Circumboréale.

### 3-2-3-1- Flore globale

L'ensemble des taxons recensés ont plus une tendance Méditerranéenne, Méridionale et enfin une affinité Méditerranéenne-Méridionale (Tab. 13).

**Tableau 13 :** Origine biogéographique de la flore globale de la zone humide de Chott El Hodna

Origines chorologiques proposés	Oued M'cif	Bir Lekraa	Chott	Bir Lekraa R'mel	Deghamma	Bir Lanate	Rozna	Ain Khadra	Khobana	Oued Lham-Baniou	Saida	Bouhmoudou
<b>Méditerranéen</b>	25	23	13	25	23	23	32	36	36	25	9	
<b>Cosmopolite</b>	7	6	-	6	2	5	3	5	7	7	1	
<b>Méditerranéen Septentrional</b>	1	-	1	2	1	1	3	5	2	2	-	
<b>Méditerranéen Méridional</b>	8	6	4	8	7	7	10	10	11	8	2	
<b>Iso latitudinal Méditerranéen</b>	6	3	1	6	4	4	6	4	4	4	2	
<b>Atlantique</b>		-	-	-	1	-	-	3	1	2	-	
<b>Méridionale</b>	10	13	12	15	7	15	11	20	24	15	5	
<b>Nordique</b>	10	2	-	2	3	2	4	2	2	6	2	
<b>Total</b>	<b>67</b>	<b>53</b>	<b>31</b>	<b>64</b>	<b>48</b>	<b>57</b>	<b>69</b>	<b>85</b>	<b>87</b>	<b>69</b>	<b>21</b>	

En effet, d'après les travaux de **Berrached et al., (2013)** et **Negadi et al. (2014)** sur la steppe algérienne, il y a dominance du type phytochorique Méditerranéen sur les autres types phytochoriques présents.

### 3-2-3-2- Flore endémique

Les taxons endémiques présentent une affinité totale envers les origines chorologiques Méditerranéen et Méridionale (Tab.14) et ce ci est en rapport avec les caractéristiques stationnelles de notre zone d'étude qui est située à cheval entre la zone Méditerranéenne au nord et la zone saharienne au sud de plus la particularité de son biotope vis-à-vis du climat étant donné qu'elle présente une auréole désertique à l'intérieur d'une zone aride comme il a été déjà mentionné.

**Tableau 14:** Origine biogéographique de la flore endémique de la zone humide de Chott El Hodna

Origines chorologiques proposés	Oued M'cif	Bir Lekraa Chott	Bir Lekraa R'mel	Deghamna	Bir Lanate	Rozna	Ain Khadra	Khobana	O Lham-Banniou	Saida	Bouhmaddou
Méditerranéen	5	8	3	6	4	5	6	8	9	5	3
Cosmopolite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Méditerranéen Septentrional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Méditerranéen Méridional	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Iso latitudinal Méditerranéen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atlantique	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-
Méridionale	1	2	4	3	1	4	2	4	6	2	1
Nordique	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>4</b>

Ce ci dit, il est plus intéressant donc de revoir les origines biogéographiques et d'en proposer d'autre plus précis, plus concret et loin des expressions étatiques mais plus ciblés envers les régions naturelles et où les inventaires devraient s'opérer périodiquement et non occasionnellement ou très rarement. En effet les origines chorologiques proposés concordent bien avec ceux de notre zone d'étude où **Quézel** et **Santa (1962)** place le Hodna dans la Sous-région saharo-arabique et se rapportant au Domaine maghrébin-steppique.

La richesse et la multitude qu'a révélé notre zone d'étude sur la flore globale ou la flore endémique confirme les propos de **Kaabeché (1990)** où le Hodna se rapporte au domaine saharo-méditerranéen dans sa partie méridionale et au domaine Maghrébin-steppique dans sa partie septentrionale. Parfois, la présence de certains taxons le laisse bien intégré au Nord: Domaine Maghrébin-méditerranéen.

### 3-3-Rareté et espèces protégées

Concernant la rareté des espèces parmi les taxons endémiques, la zone humide de Chott El Hodna en recèle 16 taxons (Tab.15).

**Tableau 15 :** Répartition des taxons endémiques rares de la zone humide de Chott El Hodna par site d'étude et par famille botanique

Taxons	Familles botaniques	Rareté	Occurrence*	
			Sud	Nord
<i>Astragalus armatus</i> Willd ssp. <i>tragacanthoides</i> (Desf.) Maire	Fabaceae	RR	1	-
<i>Melilotus macrocarpa</i> Coss. et Dur.		RR	1	-
<i>Hedysarum carnosum</i> Desf.		R	2	4
<i>Cistanche violacea</i> (Desf.) Beck.	Orobanchaceae	AR	1	1
<i>Limonium cymuliferum</i> (Boiss.) Sauv. et Vindt.	Plumbaginaceae	AR	2	-
<i>Limonium pruinosum</i> (L.) Kuntze		R	2	4
<i>Limoniastrum guyonianum</i> Dur.		R	3	-
<i>Euphorbia dracunculoides</i> Lamk. ssp. <i>Flamandi</i> (Batt) Maire	Euphorbiaceae	R	2	2
<i>Oropetium africanum</i> (Coss. Et Dur.) Chiov.	Poaceae	R	1	-
<i>Aristida obtusa</i> Del.		AR	1	-
<i>Linaria laxiflora</i> Desf.	Scrophulariaceae	RR	2	-
<i>Echiochilon fruticosum</i> Desf.	Boraginaceae	R	1	-
<i>Ammosperma cinereum</i> (Desf.) Hook.	Brassicaceae	AR	1	1
<i>Pseuderucaria teretifolia</i> (Desf.) O.E.Schulz		AR	-	1
<i>Diplotaxis pitardiana</i> Maire		R	2	1
<i>Daucus biseriatus</i> Murb.	Apiaceae	AR	1	-

(\*)Occurrence des stations dans les sites

AR : assez rare, R : rare et RR : très rare.

La distribution des taxons endémiques selon le degré de rareté est comme suit :

- **06** taxons assez rares.
- **07** taxons rares.
- **03** taxons très rares.

Suivant les résultats obtenus (Tab. 15) et concernant la rareté par site (Sud ou Nord) des taxons endémiques nous avons :

- **06** taxons communs aux deux sites dont **02** taxons assez rares (AR) : *Cistanche violacea* (Desf.) Beck. et *Ammosperma cinereum* (Desf.) Hook. et **04** taxons rares (R) : *Hedysarum carnosum* Desf., *Limonium pruinosum* (L.) Kuntze, *Euphorbia dracunculoides* Lamk. ssp. *Flamandi* (Batt) Maire et *Diplotaxis Pitardiana* Maire.
- **09** taxons relatifs au site Sud dont **03** taxons assez rares (AR) : *Limonium cymuliferum* (Boiss.) Sauv. Vindt, *Aristida obtusa* Del. et *Daucus biseriatus* Murb., **03** taxons rares (R) : *Limoniastrum guyonianum* Dur., *Oropetium africanum* (Coss. et Dur.) Chiov. et *Echiochilon fruticosum* Desf. et **03** taxons très rares (RR) : *Astragalus armatus* Willd ssp. *tragacanthoides* (Desf.) Maire, *Melilotus macrocarpa* Coss. et Dur. et *Linaria laxiflora* Desf.
- **01** taxon assez rare (AR) relatif au site Nord : *Pseuderucaria teretifolia* (Desf.) O.E.Schulz.

Pour ce qui est des espèces ayant un statut de protection, la flore endémique de la zone humide de Chott El Hodna ne présente aucun taxon inscrit sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la

Conservation de la Nature (IUCN) ou cité dans la réglementation nationale.

Toutefois, quatre taxons non endémiques, présents au niveau de notre zone d'étude, sont protégés au niveau national par le Décret exécutif n°12-03 du 04 Janvier 2012 fixant la liste des espèces végétales non cultivées protégées en Algérie. Il s'agit de:

- *Helianthemum Lippii* (L.) Pers. var. *sessiliflorum* (Desf.) Murb. (Cistaceae)
- *Ononis natrix* L. ssp. *polydada* (Murb.) Sirj. (Fabaceae)
- *Centaurea microcarpa* Coss. (Asteraceae)
- *Ephedra alata* Dec. (Ephedraceae)

### **3-4-Etat sanitaire, plantes invasives et plantes toxiques**

L'inventaire de la fore de la zone humide de Chott El Hodna à révélé, et ce malgré la forte pression anthropogène sur les milieux environnants, une flore naturelle, originelle et adaptée à son biotope et saine e toute invasion.

La liste exhaustive de notre zone d'étude qui englobe **185** taxons, tous cités dans les flores utilisées ne recèle aucune espèce introduite naturalisée et envahissante telle que :

- *Aster squamatus* (Sprengel) Hieronymus : Originaire d'Amérique latine mais qui n'a pas été rencontrée.
- *Erigeron canadensis* L.: Originaire d'Amérique mais qui n'a pas été rencontrée.

Cet état de fait reflète bien l'état sanitaire sain de notre flore néamoins la présence d'un taxon considéré comme toxique pour le cheptel d'élevage est assez fréquent c'est *Phalaris minor* Retz (**Ozenda, 1983**). C'est une graminée annuelle (thèrophyte). Son importance dans notre zone d'étude (Tab. 16) quoique relativement minime mais témoigne de la dégradation par le surpâturage (**Kadi-Hanifi et al., 2005**).

**Tableau 16 :** Répartition de *Phalaris minor* Retz dans les relevés floristiques dans la zone humide de Chott El Hodna par site et par station d'étude

Site	Station	Nombre de relevés	Nombre de relevés concernés
Sud	Oued M'cif	42	13
	Bir Lekraa Chott	27	0
	Bir Lekraa R'mel	10	0
	Khobana	35	2
	Rozna	25	1
	Oued Lham-Baniou	42	9
<b>Total 1</b>		<b>181</b>	<b>25</b>
Nord	Bir Lanate	25	0
	Ain Khadra	32	3
	Saida	29	6
	Bouhmadou	13	0
	Deghamna	22	1
<b>Total 2</b>		<b>121</b>	<b>10</b>
<b>Total (1+2)</b>		<b>302</b>	<b>35</b>

Le site Sud est plus affecté avec **25** relevés (**04** stations sur **06**) sur **181** relevés du site soit **13.81%** des relevés du Sud où les stations de Oued M'cif et Oued Lham-Baniou sont les plus touchées.

Concernant le site Nord, nous avons recensé la présence de cette graminée toxique dans **10** relevés (**03** stations sur **05**) sur un total de **121** soit **8.26%**.

C'est dans ce contexte d'atteinte à la biodiversité des milieux arides où **Kadi-Hanifi et al. (2005)** soulèvent que la dégradation des parcours steppiques peut se manifester entre autre par la prolifération d'espèces toxiques non palatables (refusées par le bétail) malgré l'existence de d'autres d'espèces fort appréciées tel que le romarin.

Le fait de la prolifération de cette Poaceae dans les lieux d'investigation démontre formellement l'existence d'un surpâturage dans le site Sud par rapport à son homologue Nord.

### **3-5- Classification phylogénétique des taxons endémiques de la zone humide**

Classiquement, les spermaphytes englobent les Gymnospermes et les Angiospermes. Les Angiospermes sont divisées en Monocotylédones et Dicotylédones. Toutefois, à la faveur d'études moléculaires nombreuses effectuées dans les 20 dernières années, cette classification s'est avérée artificielle. Des botanistes chercheurs qui se dénomment le ‘Angiosperm Phylogeny Group’ ont proposé en 1998 une classification ordinaire des plantes à fleurs : APG 1998 (**Spichiger et al., 2004** in **Trigui, 2010**). C'est la classification phylogénétique ou cladistique qui se base sur clade (du grec *clados*, qui signifie ‘branche’). Elle utilise trois génomes de la cellule végétale : le gène chloroplastique, le gène mitochondriale et celui nucléaire (**Judd et al., 2002**):

-Le gène chloroplastique : ‘*rbcL*’ est le gène qui code la grande sous-unité de l’enzyme photosynthétique ribulose-1,5-biphosphate carboxylase / oxygénase (RuBisCo), principal accepteur de carbone chez tous les

eucaryotes.

-Le gène mitochondriale : ‘atpB’ est le gène qui code la sous-unité β de l’ATP synthétase.

-Le gène nucléaire (relatif au noyau) : ‘ADNr’ est le gène qui code l’ARN 5S d’origine *nucléaire*.

Après la publication de l’APG en 1998, deux nouvelles classifications se sont créées APG II en 2003, APG III en 2009 et enfin APG IV en 2016. Nous avons utilisé l’APG III de 2009 dans notre travail. Elle est disponible en ligne sur le net.

Deux grands groupes apparaissent: les Euangiospermes-monoaperturées et les Euangiospermes-triaperturées. L’une des caractéristiques principales distinguant ces deux groupes est le nombre d’ouverture du pollen. L’appellation monoaperturées regroupe les plantes à une seule ouverture par contre les triaperturées concernent celles qui en ont trois (**Judd et al., 2002**). Les premiers se rapportent aux monocotylédones et les seconds intéressent les dicotylédones.

Nous avons appliqué cette classification uniquement pour les familles des espèces endémiques de notre zone d’étude (Tab. 17).

**Tableau 17:** Classification phylogénétique des familles endémiques de la zone humide du Hodna selon à l'APG III de 2009

Règne	Clade	Clade	Clade	Clade	Ordre	Famille	
Plantae	Angiospermes	Dicotylédones (Triaperturées)	Astéridées	Commelinidées Monocotylédones (Monoaperturées)	-	Poales	Poaceae
					Caryophyllales	Caryophyllaceae	
					Caryophyllales	Frankeniaceae	
					Caryophyllales	Plumbaginaceae	
					Solanales	Boraginaceae	
					Solanales	Solanaceae	
					Lamiales	Orobanchaceae	
					Lamiales	Scrophulariaceae	
				Campanulidées (Euastéridées II)	Apiales	Apiaceae	
					Asterales	Asteraceae	
			Rosidées	Fabidées (Eurosidées I)	Fabales	Fabaceae	
					Zygophyllales	Zygophyllaceae	
				Malvidées (Eurosidées II)	Malpighiales	Euphorbiaceae	
					Brassicales	Brassicaceae	
				-	Malvales	Thymelaeaceae	
				-	Ranunculales	Papaveraceae	

Le clade des *Commelinidées* est confirmé par les séquences rbcL et atpB ainsi que la morphologie (**Judd et al., 2002**). Il ne présente dans notre étude qu'un seul ordre : les *Poales* dont la paroi primaire de cellules principalement avec glucurono-arabinoxylanes. Dans notre zone d'étude nous n'avons rencontré qu'une seule famille. C'est celles des *Poaceae* où deux espèces sont présentes (*Oropetium africanum* (Coss. et Dur.) Chiov. et *Aristida obtusa* Del.).

Selon **Judd et al. (2002)**, le clade des Astéridées qui regroupe deux clades où les preuves de la différenciation de cet clade sont les caractères des séquences: rbcL et ADNr en plus de la présence de composés iridoïdes (ce sont des composés qui se produisent naturellement dans

diverses familles de plantes. Ils sont construits de monoterpènes, des huiles volatiles. Ils semblent exercer des effets antioxydants et antibactériens) et l'absence d'acide ellagique (Polyphénol antioxydant) :

- *Lamiidées* (*Euastéridées* I) se différencient par la présence de 8-anneaux de déoxyflavonoles (**Stevens, 2001**). Cette clade présente trois ordres : *Caryophyllales* (famille des *Caryophyllaceae* avec deux espèces : *Silene arenarioides* Desf. et *Herniaria mauritanica* Murb.), *Solanales* (famille des *Boraginaceae* avec une seule espèce : *Echiodhilon fruticosum* Desf. et la famille des *Solanaceae* avec également une seule espèce : *Lycium arabicum* Boiss.) et *Lamiales* (famille des avec une seule espèce: *Orobanchaceae* avec une seule espèce : *Cistanche violacea* (Desf.) Beck. et la famille des *Scrophulariaceae* qui présente deux espèces : *Scrofularia saharae* Batt. et *Linaria laxiflora* Desf.).
- *Campanulidées* (*Euastéridées* II) présentent une absence totale de myricétine, leurs vaisseaux possèdent des plaques scalariforme de perforation.

Ce clade regroupe deux ordres : *Apiales* (famille des *Apiaceae* avec deux espèces : *Pituranthos battandieri* Maire et *Daucus biseriatus* Murb.), *Asterales* (famille des *Asteraceae* représentée par trois espèces : *Anthemis monilicostata* Pomel ssp *stiparum* (Pomel)M., *Anacyclus cyrtolepidioides* Pomel. et *Rhantherium suaveolens* Desf.).

Le clade des *Rosidées* comprend deux clades et les arguments de distinction de cette clade sont basés sur les caractères moléculaires : *rbcL* et *atpB 18S* (**Judd et al., 2002**) :

- *Fabidées*, (*Eurosidées I*) ou encore *Rosidées* vraies I, comprend les ordres des *Fabales* (familles des Fabaceae avec quatre espèces : *Astragalus armatus* Lam., *Astragalus gombo* Coss. et Dur., *Melilotus macrocarpa* Coss. et Dur. et *Hedysarum carnosum* Desf.), des *Zygophyllales* (famille des Zygophyllaceae avec une seule espèce : *Zygophyllum cornutum* Coss.) et *Malpighiales* (famille des Euphorbiaceae avec deux espèces : *Euphorbia guyoniana* Boiss. et Reut. et *Euphorbia dracunculoides* Lamk. ssp. *Flamandi* (Batt) Maire).
- *Malvidées*, (*Eurosidées II*) ou encore *Rosidées* vraies II, comprend les ordres des *Brassicales* (famille des Brassicaceae avec deux espèces : *Pseuderucaria teretifolia* (Desf.) O.E.Schulz et *Diplotaxis pitardiana* Maire) et *Malvales* (famille des Thymelaeaceae avec une seule espèce : *Thymelea microphylla* Coss. et Dur.).

Quant au dernier ordre, celui des Ranunculales, il fait partie des triaperturées primitives, rattachées directement au clade Dicotylédones, renferme des flavonols et leur vaisseaux conducteurs sont de véritables trachéides. Pour notre cas il n'englobe qu'une seule famille ; c'est celle des Papaveraceae de port herbacé et renfermant un alcaloïde de type benzyl- isoquinoléine. Elle n'est représentée que par une seule espèce : *Hypecoum geslinii* Coss. et Dur.

Cette diversité taxonomique constitue en elle-même un degré de similarité phylogénétique (**Wilmé, 2012**).

### **3-6- Zonage territorial ou analyse de la flore selon les sites d'étude**

D'après la forme géométrique de Chott El Hodna qui se présente sous forme oblongue bien allongée en direction d'Est en Ouest par

rapport à la direction Nord –Sud. Cette situation a laissé les stations au nombre de **11** qui et comptabilisent **302** relevés classées en deux sites un au **Sud** et l'autre au **Nord** (Tab. 16). Il est à rappeler que le site ou frange Sud englobe **06** stations: Oued M'cif, Bir Lekraa R'mel, Khobana, Rozna et Oued Lham-Baniou. Concernant le site ou frange Nord, il regroupe **05** stations : Bir Lanate, Ain Khadra, Saida, Bouhmadou et Deghamna (Tab. 18).

**Tableau 18:** Importance de la flore de la zone d'étude selon les stations et les sites

Site	Station	Nombre de relevés	Richesse spécifique	Nombre de taxons stationnels	Nombre de taxons endémiques	Nombre de taxons endémiques stationnels
Sud	Oued M'cif	42	67	63	6	2
	Bir Lekraa	27	53		10	3
	Bir Lekraa	10	31		7	3
	Khobana	35	84		13	4
	Rozna	25	57		9	2
	Oued Lham-Baniou	42	87		17	8
<b>Total 1</b>		<b>181</b>	158*	<b>63</b>	<b>29</b>	<b>16*</b>
Nord	Bir Lanate	25	47	27	5	1
	Ain Khadra	32	69		9	1
	Saida	29	69		8	1
	Bouhmadou	13	21		4	2
	Deghamna	22	64		9	-
<b>Total 2</b>		<b>121</b>	122*	<b>27</b>	<b>15</b>	<b>02*</b>
<b>Total (1+2)</b>		<b>302</b>	<b>185*</b>	-	<b>31*</b>	-

(\*) : Le nombre ne traduit nullement la somme.

L'analyse des données relatives à nos stations d'études (Tab. 19), nous montre que le site Sud présente une richesse relativement plus importante que le site Nord.

**Tableau 19** : Importance de la richesse totale des sites dans la zone humide de Chott El Hodna

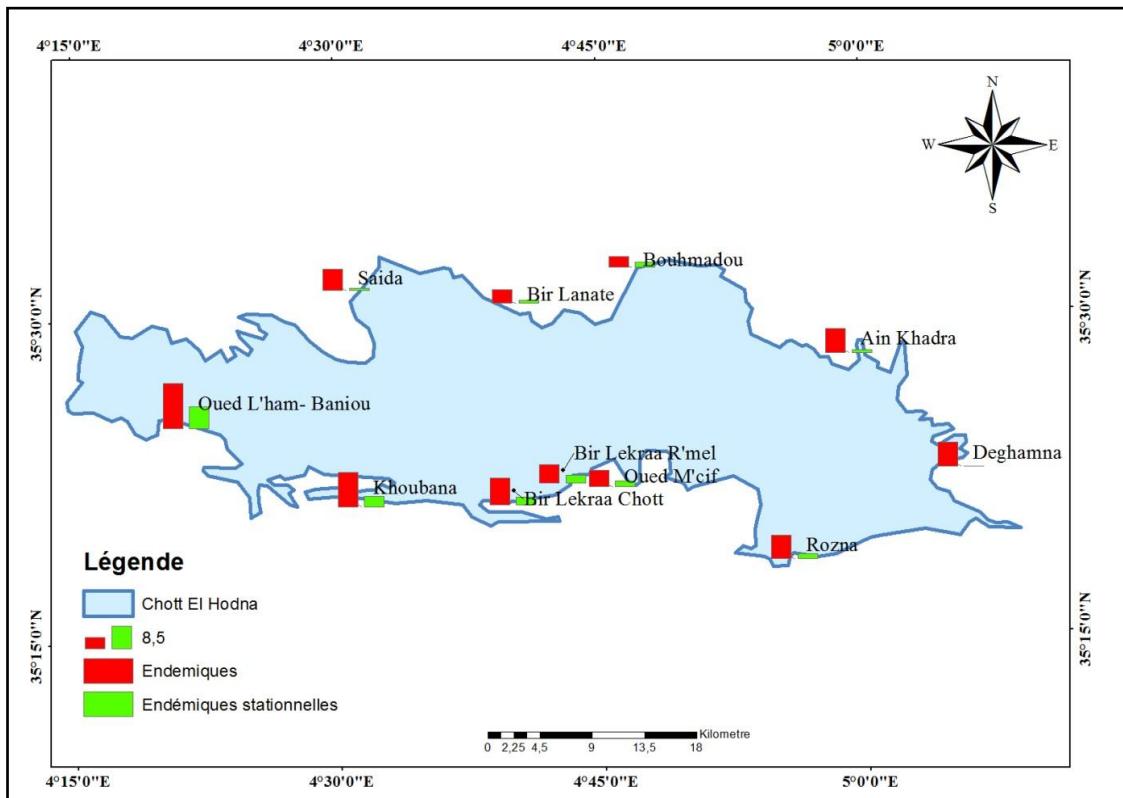
Sites	Richesse totale	Richesse spécifique (propre)	Nombre de taxons communs	Nombre de taxons endémiques	Nombre de taxons endémiques stationnels
Sud	158	63	95	<b>29</b>	<b>16</b>
Nord	122	27		<b>15</b>	<b>02</b>
Total	<b>185*</b>	-	-	<b>31*</b>	-

(\*) : Le nombre ne traduit nullement la somme.

Cette richesse apparait en premier lieu pour chaque site où nous avons trouvé **63** taxons inféodés uniquement au site Sud soit **34,05 %** de l'ensemble de la richesse de notre zone humide qui est de **185** taxons. Quant aux taxons endémiques il y a **29** taxons dont **16** rencontrés et inféodés à ce site, que nous appellerons endémisme stationnel, soit **51,61%** de l'ensemble des endémiques de la zone humide de Chott El Hodna et qui est rappelons-le de **31** taxons. Cette différence traduit que les milieux sud présentent une diversité plus importante que ceux du nord en fonction de leur latitude où une des caractéristiques majeures de la distribution de la diversité biologique est le fait que la diversité s'accroît lorsqu'on s'approche des basses latitudes (**Gonzalez Herrera, 2009**). Pour ce qui est du site Nord, **27** taxons lui sont inféodés c'est à dire qu'ils ne se présentent que dans ce site, soit près de **14.60%** de la richesse total du Chott mais pour ce qui est de l'endémisme il n'y a que **15** taxons dont **02** taxons lui sont réellement propres (endémisme stationnel).

C'est dans cette idée et dans le but de montrer l'importance de l'endémisme dans les stations d'étude les unes par rapport aux autres que nous avons dressé la carte relative à l'endémisme (Fig. 8).

Les sites du Sud sont plus riches en nombre d'endémiques totales et stationnelles par rapport à leurs homologues du Nord. Cette richesse d'endémiques par station (Fig. 8) nous a conduits à classer nos stations d'études en zones homogènes d'importance en endémiques (zonage) en tenant en compte des endémismes total et stationnel (Tab. 18 et Tab. 19).



**Figure 8:** Carte de répartition de l'endémisme dans les stations d'étude dans la zone humide de Chott El Hodna

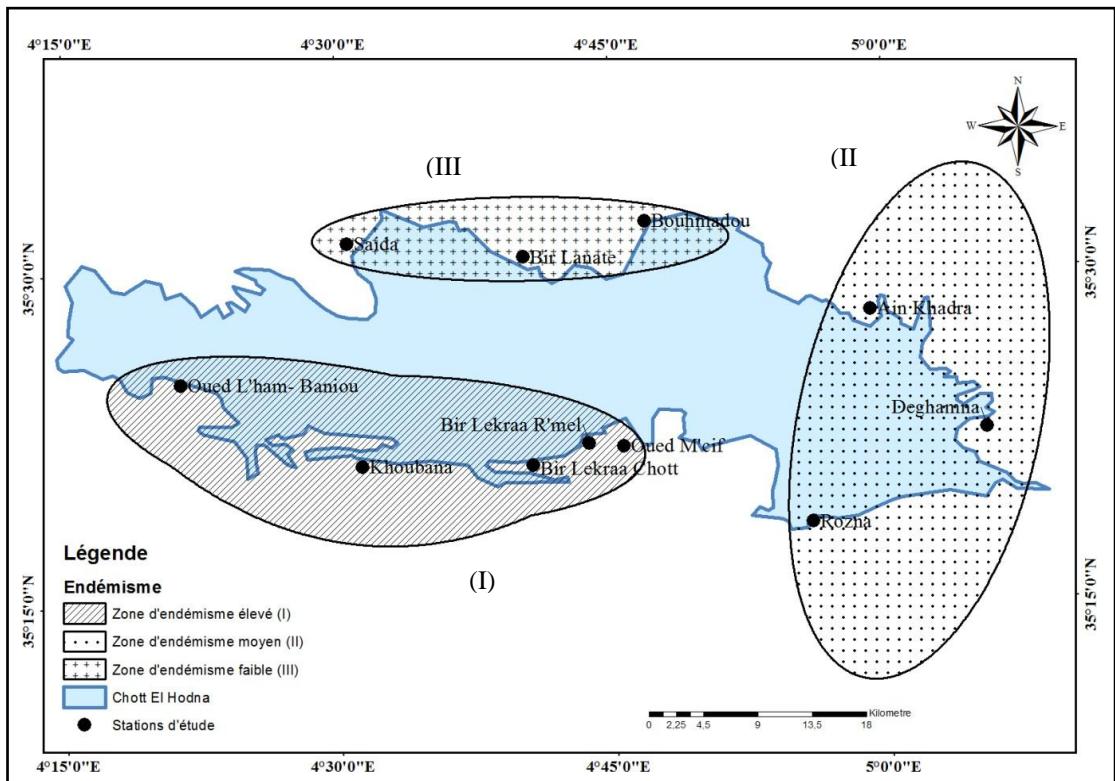
Trois zones sont proposées :

- Zone d'endémisme élevé ou zone (I) qui englobe **05** stations : Oued Lham-Baniou, Koubana, Bir Lekraa Chott, Bir Lekraa R'mel et Oued M'cif.
- Zone d'endémisme moyen ou zone (II) qui regroupe **03** stations :

## Deghamna, Ain Khadra et Rozna.

- Zone d'endémisme faible ou zone (III) qui renferme **03** stations : Saida, Bir Lanate et Bouhmadou.

Ce zonage territorial se présente ainsi (Fig. 9):



**Figure 9 :** Zonage territorial selon les endémismes total et stationnel des stations d'étude dans la zone humide de Chott El Hodna

Ce zonage permet ainsi de distinguer les zones d'endémisme élevé qui est en rapport étroit avec les types de milieux présents.

En effet le site Sud (zone d'endémisme élevé « I ») recèle trois milieux : Oued, Chott et R'mel. Par contre les deux autres zones (zones d'endémisme moyen et faible : « II et III ») n'en renferment qu'un seul type de milieu : Chott.

Selon la diversité des taxons endémiques classés par site (Tab.20),

il ressort ce qui suit :

**Tableau 20** : Répartition des taxons endémiques de la zone humide de Chott El Hodna selon les classes chorologiques et les sites d'investigation

Taxons endémiques	Classes chorologiques		Sites	
	Sud	Nord		
<i>Astragalus armatus</i> Willd ssp. <i>tragacanthoides</i> (Desf.) Maire	Méditerranéen	1	0	
<i>Melilotus macrocarpa</i> Coss. et Dur.		1	0	
<i>Cistanche violacea</i> (Desf.) Beck.		1	1	
<i>Enarthrocarpus clavatus</i> Del. ( <i>Brassica lyrata</i> Desf.).		1	0	
<i>Thymelea microphylla</i> Coss. et Dur.		1	1	
<i>Limoniastrum guyonianum</i> Dur.		1	0	
<i>Anthemis monilicostata</i> Pomel ssp <i>stiparum</i> (Pomel) M.		1	1	
<i>Frankenia thymifolia</i> Desf.		1	1	
<i>Silene arenarioides</i> Desf.		1	1	
<i>Limonium cymuliferum</i> (Boiss.) Sauv. et Vindt.		1	0	
<i>Zygophyllum cornutum</i> Coss.		1	0	
<i>Herniaria mauritanica</i> Murb.		1	1	
<i>Hedysarum carnosum</i> Desf.		1	1	
<i>Anacyclus cyrtolepidiooides</i> Pomel.		1	1	
<i>Hypecoum geslinii</i> Coss. & Durieu		0	1	
<i>Pituranthos battandieri</i> Maire		1	0	
<i>Pseuderucaria teretifolia</i> (Desf.) O.E.Schulz		0	1	
<i>Rhantherium suaveolens</i> Desf.	Méridionale	1	0	
<i>Daucus biseriatus</i> Murb.		1	0	
<i>Ammosperma cinereum</i> (Desf.) Hook.		1	1	
<i>Astragalus gombo</i> Coss. et Dur.		1	0	
<i>Limonium pruiniosum</i> (L.) Kuntze		1	1	

**Tableau 20** : Répartition des taxons endémiques de la zone humide de Chott El Hodna selon les classes chorologiques et les sites d’investigation (suite)

Taxons endémiques	Classes chorologiques	Sites	
		Sud	Nord
<i>Scrofularia hypericifolia</i> Wudl. ( <i>Sc. saharae</i> Batt. )	Méridionale	1	0
<i>Lycium arabicum</i> Boiss.		1	1
<i>Euphorbia guyoniana</i> Boiss. et Reut.		1	0
<i>Oropetium africanum</i> (Coss. Et Dur.) Chiov.		1	0
<i>Aristida obtusa</i> Del.		1	0
<i>Echiochilon fruticosum</i> Desf.		1	0
<i>Linaria laxiflora</i> Desf.		1	0
<i>Diplotaxis pitardiana</i> Maire	Atlantique	1	1
<i>Euphorbia dracunculoides</i> Lamk. ssp. <i>Flamandi</i> (Batt) Maire	Méditerranéen Méridional	1	1
	Total	<b>29</b>	<b>15</b>

Pour ce qui est des calculs de la diversité des taxons endémiques nous avons :

- La diversité  $\gamma$  est de **31** taxons.
- La diversité  $\alpha$  est respectivement pour le site Sud de **29** taxons et pour le site Nord de **15** taxons.
- Selon **Whittaker (1972)**, la diversité  $\beta$  ( $=\gamma/\alpha$ ) est de **1.07** pour le site Sud et **2.07** pour le site Nord.
- La diversité  $\delta$  ou diversité inter-site, représente le fond des espèces communes et qui est de **13** taxons.

La comparaison statistique par le Test non paramétrique de Kruskal-Wallis des taxons endémiques, selon le site N et S, suivant la chorologie adoptée au seuil de signification **5%, H= 15.096, P < 0.05**. La différence entre les échantillons est significative et on peut conclure que nos taxons endémiques se comportent différemment vis-à-vis des sites

Nord ou Sud et suivant la chorologie adoptée qui est soit méditerranéenne, méridionale, atlantique ou méditerranéenne-méridionale.

### **3-7- Etude d'un cas particulier : Analyse de la flore d'une partie sud de la zone humide de Chott El Hodna**

L'importance floristique du site Sud est incontestable. En effet la richesse spécifique est de **158** taxons soit **85.40 %** du total de la richesse, le nombre d'endémiques est de **29** taxons soit **93.55 %** du total des endémiques présentes dans cette zone humide et la végétation rares y est de **15** taxons sur un total de **16** soit **93.75 %** (Tab. 21).

Tableau 21 : Caractéristiques de la flore de la zone humide de Chott El Hodna suivant les sites d'étude

Site	Nombre de stations	Nombre de relevés	Richesse spécifique	Nombre de taxons stationnels	Nombre de taxons endémiques	Nombre de taxons endémiques stationnels	Nombre de taxons endémiques rares	Chorologie des endémiques			
								Méditerranéen	Méditerranéen Méridional	Atlantique	Méridional
Sud	6	181	158	63	29	16	15	38	1	2	21
Nord	5	121	122	27	15	2	7	24	1	1	9
<b>Zone Humide</b>	<b>11</b>	<b>302</b>	<b>185</b>	-	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>16</b>	<b>62</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>30</b>

Le site Sud, plus important du point de vue biodiversité et d'autant plus qu'il renferme des biotopes écologiquement différents mais géographiquement proches : le Chott, le R'mel (milieu dunaire) et l'Oued.

Cette diversité des biotopes et cette localisation proche des influences méridionales (négatives du point de vue climatique et bénéfique du côté biodiversité) lui donne des avantages certains à accueillir cette biodiversité végétale conséquente.

Partant de ces atouts, la zone humide de Chott El Hodna dans sa partie sud recèle un milieu qui regroupe trois biotopes (Chott, R'mel et Oued) relatifs à trois stations situées les uns à côté des autres (voir carte de situation des stations d'étude – Fig.3) et englobent **79** relevés : **42** relevés pour la station de Oued M'cif, **27** relevés pour la station de Bir Lekraa Chott et **10** relevés pour la station de Bir Lekraa R'mel (voir Tab. 4 ci-dessus) nous à encouragé un établir une analyse de la flore de cette partie sud de la zone humide de Chott El Hodna.

### **3-7-1- Botanique et chorologie**

#### **3-7-1-1- Aperçu taxonomique**

L'analyse floristique qualitative (famille, genre et espèce) a été faite à partir de la liste d'inventaire floristique. Nous avons obtenu **116** espèces, réparties dans **85** genres et **29** familles botaniques (Tab. 22).

**Tableau 22 :** Nombre de taxons et de genre par famille botanique dans une partie sud de la zone humide de Chott El Hodna

Familles botaniques	Taxons	Genres
Poaceae	19	16
Asteraceae	17	14
Fabaceae	14	8
Chenopodiaceae	12	9
Brassicaceae	8	7
Caryophyllaceae	6	5
Orobanchaceae	3	2

**Tableau 22** : Nombre de taxons et de genre par famille botanique dans une partie sud de la zone humide de Chott El Hodna (suite)

Familles botaniques	Taxons	Genres
Plumbaginaceae	3	2
Zygophyllaceae	3	2
Plantaginaceae	3	1
Resedaceae	3	1
Tamaricaceae	3	1
Frankeniaceae	2	1
Geraniaceae	2	1
Malvaceae	2	1
Papaveraceae	2	1
Thymelaeaceae	2	1
Aizoaceae	1	1
Apocynaceae	1	1
Capparidaceae	1	1
Cistaceae	1	1
Euphorbiaceae	1	1
Fumariaceae	1	1
Juncaceae	1	1
Polygonaceae	1	1
Primulaceae	1	1
Rosaceae	1	1
Scrophulariaceae	1	1
Solanaceae	1	1
Total	<b>29</b>	<b>116</b>
		<b>85</b>

Les Magnoliopsida, avec **27** familles et **68** genres représentant **93,10%** tandis que les Liliopsida présentent seulement **02** familles avec **17** genres et représentant **6,90%** de la flore totale. Les six familles les plus importantes englobent presque les deux tiers des taxons présents soit **65,52%** de la flore totale. Ces familles sont: Poaceae avec **19** taxons, représentant à elle seule **16,38%** de la flore inventoriés; les autres

familles sont les Asteraceae (**17** taxons), Fabaceae (**14** taxons), les Chenopodiaceae (Amaranthaceae) (**12** taxons), les Brassicaceae (**08** taxons) et les Caryophyllaceae (**06** taxons), contenant respectivement **14,65%**, **12,07%**, **10,34%**, **6,90%** et **5,17%** des espèces de la flore de cette partie sud de la zone d'étude. De même, et dans une région similaire de Chott El Hodna, **Zedam et al., (2010)** ont constaté que les familles les plus dominantes sont les Asteraceae et les Poaceae. Le reste des familles soit **23** familles ne sont représentées chacune que par un, deux ou trois taxons.

### **3-7-1-2- Chorologie**

Par l'utilisation des ouvrages : **Quézel et de Santa (1962 et 1963)** ; **Ozenda (1983)** et **Dobignard et Chatelain (2010, 2011 et 2012)**, les origines chorologiques des taxons dans cette portion de notre zone d'étude sont au nombre de **36** (Tab. 23).

**Tableau 23:** Origine chorologique des taxons d'une partie sud de la zone humide de Chott El Hodna

<b>Origine chorologique</b>	<b>Nombre</b>	<b>Total des taxons</b>	<b>Taux (%)</b>
Méditerranéen	1	23	19.83
Sahara Sindien	1	11	9.48
Endémique Nord Africain	1	9	7.76
Méditerranéen -Sahara-Sindien	1	7	6.03
Cosmopolites	1	6	5.17
Méditerranéen-Iran-Touran	1	5	4.31
Endémique Saharien	1	5	4.31
Méditerranéen-Sahara	1	4	3.45
Paléotempéré	1	4	3.45
Eurasiatique	1	4	3.45
Sahara	1	3	2.59
Endémique Algérien	1	3	2.59
Les 24 sources restantes	24	32	27.58
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>116</b>	<b>100</b>

L'origine chorologique le plus important (**12** sur **36**) dans notre zone d'étude contient environ trois quarts (**72,42%**) du total des taxons. L'élément méditerranéen avec **19,83%** des plantes identifiées est le plus dominant. Ce ci démontre l'appartenance de cette partie sud à la région méditerranéenne (**Kaabeché, 1990**). Dans notre enquête, malgré la présence d'autres origines chorologiques et la dominance de la végétation méditerranéenne, **Kaabeché (1995, 1996 et 1998)** mentionne la situation biogéographique assez particulière de cette région entre la région méditerranéenne au nord et la région Saharo-arabe au sud. Les autres origines chorologiques recèlent moins d'espèces et contabilisent en tous **32** taxons sur un total de **116**. Pour notre zone d'étude, ce sont des origines chorologiques qui ne renferment que des singletons (ceux qui ne sont représentés par un seul taxon) ce qui semble raisonnable (**Magurran, 2004 et 2005**).

Il est à noter que la répartition de ces **36** origines chorologiques selon notre classification a laissé apparaître **07** classes où l'origine méditerranéen l'emporte avec **49** taxons soit **42.24%** de l'ensemble de la flore recensée dans ces lieux, la classe méridionale renferme **25** taxons soit **21.55%** des taxons rencontrés et la classe méditerrano-méridionale présente **15** taxons soit **12.93%** de la végétation de cette partie de la zone sud.

Concernant les classes restantes : nordique, cosmopolite, iso latitudinale méditerranéen et méditerrano-septentrionale, elles présentent respectivement un nombre de taxons et un taux relatif de : **11 (9.48%)**, **09 (7.76%)**, **5 (4.31%)** et **2 (1.72%)**. Ce ci dit, la flore globale de cette partie sud de la zone humide de Chott El Hodna y est dominée par l'origine Méditerranéen et ce en raison de sa situation géographique relativement proche.

### 3-7-1-3- Endémisme et rareté

En se référant à la Nouvelles flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales de **Quézel** et **Santa (1962 et 1963)** et de la flore du Sahara de **Ozenda (1983)**, la végétation de cette partie sud de la zone humide de Chott El Hodna renferme **20** taxons endémiques soit **17,24%** du total des espèces identifiées. L'existence de **08** taxons endémiques et en même temps rares (Tab. 24) montre la valeur écologique des régions floristiques importantes (**Fennane, 2004**). Cette flore endémique présente les origines biogéographiques suivantes:

- Afrique du Nord: **09** taxons avec **01** taxon AR, **01** taxon R et **02** taxons RR;
- Saharien: **05** taxons avec **01** taxon AR et **01** taxon R;
- Algérien: **03** taxons avec **01** taxon AR;
- Algéro-Tunisien: **02** taxons avec **01** taxon R;
- Algéro-Marocain: **01** taxon.

**Tableau 24:** Endémisme spécifique et rareté suivant les familles botanique taxons d'une partie sud de la zone humide de Chott El Hodna

Taxons	Familles Botaniques	Endémisme	Rareté
<i>Astragalus armatus</i> Willd ssp. <i>tragacanthoides</i> (Desf.) Maire	Fabaceae	Afrique du Nord	RR
<i>Astragalus gombo</i> Coss. et Dur.		Afrique du Nord	-
<i>Melilotus macrocarpa</i> Coss. et Dur.		Afrique du Nord	RR
<i>Hedysarum carnosum</i> Desf.		Algéro -Tunisien	R
<i>Zygophyllum cornutum</i> Coss.	Zygophyllaceae	Algéro -Tunisien	-
<i>Lycium arabicum</i> Boiss.	Solanaceae	Saharien	-
<i>Cistanche violacea</i> (Desf.) Beck.	Orobanchaceae	Afrique du Nord	AR
<i>Anthemis monilicostata</i> Pomel ssp <i>stiparum</i> (Pomel) M.	Asteraceae	Algéro-Marocain	-
<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i> Pomel.		Afrique du Nord	-
<i>Enarthrocarpus clavatus</i> Del. ( <i>Brassica lyrata</i> Desf.).	Brassicaceae	Afrique du Nord	-
<i>Ammosperma cinereum</i> (Desf.) Hook.		Saharien	AR

**Tableau 24:** Endémisme spécifique et rareté suivant les familles botanique taxons d'une partie sud de la zone humide de Chott El Hodna (suite)

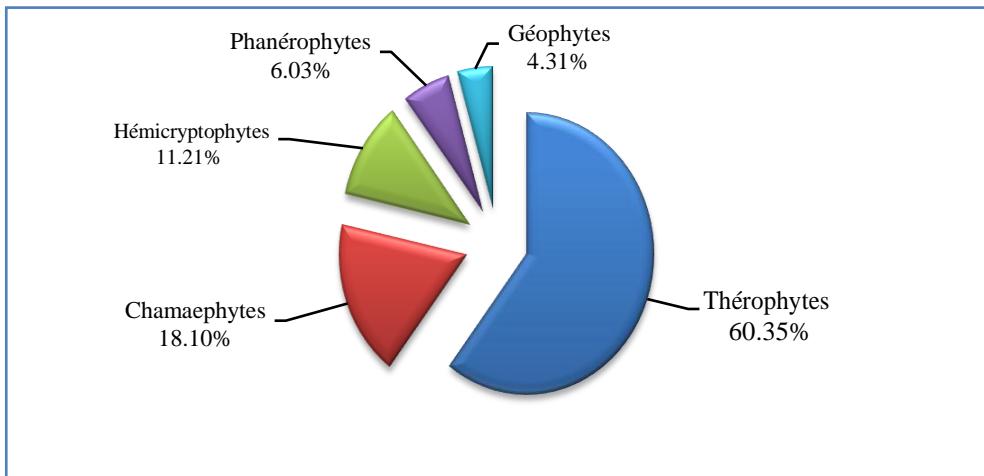
Taxons	Familles Botaniques	Endémisme	Rareté
<i>Thymelea microphylla</i> Coss. et Dur.	Thymeleaceae	Afrique du Nord	-
<i>Limonium cymuliferum</i> (Boiss.) Sauv. et Vindt.	Plumbaginaceae	Algérien	AR
<i>Limonium pruinosum</i> (L.) Kuntze		Saharien	R
<i>Limoniastrum guyonianum</i> Dur.		Afrique du Nord	R
<i>Frankenia thymifolia</i> Desf.	Frankeniaceae	Afrique du Nord	-
<i>Silene arenariooides</i> Desf.	Caryophyllaceae	Algérien	-
<i>Herniaria mauritanica</i> Murb.		Algérien	-
<i>Euphorbia guyoniana</i> Boiss. et Reut.	Euphorbiaceae	Saharien	-
<i>Scrophularia hypericifolia</i> Wendl. ( <i>Sc. saharae</i> Batt.)	Scrophulariaceae	Saharien	-

AR: assez rare; R: rare; RR: très rare.

L'agencement des origines biogéographiques suivant les classes que nous avons proposé, nous donne **15** taxons endémiques soit **75 %** de l'ensemble des endémiques de ces milieux pour le groupe Méditerranéen et **05** taxons endémiques qui représentent **25 %** pour le groupe Méridional. Ce ci montre bien l'appartenance réelle de la flore de cette partie sud de la zone humide de Chott El Hodna au groupe Méditerranéen.

### 3-7-1-4- Types biologiques

Les types biologiques ont été déterminés comme ils apparaissent dans la végétation étudiés sur terrain (**Emberger, 1966**). Dans certains cas, le type biologique est non décelable et il a fallu compléter les informations par l'exploitation des flores disponibles et de d'autres références telles que **Dobignard et Chatelain (2010, 2011 et 2012)**. Toutes les espèces ont été regroupées par type biologique (Fig. 10): thérophytes (**70** espèces soit **60.35 %**), chamaephytes (**21** espèces soit **18.10 %**), hemicryptophytes (**13** espèces soit **11.21 %**), phanérophytes (**07** espèces soit **6.03 %**) et géophytes (**05** espèces soit **4.31 %**).



**Figure 10:** Spectre biologique de la flore dans une partie sud de la zone humide de Chott El Hodna

Les thérophytes sont la forme biologique la plus fréquente. Elle représente **60,35%** de l'ensemble des espèces. La seconde forme sont les chamaephytes avec **18.10%** du totale des plantes. Les hémicryptophytes, les phanérophytes et les géophytes ont respectivement: **11,21%, 6,03% et 4,31%** du total. Ce fait reflète une caractéristique des habitats arides où l'eau et de la chaleur stressante, omniprésente dans notre zone d'étude, sont des facteurs qui contrôlent la croissance et la répartition géographique des plantes (**Le Houérou, 1989**).

Contrairement à ce qui a été rapporté par **Killian (1953)** qui a avancé que les espèces annuelles sont peu représentées dans la flore autour de Chott El Hodna, **Kaabeché (1990 et 1995)** et **Khaznadar et al. (2009)** rapportent que dans les formations steppiques, les thérophytes prédominent sur les autres formes biologiques. Quand à **Hammada et al. (2004)**, ils indiquent que l'abondance des thérophytes est liée aux biotopes propices à leur développement. **Hammada et al. (2004)** et **Hammada (2007)** affirment que la flore terrestre dominante trouvée dans

les zones humides du Maroc sont des annuelles (thèrophytes) où ce type biologique, à cycle de développement court, colonise facilement et rapidement de nombreux environnements et que les autres types ne peuvent s'installer partout en vertu de leurs exigences assez conséquentes.

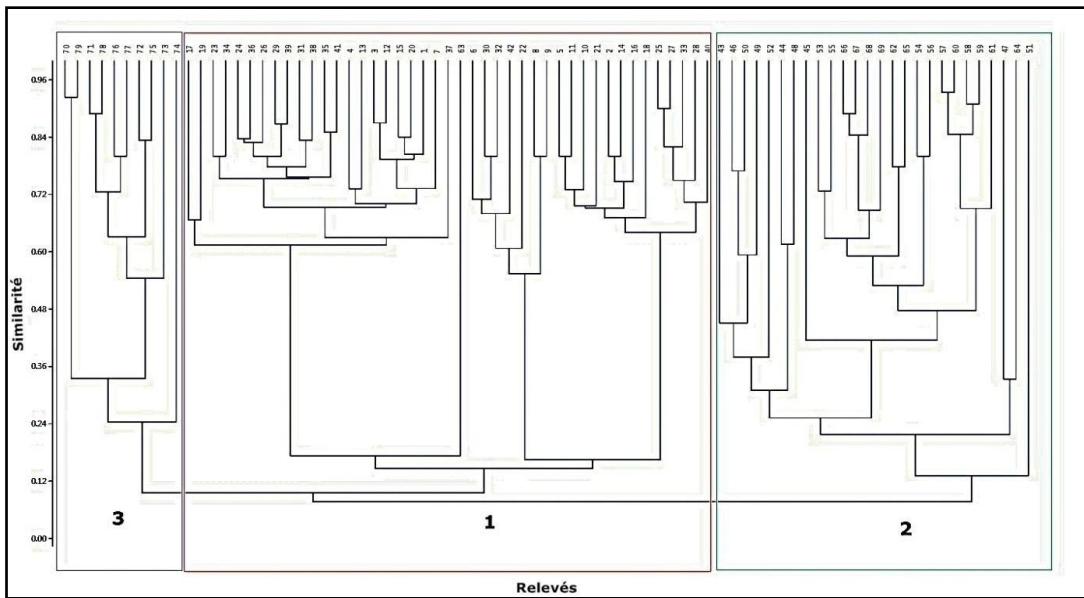
**Médail et Myers (2004)** expliquent que la richesse floristique est liée à la diversité géomorphologique d'une région et qui donne lieu à un large éventail de microclimats.

### **3-7-2-Analyse numérique de la flore**

#### **3-7-2-1-Similarité**

L'indice de similitude a été calculé entre toutes les paires d'échantillons. Une propriété utile de l'indice de similarité est qu'elle augmente linéairement depuis un certain minimum fixe jusqu'à un certain maximum fixe (**Wolda, 1981**). Des valeurs élevées de cet indice sont interprétés comme reflétant la faible diversité bêta: forte similarité (**Koleff et al., 2003**).

En prenant en considération l'indice de similitude de Sørensen-Dice entre les échantillons (Fig. 11), l'analyse des clusters prend en compte la variation des espèces et donc sépare clairement les différents micro-habitats ou les stations d'étude (**Jenny et al., 1990**).



**Figure 11:** Similarité de Sørensen-Dice des relevés floristiques

En tenant en compte des valeurs de la similarité dans la matrice de similitude entre les paires d'échantillons, ces derniers sont relativement conséquents et dénotent de fortes corrélations.

D'autre part la similitude graphique de relevés (Fig.11) montre trois grands groupes: un premier groupe (**1**) englobant échantillons de **01 à 42** dans le centre et il concerne les relevés effectués dans les rives de l'Oued. Un second groupe (**2**) est marqué par des échantillons **43 à 69** et est lié à la zone de texture fine et la salinité de surface apparente. Une dernière série (**3**) est hautement individualisée et englobe les échantillons de **70 à 79** relative à un sol sablonneux.

La similitude a montré l'existence de sols différents (salinité plus ou moins prononcée) entre les stations et a conduit à une nette différence de la végétation. En se référant à la figure 12, le groupe (**2**) inféodé au sol relativement salin et à texture fine réunie les relevés floristiques qui sont caractérisés par des espèces relativement tolérantes au sel: *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) MB, *Suaeda fruticosa* L. et *Frankenia pulverulenta*

L. (**Quézel et Santa, 1962** et **1963** et **Ozenda, 1983**). **Bouabdallah (1992)** et **Géhu et al. (1993)** rapportent que *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) MB est inféodé aux communautés des plantes halophiles.

Aussi **Kaabache et al. (1995)** signalent que *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) MB et *Frankenia pulverulenta* L. sont des plantes halophiles.

Les relevés du groupe (3) sur sol sablonneux (psamophiles) sont représentés par *Aristida pungens* Desf., *Retama retam* Webb et *Cutandia dichotoma* (Forsk) Trab. En effet ces taxons sont rencontrés dans les zones arides de sable (**Djebaili, 1984**). De même **Ward et al. (1993)** rapportent que *Retama retam* Webb est une plante typique trouvé dans les habitats de sable du désert du Néguev dans le Moyen-Orient.

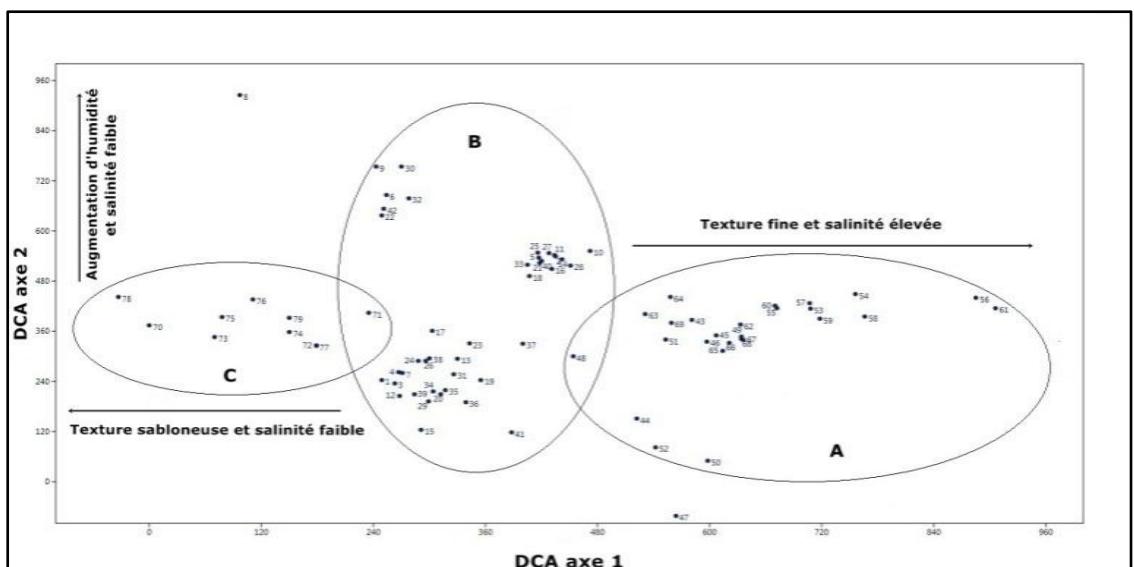
Enfin le groupe (1) où les relevés ont été établit sur les rives de Oued M'cif englobe une multitude de taxons, non caractéristiques des deux groupes (2) et (3). C'est un environnement drainé par une eau non salée. C'est une zone de végétation qui appartient à une zone anthropisée (zone pâturee et existence de parcelles cultivées aux alentours). Parmi les espèces rencontrées dans ce site: *Hordeum murinum* L., *Lolium multiflorum* Lam. et *Anagallis arvensis* L. La présence de telles plantes indique un environnement perturbé par l'homme.

### **3-7-2-2-Analyse des correspondances redressées (DCA)**

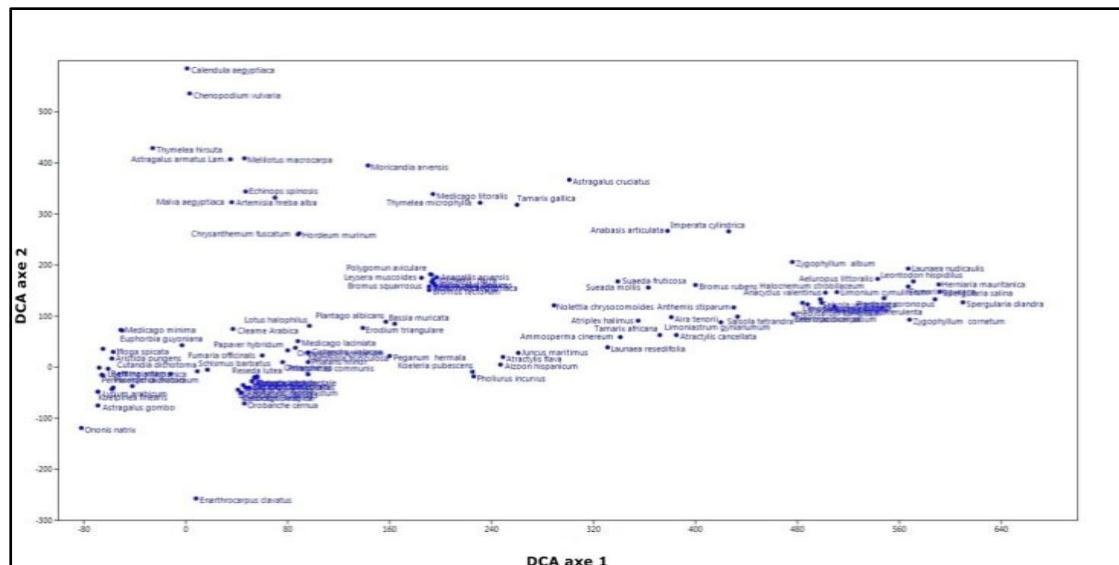
Les méthodes d'analyse multivariée sont des techniques de réduction de données et permettent de transformer un tableau à n lignes (espèces) en un tableau “relevés/espèces” et ce à la recherche de gradient (**Bouxin, 2014**). Le regroupement des relevés de la végétation en présence/absence nous laisse visualiser des groupes d'espèces en fonction de leur composition et des facteurs responsables de cette distribution. En fonction de l'axe DCA1 (Fig. 12), un gradient principal

des relevés se manifeste et illustre trois groupes de relevés eux-mêmes juxtaposés et situés proches les uns des autres. Un premier groupe (**A**) englobe les relevés floristiques de **43 à 69** à la droite de cet axe et il est lié à la zone de texture fine et de salinité très apparente en surface. Un second groupe (**B**), au centre regroupe les relevés de **1 à 42**, réalisés dans les rives de l'Oued où il existe aux alentours de nombreuses parcelles agricoles mises en valeur. Et enfin, un ensemble (**C**), rassemble les relevés de **70 à 79** à gauche du dit axe où ses relevés ont été entrepris sur sol sablonneux.

Le gradient qui se manifeste le long de l'axe DCA1 (Fig. 12), traduit un passage d'un milieu de texture fine avec une salinité très apparente en surface (le milieu du Chott) à un milieu opposée de texture grossière où le sable abonde et la salinité est non apparente en surface : le milieu du R'mel. Un second gradient, révélé par l'axe DCA2 (Fig. 12), signifie une évolution de bas en haut de l'humidité du sol et qui accuse une salinité relativement faible : le milieu Oued.



**Figure 12:** DCA ordination des 79 relevés floristiques et des taxons suivant les axes DCA1 et DCA2 : Localisation des relevés dans une partie sud de la zone humide de Chott El Hodna



**Figure 13:** DCA ordination des 79 relevés floristiques et des taxons suivant les axes DCA1 et DCA2 : Positionnement des 116 taxons trouvés dans les relevés dans une partie sud de la zone humide de Chott El Hodna

La flore rencontrée dans une partie sud de la zone humide de Chott El Hodna est toute rassemblée (Fig. 13). Elle se compose de taxons psammophiles comme: *Neurada procumbens* L., *Cutandia dichotoma* (Forsk) et Trab et *Bassia muricata* (L.) Asch. dans le côté gauche de l'axe DCA1 (Fig. 13) et coïncident évidemment avec le milieu sablonneux (**C**) montré par le graphe DCA (Fig. 12).

Les taxons halophiles en droite de l'axe DCA1 (Fig. 13), tels que *Limoniastrum guyonianum* Dur, *Salicornia arabica* L. et *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) MB. concordent avec le milieu Chott (**A**) du graphe DCA (Fig. 12). Entre ces deux groupes d'espèces, il ya de nombreuses espèces qui appartiennent à une zone anthropisée: *Polygonum aviculare* L., *Cynodon dactylon* (L.) et *Malva sylvestris* L. illustrées en haut (Fig. 13) et qui vont de même avec le milieu (**B**) du graphe DCA (Fig. 12).

Il est à noter que les activités agricoles génèrent une baisse significative de la biodiversité (**Daget et Poissonet, 1997**). Ce phénomène bien connu en écologie appliquée, se traduit par l'ouverture des milieux tels que les agroécosystèmes (recherches toujours de l'état monospécifique) est l'entrave du développement des séries progressives successives qui reste toujours pauvres en espèces d'autant plus que **Maltby (2006)** rapporte que le système d'une zone humide est écologiquement dynamique où le processus successionnel laisse évoluer sa structure et son fonctionnement.

Le risque réside dans la perte de nombreux taxons spécialisés au bénéfice de d'autres taxons opportunistes-cosmopolites, d'où une baisse notable de la biodiversité et une banalisation de la flore originale (**Verlaque et al., 2001**).

La conservation des espèces nécessite donc d'abord une protection des milieux naturels les plus sensibles en vue d'une préservation future durable.

#### **4- Préservation<sup>(\*)</sup> de la flore**

L'équilibre qui règne dans un écosystème doit être maintenu et tous les êtres vivants y participent. En cas de déséquilibre c'est toute l'entité biologique, y compris l'espèce humaine, qui va subir des conséquences néfastes et imprévisibles.

La richesse de la diversité biologique au niveau national dans les zones humides est moyennement conservée et dans les écosystèmes sahariens, dont la biodiversité est insoupçonnable, elle est fortement fragilisée par les conditions bioclimatiques et l'activité anthropique grandissante (**Abdelguerfi et al., 2009**).

---

(\*) : Etymologiquement le mot « préservation » dérive du mot latin « praeservare », de *prae* : avant, et *servare* : sauver. Usuellement il signifie : sauver d'un mal qui pourrait arriver (Larousse *en ligne*).

#### **4-1-Préserver quoi et contre qui ?**

La préservation de la flore en général et des espèces endémiques en particulier signifie avant tout leur inventaire, leur surveillance et évidemment leur conservation au pire des cas en "*ex situ*". La préservation ne veut nullement que l'on fasse clôturé cette zone humide et y interdire toute intrusion humaine. Mais la préservation doit se faire en intégrant la population limitrophe du Chott par :

- Sa concertation en vue de solutionner ses préoccupations et problèmes.
- Sa participation aux actions de sauvegarde des lieux et préservation des entités vivantes (faune et flore).
- Sa formation, son orientation et surtout son aide matériel (construction d'habitats, forage, création de vergers, vaccination du cheptel...)

Les programmes de mise en valeur entrepris dans le milieu d'étude, par erreurs techniques ou insouciances, tels que les défoncement des terres pour labours ultérieurs de parcelles, la création de vergers, périmètres de plantation pastorale, les forages, les puits ..., ont été décidés aux bureaux et balancés à l'exécution sur terrain sans études préalables et en absence de toutes études d'impact sur l'environnement comme le stipule la loi N° 83-03 du 05/02/1983 relative à la protection de l'environnement et le décret exécutif N° 90-78 du 27/02/90 relatif aux études d'impact sur l'environnement et ce pour faire connaitre et évaluer les incidences directes et/ou indirectes des projets sur l'équilibre écologique, le milieu environnemental, la qualité de vie et la population.

## **4-2- Niveaux d'intervention pour la préservation**

Les jardins botaniques (conservation *ex situ*) revêtent une très grande importance dans la mesure où ils représentent les sites de conservation des « copies de sauvegarde » (**Delanoe et al., 1996**) mais la conservation des populations naturelles existantes "*in situ*" est le moyen le plus sûr de ne pas perdre le potentiel évolutif d'une espèce (**Holsinger, 1992**) et ainsi la variabilité génétique antérieurement acquise (écotype) sera maintenue.

La zone humide de Chott El Hodna recèle 31 espèces endémiques dont 16 sont assez rares à très rares avec l'inexistence d'un plan de gestion opérationnel pour cette zone humide. **De Meester et al. (2006)** soulèvent que dans une politique de conservation, l'identification d'indicateurs appropriés n'est pas chose facile mais la rareté en elle-même constitue un indicateur simple à appréhender et qui reflète la diversité de l'écosystème global.

A notre vision il existe 03 niveaux d'intervention pour la préservation de la flore de la zone humide de Chott El Hodna :

- Spécifique ou taxonomique,
- Milieu de vie ou biotope,
- Niveau comportemental des habitants.

### **4-2-1- Niveau spécifique ou taxonomique**

La présence d'une flore originelle et l'absence d'espèces exotiques proliférantes, concurrentes et envahissantes dans notre milieu d'étude constitue déjà un avantage où **Le Neindre (2002)** dénote que certains milieux méditerranéens comme les îles souffrent des introductions d'espèces végétales non natives.

La préservation de la flore de la zone humide de Chott El Hodna peut s'opérer dans la mesure du possible en mettant les moyens humains, matériels et financiers en jeu par l'utilisation des biotechnologies et du génie génétique :

- Instauration de banques de semences (*Cryobanks en Anglais*) où les graines des plantes à préserver subiront un traitement cryogénique à une température de -196 °C pour stockage. Ces semences pourront être utilisées pour la restauration de la diversité biologique végétale perturbée ou enregistre un déclin alarmants dans les effectifs comme c'est le cas en Russie orientale (**Voronkova et Kholina, 2010**) ou au Brésil (**Pilatti et al., 2010**).

- Les cultures in vitro et les micro-propagations des espèces endémiques menacées sont largement utilisées :

- Au Portugal: *Drosophyllum lusitanicum* (L.) Link (**Gonçalves et Romano, 2004**).
- Au Brésil : Bromeliaceae, Cactaceae, et Orchidaceae (**Pilatti et al., 2010**).
- En Inde : *Ceropegia attenuata* Hook (**Chavan et al., 2011**).
- En Espagne : *Anthemis chrysanthia* J. Gay, *Euphorbia uliginosa* Welw. *Limonium brassicifolium* Kuntze subsp. *Macropterum* (Webb et Berthel.) G. Kunkel (**González-Benito et Martín, 2011**) et *Thymus moroderi* Pau (**Marco-Medina et Casas, 2015**).
- Au Etats Unis d'Amériques : *Astragalus holmgreniorum* Barneby (**Hill et al., 2015**).

Jusqu'à preuve du contraire, en Algérie, on ne dispose pas ni au niveau national ni au niveau régional d'un conservatoire pour y conserver des espèces végétales rares et/ou menacées pour y stocker des semences ou des spécimens. Les espèces végétales sont adaptées à leur

biotope d'origine surtout pour ce qui est du cas de notre zone d'étude malgré que le milieu soit relativement hostile et les conditions d'existence y sont difficiles.

#### **4-2-2- Niveau milieu de vie ou biotope**

La zone humide de Chott El Hodna connaît des agressions externes qui pèsent lourd et ce en plus des agressions internes propres à elle : salinité, ensablement, aridité et sécheresse, vent de sels... Parmi les agressions externes on a deux qui sont décisifs et de grande ampleur : le surpâturage et le défrichement.

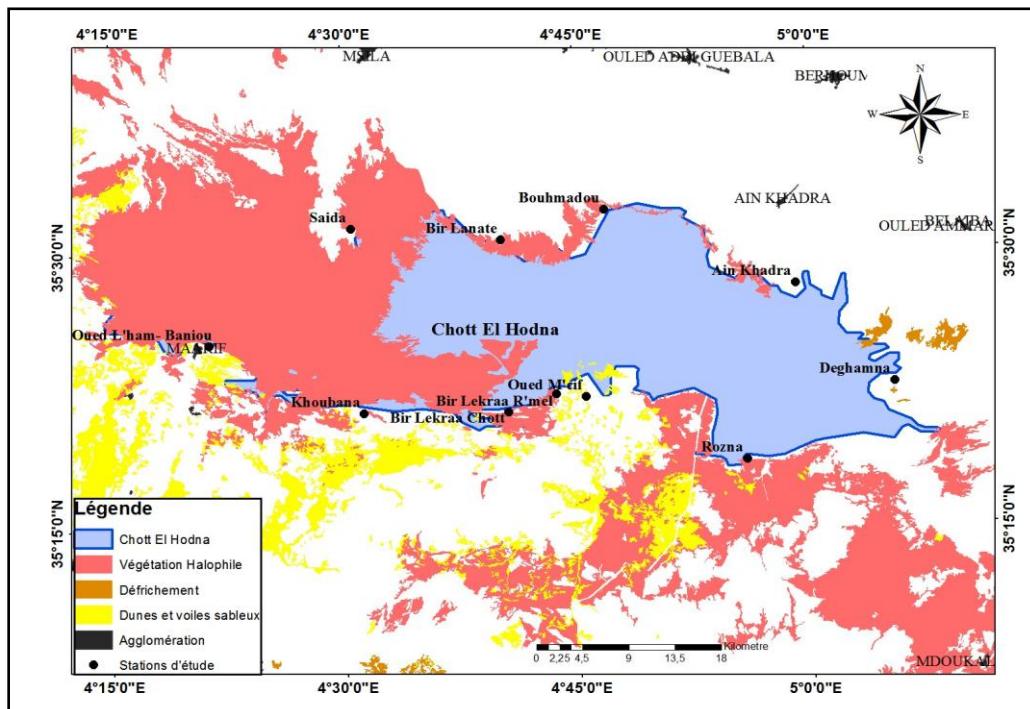
Le défrichement doit être redéfini par la réglementation en vigueur étant donné que c'est une action destructrice et la remise en état n'est pas toujours possible. Une vulgarisation sur les dangers et les méfaits de cette action sont à prendre en considération.

Le défrichement a lieu dans notre zone d'étude pour deux raisons (**Hadjab, 1998**) :

- Utilisation des sous ligneux (arbrisseaux) comme bois de feux.
- Emblavement des terres défrichées en vue de récoltes céréalières meilleures (mais le plus souvent aléatoire).

Aussi **Killian (1953)** rapporte que la population locale, autour de Chott El Hodna, défriche les milieux envahis par *Atriplex halimus* L. aux abords des lits des oueds (pensant qu'ils sont moins salinisés) pour la culture des céréales.

Les données de l'**HCDS (2010)** sur l'occupation des terres, montrent l'ensablement et la végétation halophile steppique autour de Chott El Hodna (Fig. 14).



**Figure 14:** Ensamblement et végétation halophile autour de Chott El Hodna (HCDS, 2010)

Ces deux phénomènes entravent le développement socioéconomique des populations et de la région en général.

La région d'étude est principalement à vocation pastorale et le surpâturage est omniprésent. Il recèle une lourde mission aux vulgarisateurs et aux techniciens de terrain pour :

- Expliquer l'importance du respect de la charge animale.
- Relancer le nomadisme comme action et moyen de préservation du milieu et des espèces rares ou en danger par ce qu'il n'exerce jamais de pression sur le milieu en général et sur les taxons à préserver en particulier.

A cet égard, le **Cirad (2012)**, avec plus de 50 ans d'expérience en pastoralisme, montre que l'élevage nomade et transhumant contribue à la préservation des écosystèmes et que ce système d'élevage est adapté aux perturbations climatiques.

Toute tentative de préservation ou de conservation des espèces endémiques où menacées reste tributaire des actions de protection du milieu contre toute action destructrice ou de déséquilibre malgré que **Reed (1987)** avance que c'est le fait de sauver les espèces pour pouvoir sauver l'écosystème.

Ces actions déstabilisatrices sont directement liées aux activités agricoles des populations locales (surpâturage, défrichement...).

En effet l'activité d'élevage engendre un surpâturage, une réduction de la couverture végétale et une destruction de la flore originelle par broutage, par piétinement ou même par prolifération de certains taxons non palatables (*Peganum harmala*, *Phalaris minor* ...) et témoignent d'un déséquilibre qui sévit.

Les interventions de sauvegarde de cette flore originelle ou même menacée y compris les taxons endémiques doivent s'axer mutuellement sur la préservation du biologique tout en conservant le milieu. Ce biotope une fois préservé, les entités biologiques qui s'y rattachent seront préservées et conservées.

#### **4-2-3- Niveau comportemental des habitants**

Il y a lieu de développer l'esprit de « l'amour de la nature » et encore mieux c'est aimer tout ce qui est avec la biodiversité.

L'éducation environnementale peut aboutir aux changements des points de vue et de la mentalité riveraine « destructrice inconsciente du biotope », à la prise de conscience des problèmes de diversité et à

l'initiation de « naturalistes».

Dans cette éducation, l'introduction de la notion de la *diversité biologique* constituera en elle-même un pas de conservation et de préservation.

La préservation c'est aussi l'utilisation durable et la valorisation des potentialités des ressources naturelles.

Ce ci aboutira certainement à l'intégration de la population en la considérant comme partenaire et acteur de la préservation et non comme adversaire destructeur.

Lorsque la prise de conscience de la part de la population sur la préservation du milieu sera atteinte, la composante biotique et spécialement la flore sera automatiquement préservée.

#### **4-3- Durabilité de la biodiversité**

Un élément fondamental de l'approche écosystémique ou par écosystème est la reconnaissance de l'importance d'atteindre et / ou maintenir l'équilibre le plus approprié entre la conservation et l'utilisation de la diversité biologique. L'application de ce ci impose une attention à l'usage multiple des écosystèmes et sur l'importance de l'utilisation des terres avec planification intégrée et combinée avec les meilleures pratiques de gestion. Dans le cas contraire ce ci va générer une mécontente de la part de la population où cette situation engendrera les problèmes environnementaux et l'utilisation non durable des ressources (**Maltby, 2006**).

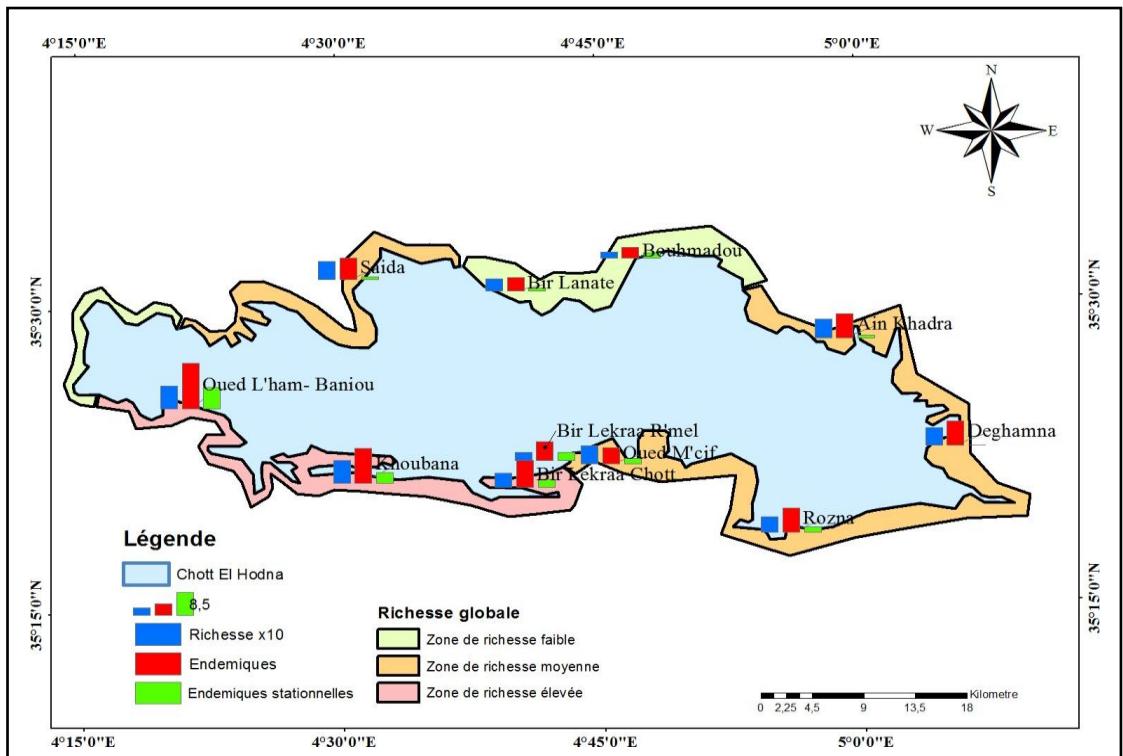
Pour la durabilité de la biodiversité des interventions doivent être proposés pour la sauvegarde des entités biologiques du milieu naturel et des pratiques riveraines existantes. Cependant il est nécessaire de soulever que la préservation des taxons endémiques ne peut avoir lieu

seule mais c'est la préservation de toute la richesse floristique qui doit être prise en compte.

#### 4-3-1- Gestion de la biodiversité végétale à Chott El Hodna

Les zones à fort potentiel biologique doivent être bien délimitées par un zonage qui doit être réalisé (**Swenson et al., 2012**).

En effet en prenant en compte la richesse floristique totale des 11 stations dans notre zone d'étude et en considérant l'endémisme existant (total et stationnel), trois zones ont été dégagées (Fig. 15).



**Figure 15 :** Zonage selon la richesse floristique et l'endémisme de la flore de la zone humide de Chott El Hodna

Ces trois zones de diversités différentes (Fig.15) se présentent comme suit :

- Zone de richesse floristique élevée où les interventions de la préservation sont importantes parce que c'est un « Hotspot » local qui peut promouvoir les zones limitrophes. Elle englobe les stations : Oued Lham-Baniou, Koubana et Bir Lekraa Chott.
- Zone de richesse floristique moyenne où les interventions de la préservation sont modérées. Elle renferme les stations : Saida, Deghamna, Ain Khadra, Rozna, Bir Lekraa R'mel et Oued M'cif.
- Zone de richesse floristique faible où les interventions de la préservation sont limitées (le milieu naturel n'est pas riche en espèces). Elle regroupe les stations de Bir Lanate, Bouhmadou et la zone Ouest de la zone humide de Chott El Hodna.

Pour notre cas par exemple le site Sud est prioritaire au site Nord et de même la station Oued L'ham-Baniou est prioritaire à la station Bir Lanate.

**Sergio et Pedrini (2007)** dénotent que traditionnellement, la conservation de la biodiversité s'opère par la simple conservation des espèces mais celle-ci est remplacée par la conservation de site de biodiversité où la préservation est plus efficace ce qui donnera des zones protégées à environnements accueillants et non modifiés.

#### **4-3-2- Gestion des pratiques agricoles**

Les pratiques agricoles, visant une exploitation durable des ressources disponibles, se résument en la rotation des cultures, l'assolement, le respect de la charge animale dans les aires de parcours, la pratique du nomadisme, l'affectation judicieuse des terres, etc.

Ceci est particulièrement important par ce que les pratiques d'utilisation des terres ont été identifiées comme cause majeure et unique

de la perte de la biodiversité au cours des dernières années (**Soulé, 1991**).

#### **4-3-3- Gestion du milieu**

Le maintien d'un environnement en équilibre sous entend sa préservation. La gestion du milieu vise la multiplication des niches écologiques déjà existantes surtout dans le site Sud où trois milieux différents sont juxtaposés. Cette démarche entraînera certainement un développement biocénétique et un équilibre certain.

La gestion efficace des écosystèmes nécessite la plus large vue possible sur les systèmes écologiques. **Maltby (2006)** soulève, pour prise en considération dans une vision plus globale, la gestion des zones humides face à la perte de la biodiversité où l'écosystème est particulier et dynamique face aux changements décisifs induits par l'homme. La connaissance approfondie des liens entre le fonctionnement de l'écosystème naturel, l'utilisation des ressources, les stratégies économiques et les perspectives de conservation doivent garantir la préservation de la biodiversité en général.

Les transformations que peut subir un écosystème en matière de mouvements de plantes (espèces envahissantes) et d'animaux sont imprévus et de plus en plus important en raison du réchauffement planétaire ressenti où **Gargaud et al. (2005)** rapportent qu'il y a réchauffement réel de la planète.

La convention sur la diversité biologique met comme stratégie pour la sauvegarde de la diversité biologique cette approche par écosystème qui vise le développement durable (**CDB, 2004**).

L'approche par écosystème est une stratégie de gestion intégrée des terres, des eaux et des ressources vivantes, qui favorise la

conservation et l'utilisation durable d'une manière équitable. Cette approche est fondée sur l'application de méthodologies scientifiques concentrées sur des paliers d'organisation biologique.

Ces paliers couvrent les principales structures, processus, fonctions et interactions entre les organismes et leur environnement. L'approche reconnaît que les populations humaines sont une composante intégrante de l'écosystème.

Cette approche repose sur 12 principes :

- 1.** Les objectifs de gestion des terres, des eaux et des ressources vivantes sont un choix de société.
- 2.** La gestion devrait être décentralisée et ramenée le plus près possible de la base.
- 3.** Les gestionnaires d'écosystèmes devraient considérer les effets (réels ou potentiels) de leurs activités sur les écosystèmes adjacents ou autres écosystèmes.
- 4.** Compte tenu des avantages potentiels de la gestion, il convient de comprendre l'écosystème dans un contexte économique.
- 5.** Conserver la structure et la dynamique de l'écosystème, pour préserver les services qu'il assure, devrait être un objectif prioritaire de l'approche par écosystème.
- 6.** La gestion des écosystèmes doit se faire à l'intérieur des limites de leur dynamique.
- 7.** Elle ne devrait être appliquée que selon les échelles appropriées.
- 8.** Compte tenu des échelles temporelles et des décalages variables qui caractérisent les processus écologiques, la gestion des écosystèmes doit se fixer des objectifs à long terme.
- 9.** La gestion doit admettre que le changement est inévitable.
- 10.** Elle devrait rechercher l'équilibre approprié entre la conservation et l'utilisation de la diversité biologique.

**11.**Cette approche devrait considérer toutes les formes d'information pertinentes, y compris l'information scientifique et autochtone, de même que les connaissances, les innovations et les pratiques locales.

**12.**Elle doit impliquer tous les secteurs sociaux et toutes les disciplines scientifiques.

Comme directives opérationnelles, pour la mise en œuvre de cette approche, la **CDB (2004)** propose :

- Une concentration sur les fonctions de la diversité biologique dans les écosystèmes.
- Favoriser le partage des avantages.
- Recourir à des pratiques de gestion souples.
- Réaliser les actions de gestion à une échelle appropriée au problème à résoudre, en décentralisant le plus possible l'initiative vers la base.
- Permettre la coopération intersectorielle.

Pour atteindre l'objectif de préservation de la biodiversité et spécialement celle de la flore endémique, des actions d'amélioration des conditions de vie de la population seront pris en charge et ce en concertation avec la population elle-même.

Une fois les actions à entreprendre seront dégagées leur réalisation s'effectuera avec les habitants qui seront partie prenante dans l'exécution des travaux (l'imprégnation de la population à la sauvegarde des milieux naturels) : c'est l'approche participative qui vise un développement durable.

## Conclusion

L'aire de notre étude est la zone humide d'importance internationale de Chott El Hodna. Ce Chott est situé au Nord-Est d'Algérie et est considéré comme l'un des plus grands du pays. C'est une zone humide continentale, aride et salée. Ecologiquement elle s'intègre dans l'étage bioclimatique aride à hiver tempéré avec régime saisonnier des précipitations de type APHE. La végétation se présente sous forme d'un anneau tout autour d'une dépression centrale fermée, inondable, salée et dépourvue de toute végétation.

L'étude de la végétation dont l'objectif est de faire un inventaire floristique de la flore endémique et de proposer les perspectives pour sa préservation.

La méthodologie adoptée consiste en un échantillonnage non probabiliste mixte regroupant le subjectif et le systématique a été utilisé.

Les relevés floristiques sont répartis dans onze (**11**) stations et s'intègrent à deux sites opposés, au Nord il y a **05** stations et Sud il y en a **06**. Le nombre total de relevés floristiques réalisés s'élève à **302**.

Les résultats de l'analyse de la flore ont abouti à **185** taxons répartis en **37** familles botaniques et englobant **127** genres. La végétation endémique renferme **31** taxons (dont **16** taxons rares) appartenant à **16** familles botaniques et **28** genres.

L'examen des types biologiques de l'ensemble de la végétation recensée a révélé que les thérophytées en nombre de **111** dominent les lieux avec **60%**. Les types restants : chamaephytes, hemicryptophytes, géophytes et phanérophytes n'ont que de faibles présences par rapport au groupe des thérophytées dont la présence est relativement écrasante.

Pour la flore endémique, les thérophytées sont aussi majoritaire

avec près de **50%**. La thérophytisation est une caractéristique des zones arides, elle exprime une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et d'une forme de résistance aux rigueurs climatiques de plus elle dénote l'ouverture du couvert végétal.

Le type morphologique de la flore globale a donné que le nombre des herbacées annuelles est de **111** taxons sur un total de **185** soit **60%** de l'ensemble de la flore. Les herbacées vivaces et ligneuses vivaces ne sont représentées que par **49** et **25** taxons avec respectivement des taux de **15.14%** et **24.86%**. Pour ce qui est de la flore endémique, le nombre des herbacées annuelles est de **15** taxons sur un total de **31** soit près de **50%** de l'ensemble de la flore endémique. Les herbacées vivaces et ligneuses vivaces ne sont représentées que par **08** taxons avec un taux de **25.81%** pour chacun.

La chorologie des taxons recensés de la flore globale et même pour flore endémique, ont révélé la dominance du type phytochorique Méditerranéen sur les autres types présents.

Concernant la rareté des espèces de notre flore endémique, qui est un indicateur de la diversité de l'écosystème d'étude, il a été recensé **16** taxons : **06** assez rares, **07** rares et **03** très rares.

Pour ce qui est des espèces ayant un statut de protection, la flore endémique de la zone humide de Chott El Hodna n'en recèle aucun taxon inscrit sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN) ou cité dans les textes réglementaires nationaux en vigueur.

Toutefois, quatre taxons non endémiques, présents au niveau de notre zone d'étude, sont protégés au niveau national par le Décret exécutif n°12-03 du 04 Janvier 2012 fixant la liste des espèces végétales

non cultivées protégées en Algérie. Il s'agit de:

- *Helianthemum Lippii* (L.) Pers. var. *sessiliflorum* (Desf.) Murb. (Cistaceae)
- *Ononis natrix* L. ssp. *polydada* (Murb.) Sirj. (Fabaceae)
- *Centaurea microcarpa* Coss. (Asteraceae)
- *Ephedra alata* Dec. (Ephedraceae)

La pression anthropogène sur les milieux environnants par le surpâturage génère non seulement la perte de la biodiversité floristique globale et endémique mais la prolifération de plantes toxiques et non pastorale telle que *Phalaris minor* Retz.

Cette graminée touche le site Sud avec une présence dans **25** relevés (**13.81%**) sur **181** relevés principalement dans les stations Oued M'cif et Oued Lham-Baniou. Quant au site Nord il y a seulement **10** relevés (**8.26%**) qui marquent la présence de cette graminée sur un total de **121** relevés.

La classification phylogénétique des taxons endémiques de la zone humide de chott El Hodna est donnée par l'APG III (2009). Celle-ci est basée sur le gène chloroplastique, le gène mitochondriale et celui nucléaire.

Appliquée uniquement pour les familles des espèces endémiques, trois clades se manifestent à partir des clades des monocotylédones et des dicotylédones:

- Clade des Commelinidées : renferme l'ordre des Poales avec la famille des Poaceae.
- Clade des Astéridées qui englobe :
  - Le clade des Lamiidées (Euastéridées I) avec l'ordre des Caryophyllales avec les familles : Caryophyllaceae, Frankeniaceae et Plumbaginaceae,

- l'ordre des Solanales avec les familles : Boraginaceae et Solanaceae et enfin l'ordre des Lamiales avec les familles : Orobanchaceae et Scrophulariaceae.
- Le clade des Campanulidées (Euastéridées II) avec l'ordre des Apiales avec la famille des Apiaceae et l'ordre des Asterales avec la famille des Asteraceae.
- Clade des Rosidées qui englobe :
- Le clade des Fabidées (Eurosidées I) avec l'ordre des Fabales avec la famille des Fabaceae, l'ordre des Zygophyllales avec la famille des Zygophyllaceae et l'ordre des Malpighiales avec la famille des Euphorbiaceae.
  - Le clade des Malvidées (Eurosidées II) avec l'ordre des Brassicales avec la famille des Brassicaceae et l'ordre des Malvales avec la famille des Thymelaeaceae.

Quant à l'ordre des Ranunculales, considéré comme non évolué, il est directement rattaché au clade des dicotylédones. Il n'est représenté dans notre flore endémique que par la famille des Papaveraceae.

Cette diversité taxonomique (entre espèces) constitue en elle-même un degré de similarité phylogénétique.

L'identification des zones potentielles des taxons endémiques a été faite par un zonage territorial dressé, en rapport avec les biotopes existants (Oued, Chott et R'mel), les sites et les stations d'étude où on a :

- Pour le site Sud qui englobe **06** stations : **158** taxons renfermant **27** taxons endémiques dont **16** inféodés uniquement à ce site.
- Pour le site Nord qui réuni **05** stations : **122** taxons renfermant **15** taxons endémiques dont **02** inféodés uniquement à ce site.

Trois zones d'importance en espèces endémiques furent identifiées et ce zonage territorial a donné:

- Une zone d'endémisme élevé englobant **05** stations.
- Une zone d'endémisme moyen réunissant **03** stations
- Une zone d'endémisme faible ne se présentant que dans **03** stations.

L'importance floristique d'une partie dans le site Sud du Chott, réunissant les biotopes existants (Oued, Chott et R'mel), a montré que sur **79** relevés floristiques, il y a **116** taxons répartis dans **85** genres et **29** familles botaniques. Ils renferment **20** taxons endémiques dont **08** sont des endémiques rares.

L'analyse numérique de la végétation de cette partie du site Sud du Chott, a révélé que les relevés floristiques et les taxons recensés sont inféodés à trois micro-habitats : un milieu salin : le Chott, un milieu de texture grossière : le R'mel et un milieu anthropisé : l'Oued. Dans ce même milieu d'étude, deux gradients écologiques se manifestent. Le premier montre une texture fine avec salinité très apparente en surface (le Chott) opposée à un milieu de texture grossière où le sable abonde et la salinité est non visible (le R'mel). Le second recèle une évolution de bas en haut de l'humidité du sol et où la salinité diminue (l'Oued).

La préservation de la flore en général et des espèces endémiques en particulier doit s'opérer avec les habitants limitrophes des lieux. Les niveaux d'intervention, pour la préservation de la flore des lieux au nombre de **03**, s'axent sur les taxons, le biotope ou milieu de vie et le comportement des habitants. Les **185** taxons dont **31** endémiques ont été répartis dans leurs sites et stations respectifs. Un zonage est proposé basé sur cette richesse floristique totale et cet endémisme (total et stationnel) dans les **11** stations d'études ce qui a donné trois zones de richesse floristique : la première élevée, la seconde moyenne et la dernière faible.

Pour la durabilité de la biodiversité des interventions doivent être proposés pour la sauvegarde des entités biologiques du milieu naturel et des pratiques riveraines existantes où il est nécessaire de soulever que la préservation des taxons endémiques ne peut avoir lieu seule mais c'est la préservation de toute la richesse floristique qui doit être prise en compte.

Pour préserver cette flore, la gestion de ce milieu s'axe sur trois volets : la gestion de la biodiversité du milieu selon les priorités (zonage des lieux potentiels), la gestion des pratiques agricoles et la gestion du milieu en tant qu'unité (l'écosystème).

Dans la zone humide de Chott El Hodna, ces lieux potentiels de biodiversité correspondent aux trois zones identifiées de richesse floristique et à présences différentes d'espèces endémiques qui seront pris en considération où la simple conservation de site de biodiversité aboutira à une préservation plus efficace et donnera des lieux protégées à environnements accueillants et non modifiés où les entités biologiques qui s'y rattachent seront préservées et conservées.

Pour un développement durable et une sauvegarde efficace de la flore existante, les interventions doivent cibler surtout la préservation du milieu et s'axer sur le volet socio- économique et en faisant participer la population.

## Bibliographie

- Abdesselam S. et Halitim A., 2014 Land use change and soils degradation in arid area. A case study of south Hodna, Algeria. International Journal of Innovation and Scientific Research, Vol. 2, 1: 152–163.
- Abdelguerfi A., Chehat F., Ferrah A. et Yahiaoui S., 2009 Quatrième Rapport National sur la Mise en œuvre de la Convention sur la Diversité Biologique au niveau National. Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du Tourisme d'Algérie, 121p.
- Ayad N., Djennane A., Ayache A. et Hellal B., 2013 Contribution à l'étude de l'implantation de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso.) dans la steppe du sud de Tlemcen. Rev. Ecologie-Environnement 9:1-5.
- Benaradj A., Bouazza M. et Boucherit H., 2012 Diversité floristique du peuplement à *Pistacia atlantica* Desf. dans la région de Béchar (Sud-ouest algérien). *Mediterranea. Serie des études Biologiques*. Université d'Alicante (Espagne). 2(23): 9-32.
- Benrebiha A., 1984 Contribution à l'étude de l'aménagement pastoral dans les zones steppiques : Cas de la coopérative pastorale de Ain Oussera (W. Djelfa). Thèse de Magister INA, Alger 150p.
- Berrached R., Djerrad Z., Gueddouche N. et Kadik L., 2013 Contribution à l'étude de la diversité floristique et élaboration d'une base de données (Cas de la wilaya de Djelfa). *Revue Agro-Ecologie (Algérie)* : 1(01): 5-11.
- Binet P. et Aymonin G.G., 1987 Analyses bibliographiques, Bulletin de la Société Botanique de France. Lettres Botaniques, 134 (2) :207-208.
- Bouabdallah E., 1992 La végétation steppique sur sols salés des hautes plaines sud-algéroises. Composition, structure et production. Thèse de Doctorat en sciences, Université de Paris-Sud Centre d'Orsay. 206p.
- Bouxin G., 2014 Analyse statistique des données de végétation. Chapitre 5. Les techniques d'analyse factorielle des données de végétation. 36p [en ligne] (Consulté le 05/01/2015) <http://www.guy-bouxin.e-monsite.com/>

- Brethes A., 1989 La typologie des stations forestières : recommandations méthodologiques. Revue forestière française, XLI, (1): 07-27.
- CDB, 2004 Lignes Directrices de la CDB : Approche par écosystème, Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique (2004), Montréal, 51p.
- Chaib M., 1991 Steppe tunisienne, état actuel et possibilités d'amélioration. Sécheresse 2, Vol.2: 95-99.
- Chavan J. J., Nimbalkar M. S., Adsul A. A., Kamble S. S., Gaikwad N. B., Dixit G. B., Gurav R. V., Bapat V. A. and Yadav S. R., 2011 Micropropagation and in vitro flowering of endemic and endangered plant *Ceropegia attenuata* Hook. J. Plant Biochem. Biotechnol. 20(2):276-282.
- Cirad, 2012 Pastoralisme : de la préservation des écosystèmes au développement. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad), France, 4p.
- Corse J., 1985 La désertification dans les zones sahélienne et soudanaïenne en Afrique de l'Ouest. Unasylva 150, Vol. 37: 02-18.
- Daget P. et Godron M., 1982 Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés. Collection d'écologie 18, ed. Masson, Paris, 163 P.
- Daget P., Poissonet J., 1997 Biodiversité et végétation pastorale. Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 50(2): 141-144.
- Dajoz R., 2006 Précis d'écologie. 8<sup>e</sup> éd, Dunod, Paris, 621 p.
- Dalirsefat S.B., Meyer A. S. and Mirhoseini S.Z., 2009 - Comparison of Similarity Coefficients used for Cluster Analysis with Amplified Fragment Length Polymorphism Markers in the Silkworm, *Bombyx mori*. The Journal of Insect Science 2009; 9:1-8.
- Davis T.J., 1996 Le Manuel de la Convention RAMSAR. Ed. T.J. Davis - Bureau de la Convention RAMSAR de Suisse. 185p.
- Delanoe O., De Montmollin B. and Olivier L., 1996 Conservation of Mediterranean Island Plants. 1. Strategy for action. IUCN/SSC Mediterranean Islands Plant Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 106 p.
- DGF, 2001 Les zones humides - Un univers à découvrir ! Atlas 2, Direction Générale des Forêts, Alger – 49p.
- DGF, 2002 Atlas des 26 zones humides algériennes d'importance internationale. Atlas 3, Direction Générale des Forêts, Alger – 89p.

- Djebaili S., 1978 Recherches phytosociologiques et écologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas Saharien algérien. Thèse de Doctorat, Université Sc. Tech. Languedoc, Montpellier - France, 229 p.
- Djebaili S., 1984 Steppe Algérienne, Phytosociologie et écologie. Ed. O. P. U Alger, 177 p+annexes.
- Dobignard A. et Chatelain C., 2010-2012 Index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord. Vol. 1,2,3et 4. C.J.B.G, Genève. 1763p.
- Duarte J. M., Dos SantosJ. B. and Melo L.C., 1999- Comparaison of similarity coeffcients based on rapid markers in the common bean. Genetics and Molecular Biology, **22**, 3: 427-432.
- Emberger L., 1966 Réflexions sur le spectre biologique de Raunkiaer. Bulletin de la Société Botanique de France. Vol. 113, Supplement 2, 1966 - Special Issue: Mémoires: Colloque de morphologie (Les Types biologiques). pp 147-156.
- Emery-Barbier A., 1988 Analyses polliniques du Quaternaire supérieur en Jordanie méridionale. In: Paléorient. 1988, Vol. **14** (1): 111-118.
- Faye E., 2010 Diagnostic partiel de la flore et de la végétation des Niayes et du Bassin arachidier au Sénégal : application de méthodes floristique, phytosociologique, ethnobotanique et cartographique. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique – Ecole Interfacultaire de Bioingénieurs - Université Libre de Bruxelles – 253 p.
- Fennane M., 2004 Propositions de Zones Importantes pour les Plantes au Maroc (ZIP Maroc). Atelier National " Zones Importantes de Plantes au Maroc ", Rabat, Octobre, 11-12, 2004, p.25.
- Frontier S., 1983 Stratégie d'échantillonnage en écologie. ed. Masson-Paris. 490 p.
- Gargaud M., Despois D. et Parisot J., P., 2005 L'environnement de la Terre primitive. Ed. Presses Universitaires De Bordeaux, 653 p.
- Géhu J.M., Kaabeche M. et Gharzouli R., 1993 Une remarquable toposéquence phytocoenotique en bordure du Chott El Hodna (Algérie). Fragm. Flor. Geobot. Suppl. 2(2) : 513-520.
- Gillet F., 2000 La phytosociologie synusiale intégrée – Guide méthodologique. Université de NEUCHÂTEL (France) - Institut de Botanique - Documents du Laboratoire d'écologie végétale, 1, 2000 – 68p.

- Gonçalves S. and Romano A., 2004 Micropropagation of *Drosophyllum lusitanicum* (Dewy pine), an endangered West Mediterranean endemic insectivorous plant. *Biodiversity and Conservation*, **14**:1071-1081.
- Gonzalez Herrera M. A., 2009 Etude de la diversité spécifique et phylogénétique de communautés de plantes ligneuses en forêt tropicale : Apport des séquences ADN dans l'identification des espèces et l'étude des communautés. Thèse de Doctorat de l'Université de Toulouse. 267 p.
- González-Benito M. E. and Martín C., 2011 In Vitro Preservation of Spanish Biodiversity. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant* **47**:46-54.
- Gounot M., 1969 Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Ed. Masson et Cie, Paris, 314p.
- Guinochet M., 1973 Phytosociologie. Paris, Ed. Masson et Cie. 296p.
- Hadjab M., 1998 Aménagement et protection des milieux naturels dans la cuvette centrale du Hodna (Algérie). Thèse de Doctorat de l'Université d'Aix Marseille1- Université de Provence (France). 237 p + annexes.
- Halitim A., 1988 Sols arides d'Algérie. Ed. OPU, Alger. 384 p.
- Hamel T., Seridi R., de Bélair G., Slimani A. et Babali B., 2013 Flore vasculaire rare et endémique de la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien). *Rev. Sci. Technol.*, Université Badji Mokhtar - Annaba (Algérie), *Synthèse* **26**: 65-74.
- Hammada S., Dakki M., Ibn Tattou M., Ouyahya A. et Fennane M., 2004 – Analyse de la biodiversité floristique des zones humides du Maroc. Flore rare, menacée et halophile. *Acta Botanica Malacitana* **29**, Malaga, pp. 43-66.
- Hammada S., 2007 - Études sur la végétation des zones humides du Maroc - Catalogue et Analyse de la Biodiversité floristique et d'identification des principaux Groupements Végétaux. Thèse de Doctorat d'Etat ès-Sciences Université Mohammed V-Rabat - 199p.
- Hammer O., 2015 PAST : PAleontological STatistics. Reference manual. Version 3.05 (1999-2015) Natural History Museum - University of Oslo. 224 p.
- HCDS, 2010 Base de données du Haut Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS) sur l'occupation des terres des wilayas steppiques. Cas des wilayas de M'Sila et Batna (zones limitrophes à la zone humide de Chott El Hodna).

- Hill M.O. and Gauch H.G.Jr., 1980 Detrended Correspondence Analysis: An improved Ordination Technique. *Vegetatio*, Vol. **42**: 47-58.
- Hill P., Gutierrez B., Carmack L. and Kopp O. R., 2015 Micropropagation of *Astragalus holmgreniorum* (Holmgren milkvetch), an endemic and endangered species. *Plant Cell Tiss Organ Cult*, **121**:381-387.
- Holland S. M., 2008 Detrended Correspondence Analysis (DCA) . DCA Tutorial - Department of Geology, University of Georgia, Athens – 9p.
- Holsinger K.E., 1992 Setting priorities for regional plant conservation programs. *Rhodora*, **94**: 243-257.
- Hugh G., Gauch JR., 1982 Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press, 312p.
- Jenny M., Smettan U. and Facklam-Moniak M., 1990 Soil-vegetation relationship at several arid microsites in the Wadi Araba (Jordan). *Vegetatio* **89**: 149-164.
- Johnston J. W., 1976. Similarity Indices : What Do They Measure? Battelle - Pacific Northwest Laboratories Richland, Washington - USA.
- Judd W. S., Cambell C. S., Kellogg E. A., et Stevens P., 2002 Botanique systématique. Une perspective phylogénétique. Ed. De Boeck Université, 1<sup>ere</sup> édition, 467p.
- Julian M. et Nicod J., 1977 Deux thèses sur la géologie et l'hydrogéologie du Bassin du Hodna et de ses bordures (Algérie). In: Méditerranée, Deuxième série, Tome 29, **2**:103- 105.
- Kaabache 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.
- Kaabache M., 1995 Flore et végétation dans le Chott El Hodna (Algérie). Documents phytosociologiques. N.S. Vol. **XV**. Camerino. pp 394-402.
- Kaabache M., Gharzouli R. et Géhu J.M., 1995 Observations phytosociologiques sur le Tell et les Hautes Plaines de Sétif (Algérie). Documents Phytosociologiques. N.S. Vol. **XV**. Camerino. pp 117-125.

- Kaabéche M., 1996 La végétation steppique du Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Essai de synthèse phytosociologique par application des techniques numériques d'analyse. Documents phytosociologiques. N.S. Vol. **XVI**. Camerino. pp 45-58.
- Kaabéche M., 1998 Les pelouses xérophiles à thérophytes du Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Essai de synthèse phytosociologique par application de techniques numériques d'analyse. Documents phytosociologiques. N.S. Vol. **XVIII**. Camerino. pp 61-72.
- Kadi-Hanifi H., Sadji A. and Amghar F., 2005 The impact of anthropic action and aridiy on the pastoral production in the *Stipa tenacissima* L. steppes of Algeria. in Molina Alcaide E. (ed.), Ben Salem H. (ed.), Biala K. (ed.), Morand-Fehr P. (ed.). Sustainable grazing, nutritional utilization and quality of sheep and goat products Zaragoza: CIHEAM, Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens; **67**: 61-66.
- Kallio A. P., Kai F. M. and Mannila H., 2011. Correlations and co-occurrences of taxa: the role of temporal, geographic, and taxonomic restrictions. *Palaeontologia Electronica* Vol. **14**, Issue 1: 4A:14p;
- Khaznadar M., Vogiatzakis I.N. and Griffiths G.H., 2009 Land degradation and vegetation distribution in Chott El Beida wetland, Algeria. *Journal of Arid Environments* **73** :369- 377.
- Killian C., 1953 La végétation autour du Chott Hodna, indicatrice des possibilités culturales et son milieu édaphique. Annales de l'Institut Agricole et des Services de Recherches et d'Expérimentation Agricoles de l'Algérie. Tome 7, Fasc.5 ; 80p.
- Koleff P., Gaston K.J. and Lennon J.J., 2003 Measuring beta diversity for presence-absence data *Journal of Animal Ecology*, **72**: 367–382
- Kouassi A. F., Adou Y. C. Y., Ipou I. J. et Amanzi K. K., 2010 Diversité floristique des zones côtières pâturées de la Côte d'Ivoire : cas du cordon littoral Port-Bouët-Grand-Bassam (Abidjan), *Sciences & Nature* Vol.7, 1: 69-86.
- 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.
- Lacoste A. et Salanon R., 2005 Eléments de biogéographie et d'écologie . Paris : A. Colin coll. (2e édition), 300 p.

- Lahondère C., 1997 Initiation à la phytosociologie sigmatiste. Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest (France), Nouvelle série - Numéro spécial 16, 47p.
- Lakroune A., 1999 Caractérisation hydrogéochimique des eaux souterraines du Hodna (cas de M'sila). Thèse d'ingénieur Agronome, INA, Alger. 55p.
- Le Houérou 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, 154 p. + cartes.
- Le Houérou H., N., Claudin J. et Pouget M., 1977 Etude bioclimatique des steppes algériennes. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord- Alger, Tome **68**, fasc. 3 et 4 :33–74 + Carte.
- Le Houérou H., N., 1989 Classification écoclimatique des zones arides (s.l.) de l'Afrique du Nord. Ecologia Mediterranea **XV** (3/4) – 1989. pp 95-144.
- Le Houérou H., N., 1995 a - Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique: diversité biologique, développement durable et désertisation. Montpellier: CIHEAM, pp 1-396 (Options Méditerranéennes: Série B, Etudes et Recherches, n°10).
- Le Houérou H., N., 1995 b - Considérations biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique. Sécheresse, Vol. **6**, 2:167-182.
- Le Houérou H., N., 2009 Bioclimatology and biogeography of Africa. Ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 241 p.
- Le Neindre M., 2002 Les espèces introduites et envahissantes dans les îles Méditerranéens : Etat des lieux et propositions d'action. Université de Corse, Faculté des Sciences et Techniques. Groupe Méditerranée - UICN, 51p + annexes.
- Magurran A.E., 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press - New Jersey. ISBN 9780691084916 [en ligne] (Consulté le 13/01/2015) <https://fr.scribd.com/doc/>
- Magurran, A.E. 2004 Measuring Biological Diversity. Blackwell Science Ltd, Blackwell Publishing Company, p.256.
- Magurran, A. E., 2005 - Species abundance distributions: pattern or process? Functional Ecology Forum **19**: 177–181 - 2005 British Ecological Society.

- Maltby E., 2006 Wetland Conservation and Management: Questions for Science and Society in Applying the Ecosystem Approach. Section II: Conservation and Management of Wetlands, in Wetlands: Functioning, Biodiversity Conservation, and Restoration, R. Bobbink, B. Beltman, J.T.A.Verhoeven, and D.F.Whigham (Eds.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Ecological Studies, Vol. **191**: 93-116.
- Mainguet M., 1990 La désertification : une crise autant socio-économique que climatique. Sécheresse, Vol.**1** (3): 187-195.
- Maire R., 1952-1987 Flore de l'Afrique du Nord, Ed. Paul Lechevalier, Paris, Volumes de 1 à 16.
- Marco-Medina A. et Casas J. L., 2015 In vitro multiplication and essential oil composition of *Thymus moroderi* Pau ex Martinez, an endemic Spanish plant. Plant Cell Tiss Organ Cult, **120**:99-108.
- Marcon E., 2013 Mesures de la biodiversité. Ecologie des forêts de Guyane, Unité Mixte de Recherche : CNRS, INRA, Agro Paris Tech & Cirad. 79 p.
- Medjahdi B., 2010 Réponse de la végétation du littoral oranais aux perturbations : Cas des monts des Trara (Nord-Ouest de l'Algérie). Thèse de Doctorat en foresterie. Université Aboubakr Belkaid - Tlemcen. 266 p + annexes
- Médail F. et Quézel P., 1999 Biodiversity Hotspots in the Mediterranean Basin: Setting Global Conservation Priorities. Conservation Biology, Volume 13, **6**: 1510–1513.
- Médail F. and Myers N., 2004 Mediterranean Basin. In : Mittermeier R.A., Robles Gil P., Hoffmann M., Pilgrim J., Brooks T., Mittermeier C.G., Lamoreux J. & da Fonseca G.A.B. 2004. Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. CEMEX (Monterrey), Conservation International (Washington) & Agrupación Sierra Madre (Mexico), pp. 144-147.
- Médail F., Baumel A., Diadema K. et Migliore J., 2012 La biodiversité végétale méditerranéenne, organisation et évolution. R38. 7 novembre 2012 [en ligne] (Consulté le 17/01/2015) <http://www.sfecologie.org/regards/2012/11/07/r38-frederic-medail-et-al/>
- Meddour R., 2010 Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemples des groupes forestiers et préforestiers de la Kabylie Djurdjuriène. Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. 397 p + Annexe.

- 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 Supérieure Agronomique – EL- Harrach, Alger.117p.
- Mimoune S., 1995 Gestion des sols salés et désertification dans une cuvette endoréique d'Algérie (Sud du Chott El Hodna). Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille I - 204p.
- Minchin P. R., 1987 An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination. *Vegetatio* **69** : 89 – 107. Dr W. Junk Publishers, Dordrecht – Netherlands.
- Myers N., 1990 The Biodiversity Challenge: Expanded Hot-Spots Analysis. *The Environmentalist*, Volume **10**, 4: 243-256.
- Myers N., Mittermeier R. A, Mittermeier C. G., da Fonseca G. A. B. and Kent J. 2000 Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* /Vol 403/ 24 February 2000= - 2000 Macmillan Magazines Ltd. [en ligne] (Consulté le 07/02/2015) [www.nature.com](http://www.nature.com)
- Negadi M., Hassani A., Bounacuer F. et Azzaoui M. E., 2014 Etude de la diversité floristique de la région d'El Bayadh (Algérie) : Flore rare et menacée. *Revue Ecologie- Environnement*, Université de Tiaret – Algérie, **10** : 50-55.
- Numa C. et Troya A., 2011 Conservation de la biodiversité en Méditerranée : les défis à relever. *Économie et territoire - Développement durable*, Med 2011 bilan, Centre de coopération pour la Méditerranée (UICN), pp 280-285.
- Ozenda P., 1982 Les Végétaux dans la biosphère. Ed. Doin, Paris. 427 p
- Ozenda P., 1983 Flore du Sahara. 2<sup>ème</sup> Ed. CNRS, Paris. 622p
- Pielou E.C., 1987 The interpretation of ecological data. A primer on classification and ordination. *Limnol. Oceanogr.*, **32**(2): 523-524.
- Pilatti F. K., Aguiar T., Simões T., E. E., Benson E. E. and Viana A. M., 2010 In vitro and cryogenic preservation of plant biodiversity in Brazil. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant*, **47**:82-98.
- 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., 1964 L'endémisme dans la flore de l'Algérie. *Compt. Rend. Sommaire Séances Soc. Biogéogr.* **361**: 137-149.
- 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.
- Raunkiaer C., 1934 The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford at the Clarendon Press, 147p.
- Reed F. N., 1987 Saving species by saving ecosystems. Conservation Biology, Vol.1, 2:175- 177.
- Reid W., V., 1998 Biodiversity hotspots. Trends in Ecology & Evolution (TREE), 13(7):275– 280.
- Salama M ., Deconinck J., N., Lotfy M., F. et Risier J., 1991 L'ensablement de Nouakchott : Exemple de l'aéroport. Sécheresse 2, Vol.2: 101-109.
- Sergio F. and Pedrini P., 2007 Biodiversity gradients in the Alps: the overriding importance of elevation. Biodivers Conserv (2007) 16:3243–3254.
- Soulé ME., 1991 Conservation: Tactics for a Constant Crisis. Published by: American Association for the Advancement of Science. Science, Vol. 253(5021): 744-750.
- Stevens, P. F. (2001 onwards). Angiosperm Phylogeny Website. Version 13, July 2012 [en ligne] (Consulté le 07/08/2014) <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>
- Swenson J. J., Young B. E., Beck S., Comer P., Córdova J. H., Dyson J., Embert D., Encarnación F., Ferreira W., Franke I., Grossman D., Hernandez P., Herzog S. K., Josse C., Navarro G., Pacheco V., Stein B. A., Timaná M., Tovar A., Tovar C., Vargas J. and Zambrana-Torrelío C. M., 2012 Plant and animal endemism in the eastern Andean slope: challenges to conservation. BMC Ecology 2012, 12(1): 1-18.
- Trigui S. T., 2010 Etude Floristique et Biogéographique des altitudes supérieures de la Montagne d'Ambre (Nord de Madagascar). Travail de maîtrise universitaire en biologie, Université de GENÈVE (Laboratoire de Botanique Systématique et Biodiversité et Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève), 199p.
- Turcati L., 2011 Mesurer la biodiversité pour comprendre l'effet des perturbations sur les communautés végétales : apport des caractéristiques écologiques et évolutives des espèces. Thèse de Doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie, Sorbonne , France, 263p.
- IUCN, 2008 La méditerranée: menace sur un haut lieu de la biodiversité. Commission de la sauvegarde des espèces. La liste rouge de

l’UICN des espèces menacée. 2p [en ligne] (Consulté le 11/12/2014) <http://www.iucn.org/redlist/>

Véla E. et Benhouhou, S., 2007 Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le bassin méditerranéen (Afrique du nord). C.R. Biologies, **330** : 589-605.

Verlaque R., Médail F. et Aboucaya A., 2001 Valeur prédictive des types biologiques pour la conservation de la flore méditerranéenne. Académie des Sciences/Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Acad. Sci. Paris, /Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS /Life Sciences **324** : 1157–1165.

Voronkova N. M. and Kholina A. B., 2010 Conservation of Endemic Species from the Russian Far East Using Seed Cryopreservation. Biology Bulletin Vol. 37, **5**:496-501.

Ward D., Olsvig-Whittaker L. and Lawes M., 1993 Vegetation-environment relationships in a Negev Desert erosion cirque. Journal of Vegetation Science **4**: 83-94.

Whittaker R. H. 1972 Evolution and Measurement of Species Diversity. Taxon, Vol. **21**(2/3): 213-251

Wilmé L., 2012 Biogeographic evolution of Madagascar's microendemic biota. Analyse de déconstruction. Thèse de Doctorat, Université de Strasbourg, France. 118p.

Wolda H., 1981 Similarity Indices, Sample Size and Diversity. Oecologia (Springer-Verlag), **50**:296-302.

Zedam A., Atoui A. et Rouissat R., 2010 La végétation de Oued Mcif (Sud de Chott El Hodna –M’sila). Séminaire International sur la Préservation et la Mise en valeur de l’Ecosystème Steppique, Université de M’sila, 14 - 16 mars 2010.

Zedam A. and Fenni M., 2015 Vascular flora analysis of the southern part of Chott El Hodna wetland (Algeria). International Journal of the Bioflux Society - AES BIOFLUX Advances in Environmental Sciences , **7**(3):357-368.

Zeraïa L., 1981 Essai d’interprétation des données écologiques, phénologiques et de production subéro-ligneuse dans les forêts de chêne liège de Provence cristalline et d’Algérie. Thèse de Doctorat d’État, Université Aix Marseille III, 367 p + annexes.

## **النباتات المتوطنة في المنطقة الرطبة لشط الحضنة**

### **جرد - حماية**

#### **ملخص**

شط الحضنة من الأراضي الرطبة القارية، القاحلة والمالحة وذا أهمية دولية. أدى حصر النباتات فيه إلى 185 نوع موزعين على 37 عائلة نباتية و 127 صنف. هذا الكم يحتوي على 31 نوع من النباتات المتوطنة (بما في ذلك 16 نوع نادر) التي تنتمي إلى 16 عائلة نباتية و 28 صنفاً. التقسيم الإقليمي المتعلق بالوسط المعيشي القائم (الوادي، الشط و الرمل) ومواقع ومحطات الدراسة أعطى موقع جنوبى ( 06 محطات، 158 نوع منها 27 نوع نباتي متواطن بما في ذلك 16 توطن موضعي) وموقع شمالي ( 05 محطات و 122 نوع منها 15 نوع نباتي متواطن بما في ذلك 02 توطن موضعي). وقد تم تحديد أكبر ثلاثة مناطق التوطن: منطقة التوطن العالى مكونة من 06 محطات، منطقة التوطن المتوسط من 03 محطات وأخيراً منطقة التوطن المنخفض و مكونة أيضاً من 03 محطات. كشفت الأهمية النباتية لجنوب الشط بدراسة موقع يحتوي على 79 موقع نباتي في ثلاثة أوساط معيشية قائمة (الوادي ، الشط و الرمل) و الذي تم الإيجاد فيه 116 نوع ، موزعة في 85 صنف و 29 عائلة نباتية وتحتوي على 20 نوع نباتي متواطن بما في ذلك 08 نوع نادر متواطن. أعطى التحليل العددي للغطاء النباتي أن الأنواع النباتية والتي تم تحديدها تابعة لثلاثة أوساط معيشية قائمة: البيئة المالحة المتمثلة في الشط، البيئة ذات التربة الخشنة المتمثلة في الرمل والبيئة المتأثرة بالنشاط الإنساني المتمثلة في الوادي. في هذه المنطقة ينشأ تدرجان اثنان متعلقين بالبيئة. الأول يدل على وجود تربة ناعمة مع ملوحة سطحية (الشط) مقابلة لترابة خشنة غنية بالرمل حيث تكثر الرمال وملوحة غير ظاهرة للعين (الرمل) و يحتوي التدرج الثاني تطور الرطوبة من الأسفل إلى الأعلى حيث تتحفظ نسبة الملوحة (الوادي) . الحفاظ على النباتات من الأنواع الموجودة والمستوطنة على وجه الخصوص يجب أن يتم مع السكان المجاورين للمكان. مستويات التدخل للحفاظ النباتي ترتكز على النوع النباتي، الأوساط المعيشية للنبات وسلوك السكان. للقيام بعملية الحفاظ على 185 نوع بما فيه 31 نوع نباتي متواطن اقترح تقسيم المناطق على أساس الغنى أو الثراء النباتي والتوطن (الكلي والموضعي) في 11 محطة دراسية أبرزت ثلاثة مناطق للغنى النباتي: منطقة عالية، منطقة متوسطة و منطقة دنيا.

**الكلمات المفتاح:** شط الحضنة، الأراضي الرطبة، النباتات المتوطنة، الجرد، المحافظة.

## **La flore endémique de la zone humide de Chott El Hodna**

### **Inventaire - Préservation**

#### **Résumé**

Chott El Hodna est une zone humide continentale, aride, salée et d'importance internationale. L'inventaire de sa flore a aboutit à 185 taxons répartis en 37 familles botaniques et englobant 127 genres. La végétation endémique renferme 31 taxons (dont 16 taxons rares) appartenant à 16 familles botaniques et 28 genres. Un zoning territorial en rapport avec les biotopes existants (Oued, Chott et R'mel) les sites et les stations d'étude a donné un site Sud (06 stations, 158 Taxons, 27 Endémiques dont 16 stationnelles) et un site Nord (05 stations, 122 Taxons, 15 Endémiques dont 02 stationnelles). Trois zones d'importance en endémiques furent identifiées: une zone d'endémisme élevé de 06 stations, une zone d'endémisme moyen de 03 stations et une zone d'endémisme faible de 03 stations. L'importance floristique du site Sud du Chott entrepose dans une partie réunissant les biotopes existants (Oued, Chott et R'mel) que sur 79 relevés floristiques réalisés nous avons obtenu 116 taxons répartis dans 85 genres et 29 familles botaniques et qui renferment 20 taxons endémiques dont 08 endémiques rares. L'analyse numérique de la végétation a révélé que les relevés floristiques et les taxons recensés sont inféodés à trois micro-habitats : un milieu salin : le Chott, un milieu de texture grossière : le R'mel et un milieu anthropisé : l'Oued. Dans ce milieu d'étude deux gradients écologiques se manifestent. Le premier montre une texture fine avec salinité très apparente en surface (le Chott) opposée à un milieu de texture grossière où le sable abonde et la salinité est non apparente (le R'mel). Le second recèle une évolution de bas en haut de l'humidité du sol et où la salinité diminue (l'Oued). La préservation de la flore en général et des espèces endémiques en particulier doit s'opérer avec les habitants limitrophes des lieux. Les niveaux d'intervention s'axent les taxons, le biotope et le comportement de la population. Les 185 taxons dont 31 endémiques où un zoning est proposé basé sur cette richesse floristique totale et cet endémisme (total et stationnel) dans 11 stations d'études ce qui a donné trois zones de richesse floristique : la première élevée, la seconde moyenne et la dernière faible.

**Mots-clés:** Chott El Hodna, Zone Humide, Flore Endémique, Inventaire, Préservation.

## **Chott El Hodna wetland's endemic flora Inventory - Preservation**

### **Abstract**

Chott El Hodna is a continental wetland, arid, salty and of international importance. The inventory of its flora has led to 185 taxa distributed in 37 botanical families and 127 genera encompassing. The endemic vegetation contains 31 taxa (including 16 rare taxa) belonging to 16 botanical families and 28 genera. A territorial zoning on in rural living standards-based (Oued, Chott and R'Mel), locations and stations study gave South site (06 stations, 158 taxa, 27 endemic including 16 stationnel endemic) and North site (05 stations, 122 taxa, 15 including 02 stationnel endemic). It has been identified three largest endemic areas: high endemicity area is made up of 06 stations, medium endemicity area region made up of 03 stations and finally the low endemicity area and also made up of 03 stations. The floristic importance of South Chott site revealed that contains 79 vegetarian samples where 116 species, distributed in 85 class and 29 plant families and contains 20 endemic vegetarian including 08 type rare endemic species. The numerical analysis of vegetation revealed that the floristic and identified taxa are subservient to three microhabitats: salty environment (Chott), a coarse textured environment (R'Mel) and anthropic environment (Oued). In this region sometimes both classified two clinging to the environment arises. The first indicates the presence of soft soil with surface salinity (Chott) for an interview where the soil is rich in coarse sand abound and low salinity (R'Mel), and the second contains the evolution of the moisture gradient from the bottom to the top, where salinity decreases (Oued). The preservation of flora in general and endemic species in particular must take place with the neighboring inhabitants of the place. The levels of intervention are focusing taxa, the habitat and behavior of the population. To carry out the preservation of the 185 taxa, including 31 endemic plant species, a proposed zoning bases on vegetable richness and endemism (total and stationnel) in 11 scholarships station highlighted three floristic richness zone: High, medium and minimum zones.

**Keywords:** Chott El Hodna, wetlands, endemic plants, inventory, preservation.



**Professeur Abdelghani ZEDAM**, ingénieur agronome de formation et Docteur en sciences biologiques, est actuellement Professeur à l'Université Mohamed Boudiaf de M'Sila (Algérie) en qualité d'enseignant-chercheur au Département des Sciences Agronomiques (Faculté des Sciences). Ses domaines d'intérêt et de recherche sont la botanique, l'écologie, la foresterie, la malherbologie et les relations sol-végétation.



### **La flore endémique de la zone humide de Chott El Hodna Inventaire - Préservation**

Cet ouvrage aborde le monde des plantes sous deux axes : l'inventaire et la préservation. Cette flore méconnue d'une zone humide continentale, aride, salée et d'importance internationale, présente 185 taxons répartis en 37 familles botaniques et englobant 127 genres. La végétation endémique renferme 31 taxons dont 16 sont rares. Sa préservation est proposée par un zoning basé sur la richesse floristique totale et l'endémisme stationnel des lieux d'investigation ce qui a donné trois zones de richesse floristique : la première élevée, la seconde moyenne et la dernière faible où les niveaux d'intervention s'axent sur les taxons présents, le biotope et le comportement de la population humaine.

**ISBN: 978-9931-251-05-7**

9 789931 251057

**Collection Scientifique  
de la Faculté des Sciences  
Université Mohamed Boudiaf M'Sila  
Dépôt légal : Décembre 2022**