



**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE**  
**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE  
LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE**

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'AGRONOMIE**

**Mémoire**  
**Pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences**  
**Agronomiques**  
**Spécialité : Ecologie végétale**

**Présenté par :**

**Senni Rachida**

**Etude de la diversité de la végétation des zones  
humides de Zahrez Chergui et Gharbi (Djelfa) et de  
Chott el Hodna (M'sila).**

Devant la commission d'examen :

Pr. CHAKALI. G  
Pr. KADIK. L  
Pr .BENZARA .A  
Dr. DJEBBAR. R

Professeur ENSA el HARRACH  
Professeur USTHB Bab el Zouar  
Professeur ENSA el HARRACH  
Maitre de conférence USTHB  
Bab el Zouar

Pr. BELHADJ .S  
Pr. CHOUKRI .A

Professeur UDZA –Djelfa  
Professeur UDZA –Djelfa

Président  
Encadreur  
Examineur  
Examineur  
Examineur  
Invité

**2014 /2015**

## DÉDICACE

Je dédie ce travail à ma mère Rata Aicha pour tout l'aide et les sacrifices qu'elle a fait pour que je puisse arriver au bout de ce travail.

À mon fils Bendaya Akram parce qu'il a été à mes côtés et s'est pris à ce que je fais malgré son jeune âge .

Senni Rachida

## *REMERCIEMENTS*

Au terme de ce travail, il m'est agréable de remercier vivement tous ceux qui, grâce à leur aide précieuse, ont permis la réalisation de ce travail.

Je ne remercie jamais assez et, comme bon nombre de mes devanciers je serais toujours infiniment reconnaissant envers celui qui m'a donné l'occasion de faire cette thèse, Monsieur Gérard DE BELAIR Professeur à l'Université de Annaba. Promoteur de cette étude, qui m'a beaucoup aidé.

Je dois remercier particulièrement:

Madame KADIK L., Professeur à l'Université Haouari Boumedien de Bab El Zouar, pour avoir accepté de diriger cette thèse et pour son appui, ses conseils et ses orientations tout au long de ce travail. Je lui adresse mes vifs remerciements et ma reconnaissance.

Monsieur Gérard DE BELAIR, Professeur à l'Université de Annaba pour son sujet et ces précieuses aides. Je lui adresse mes vifs remerciements et ma reconnaissance.

Je dois également exprimer ma gratitude à:

Monsieur CHAKALI G., Professeur à l'Université de l'ENSA d'el Harrach pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury de cette thèse.

Monsieur BENZARA A., Professeur à l'ENSA d'el Harrach, d'avoir bien voulu participer au jury de cette thèse. Il me fait l'honneur de juger mon travail.

Monsieur JEBBAR R., Maître de conférence à l'Université Haouari boumedien de Bab El Zouar, d'avoir accepté de faire partie du jury de cette thèse.

Madame BELHAJ S., Professeur à l'Université de Djelfa, d'avoir accepté de faire partie du jury de cette thèse.

Monsieur CHOUKRI A., Professeur à l'Université de Djelfa, d'être mon invité d'honneur.

Monsieur Kheloufi Benabdeli., Professeur à l'Université de Mascara, pour ses précieuses orientations, Je ne le remercierais jamais assez.

Je remercie ma Sœur Senni Zahia pour son aide précieuse ; à tous ceux et celles qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail, qu'ils trouvent ici ma haute considération : Guerrache Nassima, Akkouche Saida, Bouderbala Rachida et Monsieur Ait Belgacem Karim pour toute l'aide et les conseils qu'ils m'ont données.

# Sommaire

## RESUMES

## INTRODUCTION.....1

### Chapitre I. La salinité du sol et les halophytes

Introduction.....	5
1. Définition et dénomination des sols salés.....	5
2. Types de salinisation.....	5
2.1. Salinisation primaire ou naturelle (géologique) .....	6
2.2. Salinisation secondaire.....	6
3. Causes principales de salinisation.....	6
4. Diagnostique des sols salés .....	7
4.2. Relation entre (pression osmotique) et Conductivité électrique (CE) .....	8
5. Caractéristiques des sols salés .....	8
5.1. Effets des sels sur le sol et le végétal .....	8
6. Classification des sols salés .....	11
6.1. Sols salins (SOLONTCHACK) .....	12
6.2. Sols salés alcalins (SOLONETZ) .....	12
6.3. Sols alcalins dégradés .....	12
7. Risque de salinisation et de lessivage.....	13
8. Les halophytes .....	14
8.1. Définition des halophytes.....	14
8.2. Les types des espèces halophytes .....	15
8.3 Les trois principaux mécanismes de résistance.....	16
8.3.1. Mécanismes de tolérance aux sels chez les halophytes.....	17
8.3.2. Mécanismes de régularisation (succulents et excrétiens.....	17
8.3.3. Excrétion et glandes de sel.....	18
8.3.4. Filtrage racinaire.....	19
8.3.5. Abscission .....	19
8.3.6. Mécanismes de régularisation (exclusion et inclusion .....	19
8.4. Comment les reconnaître sur le terrain .....	20
Conclusion.....	21

1. Situation géographique.....	23
1.1. Le Chott el Hodna.....	23
1.2. Zaafrane .....	23
1.3. Les bassins endoréiques du Zahrez Gharbi et Zahrez chergui.....	23
1.4. ElMesrane .....	24
2. Géologie.....	27
3. Géomorphologie.....	29
3.1. Contexte géomorphologique et géologique de Chott el Hodna et des Zahrez Gharbi et Chergui.....	31
3.2. Les surfaces plus ou moins planes.....	31
4. La géomorphologie du cordon dunaire .....	33
5. Pédologie.....	34
5.1- La pédologie en sols salés.....	35
5.2. Les sols salés à structures non dégradées.....	35
5.3. Les sols salés à structure dégradée.....	35
6. Quelques aspects hydrologiques .....	37
6.1. Le réseau hydrographique .....	37
7- Territoire phytogéographique.....	38
8. Hydrologie .....	38
8.1. L'hydrologie de Boussaâda .....	39

## **Chapitre II. Description générale du milieu d'étude**

### **Chapitre III. Climat et bioclimat des zones d'études**

1. Climat et Bioclimats .....	41
1.1. Les facteurs climatiques .....	41
1.1.1. Les précipitations .....	41
1.1.2. Les variations mensuelles .....	42
1.1.3. Les variations inter-annuelles .....	43
1.1.4. Pluviosité saisonnière .....	44
1.1.5. Nombre de jour de pluie .....	45
1.2. Températures mensuelles et annuelle .....	46
1.3. Le vent.....	47
2. Synthèse climatique .....	49
2.1. Diagramme Ombrothermique .....	49
2.2. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger .....	50
Conclusion.....	52

## **Chapitre IV .Etude phytoécologique**

Introduction.....	54
1. Méthode Phytosociologique.....	54
1.1. Collecte des données.....	55
1.2. Echantillonnage .....	55
1.3. Inventaire qualitatif .....	56
2. Techniques numériques d'analyse des données.....	56
2.1. Analyse factorielle des correspondances.....	56
2.2. Matrice abondance-dominance .....	57
2.3. Signification des axes.....	57
2.4. Individualisation des ensembles.....	58
2.5. Détermination des groupements.....	58
3. Les différentes méthodes d'analyse numérique .....	59
3.1. La classification hiérarchique ascendante.....	59
3.2. Diagrammes Rang-Fréquence (dominance-diversity diagram) (DRF).....	59
4. Analyse de la diversité floristique.....	61
5. Evaluation de la biodiversité.....	62
5.1. Evaluation qualitative.....	62
5.1.1. Diversité taxonomique.....	62
5.2. Caractérisation des groupements.....	62
5.2.1. Caractérisation biologique.....	62
5.2.2. Caractérisation pastorale.....	62
6. Diversité biologique.....	62
6.1. Spectre biologique.....	63
6.2. Spectre brut .....	63
6.3. Les types biologiques de Raunkiaer.....	63
6.4. Spectre réel (spectre de dominance) .....	63
7. Calcul des spectres.....	64
8. Diversité phytogéographique .....	64
8.1. Spectre phytogéographique brut et réel.....	64
8.2. Indice de diversité spécifique de Shannon [H'] .....	64
8.3. Equitabilité (régularité) [E] .....	65
9. Les analyses pédologiques.....	66
9.1. Prélèvement du sol .....	66
9.2. Préparation des échantillons du sol .....	66
9.3. L'analyse physico-chimique des extraits du sol .....	66
10. Analyse de la végétation.....	68
10.1. Traitement des données.....	68
10.2. Résultats des analyses numériques .....	68
10.2.1. Analyse globale.....	68
10.2.2. Signification écologiques des axes factoriels.....	74
10.2.2.1. Signification écologiques des axes des cartes factorielles.....	77
10.3. La classification hiérarchique (C.H.A.) .....	79

## **Chapitre V. Identification des principaux groupements végétaux et diversité**

1. Synthèse sur les groupements végétaux identifiés.....	82
1.1. La végétation des zones sableuses.....	82
1.2. La végétation des zones salées en exposition Nord.....	82
1.3. La végétation des zones salées en exposition Sud.....	82
2. Caractérisation écologique des trois habitats.....	82
3. Diversité floristique.....	83
3.1. Analyse floristique.....	83
3.2. Diversité spécifique et générique.....	83
3.3. Analyse des types biologiques.....	88
3.3.1. Inventaire selon le type biologique et morphologique.....	88
3.3.2.1. Spectre biologique brut.....	91
3.3.3. Spectre biologique réel (Pondérés).....	95
3.3.4. Eléments chorologiques .....	98
3.4. Spectres phytogéographiques.....	98
3.5. Inventaire des espèces et de leur appartenance biogéographique .....	98
4. Indice de diversité.....	104
4.1. Comparaison des spectres biologiques bruts et réels .....	105
4.2. Comparaison des indices de diversité.....	106
4.3. Les diagrammes Rang fréquence.....	107
5. Description du sol.....	108
5.1. Quelques notions de base sur les sols.....	108
6. Synthèse phytoécologique.....	115
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>118</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>119</b>

## LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
1	La salinité et son importance dans les zones humides –Zahrez Gharbi	7
2	Efflorescences blanches sur la surface du sol (croûte saline).	9
3	Adaptations des halophytes a des différents niveaux de salinité	11
4	Description de la salinité au niveau des Chotts.	15
5	Les types des halophytes.	16
6	Les coupes du <i>suaeda monoica</i> dans différents milieux culturaux (S) salin et (NS) non-salins.	18
7	Le sel est séparé et excrété par des glandes de sel sur la surface de feuille	19
8	Carte de localisation de la zone d'étude dans la W. Djelfa et Boussaâda	25
9	Extrait de la carte géologique de l'Algérie du Nord	26
10	Vue aérienne montrant la station de Zaafrane et d'El-Mesrane sur le cordon dunaire Djelfa	27
11	Carte géologique de la région des Zahrez (Carte géologique de l'Algérie au 500.000	28
12	Géologie de la région du Hodna, d'après Le Houerou et Claudin, (1972)	30
13.14	Efflorescences blanches sur la surface du sol croûte Saline Zahrez Gharbi Zaafrane/Djelfa (Senni, Mars 2012)	32
15	Micro-dune fixée par <i>Aristida pungens</i>	34
16	Nebkas formée par <i>Saccocalyx satureioides</i> Coss et Dur Guerrache Mars 2011 /Mesrane /Djelfa	34
17	Croquis morphologique de deux stations (Zaafrane et El-Mesrane) à partir de l'image Satillitaire ETM+ Gourine (2008).	39

18	Moyennes mensuelles de pluie en mm de la station de Djelfa durant la période de 1983-2012.	42
19	Moyennes mensuelles de pluie en mm de la station de Boussaâda durant la période de 1985-2010.	42
20	Les hauteurs inter annuelles des pluies en mm de la station de Djelfa durant la période de 1983-2012.	43
21	Les hauteurs inter- annuelles des pluies en mm de la station de Boussaâda durant la période de 1985 2010	43
22	Variation saisonnière des pluviosités en mm de la station de Djelfa durant la période de 1983-2012	44
23	Variation saisonnière des pluviosités en mm de la station de Boussaâda durant la période de 1985-2010	44
24	Nombre de jour moyen mensuel de pluie en mm de la station de Djelfa durant la période de 1983-2012	45
25	Nombre de jours moyen mensuel de pluie en mm de la station de Boussaâda durant la période de 1985-2010.	46
26	Répartition des températures mensuelles de la station de Djelfa durant la période de 1983-2012	47
27	Répartition des températures mensuelles de la station de Boussaâda durant la période de 1985-2010	47
28	La variation moyenne mensuelle des vents (m/s) de la station de Djelfa durant la période de 1983-2012.	48
29	Diagramme Ombrothermique de Bagnauls et Gausen (1983-2012) de la Station de Djelfa	49
30	Diagramme Ombrothermique de Bagnauls et Gausen de la station de Boussaâda 1985-2010.	49
31	Situation des Stations de Djelfa et Boussaâda sur le Climagramme d'Emberger 1983-2012.	51
32	Quatres allures typiques des diagrammes Rang –Frequences d'après Frontier et pichod viale (1993)	61
33	Localisation approximative des relevés pédologiques sur les transects A.B.C dans la région des dunes et Zahrez	67
34	Localisation approximative des relevés pédologiques sur les transects A.B.C dans la région des dunes et Zahrez	69
35	Dendrogramme de la C.H.A. de l'analyse globale	70
36	Carte des relevés –« axes 1-2 » (Analyse globale)	71
37	Carte des espèces –« axes 1-2 » (Analyse globale)	72
38	Carte des relevés –« axes 1-3 » (Analyse globale)	73
39	Carte des espèces –« axes 1-3 » (Analyse globale)	80
40	Classification hiérarchique ascendante des 251 relevés	84
41	Représentation systématique des trois groupements de la végétation	91
42	Spectre brut du premier groupement floristique (E)	91
43	Spectre brut du deuxième groupement floristique	92
44	Spectre brut du troisième groupement floristique	93
45	Types biologiques par zones	94
46	Spectre biologique brut des trois groupements (E, ED, ER)	95
47	Spectre biologique réel du groupement (ED)	96
48	Spectre biologique réel du groupement (ER)	96

49	Spectre biologique réel des trois groupements (E, ED, ER).	97
50	Spectre phytogéographique du groupement E.	103
51	Spectre phytogéographique du groupement ED.	103
52	Spectre phytogéographique du groupement ER.	104
53	Diagrammes rang-fréquences des trois groupements d'espèces végétales	108
54	La salinité sur le Transect B est excessive (1.2<CE< 2.1 mmhos) par rapport aux autres Transects.	110
55	Evolution du pH pour les trois Transects (Moyenne)	111
56	Evolution de la conductivité électrique pour les trois transects (Moyenne)	111
57	Evolution du pH pour les trois transects (Moyenne)	112
58	profil pédologique de la région de Zahrez Gharbi –Zaafrane –Djelfa	114

### LISTE DES TABLEAUX

Numéros	Titre	Page
1	Résultats des Q2 et l'étage bioclimatique des deux stations étudiées.	50
2	Localisation approximative des relevés pédologiques sur les transects A.B.C dans la région des dunes et Zahrez	69
3	Taxons à fortes contributions pour l'axe 1 de L'AFC	75
4	Taxons à fortes contributions pour l'axe 2 de L'AFC	75
5	Taxons à fortes contributions pour l'axe 3 de L'AFC	76
6	Répartition des relevés dans les différents groupements à partir de l'AFC et la CAH	81
7	Représentation des espèces selon le type biologique et morphologique	84
8	Relation habitat –espèces végétales	88
9	Etude comparative du spectre brut des trois groupements végétaux	92
10	Etude comparative du spectre réel des trois groupements	97
11	Inventaire des espèces et de leur appartenance biogéographiques.	99
12	Comparaison des indices de diversité	107
13	Espèces halophytes et leurs résistances à la salinité du sol	113

## **Abréviations utilisées dans la partie floristique**

### **Types biologiques**

Ph : Phanérophytes

Ch : Chamaephytes

Th : Thérophytes

Ge : Géophytes

He : Hémicryptophytes

### **Types morphologiques**

H.A : Herbacée annuelle

H.V : Herbacée vivace

L.V : Ligneux vivace

### **Types biogéographiques**

Sah.Méd : Sahara-Méditerranéen

Iran-Tour : Irano-Touranien

End-N-A : Endémique Nord-Africain

M-Step : Méditerranéen steppique

Med : Méditerranéene

M-S : Méditerranéene-Saharo Sindienne

E-M : Euro- Méditerranéene

M-I-T : Méditerranéo-Irano Touranienne

Eur : Européenne

End : Endémique

Eura : Eurasiatique

Plu : Plurirégionale

### **Abréviations dans le texte**

URBT : Unité de recherche sur les ressources biologiques terrestres.

INRF : Institut national de la recherche forestière.

CRBT : Centre de recherche en biotechnologie.

PNUD : Projet Nations unis du développement durable

## **INTRODUCTION GENERALE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE**

Actuellement la désertification touche le ¼ de la surface du globe .En Afrique plus qu'un billion d'hectares sont modérément affectés par la désertification en régions arides (Quitanilla, 2001).

La steppe algérienne couvre de vastes surfaces, qui est dans son ensemble une aire exposée aux dangers de la dégradation souvent irréversibles (Le Houerou, 1969 ; Floret et Pontanier, 1982 ; Le Houerou, 1992), ce qui pose une réduction massive du couvert végétal naturel ; la raison pour laquelle plusieurs travaux ont fait l'intérêt de la connaissance de la flore steppique en se basant sur ses caractéristiques biologiques, chorologiques et systématiques.

Les premiers travaux phytoécologiques et phytosociologiques sur la steppe ne furent entrepris que plus récemment avec Pouget (1980) dans le Sud Algérois, Djebaili et al (1989) dans les steppes des hauts plateaux ; Kadi-Hanifi (2003) dans les nappes alfatières et Amghar (2008) dans les formations de dégradation.

La région des hautes plaines du Sud Algérois et de l'Atlas saharien, subit d'une part les pressions dues à l'action de l'homme et d'autre part celles du climat caractérisé par une saison estivale souvent très sèche et très longue.

Les milieux humides sont extrêmement divers mais la convention de Ramsar relative aux zones humides définit celles-ci comme "des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eau naturelles ou artificielle, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnantes ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres".(Hammada 2007). La Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971) est un traité intergouvernemental qui a pour mission: « La conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides par des actions locales, régionales et nationales et par la coopération internationale, en tant que contribution à la réalisation du développement durable dans le monde entier ».

Ces milieux sont des écosystèmes complexes et très productifs, ils forment des réservoirs précieux de diversité biologique et assurent de nombreuses fonctions hydrologiques (recharge des aquifères, contrôle des inondations, atténuation des changements climatiques, épuration des eaux, etc).

La zone du Zahrez a pour origine l'accumulation des eaux des oueds, drainés par les bassins versant avoisinants. Les eaux de Zahrez Gharbi sont issues du bassin versant des

Oueds Zahrez et Mesrane. Après la régression marine, la région de l'Atlas Saharien connut une phase orogénique au Tertiaire ayant entraîné la formation de plissements caractérisés par des anticlinaux étroits et des synclinaux larges où les dépressions des Zahrez ont pris naissance et ont connu au cours du temps des apports continentaux qui les ont comblés partiellement pour aboutir à la formation des cuvettes des chotts durant le Quaternaire (Boumezbeur, 2001).

En arabe lexique, le terme «Chott» désigne le mot français «bordure». Dans ce sens, le «Chott» comprend uniquement la bordure verte. Etant donné que seule cette partie intéresse le pasteur ; la partie de cette même zone humide appelée «Sebkha», équivalente à lac salé, est automatiquement comprise dans le Chott. Ainsi le Chott inclut toujours une sebkha, mais le contraire n'est pas vrai. Une Sebkha n'est qu'une zone salée sans aucune végétation (Boumezbeur, 2001).

Dans ce cas précis, le «Zahrez» serait le synonyme de «Chott». Par conséquent, il y a au moins trois types d'habitats importants :

1- Le lac salé ou sebkha ;

2- Le chott, composé d'une végétation halophile où se rencontrent: *Herniaria mauritanica*, *Salicornia arabica*, *Avena bromoides*, *Hordeum maritimum*, *Juncus bufonius*, *Launaea resedifolia*, *Polygonum equisetiforme* et *Reaumuria venmiculata* , *Salsola vermiculata* (Quezel et Santa ,1962-1963).

3- Le cordon dunaire, troisième type d'habitat, se trouve à proximité de cette zone humide plus précisément au Sud du Zahrez, il présente une végétation particulière localisée sur les dunes qui comprend des formations buissonnantes (*Aristida pungens* et *Retama retam*). Alors que sur les Micro-dunes, au niveau des dépressions, se rencontrent des espèces hydrophiles très denses.

On distingue deux types de végétation d'espèces hydrophiles :

◆ Une végétation steppique sur glacis au voisinage du chott, souvent sur sols calcimagnésiques à accumulations gypseuses, sur sols peu évolués des oueds afférents ou sur substratum marneux plus ou moins salifères. Les formations rencontrées sont représentées par les steppes à *Salsola tetrandra* var *villosa* et *Salsola vermiculata* sur alluvions à texture moyenne à fine, les steppes à *Traganum nudatum* et *Thymelea microphylla* sur glacis à croûtes calcaires ensablées et les steppes à *Erodium glaucophyllum* sur glacis à encroûtements gypseux (DGF, 2002).

◆ Une végétation halophyte propre aux chotts. La présence d'espèces gypseuses ou halophiles s'explique par la présence d'une nappe plus ou moins proche ou l'existence d'une couche géologique marneuse plus ou moins salifère (DGF, 2002).

Notre travail porte essentiellement sur la végétation des zones humides : Les wilayas de Djelfa et celle de M'Sila dont l'objectif de notre étude (Zahrez et Chott), elles sont géographiquement localisées dans les hautes plaines du sud algérois.

L'objectif de cette étude s'inclue dans une analyse de la végétation des zones humides, pour étudier l'évaluation qualitative de la diversité floristique des wilayas de Djelfa et de M'Sila (Boussaâda) et en s'appuyant sur une collecte de relevés floristiques, avec la nomenclature de Quezel et Santa (1962-1963) renseignée au point de vue biologique et phytochorique (biogéographique).

Comme beaucoup de pays, l'Algérie a pris conscience de ce problème crucial, qui es la dégradation des sols de ces régions ainsi qu' une perte massive des espèces végétales toute protection des zones du Nord du pays contre la désertification et surtout les zones humides qui devraient être protégées contre la dégradation, voire la disparition de ce patrimoine si riche floristiquement, suite aux activités humaines sans négliger les effets de la sécheresse très fréquente en région méditerranéenne.

Vu l'importance des zones humides, notamment comme milieux où les menaces qui pèsent sur elles, ces écosystèmes ont fait l'objet de nombreux travaux dans le Maghreb Negre (1956-1959), Treguboy(1963), en Tunisie Long (1954), Le houero (1959-1969), Pouget (1980) dans le Sud Algérois (cartographie des habitats, migration des oiseaux, végétation faune aquatique,...)

Conçus pour mieux comprendre leur fonctionnement et rendre la connaissance scientifique facilement accessible par les gestionnaires. Ces sites ne bénéficient d'aucun statut de protection particulière, des études faites pour l'élaboration d'un plan d'action à court et moyen termes ; mais ces mesures de conservation ne semblent pas encore être appliquées.

Cette étude prend en compte d'une part, l'analyse de quelques facteurs édaphiques qui déterminent la distribution des communautés végétales et l'inventaire de la flore à travers une analyse qualitative et d'autre part, les relations entre les facteurs de milieu et la végétation.

Le présent travail est scindé en 05 chapitres :

- Le chapitre I : La Salinité du sol et les halophytes.
- Le chapitre II : Description générale du milieu d'étude.
- Le chapitre III : Climats et bioclimats des zones d'étude.
- Le chapitre IV : Etude phytoécologique.
- Le chapitre V : Identification des principaux groupements végétaux et diversité.
- Conclusion générale.



## **Chapitre I**

# **LA SALINITE DU SOL ET LES HALOPHYTES**

## Chapitre I. LA SALINITE DU SOL ET LES HALOPHYTES.

### Introduction

On a estimé que 7% de la superficie mondiale des terres (920 millions d'ha) étaient plus ou moins salins, 3% (400 millions d'ha) présentant un caractère salin ou sodique dominant. Les sols salés ou sols halomorphes appelés actuellement Salsodiques représentent un pourcentage important de la surface totale des sols dans le monde (Cherbuy., 1991). Selon Le Houerou (1992), les sols salés en Algérie occupent 3,2 millions d'hectares de la superficie totale, ils sont localisés au Nord plus qu'au Sud (Djilli, 2000). On définit ordinairement sous le terme salinité, le processus pédologique suivant lequel le sol s'enrichit anormalement en sels solubles acquérant ainsi le caractère salin (Servant, 1975).

Mermoud (2005) a défini la salinité comme des processus d'accumulation de sels à la surface du sol et dans la zone racinaire qui occasionne des effets nocifs sur les végétaux et le sol; il s'ensuit une diminution des rendements et, à long terme, une stérilisation du sol.

Selon Calvet (2003) un sol est dit salé quand la conductivité électrique est supérieure à 4 dS /m. Cependant la salinité d'un sol s'apprécie plus par le comportement des plantes de sorte que cette limite peut être très différente selon la sensibilité des espèces végétales.

### 1-Définition et Dénomination des sols salés :

Les sols salés sont ceux dont l'évolution est dominée par la présence de fortes quantités de sels solubles plus solubles que le gypse, ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions provenant de ces sels et susceptibles de dégrader leurs caractéristiques et propriétés physiques, en particulier leur structure, qu'ils rendent diffuse. Ces deux caractères de ces sols modifient également et diminuent le développement de leur végétation et des cultures que l'on peut y faire.

Certains des sols « salés » n'ont que l'un de ces caractères, d'autres présentent les deux à la fois (Aubert, 1983).

### 2. Types de Salinisation

Selon l'origine des sels accumulés on distingue deux types de salinisation :

**2.1. Salinisation primaire ou naturelle (géologique) :**

Elle est due aux sels se formant lors de l'altération des roches salifères ou à des apports naturels externes:

- Dans les régions côtières, intrusion d'eau salée ou submersion des terres basses.
- Inondations périodiques par l'eau de mauvaise qualité.
- Remontée d'une nappe phréatique salée près de la zone racinaire.

L'apport des sels est intrinsèque au profil et à sa matrice, le processus d'halomorphie débute avec la pédogenèse et demeure concomitante à son évolution.

**2.2. Salinisation secondaire**

Elle est induite par l'activité humaine; liée fréquemment à des pratiques agricoles inappropriées. Dans ce cas-là, l'halomorphie fait suite à une pédogenèse antérieure (cas d'apport des sels par les eaux d'irrigation). Il y a environ 350 millions d'hectares irrigués dans le monde (Szablocs, 1994).

**3. Causes principales de Salinisation**

Selon Mermoud (2005), les causes nécessaires à la formation des sols salés sont :

•une utilisation d'une eau d'irrigation de qualité médiocre et lessivage naturel insuffisant (Figure. 01).

•La remontée de la nappe souterraine.

•L'altération des roches contenant des minéraux sodiques, potassiques et magnésiques donnent des sels souvent solubles en particulier les carbonates et les bicarbonates et parfois des silicates. En zones arides ceux-ci peuvent se concentrer sur place sous l'effet d'évaporation dans les bassins endoréiques et les dépressions, ou être transportés par les rivières « Présence d'une source de sels » (Gaucher et Burdin 1974, Aubert., 1975).



**Figure 01.- La Salinité et son importance dans les zones humides –Zahrez Gharbi. Zaafrane /Djelfa (Photo Senni Mars, 2012).**

#### **4. Diagnostique des sols salés**

##### **4.1. Quelques paramètres de caractérisations :**

###### **4.1.1. La conductivité électrique (CE) :**

Cette mesure peut se faire sur l'extrait de la pâte saturée, ou l'extrait 1/5 et 1/10 ; le choix d'une méthode ou d'une autre définit le profil salin dans un sens agronomique, en vue d'une signification plus pratique (CE en mmhos / cm à 25 C°)

###### **4.1.2. Les Sels :**

Les sels solubles sont tous les sels plus solubles dans l'eau que le gypse, leur concentration globale est généralement exprimée par la conductivité électrique qui représente en réalité la conductivité électrolytique (Halitim., 1988). Les plus fréquents dans les régions arides et semi- arides sont surtout les chlorures et les sulfates de sodium, les sulfates de magnésium et à un moindre degré les carbonates de sodium (Servant., 1978 ; Halitim., 1988).

**4-1-3- Le Sodium :**

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

**4.2. Relation entre Pression Osmotique et Conductivité électrique**

Un travail expérimental sur lequel les sols touchés par le phénomène de salinisation réalisé a montré que la pression osmotique de la solution du sol est conditionnée selon la vitesse d'absorption de l'eau et au développement de la plante dans les sols salés.

**5. Caractéristiques des Sols salés**

La caractéristique principale des sols salés est la présence de sels solubles dans le profil et de sodium échangeable en quantité élevée, leur conférant des propriétés chimiques physiques et biologiques défavorables à la croissance des végétaux (Daoud ,1980). Les sols salés présentent une évolution dominée par la présence de fortes quantités de sels solubles ayant une solubilité supérieure à celle du gypse ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions provenant de ces sels. (Dellal., 1994).

**5.1. Effets des sels sur le sol et le végétal**

Les sels peuvent provoquer des actions néfastes sur les propriétés du sol à différents niveaux :

**Sur le sol**

L'effet des sels sur les propriétés chimiques du sol se fait par la concentration de la solution du sol qui entraîne une augmentation de la pression osmotique du sol qui se répercute par une diminution du pouvoir absorbant de la plante, la disponibilité en eau devient limitée et le point de flétrissement est rapidement atteint. Les effets des sels sur les propriétés biologiques du sol sont induits par la concentration des sels dans le sol qui augmente la pression osmotique, modifie le pH et empêche pratiquement toute activité biologique.

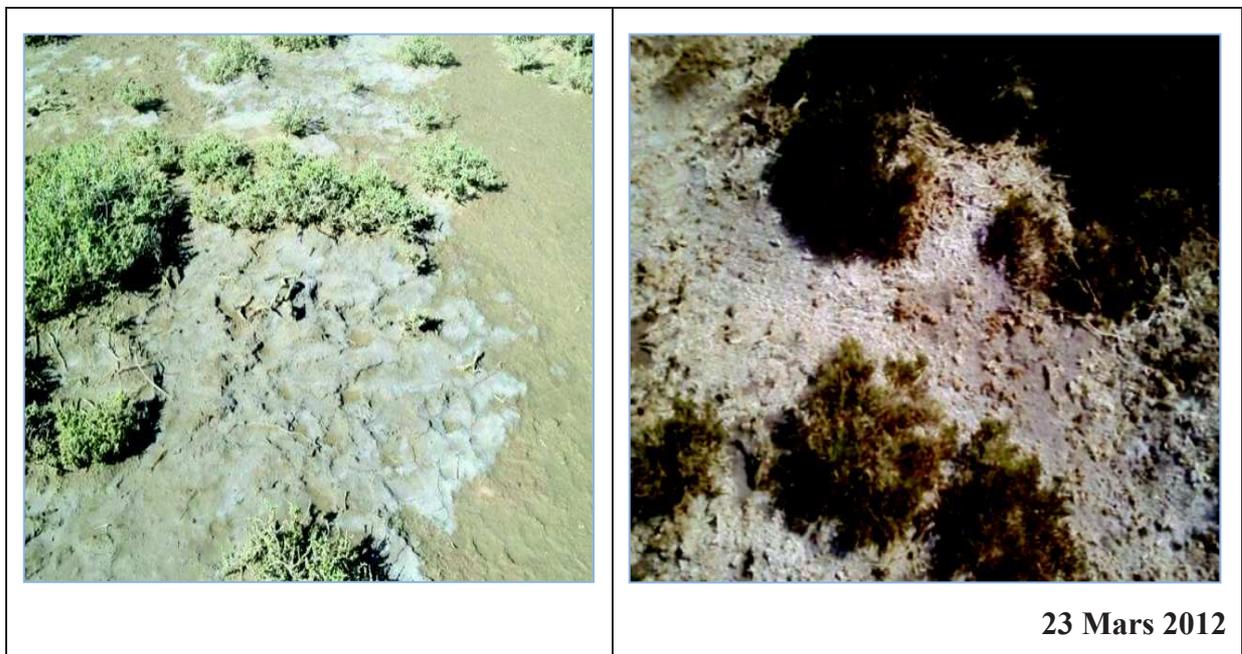
Les effets des sels sur les propriétés physiques du sol en agissant sur la stabilité structurale à travers une désagrégation de la structure qui est. le mode d'assemblage des particules, elle s'observe et se décrit à deux niveaux (échelle macroscopique, structure proprement dite observable à l'œil nu et à l'échelle microscopique, microstructure ou micromorphologie). Les sels ont le pouvoir de modifier la structure des sols à la suite de la

présence de forte teneur de sodium échangeable qui ont une structure apparente dense et compacte.

En période humide, l'argile se disperse suite à la diminution de la cohésion, toutefois cette cohésion peut s'établir si la solution du sol est plus concentrée et faisant apparaître les liens entre les cations échangeables et les sels solubles (Halitim, 1988) (Figure.02).

- **La perméabilité:** Elle est définie par la vitesse d'infiltration de l'eau de gravité en (cm /s) (Duchaufour, 1988), la perméabilité dépend aussi des cations échangeables et de la concentration saline de la solution du sol.

La réduction de la perméabilité des sols salés est une conséquence directe de la dispersion des colloïdes par le sodium échangeable, la réaction du sol est variable suivant les ions impliqués et leur concentration relative.



**Figure 02. Efflorescences blanches sur la surface du sol (Croûte Saline) Zaafrane /Zahrez Gharbi/Djelfa (Senni, Mars 2012).**

- **Le sodium ( $\text{Na}^+$ ):** Quand le niveau de Salure est élevé il y a augmentation de la perméabilité, cette floculation dépend de la concentration en sels et du type d'ions, à mesure que la concentration saline diminue, il se produira une augmentation des forces de répulsion. Il y a dispersion des colloïdes suivie d'une destruction de la structure (Demelon, 1968).

L'argile floculée par la solution colmate les chenaux d'écoulement, entraînant une baisse spectaculaire de la perméabilité. La microporosité varie peu, toute la différence est reportée sur la macroporosité, si la concentration en électrolytes de la solution du sol continue

à augmenter, la destruction de la structure aboutit à la formation de pseudo-sable (Servant, 1976).

Les effets du potassium ( $K^+$ ) peuvent être associés à ceux du sodium ( $Na^+$ ), mais les risques sont moindres, vu les faibles concentrations de cet élément dans les sols salés.

- **Le calcium ( $Ca^{++}$ ):** Il a un effet positif sur la perméabilité et la structure du sol, suite à la floculation plus ou moins stable des colloïdes argileux humiques.
- **Le magnésium ( $Mg^{++}$ ):** Pour cet élément, ces effets sont tantôt rapprochés de ceux du sodium, tantôt associés au calcium.
- **Les limites d'ATTERBERG:** Il ressort notamment que les limites D'ATTERBERG peuvent être affectées par les concentrations en sels en relation avec la texture, la matière organique, la structure du sol et le type d'argile;  $Na^+$ : diminue la limite de plasticité et la limite de liquidité;  $Ca^{++}$ : diminue la limite de liquidité et augmente les limites de plasticité et  $Ca^{++}$   $Mg^{++}$ : diminuent la limite de plasticité et élève celle de liquidité.
- **Effets sur le végétal :**
  - **1. Modification du couvert végétal:** Le changement des conditions éco-pédologique se traduit inévitablement sur la végétation en place dite « climax » (Aubert, 1975).  
Jusqu'à un certain seuil relatif à la tolérance aux sels, les plantes peuvent toujours s'adapter; au cours de cette phase il y a régression du couvert végétal.

Si la concentration en sels continue d'augmenter, l'ancienne population végétale sera remplacée par une autre végétation spécialisée et plus tolérante dite « halophytes » (Figure. 03). Ainsi donc, on peut assister à une succession de populations dans l'espace et dans le temps qui disparaissent elles aussi, à chaque fois que leur seuil de sensibilité est atteint.



**Figure 03. Adaptations des halophytes a des différents niveaux de salinité Zaafrane/ Djelfa (photos Senni , Mars 2012).**

- *Effet osmotique*: L'élévation de la pression osmotique est proportionnelle à la quantité de sels solubles dissous (Bryssine, 1955). Depuis longtemps, l'influence de la pression osmotique sur la croissance végétale a été remarquée, notamment sur le plan expérimental par l'équipe de REVERSIDE (U.S.S.L., 1954), l'augmentation de la pression osmotique de la solution du sol provoque un arrêt de passage effectif d'eau et d'éléments minéraux vers les racines dont dépend la nutrition de plantes.
- 
- *Effet spécifique du chlore et du bore*: La salinité attaque les plantes par la toxicité des sels spécifiques (chlore et bore), en effet ces sels peuvent agir sur les membranes superficielles des racines, les tissus végétaux, l'absorption et le métabolisme des nutriments essentiels.

Dans ce type de sol le processus d'ammonification et de nitrification peut être bloqué et les stades de germination des jeunes plantules se conduisent très difficilement. La salinisation n'est pas un phénomène stationnaire, elle est soumise à des variations saisonnières (humide et sèche) qui diffèrent d'une station à une autre et l'orientent dans le sens d'une évolution bien définie .

## 6. Classification des sols salés

La classification des sols salés demeure très difficile et complexe due aux nombres très élevés de facteurs à prendre en considération pour un bon choix des critères de classification. Dans la classification française on tient beaucoup compte du complexe des modifications morphogénétiques et écologiques, bien qu'elles restent très variables dans le temps (Derdour., 1981).

Pour la Classification Américaine (Soil Taxonomy) l'importance est donnée aux facteurs climatiques.

Toutes les Classifications (Américaine, Française, Russe) se complètent parfaitement bien, et ne diffèrent qu'à des niveaux inférieurs de la classification (Derdour, 1981).

### **6.1. Sols salins (SOLONTCHACK) :**

Selon la F.A.O (2005) (la classe des sols salés comporte trois sous classes :

$CE > 4$  mmhos /cm à 25 C° sur pâte saturée

$PH < 8.5$

$ESP < 15 \%$       ESP : Pourcentage de Sodium échangeable.

On les rencontre en Algérie, le plus souvent avec un complexe riche en calcium et une structure bien concentrée.

### **6.2. Sols salés alcalins (SOLONETZ) :**

$CE > 4$ mmhos / cm à 25 C° sur pâte saturée

$PH > 8.5$

$ESP > 15 \%$

Ces sols résultent de l'évolution des Solontchack par substitution du calcium par le sodium, et une dégradation de la structure.

### **6.3. Sols alcalins dégradés :**

$CE < 4$  mmhos /cm à 25 C° sur pâte saturée

$PH < 8.5$

$ESP < 15 \%$

Ce cas se produit lorsque le sodium absorbé est lessivé et remplacé par  $Al^{3+}$  et  $H^+$ , de tels sols n'existent pas en Algérie par manque de pluviosité (Aubert, 1975).

Selon les données de Le houero (1971) et Pouget (1980) on retrouve deux catégories de sols l'une à caractère salé (Solontchak calci-magnésique, Ca-Mg) et la seconde à caractère

salé et sodique (Solontchak complexe sodique, Na-Mg). La première catégorie a deux formes qui apparaissent différenciées par le profil salin :

- Des Hybersolontchak à profil salin ascendant de type A ;
- Des Cryptosolontchak à profil salin descendant de type D.

Dans les deux formes , des entités différenciées peuvent être distinguées sur la base de la présence ou l'absence d'encroutement gypseux .Dans certains Solontchak, l'encroutement gypseux s'ajoute parfois à un encroutement calcaire, on a ainsi trois accumulations, disposés verticalement en fonction d'une solubilité croissante, la nappe phréatique est à environ 1,5 à 2 m plus profonde pour les Cryptosolontchak.

Dans la seconde catégorie deux formes sont distinguées :

- des Hypersolontchak a profil de type A ;
- des Solontchak modaux, présentant un profil salin de type C.

Dans ces deux cas, la texture est moyenne à très fine ; la nappe phréatique est située à près de deux mètres de la surface pour les Hypersolontchak, plus profondément pour les Solontchak modaux qui peuvent présenter des encroutements gypseux.

On a aussi les sols salés a structure dégradée : les sols peu à moyennement salés ;

Les sols très salés, qui assurent la transition avec les sols à complexe sodique.

## **7. Risque de salinisation et de lessivage**

Les principales mesures préventives sont la vérification de la qualité de l'eau d'irrigation ; la gestion optimale de l'irrigation de façon à éviter la percolation hors périodes de lessivage ; la limitation des pertes d'eau dans les canaux et les apports externes et le contrôle du niveau de salinité du sol (CE, ESP, etc.).

Le lessivage est une technique qui consiste à dissoudre les sels accumulés dans le sol par des apports d'eau importants et à les entraîner en dessous de la zone racinaire par le mouvement descendant de l'eau (Mermoud, 2005).

## 8. Les halophytes

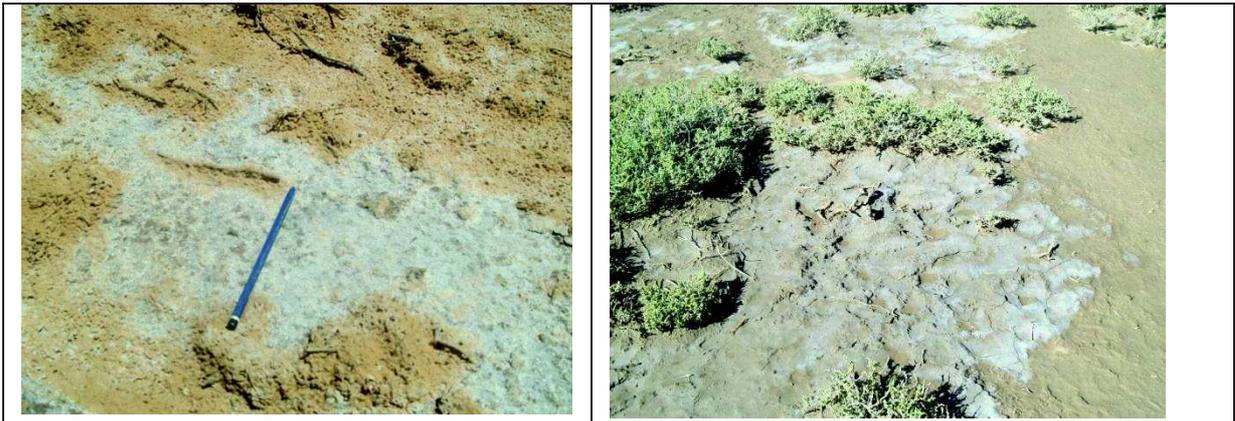
### 8.1. Définition des halophytes

Venant du grec *halos* (sel) et *phyton* (plante) ; le terme d'halophyte a été introduit en 1809 par Pierre Simon Pallias (Binet, 2013) est attribué aux végétaux vivant sur des sols salés c'est-à-dire contenant une solution trop riche en sels par-là impropres aux cultures. On appelle actuellement halophyte toute plante qui est en contact par une partie quelconque de son organisme avec des concentrations anormalement fortes des sels : végétation marine, Plantes des bords de mer, de désert, marines ou lac salés (Flowers et al. ,1986).

Ce sont des plantes vivant dans des sols salés, caractérisées par une morphologie et une structure particulière et selon les conditions d'habitat « comme des marées de sel, des côtes, des semi-déserts, des Steppes Salines...etc. », elles ont développé différentes stratégies pour survivre dans la teneur parfois très élevée en sel dans l'eau de sol (DasSarma ,1997).

Une halophyte est généralement défini comme une plante adaptée pour se développer dans les environnements salés, elle peut tolérer une quantité anormale de sel dans le sol et dans l'eau (Figure.04).

Il faut encore constater que l'hétérogénéité des halophytes est liée à la nature et la diversité des sels solubles. Les halophytes sont le plus souvent installées dans des milieux alcalins, elles ne constituent cependant pas l'ensemble des végétaux « alcalinophiles » car un sol peut être fortement alcalin sans contenir une solution riche en sel. C'est le cas par exemple lorsque de fortes proportions de sodium et de potassium sont fixées sur les colloïdes du sol (Aboura., 2006).



**Figure 04.- Description de la salinité au niveau des Chotts. Senni, Mars 2012.Zaafrane /Djelfa.**

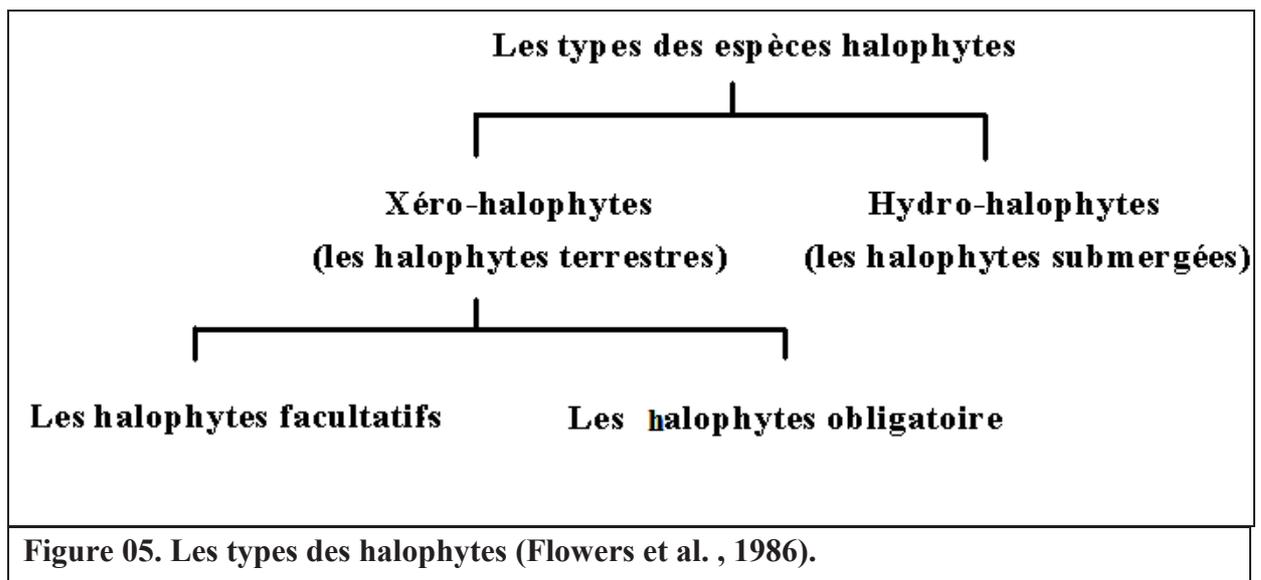
## 8.2. Les types des espèces halophytes :

Certaines halophytes, bien que pouvant résister à d'importantes accumulations de sel dans le milieu extérieur se comportent normalement sur des sols non salés, ce sont donc des halophytes facultatives. Par contre d'autres plantes halophiles ne peuvent se développer complètement qu'en présence de fortes concentrations Salines, ce sont des halophytes obligatoires (Figure.05).

Les relations des halophytes avec le milieu permettent de définir des Halophytes Submergées terrestre, ou des Aérohalophytes :

- les Halophytes Submergées : Sont entièrement plongée dans l'eau salée ce sont les algues et les plantes maritimes.
- Les Halophytes Terrestres : Dont seuls les organes souterrains sont en contact avec des teneurs en sel.

Les Aérohalophytes : reçoivent sur leurs parties aérienne des embruns ou des poussières salées c'est le cas des végétations des falaises, des dunes littoral, et des désert Les aspects Eco-physiologiques permettent la différenciation entre les Halophytes obligatoires et facultatifs :



La résistance d'une plante à la salinité s'exprime par sa capacité à survivre et à produire dans des conditions de stress salin. Il existe, en la matière, une large gamme de mécanismes qui ne sont pas exclusifs l'un de l'autre, mais qui peuvent se compléter ; diverses classifications des mécanismes de tolérance au sel ont été élaborées.

Les plantes peuvent être groupées à cet égard en 2 catégories principales, sur la base de leur comportement vis-à-vis des stress salins : (1) les halophytes qui tolèrent des concentrations relativement élevées en sel, (2) les glycophytes qui ne tolèrent pas des concentrations élevées en NaCl (Calvet, 2003).

### 8.3 Les trois principaux mécanismes de résistance :

La plante a la capacité de réexpédier l'excès de sel présent dans ses feuilles vers ses racines par l'intermédiaire de sa sève descendante : le phloème, lors de ce processus, elle active un gène dénommé AtHKT1, qui code pour une protéine de transport membranaire assurant le transport des ions sodium dans la sève. Comme ce gène présente des similitudes avec un gène du blé, codant pour le transport du sodium et du potassium.

Les deux systèmes de résistance des plantes au sel détectés précédemment concernaient les racines et les feuilles. Les racines sont en effet dotées d'une couche cellulaire interne l'endoderme qui leur permet de ne pas se laisser envahir par un composé extérieur indésirable. Par ce mécanisme d'exclusion, couplé à des systèmes de transport sélectif permettant d'absorber les ions nutritifs utiles et de ré-excréter les ions Na<sup>+</sup>, la plante empêche le sel de remonter dans la sève jusqu'aux feuilles. Mais ce processus peut se révéler insuffisant, en particulier lors des ramifications des racines. Un second mécanisme de tolérance au sel, présent dans les feuilles ; l'inclusion, intervient alors sur certaines plantes,

elles utilisent en effet le sel pour ajuster la pression osmotique de leurs cellules (DasSarma, 1997).

### **8.3.1. Mécanismes de tolérance aux sels chez les halophytes :**

Chez les halophytes, les types les plus tolérants au sel ont une croissance réduite dans des conditions de faible salinité. Cette adaptation leur permet d'absorber de grandes quantités d'ions tout en maintenant la turgescence cellulaire, et en évitant leur toxicité grâce à un compartimentage cellulaire et l'accumulation dans les vacuoles, l'équilibrage osmotique du cytoplasme étant assuré par une synthèse active de composés organiques solubles.

- La tolérance de sel comporte des adaptations physiologiques et biochimiques pour maintenir la viabilité protoplasmique pendant que les cellules accumulent des électrolytes.
- L'action d'éviter le sel implique une structure des adaptations physiologiques pour réduire au minimum les concentrations en sel dans les cellules ou l'exclusion physiologique par des membranes des racines.

Les halophytes sont souvent classés comme succulents et excréteurs, une autre classification identifie des inclusions et exclusions.

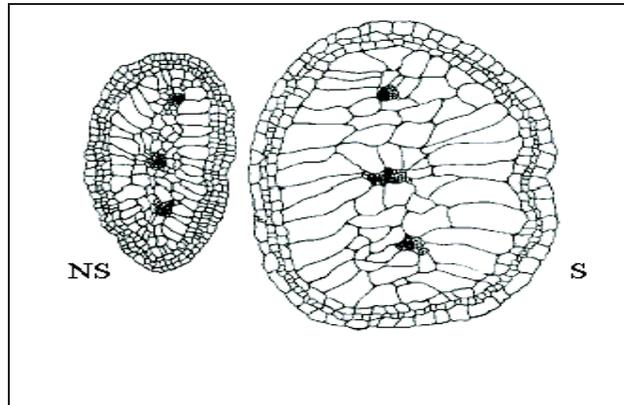
### **8.3.2. Mécanismes de régularisation (succulents et excréteurs) :**

Les Halophytes sont souvent succulents, beaucoup d'espèces ont des glandes de sel, d'autres peuvent stocker des concentrations considérables de sel dans leur vacuole.

En 1898, Schimper a précisé que l'accumulation de l'eau et du sel dans les tissus représente une adaptation à la sécheresse physiologique. Les plantes doivent faire face à un équilibre tendu de l'eau pendant qu'une prise de l'eau est accompagnée d'une grande prise de sel. Les protéines des halophytes ne sont en règle générale pas moins sensibles au sel que ceux d'autres plantes. Différentes stratégies sont employées pour faire face à l'excès de sel par la dilution de la teneur en sels cellulaire par des succulentes. Ces dernières se sont adaptées aux conditions écologiques des régions arides et semi-arides, les tissus charnus des succulentes leur permettent de diluer le sel dans leur milieu intérieur.

Selon Waisel (1972) , la concentration élevée du sel dans la vacuole et le stockage de grands volumes d'eau pour la capacité de maintenir la concentration interne diluée et séquestrer des ions de sodium dans les vacuoles par les mécanismes de transport actif et les pompes intracellulaires qui aident à maintenir les niveaux constants du sel dans le cytoplasme (Figure. 06). Le plus souvent les plantes succulentes vivent dans les milieux arides (plantes xérophiles) ou bien dans des milieux où les sols développent une contre pression osmotique

suffisamment importante pour s'opposer à l'absorption racinaire de l'eau comme c'est le cas des sols salés. Les plantes halophiles comme les salicornes, les soudes, les obiones que l'on rencontre au bord de la mer sur des vases salées sont des plantes succulentes.



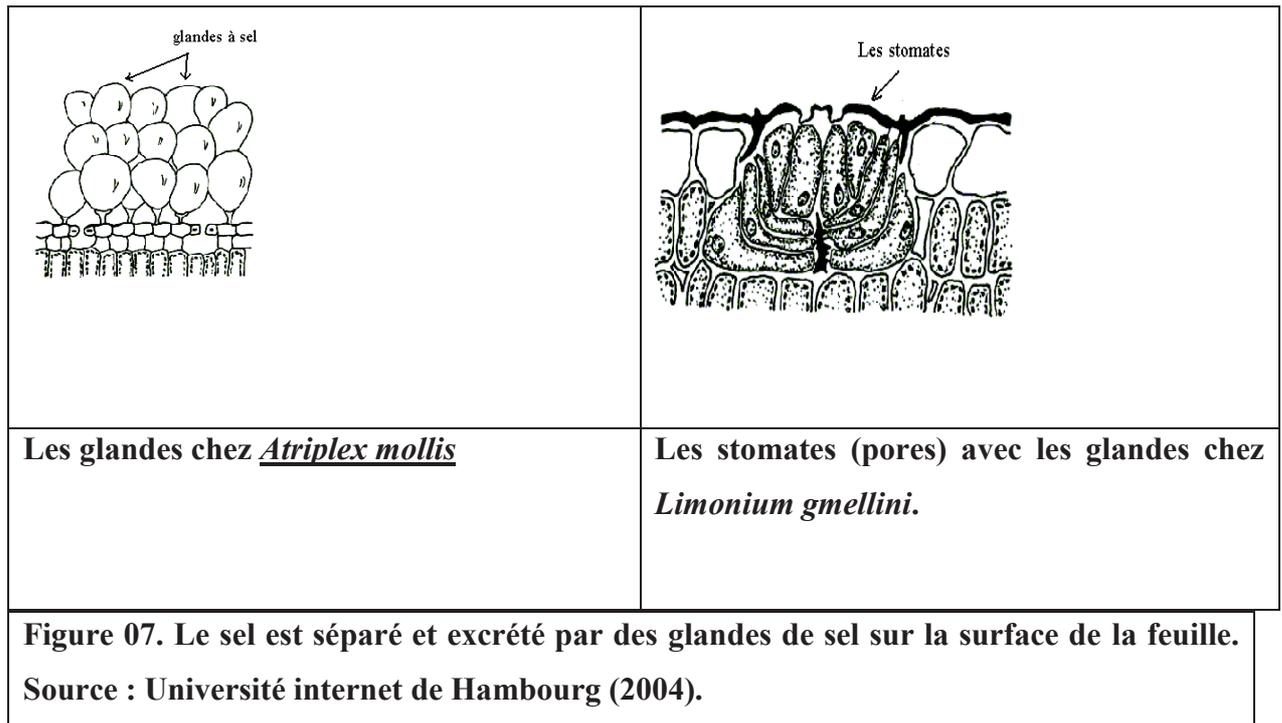
**Figure 06. Les coupes de *Suaeda monoica* dans différents milieux cultureux (S) salin et (NS) non-salins. (Seaman., 2003).**

### 8.3.3. Excrétion et glandes de sel :

Selon Waisel (1972), l'excrétion se fait dans les cellules glandulaires (glandes spécialisées) capables de sécréter les sels excessifs dans les organes de la plante, et les cristaux de sel restent évidents sur la surface de la feuille. Cette stratégie de survie est très consommatrice d'énergie, puisque les ions doivent être transportés activement contre une pente osmotique et électrique dans les glandes, la solution de sel concentrée dans les glandes est livrée par des pores au milieu extérieur (Figure. 07).

L'excrétion peut-être le comportement autorégulateur le plus aisément observable, cet ajustement est souvent caractérisé par la sécrétion de la sève salée par les pores, les glandes, et les réservoirs souples épidermiques situés sur les racines de la plante pousse, et par les mécanismes intercellulaires de transport (pompes) déplaçant les ions excessifs de sel des cellules extérieures à l'extérieur de la feuille ou de la tige, laissant les dépôts évidents de cristal une fois que l'eau s'est évaporée. Les herbes, les arbustes, et les arbres halophiles plus évolués utilisent ce dispositif régulièrement afin de dessaler les fluides internes en excréant des ions de sodium et de chlorure aux périodes critiques dans leur développement.

Comme par ex : Le tamarix excrète le sel activement grâce à des glandes spéciales situées dans ses feuilles. (Collection Microsoft Encarta, 2005).



#### 8.3.4. Filtrage racinaire:

Ces groupes de plantes empêchent le sel de pénétrer dans les cellules de leurs racines grâce à des membranes semi-perméables ; quelques herbes sont très efficaces, alors les succulents ne sont pas très efficaces, la prise du sodium dépend de la membrane et de l'efficacité de ses pompes d'ions, les racines de *Rhizophora* filtrent l'eau salée pour absorber l'eau douce.

#### 8.3.5. Abscission :

Un autre mécanisme efficace de dessalement, certaines halophytes stockent le sel dans leurs feuilles et leurs tiges qui tombent à la fin de la saison végétative.

#### 8.3.6. Mécanismes de régularisation (exclusion et inclusion)

Selon les chercheurs de l'actuel Montpellier SupAgro (EX. ENSAM) in Nature (2003), Les plantes développent plusieurs stratégies pour limiter le stress salin. Jusqu'à ce jour, on en connaissait essentiellement deux, qu'on peut qualifier d'exclusion et d'inclusion. L'exclusion (Excluder) où la plante empêche le sel de remonter jusqu'aux feuilles. Une première barrière existe au niveau de l'endoderme, couche interne des cellules de la racine, cependant cette barrière peut être interrompue en particulier lors de l'émergence des ramifications de la racine. D'autres mécanismes limitent le passage de sel des racines vers les

feuilles mais les gènes qui les gouvernent sont encore largement inconnus. Avec l'inclusion (Includer), la plante capte le sel, qui parvient aux feuilles, au même titre que l'eau, par le mouvement ascendant de la sève dans les vaisseaux, à l'intérieur des cellules, le sel est alors stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de "pompes" moléculaires ; les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule, le sel est ainsi isolé des constituants.

#### **8.4. Comment les reconnaître sur le terrain ?**

Pour des besoins de reconnaissance on les divise généralement en deux groupes les halophytes qui ne permet de les reconnaître plus facilement sur le terrain. Dans le premier, on note des végétaux à feuilles étroites, linéaires, entières, sessiles ; les plus longues ont au moins 3mm dans leur plus grande largeur, elles sont souvent piquante réduites, ou inexistante Dans le second groupe, le limbe est élargi (plus de 3mm), plan, pétiolé, et on ne peut pas trouver de pointe piquante, les fleurs mâles et femelles sont dissemblables.

**Conclusion :**

La salinisation des sols, fréquemment associée à la contrainte hydrique dans les zones arides et semi-arides, constituent l'un des principaux problèmes pour le développement des plantes, elle entraîne une réduction des surfaces cultivables et combinée à d'autres facteurs, elle représente une menace pour l'équilibre alimentaire de ces régions.

Les concentrations élevées de sodium et de chlorure dans le substrat ou le sol influent sur les végétaux de diverses façons, notamment en :

- Inhibant l'absorption d'eau et d'éléments nutritifs par les végétaux sous l'effet des déséquilibres osmotiques, ce qui entraîne une diminution de la croissance des pousses et des racines et la manifestation de symptômes apparentés à ceux d'une sécheresse;
- Causant un déséquilibre nutritif chez certaines espèces, par la perturbation de l'assimilation d'autres éléments nutritifs;
- inhibant la croissance à long terme et, à de plus fortes concentrations, en ayant des effets toxiques directs sur les cellules des végétaux, ces effets se manifestant par des symptômes de brûlure des feuilles et la mort des tissus...etc.
- Causant la détérioration de la structure du sol.

De vastes superficies de terres salines resteront improductives si rien n'est fait pour les réhabiliter à l'aide de plantes très tolérantes au sel (halophyte), quelques débuts modestes indiquent que les halophytes donneront une production rentable sur des terres incapables de porter d'autres végétaux, on peut faciliter la réhabilitation des milieux salins en définissant les sites en termes de besoins des plantes pour leur croissance.

## **Chapitre II**

### **DESCRIPTION GENERALE DU MILIEU D'ETUDE**

## Chapitre II. DESCRIPTION GENERALE DU MILIEU D'ETUDE

Les deux Zahrez forment un système hydrographique endoréique avec deux sous bassins séparés par une légère ondulation formant la zone d'El Mesrane, Il s'agit du Zahrez Chergui à l'Est et du Zahrez Gharbi à l'Ouest constituant deux chotts à forte salinité, les deux cuvettes sont développées au sein d'une même dépression entièrement cernée par les reliefs Atlasiques (Pouget ,1980).

### 1. Situation géographique

#### 1.1. Le Chott el Hodna

Le chott el Hodna fait partie d'une série de chotts qui se sont développés là où convergent les eaux provenant de l'Atlas Saharien au Sud et de l'Atlas tellien au Nord. La cuvette (bassin) du Hodna s'étend sur une superficie de 8500 km<sup>2</sup> mais ce que l'on appelle le chott en lui-même n'occupe que 1100 km<sup>2</sup> et à une altitude moyenne de 400 mètres, son alimentation en eau est assurée par 22 cours d'eau principaux auxquels il faut ajouter des sources d'eau douce. Il se met en eau uniquement en hiver, sec et salé en été avec la présence de croûtes de sel couvrant toute son étendue, à cause d'une forte évaporation il devient périodiquement un désert de sel (Meddah et al., 2008). (Figure.08)

#### 1.2. Zaâfrane

La zone de Zaâfrane est située à environ 60 Km au Nord du chef-lieu de la wilaya de Djelfa, elle s'étend sur une superficie de 121.400 hectares (BNEDER ,1995) représentant 03,75 % de la superficie globale de la wilaya.

L'altitude moyenne de la zone est de 950m, par ailleurs, les coordonnées géographiques sont :

Longitude Est : 2° 27' à 3° 05' ;

Latitude Nord : 34° 32' à 35° 03'.

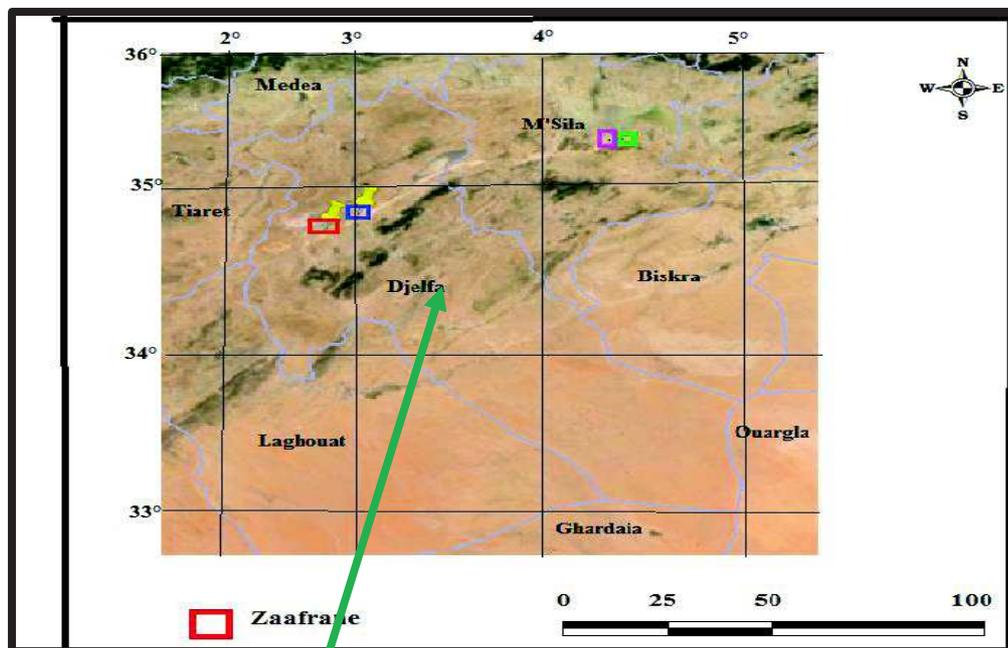
#### 1.3. Les bassins endoréiques du Zahrez Gharbi et Zahrez Chergui

Le chott se situe dans la wilaya de Djelfa, au centre de l'Algérie, dans une zone steppique, à 45 kilomètres du chef-lieu de la ville de Djelfa, à 10 kilomètres au Sud-ouest de la commune de Hassi Bahbah et à 5 kilomètres de la commune de Zâafrane , Zahrez Gharbi (34°51'-34°58'N/2°36'-2°58' E) avec 22 000 ha (Djelfa), localisé à 200 km au Nord de l'Algérie .

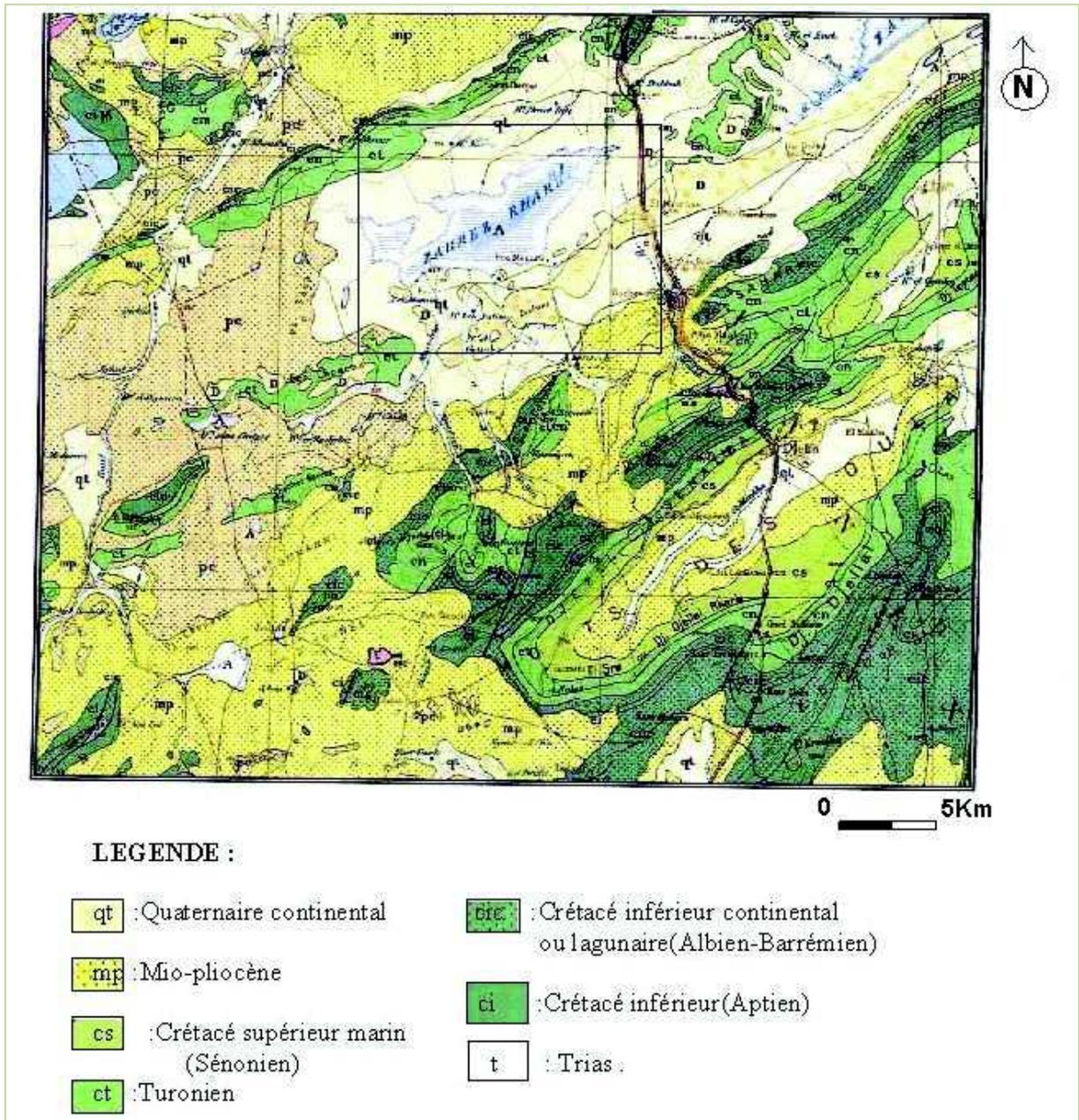
**1.4. El Mesrane**

Le cordon dunaire est situé au Nord de l'Atlas Saharien et se maintient au 2/3 de la plaine, c'est un ensemble des dunes de sable fins qui s'étire selon une direction Sud – Ouest. Nord- Est, sur 215km de long et de 4 à 7 km de large, les dunes qui le composent présentent des hauteurs varient entre 2 à 15m, elle peut atteindre 26m il couvre une superficie de 5900 ha (Pouget, 1980).

Il s'amorce à l'Ouest de la plaine d'Oued Touil (le Nord d'El Idrissia) par un chapelet d'amas éolien où il finit pour s'unifier au centre de la plaine des Zahrez Gharbi (Zaafrane) et va jusqu'à la plaine du Hodna à l'Est, la moitié de ce cordon dunaire est dans la wilaya de Djelfa Pouget (1980). Sa surface au niveau de la wilaya de Djelfa est de 240.000 ha, (A.N.A.T., 1987) (Figure.09).



**Figure 08 : Carte de localisation de la zone d'étude dans la W. Djelfa et Boussaâda.**  
**Source : Google Earth 2014.**



**Figure 09: Extrait de la carte géologique de l'Algérie du Nord. (Source: Service de la carte géologique.1952).**



**Figure 10 : Vue aérienne montrant la station de Zaafrane et d'El-Mesrane sur le cordon dunaire Djelfa. Google Earth, 2014.**

## 2. Géologie

Les chotts forment de vastes dépressions salées de plusieurs dizaines de Km<sup>2</sup>. Ils sont alimentés par les eaux superficielles de ruissellement, ou des nappes artésiennes profondes provenant en surface par des sources (Chott Chergui, Hodna) (Bouabdellah, 1992).

Selon Pouget (1980), les séquences d'érosion du quaternaire sont déterminées par quatre phases (quaternaire ancien, moyen, récent, et période actuelle). L'étude géologique réalisée par Pouget en 1980, indique la présence d'un manteau de terrains continentaux apparus après le mouvement orogéniques du milieu tertiaire (Figure.10).

La région du Zahrez se caractérise par un grand synclinal irrégulier, plus large à l'ouest avec 50 kilomètres, qu'à l'Est avec 30 km, et long d'environ 140 km avec une orientation Nord –Est et Sud –Ouest. Les couches géologiques du bassin versant, appartenant essentiellement au crétacé, sont recouvertes par un tertiaire continental surmonté par des dépôts du quaternaire. Le crétacé est composé par des couches de calcaires, de marnes, d'argiles et de grés massifs poreux et perméables.

Au cœur des monts du Hodna, le crétacé est marneux à ammonite pyriteuse, à l'Est devient calcaire et dolomitique, vers le Sud des Monts du Hodna, on note l'arrivée de dépôts détritiques d'origine Sahariennes.

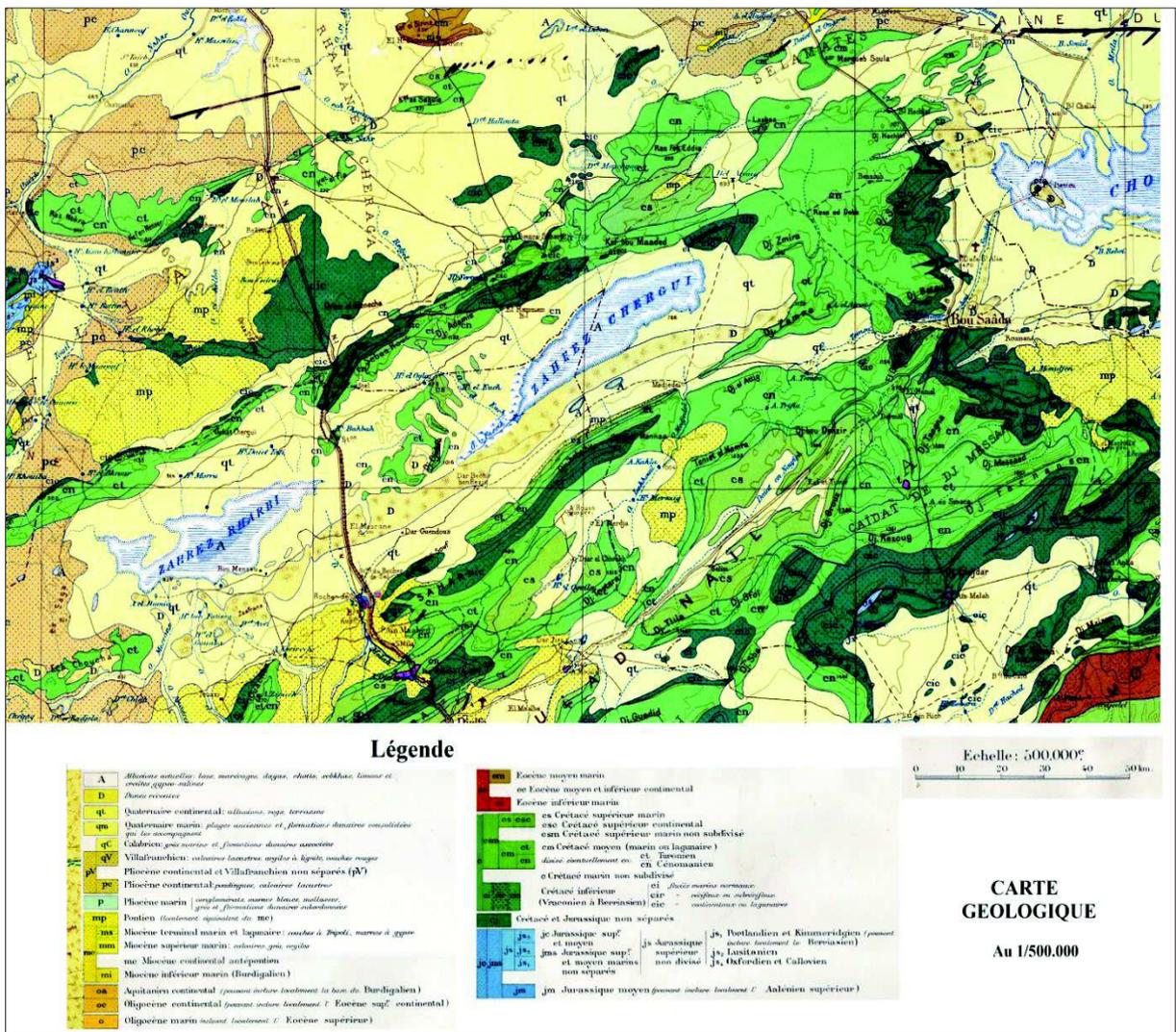


Figure 11. Carte géologique de la région des Zahrez (Carte géologique de l'Algérie au 500.000 éditée en 1951-1952 ; M.G.Bétier)

Durant le crétacé supérieur, la partie Est des Monts du Hodna est émergée, dans la partie Ouest on note une forte sédimentation (Djebaili., 1978).

Le tertiaire, entièrement continental est représenté principalement par un horizon conglomératique à la base et plus argileux au sommet. Les dépôts du quaternaire sont principalement constitués par d'importantes éboulis de pente, de dunes, d'alluvions torrentielles et de croutes minces de calcaires discontinues. Les séries du Crétacé forment le substratum essentiel, alors que les dépôts du quaternaire sont dominants dans les bassins, l'encadrement géologique est issu pour l'essentiel des plissements du tertiaire. (Figure 12).

Les séries du Crétacé, qui constituent l'ossature des Monts des Ouleds Nail, ont été énergiquement plissées selon une direction générale du Sud –Ouest, Nord –Est.

Le compartiment des Zahrez s'est alors nettement différencié de la partie montagneuse en jouxtant une structure située entre les deux derniers plis anticlinaux du domaine tectonique Sud –Atlantique.

### **3. Géomorphologie**

Les Chotts seraient de véritables « machines évaporatoires » Après de fortes pluies, les Chotts peuvent constituer des lacs de plusieurs mètres de profondeurs ; quelques mois après, l'évaporation très forte assèche complètement la surface. Le vent balayant cette surface desséchée et dénudée peut dans certaines conditions entraîner des particules argileuses et des cristaux de sels (Chlorure de sodium, gypse) qui s'accumulent en bordure de la dépression (Coque, 1962).

Tout autour de ces systèmes, la présence d'une nappe phréatique plus ou moins salée et inégalement profonde contribue à la formation de sols halomorphes. A l'opposé des vents dominants du Nord-Ouest-Ouest, on observe sur la bordure Sud-Est-Est de véritables champs de micro-dunes. La constitution naturelle des Chotts est directement liée à l'histoire géologique des Hauts Plateaux Algériens, toute cette région marquée par un substratum sédimentaire hérité des transgressions marines du Secondaire et du Tertiaire, aurait connu vers la fin de l'Oligocène une phase d'orogénèse extrêmement active ayant entraîné la surrection de l'Atlas saharien. A la fin du Tertiaire, une phase d'érosion aboutit au façonnement des formes jurassiques et au comblement des dépressions par des dépôts continentaux. Au Villafranchien, il en résulte un ensemble homogène, sous forme d'une vaste plaine qui va constituer le cadre des processus morphogénétiques du Quaternaire avec des séquences d'érosion (Pouget, 1980).

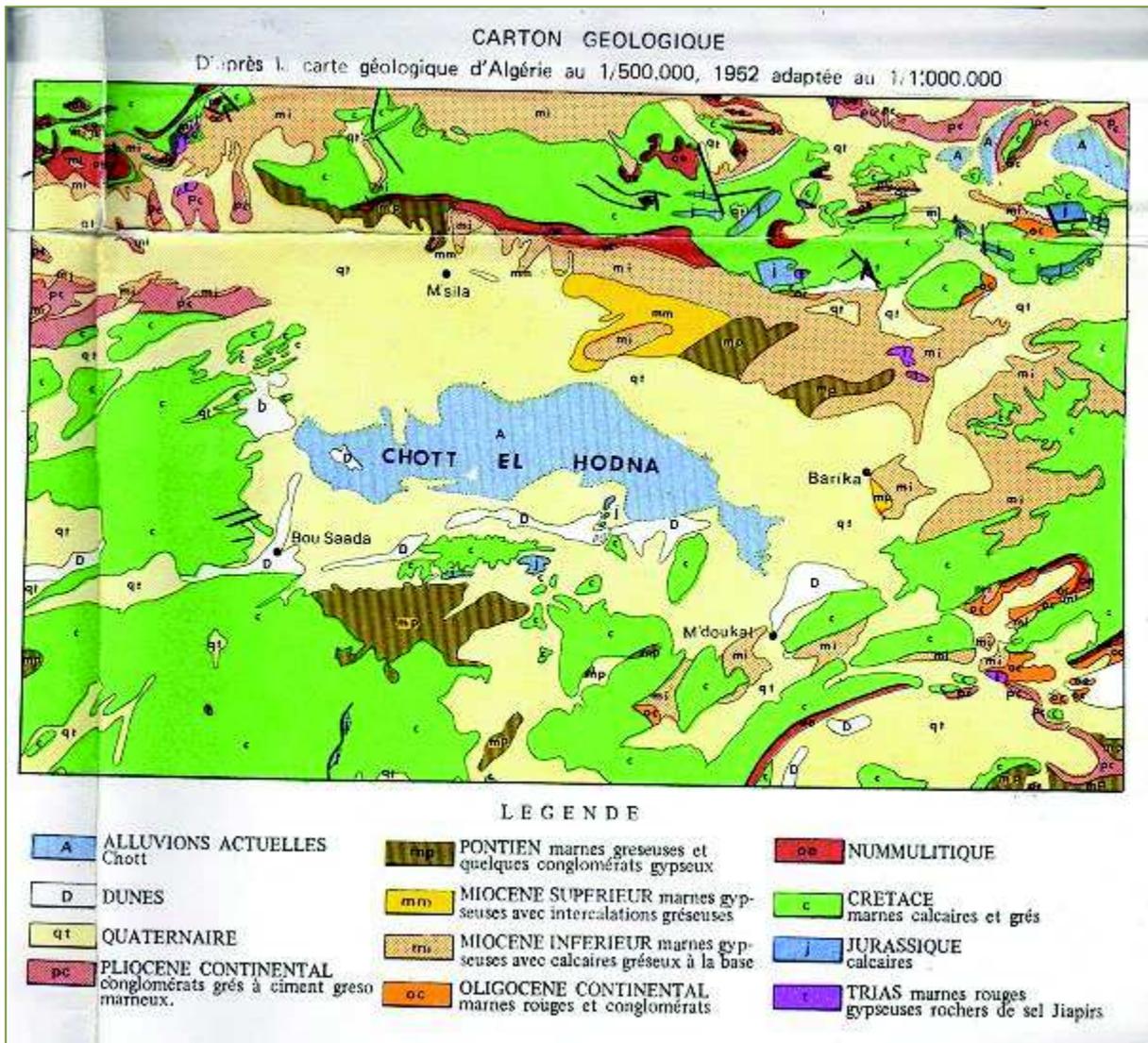


Figure 12. Géologie de la région du Hodna, d'après Le Houerou et Claudin, (1972).

### 3.1. Contexte géomorphologique et géologique de Chott el Hodna et des Zahrez Gharbi et Chergui.

Les unités structurales suivantes peuvent être distinguées :

**-les glacis** : a encroûtement calcero-gypseux, sont constitués par des dépôts alluviaux du Quaternaire.

**-la partie centrale du Chott** : Avec une altitude moyenne inférieure à 400 m, correspond à une cuvette où se concentrent les eaux chargées en chlorures et sulfates.

Le sol et l'étude géomorphologique se complètent, selon Pouget (1980) de nombreuses études pédologique se sont effectuées dans notre région, celle de Aici (1980) qualifie ces sols comme étant à texture grossière avec un taux de calcaire total assez élevé.

Selon Pouget (1980) et Benrebiha (1987), les sols en zones arides sont le résultat de l'action de la roche mère et de la topographie (Servant, 1975). Selon Djebaili, (1978) la géomorphologie d'une zone de dune « Mesrane » est régie par les facteurs Oro-topographique, qui sont eux – mêmes les résultats de la configuration du terrain. Ces facteurs ont également pour effet de modifier d'autres facteurs écologiques, telles que la température, les précipitations et la pédologie. Les roches de la région sont sédimentaires d'âge secondaire.

Le paysage a été modelé par la succession de plusieurs séquences d'érosion durant tout le quaternaire, ainsi il existe trois formes physiographiques dans la wilaya de Djelfa (URBT, 2001) : les reliefs (Atlas Saharien), les surfaces plus ou moins planes (Glacis) et les dépressions (les Zahrez). La cuvette du Zahrez Gharbi, à des altitudes comprises entre 900 et 1000 m pour le piémont Sud, la plaine d'épandage au centre avec une altitude moyenne de 850 m.

### 3.2 Les surfaces plus ou moins planes

Elles englobent les formes géomorphologiques suivantes :

- **Les glacis** : Surface d'érosion en pente douce, développées dans les régions semi-arides au pied des reliefs. D'après l'étude de Pouget en 1980, il existe trois types de glacis : les glacis du Quaternaire ancien, les glacis du Quaternaire moyen et les glacis du Quaternaire récent et actuel.
  - **Les glacis du Quaternaire ancien** : Ils ont une position élevée par rapport aux autres formations planes, la pente est de 1 à 3 %, et la croûte calcaire est fortement présente.

- **Les glacis du Quaternaire moyen** : Ils sont marqués par un ensablement important, et une présence moins importante de croûtes calcaires que les glacis précédents.
- **Les glacis du Quaternaire récent et actuel** : Ils sont caractérisés par une accumulation alluviale où la croûte calcaire est moins importante.
- **Les terrasses** : Ce sont des formes alluviales, localisées dans les bas-fonds et constituent des terrains à vocation agricoles qui peuvent être aménagées (Pouget, 1980).
- **Les dépressions** : Ce sont des parties en creux par rapport à des surfaces données.
- **Chott et sebkha** : Il s'agit de dépressions salées riches en argile dont la différence essentielle réside dans le mode d'alimentation en eau ; le chott est alimenté uniquement par les eaux de ruissellement alors que la sebkha est alimentée par les eaux souterraines. Pour Pouget (1980), la Sebkha est un vaste Synclinorium aménagé en dépression endoréique, elle correspond à une vaste machine évaporatoire, elle reçoit les eaux de ruissellement. Dans cette dépression, la végétation est absente car elle est éliminée par la très forte salure, en hiver elle se transforme en lac salé où l'eau peut atteindre plus de 1m de hauteur, en été, elle se manifeste par des efflorescences blanches sur la surface du sol (croûte saline) (Figures 13, 14).



**Figures 13.-14 Efflorescences blanches sur la surface du sol croûte Saline Zahrez Gharbi Zaafrane/Djelfa (Senni, Mars 2012).**

#### 4. La géomorphologie du cordon dunaire

Constitue une unité morphologique très dynamique et complexe ; la forme très variées et variables, depuis le discret voile sableux jusqu'au cordon dunaire. Selon Tryssac (1980), les formations éoliennes mobiles les plus classiques sont les suivantes:

**4.1. Les formes mineures :** Ces formations regroupent les Nebkas, les micro-Nebkas et les voiles sableux (Pouget ,1980).

➤ **Micro-Nebkas :** Elles sont de tailles plus petites, elles se façonnent et se détruisent très rapidement. Leur présence sur le terrain reste celui de l'indication du dernier vent. Elles se rencontrent à la surface du glaciais polygénique du quaternaire ancien et moyen sur les zones d'épandages de texture moyenne à fine Pouget (1980). Cependant elles sont mieux répondues entre le cordon dunaire et la sebkha à cause de la rugosité du terrain. Dans le bassin du Zahrez Gharbi, les nebkas et les micro-nebkas restent groupés le plus souvent en champs de nebkas permanents (figure.15).

➤ **Nebkas :** C'est une accumulation de sable éolien piégé par un obstacle quelconque de petite dimension (touffes de végétation, blocs rocheux) sous l'action du vent, les sables s'accumulent derrière l'obstacle en formant un monticule en forme de pointe de flèche dont la hauteur diminue en s'éloignant de l'obstacle (Pouget 1980) (Figure.16).

Toutes les nebkas constatées ne présentent pas les même profils ; certaines sont allongées alors que d'autres sont rétrécis ; cela est le résultat de l'efficacité et de l'intensité du vent.

La hauteur de cette formation varie entre 30 et 70 cm alors que la longueur peut varier de 50 cm à 2 m.

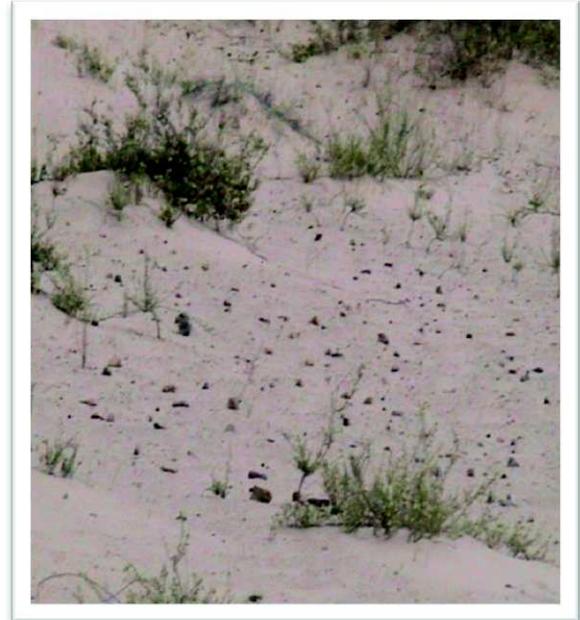
➤ **Voile sableux :** Cette forme mineure présente réellement un danger permanent, il est le résultat d'une activité éolienne récente, peu épais avec des aires de colonisation très importantes, recouvrement généralement discontinu peu épais, quelques centimètres, plus ou moins fixées par des psammophiles vivaces ou annuelles (*Plantago albicans* par exemple) (Pouget, 1980).

**4.2. Les formes majeures :** Ici on parlera surtout des dunes vives qui forment le cordon dunaire. Ces formations majeures ont acquis une orientation presque définitive qui est du (WNW-ESE),, nous distinguons :

➤ **Les dunes coalescentes:** Avec des crêtes et sans crêtes ; plus à l'Est les dunes se présentent sous forme de Seif (à long narrow sand dune or chaine of dunes), la hauteur varie entre 6 et 15m (Pouget ,1980).

➤ **les barkhanes :** Ce sont des accumulations très importantes de sable fin, formant des

dunes continentales ou cordon dunaire. Ils constituent un des éléments topographiques majeurs de la plaine et une coupure fondamentale entre le Nord et le Sud de la commune de Zaâfrane .



**Figure 15 :Micro-dune fixée par *Aristida pungens*      Figure 16 : Nebkas formée par *Saccocalyx satureioides* Coss et Dur Photos : Guerrache Mars 2011 /Mesrane /Djelfa**

## 5. Pédologie

Selon Kadi-Hanifi (1998), le sol est un milieu en équilibre souvent fragile qui ne peut être mis en valeur de façon efficace et durable qu'après une connaissance approfondie .Selon Pouget (1980), la couleur des sables va du rouge au blanc, en passant par le jaune-rougeâtre. On constate deux gradients importants :

- Les sables sont d'autant plus fins que l'on va vers le Nord- Est dans le sens de la progression des sables et des vents dominants.
- Les sables sont plus grossiers sur la bordure Sud en relation avec les apports d'origine fluviale provenant de la déflation des lits d'oueds ou épandages alluviaux plus ou moins grossiers.

### 5.1- La pédologie en sols salés

Dans l'Atlas Saharien, les sols en relation avec les affleurements géologiques, sont peu profonds et très érodés. Sous la végétation forestière, la teneur en matière organique est élevée pour des sols évolués (rendzines et sols bruns calcaires). Au niveau des plateaux, les sols sont plus différenciés, on distingue :

- Les sols très peu profonds à profonds avec croûte ou encroûtement calcaire, situés sur les glacis encroûtés du quaternaire ancien et moyen;
- Les sols des zones d'épandage;
- Les sols salés issus d'alluvions ou de nappe proche de la surface;
- Les sols sableux du cordon dunaire.

### 5.2. Les sols salés à structures non dégradées

Selon Pouget (1971), deux catégories de sols sont rencontrées au niveau des deux Zahrez : les sols à caractère salé uniquement (Solontchak calci-magnésiques, Ca, Mg) et les sols salés et sodiques (Solontchak à complexe sodique, Na, Mg). On distingue dans le détail :

- Hypersonlontchak (Solontchak calci-magnésique) à profil salin ascendant de type A, nappe phréatique à environ 1.5-2 m, présence d'encroûtement gypseux ;
- Cryptosolontchak (Solontchak calci-magnésique) à profil salin descendant de type D ;
- Nappe phréatique supérieure à 2 m, absence d'encroûtement ;
- Hypersolontchak à profil de type A (Solontchak à complexe sodique), nappe phréatique à 2 m de profondeur ;
- Solontchak modaux avec un profil salin de type C, un premier maximum de salinité en surface et un second en profondeur, nappe phréatique à plus de 2 m, présence d'encroûtement.

### 5.3. Les sols salés à structure dégradée

C'est des sols à alcali (à la fois salés et alcalinisés renferment des carbonates de Na) ; on distingue trois types de sols en fonction de la salinité :

- Les sols peu à moyennement salés, avec une conductivité inférieure à 10-15 mmho/cm qui augmente en surface ;
- Les sols très salés, qui assurent la transition avec les sols à complexe sodique ;
- Sols hydromorphes ou sols à gley qui se trouvent dans les dépressions inter dunaires avec une nappe peu salée, superficies restreintes dans les fonds des dépressions lorsque la nappe phréatique est proche.

Parmi la classe des sols calcimagnésiques qui occupent une grande partie de notre étude, les sous-groupes des sols bruns calcaires xériques et à croûte sont les plus répandus.

Ils occupent les glacis polygéniques du quaternaire ancien et moyen dans l'étage aride à précipitations annuelles entre 200 et 300 mm, ils sont colonisés par des groupements variés à base de *Stipa tenacissima*, de *Lygeum spartum* (Djebaili, 1978).

Dans les zones à précipitations annuelles de 200 mm, colonisées par les groupements à *Lygeum spartum* et surtout à *Arthrophytum scoparium*, la présence d'un voile sableux plus ou moins continu favorise la présence continue de psammophiles telles *Thymelea microphylla*, *Arthrophytum schimittianum* (Djebaili, 1978).

Les sols halomorphes sont localisés dans les chotts et les sebkhas, ces sols sont généralement profonds à texture variable, leur teneur en calcaire est faible, inférieur à 30%. Ils sont pauvres en matière organique (0,5%), leur pH est voisin de 8 et leur conductivité électrique est comprise entre 3 et 40 mmhos/cm. La végétation allant des groupements à *Arthrocnemeum indicum*, à *Halocnemum strobilaceum*, à *Salicornia arabica*, *Salsola tetrandra* et *Sphenopus divaricatus* jusqu'au groupement à *Atriplex glauca* et *Frankhenia thymifolia*.

La pédologie en sols sableux indique que la majorité des sols de la zone d'étude présente ces caractéristiques essentielles : Richesse en calcaire, pauvreté en matière organique avec un PH basique, la salinité surtout au bord des chotts et au niveau des nappes phréatiques superficielles salées et la fragilité et la sensibilité à l'érosion. La texture très grossière à grossière (sable siliceux très peu calcaire) sur pratiquement l'ensemble du profil demeure la caractéristique majeure de ces sols.

Les principaux sols rencontrés au niveau de la région d'étude sont :

#### ✓ Sols minéraux bruts d'apport éolien

Il s'agit des dunes vives du grand cordon dunaire et les micro dunes qu'on observe un peu partout dans le bassin du Zahrez et à Boussaâda qui ont des teneurs faibles en éléments fins, au niveau de ces sols, les horizons sont peut différenciés dus essentiellement à une intense érosion et la mise en place récente par alluvionnement, la pédogenèse est ralentie par les apports continus de sables fins, ces sols sont rencontrés dans le cordon dunaire, dans les sables sont plus ou moins fixés par une végétation très typique (Groupement à *Artisida pungens* et *Malcolmia aegyptiaca*).

La granulométrie se caractérise par l'absence de toute la fraction inférieure à 50 microns (argile, limon fin et limon grossier) La teneur en éléments fins (argile et limons fins) est

toujours très faible ( $A + LF < 5$  (sable essentiellement siliceux) et un taux de matière organique insignifiant (inférieur à 0.2%).

### ✓ Sols hydromorphes

Localisées dans les dépressions inter dunaire, ils ont une texture sableuse à argileuse, caractérisé par la présence d'une nappe phréatique peu salée. Sols a Gley salés, texture sableuse, ils se localisent dans les dépressions inter-dunaires avec présence de nappe peu salée. Cependant l'intensité et la force de l'érosion ne favorisent pas l'utilisation de ces sols.

- ✓ Le sol à encroûtement gypseux avec une texture sablo-limoneuse et amas sont localisés en dépression en bordure des dunes.
- ✓ les sols halomorphes : Sols salins modaux : ce sont des sols alluvionnaires à structure généralement grossière souvent recouvert des dépôts sableux éoliens.
- ✓ **Les sols peu évolués d'apport éolien** : Se caractérisent par une végétation, plus ou moins dense, parfois dégradée, qui a permis une certaine évolution:
  - La coloration de l'horizon de surface indique la présence de matière organique.
  - La texture est grossière,  $A + LF$  compris entre 5 et 10% environ, pour un taux de calcaire toujours faible ( $< 2\%$ ).
- ✓ **Les siérozerms modaux sur sables siliceux**: Se localisent en particulier sur les sables jaunes-rougeâtres du Quaternaire récent dans le bassin des Zahrez. Sur ce matériau sableux profond, l'évolution pédologique se manifeste très nettement avec un horizon A brun rouge (5 Y R 5/6 à 7,5 YR 5/6) coloré par la matière organique.

## 6. Quelques aspects hydrologiques

### 6.1. Le réseau hydrographique

D'après Pouget (1980); la région du bassin de Zahrez, offre du point de vue hydrologique des ressources intéressantes relevées par des nappes phréatiques superficielles. Prenant naissance à plus de 30 m au-dessus du niveau de la Sebka. Ce bassin collecte outre les eaux de son impluvium et les eaux de plaines de la dépression des Ouled Nail. Selon Zaafour (1983), le cordon dunaire constitue un réservoir idéal pour les eaux de ruissellement descendant du piémont de l'Atlas Saharien, la profondeur de la nappe dans les dépressions inter-dunaires reste faible de 50 à 100 m.

Le réseau hydrographique est organisé en système endoreïque, il alimente de nombreuses nappes phréatiques de faible profondeur 1 à 6 mètres, et participe à la pédogenèse des sols halomorphes. Dans le bassin du Zahrez Gharbi, on note la présence de plusieurs

nappes, toutes plus ou moins salées, 0,2 à 1,64 grammes par litre (Pouget, 1971). La salure de ces nappes est en relation directe avec différentes sources d'alimentation et la nature des terrains.

Les principales nappes sont la nappe du cordon dunaire avec une profondeur de 50 à 100 centimètres et une salure faible de 0.2 à 3 g/l, et la nappe de Zâafrane dont la profondeur varie entre 1 et 3 mètres et une salure faible de 2 à 5 g. Du point de vue hydrogéologique, le bassin de Zahrez offre vraisemblablement des ressources intéressantes se trouvant dans le même alignement Est-Nord-Est et Ouest-Sud-Ouest.

### 7- Territoire phytogéographique

Depuis Maire (1926), il est connu que la végétation de notre zone d'étude appartient au domaine Mauritanien steppique. Plus tard, d'autres auteurs telles que Quezel et Santa (1962) et Celles (1975) sont amenés à modifier les subdivisions en domaines et secteurs. Selon Barry et Celles (1972-1973), la végétation de notre région d'étude appartient aux formations climatiques de la région méditerranéenne, pour notre région on a le domaine Saharo-méditerranéen ; on a des steppes buissonneuses à *Arthrophytum scoparium*, et à *Anabasis articulata*.

Pour les formations édaphiques qui appartiennent aux domaines Maghrébien et Saharo- méditerranéen on a la végétation des terrains salés et les steppes buissonneuse à *Stipagrotis pungens* et *Arthrophytum schimittianum*, et des dunes à *Stipagrotis pungens*.

### 8. Hydrologie

Du point de vue hydrogéologique, le bassin de Zahrez offre vraisemblablement des ressources intéressantes, se trouvent dans le même alignement Est-Nord-Est et Ouest-Sud-Ouest, les deux Zahrez forment un système hydrographique endoréique avec deux sous bassins séparés par une légère ondulation formant la zone d'El Mesrane. Il s'agit du Zahrez Chergui à l'Est et du Zahrez Gharbi à l'Ouest constituant deux chotts à forte salinité, les deux cuvettes sont développées au sein d'une même dépression entièrement cernée par les reliefs Atlasiques. (Pouget 1980) (Figure.17).

La nappe superficielle peu profonde (1 à 3 m) est responsable de la salure très élevée, elle se localise en bordure Sud du Zahrez Gharbi de part et d'autre de l'agglomération de Zaâfrane. Le bassin des Zahrez est une entité hydrogéologique d'environ 5000 km<sup>2</sup> de superficie, il représente un bon exemple des dépressions fermées et salées le long de la bordure septentrionale de l'Atlas Saharien.

8.1. L'hydrographie de Boussaâda

Représenté par divers Oueds (cours d'eau temporaires à écoulement principal sous forme de crues et dont le lit correspond habituellement au substrat rocheux) se déversent dans la dépression du Chott el Hodna.

On distingue deux grands réseaux convergeant vers cette dépression au Nord, l'Oued Ksob draine les eaux des versants des Monts du Hodna, au Sud de Oued Boussaâda, 'Oued Chaïr et 'Oued Melah drainent ceux des versants de l'Atlas Saharien. (Savornin ,1908).

Le réseau hydrographique organisé en système endoréique autour des chotts alimente de nombreuses nappes phréatiques, de faible profondeur et participe à la pédogenèse des sols halomorphes.

Pour le bassin du Zahrez Gharbi, on note l'existence de plusieurs nappes tous plus ou moins salées. La salure et la composition ionique de ces nappes est en rapport avec les différentes sources d'alimentation et la nature des terrains dans lesquelles elles circulent.

Ainsi l'Oued Mellah, par exemple se charge en sel au contact du Rocher de sel avant de débaucher dans le bassin du Zahrez, et l'Oued Mesrane draine des affleurements salés du Miopliocène (Pouget, 1971).

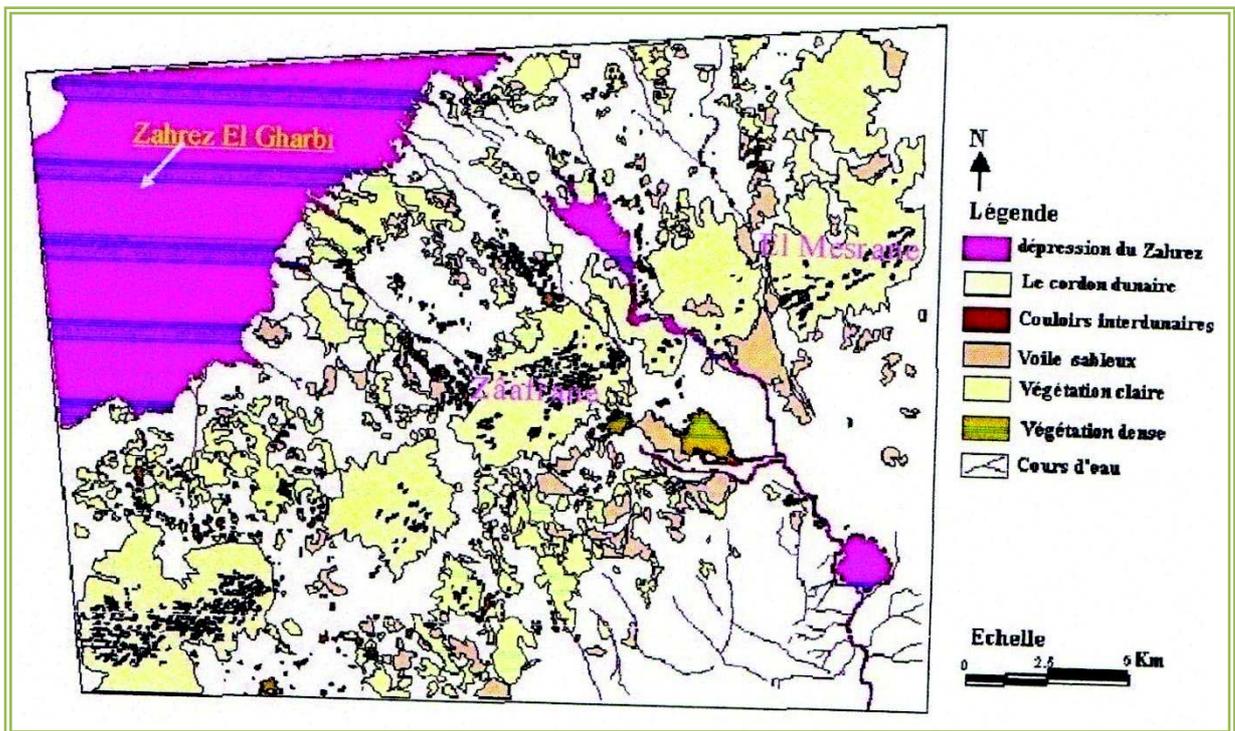


Figure 17 : Croquis morphologique de deux stations (Zaafrane et El-Mesrane) à partir de l'image Satellitaire ETM+ Gourine (2008).



## **Chapitre III**

### **ETUDE CLIMATIQUE DES ZONES D'ETUDE**

## Chapitre III. Climats et bioclimats des zones d'étude

### 1. Climat et Bioclimat

Le climat est un facteur essentiel de l'évolution des espèces, il intervient dans leur apparition et succession ainsi que dans la répartition des grandes formations végétales à travers le monde, c'est pourquoi l'analyse du contexte climatique est la première étape à toute étude écologique. Il est un facteur déterminant qui se place en amont de toute étude relative au fonctionnement des écosystèmes, donc les facteurs climatiques jouent un rôle prépondérant dans la distribution spatiale des espèces animales et végétale (Dreux, 1980).

Le climat, en région méditerranéenne, est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes. Ainsi, un des objectifs essentiels de l'écologie méditerranéenne est de rechercher la meilleure relation entre les différentes formations végétales et le climat. (Tir, 2008-2009).

Notre zone d'étude jouit d'un climat du type méditerranéen aride à ambiance sèche (Pouget, 1971 ; Trayssac, 1980) avec deux saisons nettement contrastées : Saison perturbée, fraîche et humide en hiver. Et Saison calme, chaude et sèche en été.

Les principaux paramètres pris en considération c'est les précipitations et les températures, ils nous permettent de situer la zone d'étude au niveau de l'étage bioclimatique approprié à partir du quotient pluviométrique d'Emberger (1942) et de déterminer la période Sèche par le diagramme Ombrothermique de Bangnoulis et Gaussen (1957).

Pour étudier les caractéristiques bioclimatiques de la région, nous avons fait une synthèse des données d'une période de 30 ans (1983-2012) pour la Station de Djelfa et d'une période de 25 ans pour la Station de Boussaâda comprise entre 1985 et 2010 ; les coordonnées géographiques des deux stations de référence (ONM) sont :

**Boussaâda** : A une altitude de 459 m, une latitude : 35°20 N et longitude : 04°12 E.

**Djelfa** : Se situe à 34°41'N et 3°15'E avec une Altitude de 1146m.

#### 1.1. Les facteurs climatiques

##### 1.1.1. Les précipitations

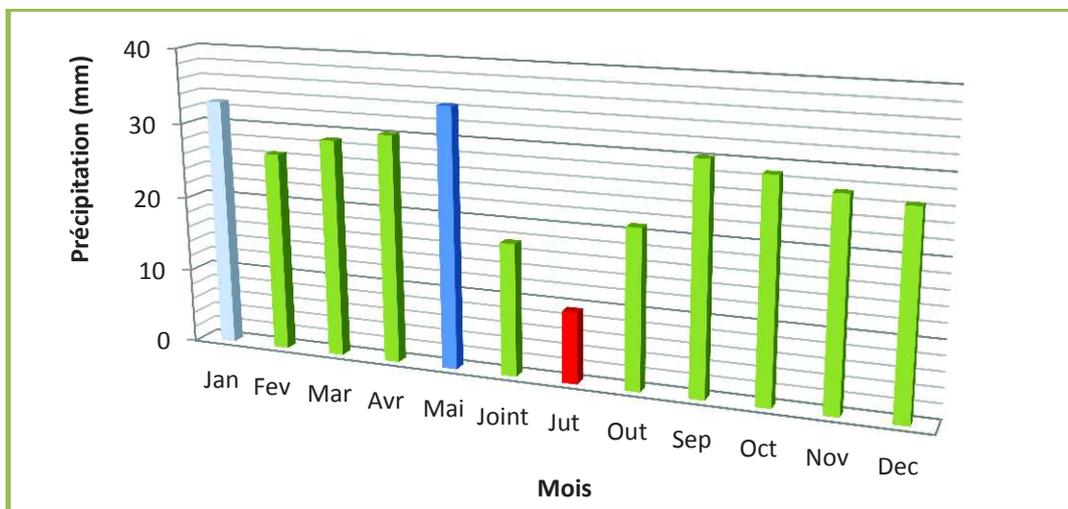
Elles constituent un facteur écologique d'importance fondamentale, par sa répartition annuelle et par sa valeur volumique.

Selon Pouget (1980), l'importance de la pluviosité et du régime hydrique intervient sur la biomasse végétale, donc sur la matière organique, mais aussi sur la dynamique du calcaire et des sels en fournissant l'eau indispensable à leur dissolution et transport, la pluie est l'un des facteurs climatiques qui conditionnent le maintien et la répartition du tapis végétal

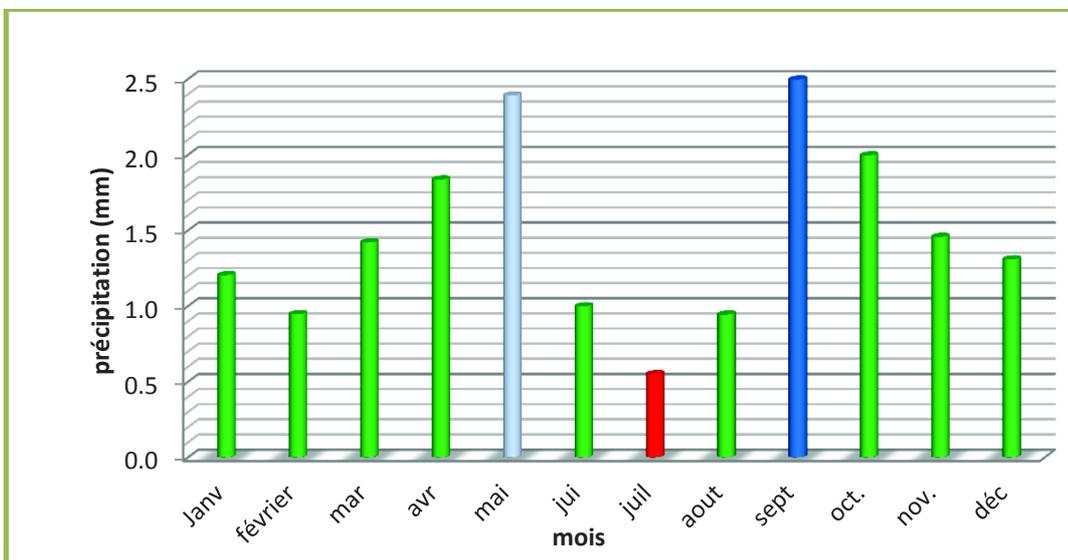
d'une part, et la dégradation du milieu par le phénomène d'érosion d'autre part ( Escourrou, ,1980).

**1.1.2. Les variations mensuelles**

Les moyennes mensuelles des hauteurs de pluie des deux stations sont illustrées par les figures suivantes :



**Figure 18. Moyennes mensuelles de pluie en mm de la station de Djelfa durant la période de 1983-2012.**



**Figure 19. Moyennes mensuelles de pluie en mm de la station de Boussaâda durant la période de 1985-2010.**

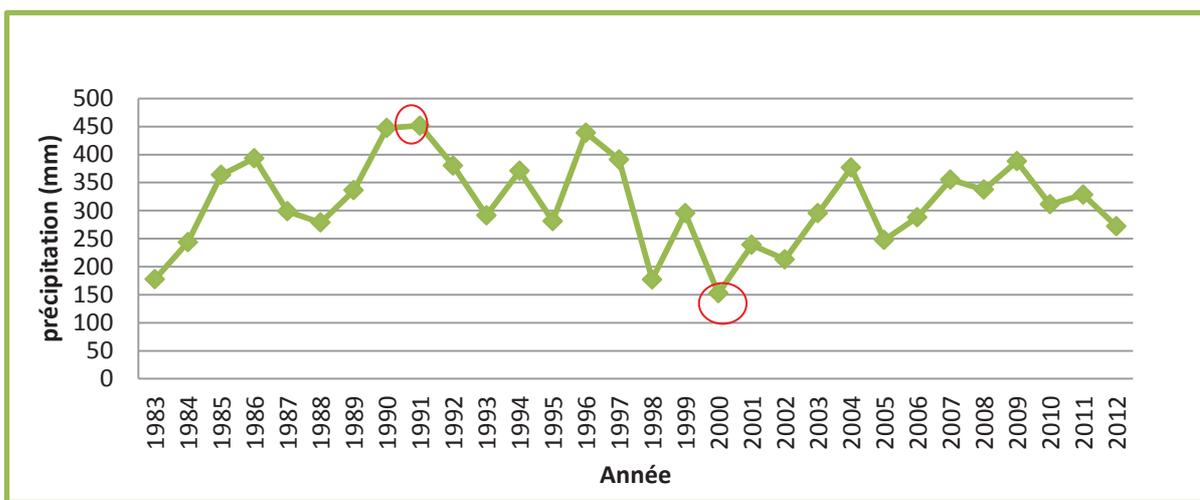
Le maximum de quantité de pluie de la station de Djelfa a été recueilli au mois de Mai avec 34 mm et une quantité plus ou moins considérable au mois de Janvier (32,97mm) avec

un minimum en mois de Juillet (9,44mm) ; il faut noter que ces valeurs mensuelles peuvent fortement varier d’une année à l’autre.

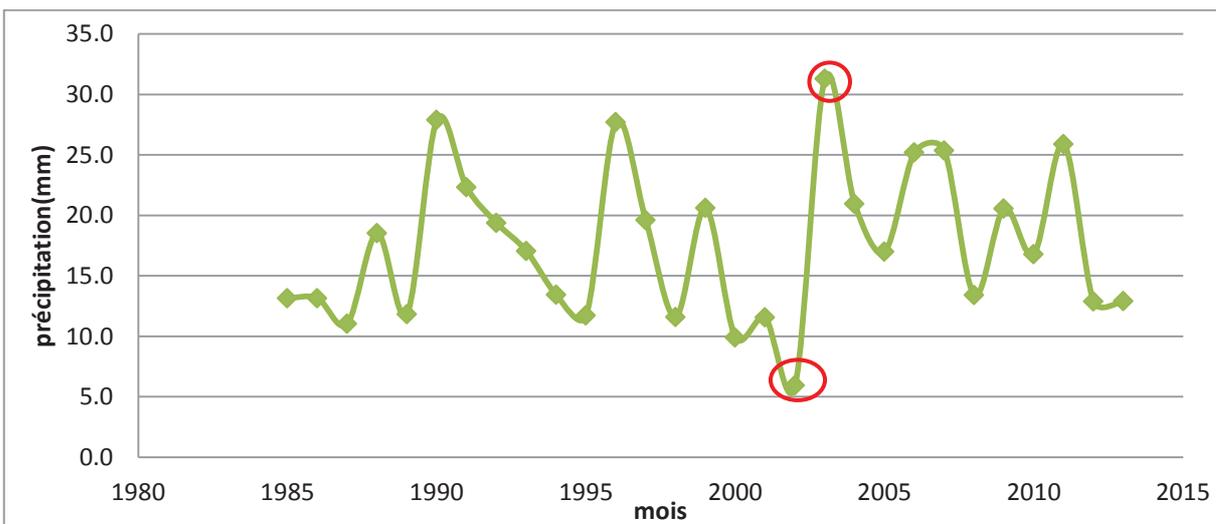
La station de Boussaâda lui-même enregistre un maximum de pluie au mois de Septembre avec 25 mm suivie par le mois de Mai qui recueille 23 mm et la faible quantité a été notée au mois de Juillet.

**1.1.3. Les variations inter annuelles**

Les hauteurs inter annuelles des pluies enregistrées Pour les séries des données climatiques sur lesquelles nous avons travaillées sont consignées dans les figures suivantes :



**Figure 20. Les hauteurs inter annuelles des pluies en mm de la station de Djelfa durant la période de 1983-2012.**



**Figure 21. Les hauteurs inter- annuelles des pluies en mm de la station de Boussaâda durant la période de 1985 2010.**

Les deux stations montrent la même allure où le pluviomètre est marqué par une grande irrégularité d'une année à une autre, nous remarquons une alternance entre année pluvieuse et année moins pluvieuse.

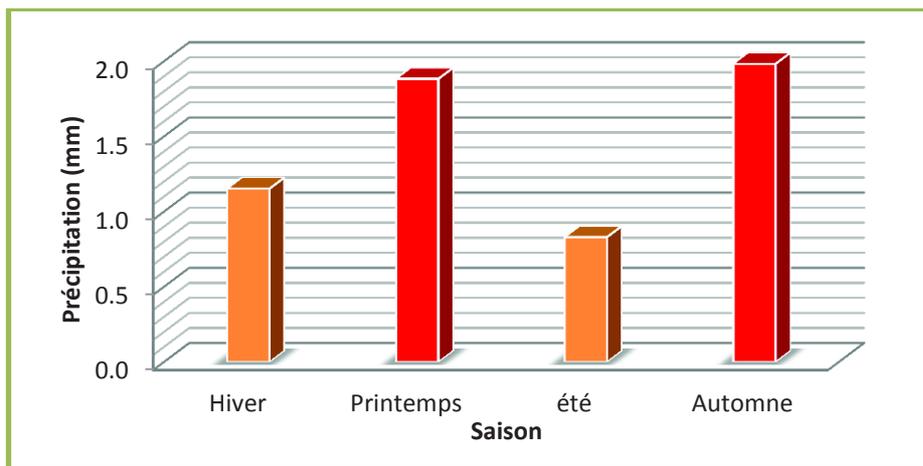
En effet, on constate pour la Station de Djelfa que les hauteurs annuelles sont variées de 451,5 mm en 1991 à 152,2 mm en 2000, de même pour la Station de Boussaâda où on enregistre une faible pluviométrie en 2002 avec seulement (59.5 mm) et (313.1 mm) en 2003 qui représente la valeur la plus significative durant la période considérée.

**1.1.4. Pluviosité saisonnière moyenne**

La figure suivante (figure 22) met en évidence la variation saisonnière des pluviosités durant la période de (1983-2012).



**Figure 22. Variation saisonnière des pluviosités en mm de la station de Djelfa durant la période de 1983-2012.**



**Figure 23. Variation saisonnière des pluviosités en mm de la station de Boussaâda durant la période de 1985-2010.**

La figure (22) précise le régime saisonnier de la station de Djelfa ; qui est marqué par la prédominance des pluies de printemps suivie par les pluies d’hiver et d’automne avec un minimum assez sensible durant la saison estivale chaude et sèche, donc le régime saisonnier de la wilaya de Djelfa durant la période de 1983 à 2012 est de type **PHAE**.

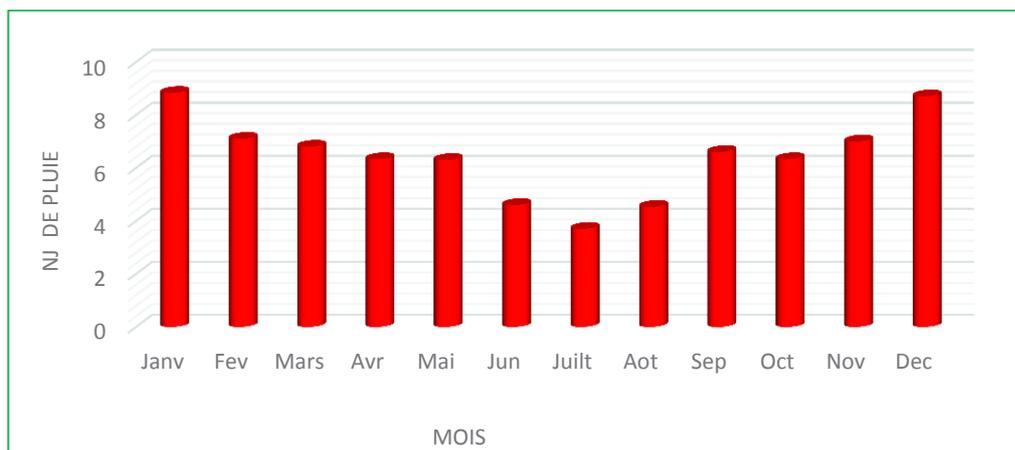
Ainsi la station de Boussaâda représente un régime saisonnier de type **APHA**, dominé par les pluies d’automne et celle de printemps suivi par l’hiver et enfin l’été. (Figure .23)

Ils représentent un minimum estival, ce qui est une des caractéristiques essentielles du climat méditerranéen Emberger (1955) et Daget (1977), il ressort de cette analyse que la période d’occurrence des pluies est assez favorable, puisque l’on distingue les pluies d’automne favorisant la germination et les pluies de printemps accélérant le développement de la végétation.

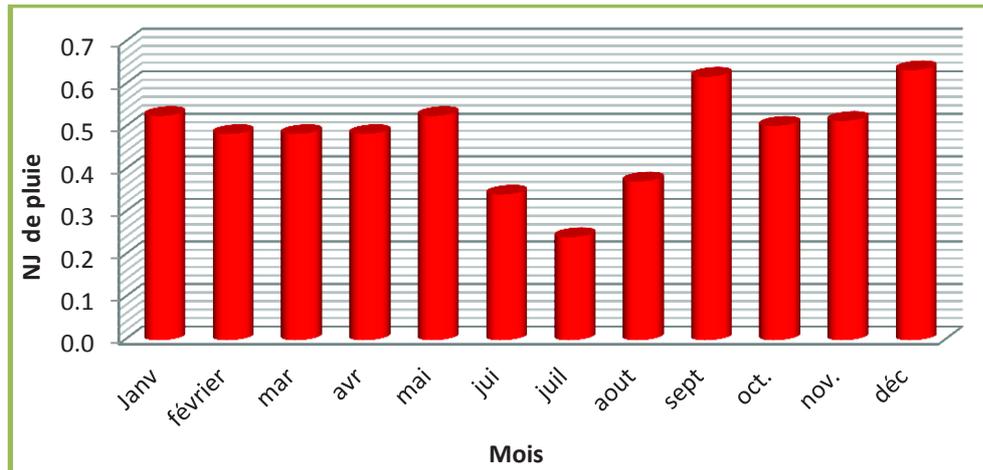
**1.1.5 Nombre de jour de pluie**

La station de Djelfa enregistre un nombre de jours de pluie environ 77 jours qui répartissent sur toute l’année avec une moyenne dominante des pluies d’hiver et de printemps. D’autre part il est important de signaler que ces pluies sont caractérisées par leur aspect orageux, qui favorise l’érosion hydrique. (Figure.24)

La station de Boussaâda représente un total annuel de 57 jours à la moyenne durant la période étudiée.



**Figure 24. Nombre de jour moyen mensuel de pluie en mm de la station de Djelfa durant la période de 1983-2012.**



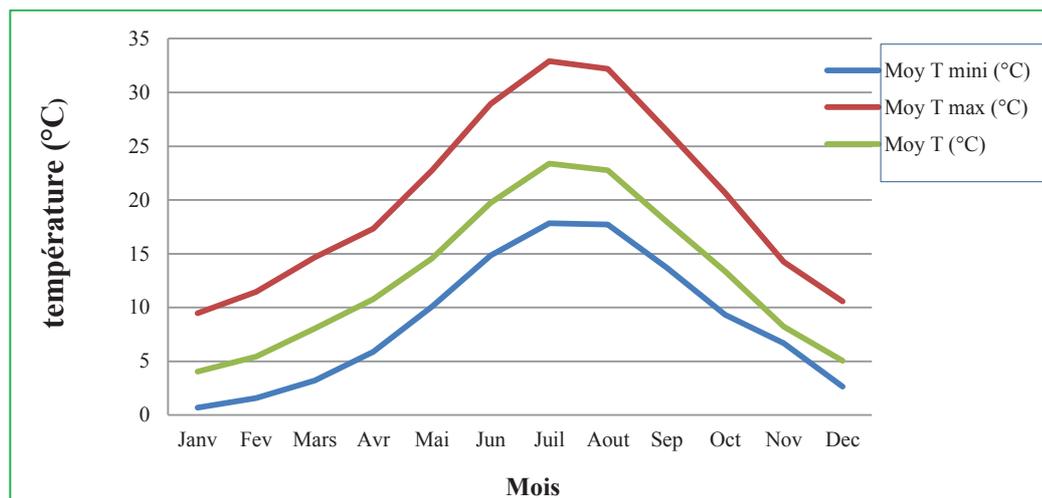
**Figure 25. Nombre de jours moyen mensuel de pluie en mm de la station de Boussaâda durant la période de 1985-2010.**

## 1.2. Températures mensuelles et annuelle

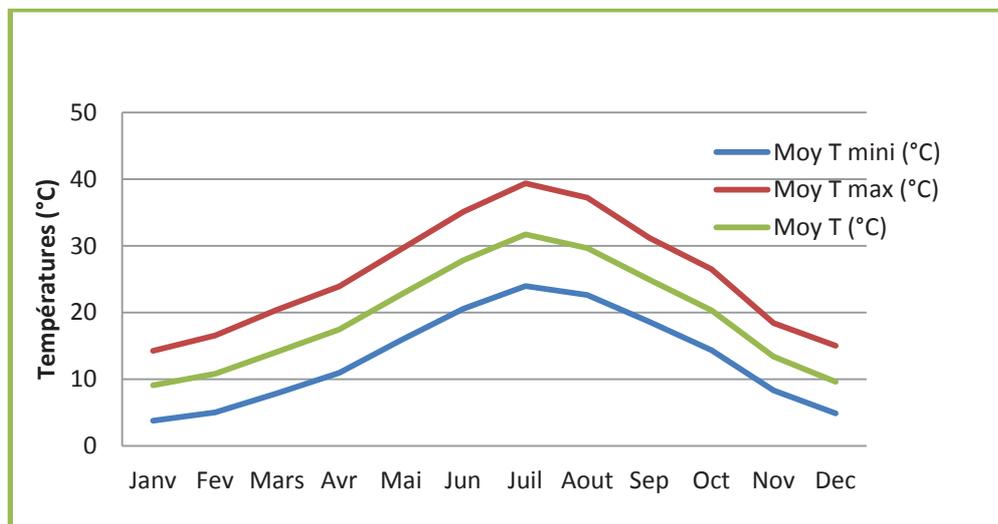
La température, second facteur constitutif du climat, influe sur le développement de la végétation. Ce sont les températures extrêmes plus que les moyennes qui ont une influence sur la végétation, sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée, Dajoz, (1985).

Selon Pouget, (1980) ; les fluctuations thermiques jouent un rôle important sur l'évolution de la matière organique particulièrement dans les horizons de surface.

L'analyse des figures (26 et 27) montrent que les températures des deux stations ont les mêmes allures ; le mois le plus froid est le mois de Janvier caractérisé par une température minimale de  $0,69^{\circ}\text{C}$  pour la station de Djelfa et de  $3,9^{\circ}\text{C}$  pour la station de Boussaâda, par contre le mois le plus chaud est le mois de Juillet caractérisé par une température de  $32,91^{\circ}\text{C}$  enregistré à Djelfa et  $39,3^{\circ}\text{C}$  à Boussaâda qui est plus chaude que Djelfa.



**Figure 26. Répartition des températures mensuelles de la station de Djelfa durant la période de 1983-2012.**



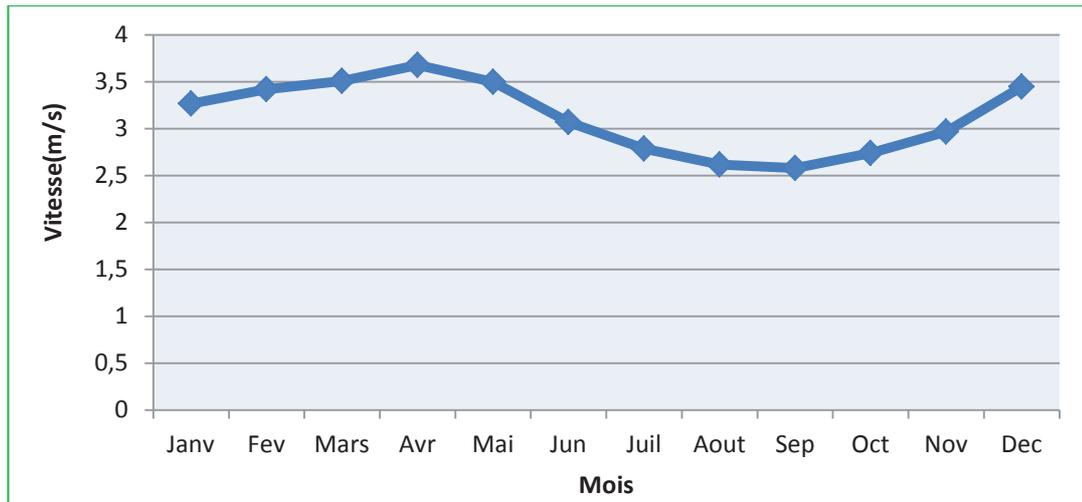
**Figure 27. Répartition des températures mensuelles de la station de Boussaâda durant la période de 1985-2010.**

### 1.3. Le vent

Le vent est un facteur climatique, d'une importance primordiale contribuant aux façonnages arides et désertiques, en jouant le rôle d'un agent d'érosion, de transport et d'accumulation, ce facteur est susceptible d'influencer les processus d'évaporation et d'évapotranspiration.

Selon Oldache, (1988). Le vent est le principal agent climatique qui concourt au fonctionnement des paysages arides et désertiques. Par son action, le vent agit en tant qu'agent d'érosion, de transport et d'accumulation.

La variation moyenne mensuelle des vents enregistrée durant la période de 1983 et 2012 est représentée dans la figure suivante :



**Figure 28 . La variation moyenne mensuelle des vents (m/s) de la station de Djelfa durant la période de 1983-2012.**

Après l'analyse des variations annuelles des vents sur la période considérée, on remarque que la vitesse moyenne mensuelle varie généralement entre 2,58 m/s et 3,68 m/s. Avec une vitesse moyenne mensuelle de 3,13 m/s, les valeurs les plus élevées sont enregistrées au mois de Mars (3,51 m/s) et Avril (3,68 m/s).

Pour cette période ; selon l'ONM (2012) la direction des vents annuels est généralement Sud-Ouest (SW). Les vents dominants proviennent essentiellement de l'Ouest et du Nord -Ouest en hiver et du Sud-Ouest en été. Ces derniers sont parfois violents, du fait de leur circulation sur des espaces ouverts sans aucun obstacle physique favorisant ainsi le phénomène de la désertification (l'avancée du désert), ce fait est plus ressenti au niveau de la partie centrale de la wilaya (dépression des Zahrez) avec des accumulations sableuses plus importantes que d'autres endroits.

D'autre part, la principale caractéristique des vents dominants est matérialisée par la fréquence du Sirocco d'origine désertique chaud et sec, dont la durée peut varier d'une zone à une autre de 20 à 30 jours par an, il constitue également une contrainte climatique importante activant le processus de l'érosion éolienne et de l'évapotranspiration (Figure 28), il est nocif pour la végétation lorsque celle-ci est en pleine activité biologique, et se manifeste en moyenne sur 24 jours/an au Centre, 12 jours/an au Nord et 6 jours/an au Sud.

2. Synthèse climatique

Pour la région méditerranéenne, les synthèses climatiques les plus utilisées sont le diagramme ombrothermique de Bagnauls et Gausсен(1957) et le climagramme d’Emberger (1955).

2.1. Diagramme ombrothermique

Il est proposé par Bagnauls et Gausсен (1957), il permet de déterminer la saison sèche et sa durée, un mois sec ou le total des précipitations en (mm) est inférieur ou égal au double de la température moyenne en (C°) dont  $P \leq 2T$ .

Nous présentons ci-dessous les diagrammes Ombrothermiques des deux stations :

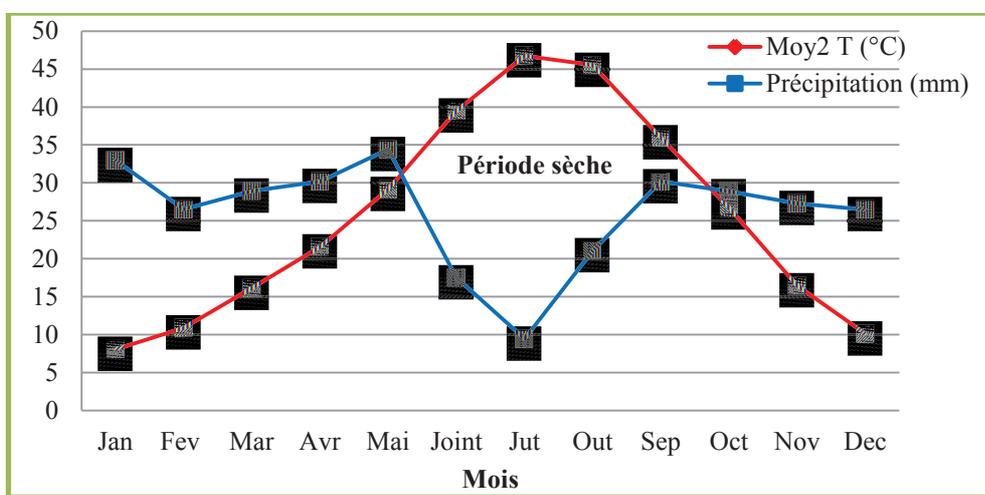


Figure 29. Diagramme Ombrothermique de Bagnauls et Gausсен (1983-2012) de la Station de Djelfa

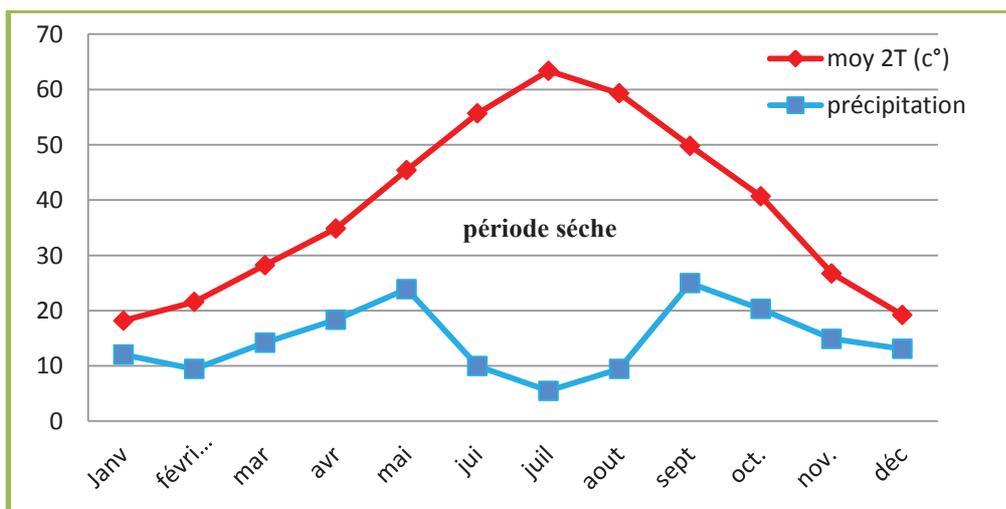


Figure 30. Diagramme Ombrothermique de Bagnauls et Gausсен de la station de Boussaâda 1985-2010.

On remarque que la période sèche est plus importante, elle est étalée sur 6 mois de Mai à Octobre, avec une contre période humide durant les autres 6 mois pour la station de Djelfa contrairement à la station de Boussaâda qui a une période sèche durant toute l'année

**2.2. Quotient pluviothermique et Climagramme d'Emberger**

Emberger (1955) a élaboré un quotient climatique désigné par Q<sub>2</sub>. Celui-ci comporte les éléments du climat qui sont prépondérants pour la végétation. Il utilise la moyenne (M + m)/2 des maximums et des minimums sachant que la vie végétale, oscille entre les limites de ces deux paramètres. Donc, la pluviosité moyenne annuelle dont l'importance a été déjà soulignée, est utilisée dans ce quotient. L'évaporation est introduite par l'amplitude thermique (M – m). P = précipitations moyennes annuelles (mm).

Emberger (1955), a considéré que le quotient était insuffisant pour faire ressortir à lui seul l'action des températures. Il a donc combiné le (Q<sub>2</sub>) et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (m) sur un climagramme:

- Les abscisses représentent les valeurs de (m) ;
- Les ordonnées celles des (Q<sub>2</sub>).

Pour définir les divers types de bioclimat de la région méditerranéenne, Emberger (1933-1955) propose la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{2000 p}{M^2 - m^2}$$

Q<sub>2</sub> = quotient pluviothermique

P = pluviosité moyenne annuelle en mm

M = moyenne des maxima du mois le plus chaud en °Kelvin

m = moyenne des minima du mois le plus froid en °Kelvin

M – m = amplitude thermique.

Le tableau suivant résume les résultats des calculs de Q<sub>2</sub> des deux stations et les paramètres permettant de déterminer l'étage bioclimatique.

**Tableau 01 : Résultats des Q<sub>2</sub> et l'étage bioclimatique des deux stations étudiées.**

Stations	M (°C)	m (°C)	P (mm)	Q <sub>2</sub>	Bioclimat	Variante thermique
Djelfa	32.91	0.62	333.99	33.62	Semi-aride	Frais
Boussaâda	39,35	3,76	175,4	16,74	Aride	Tempéré

Le climagramme ci-dessous a permis de déterminer l'étage bioclimatique et les variantes thermiques des deux stations étudiées.

Le climagramme d'Emberger (figure.31) précise que l'étage bioclimatique de la station de Djelfa a un bioclimat **Semi-aride inférieur à hiver frais**, et la station de **Boussaâda présente un bioclimat Aride à hiver tempéré**.

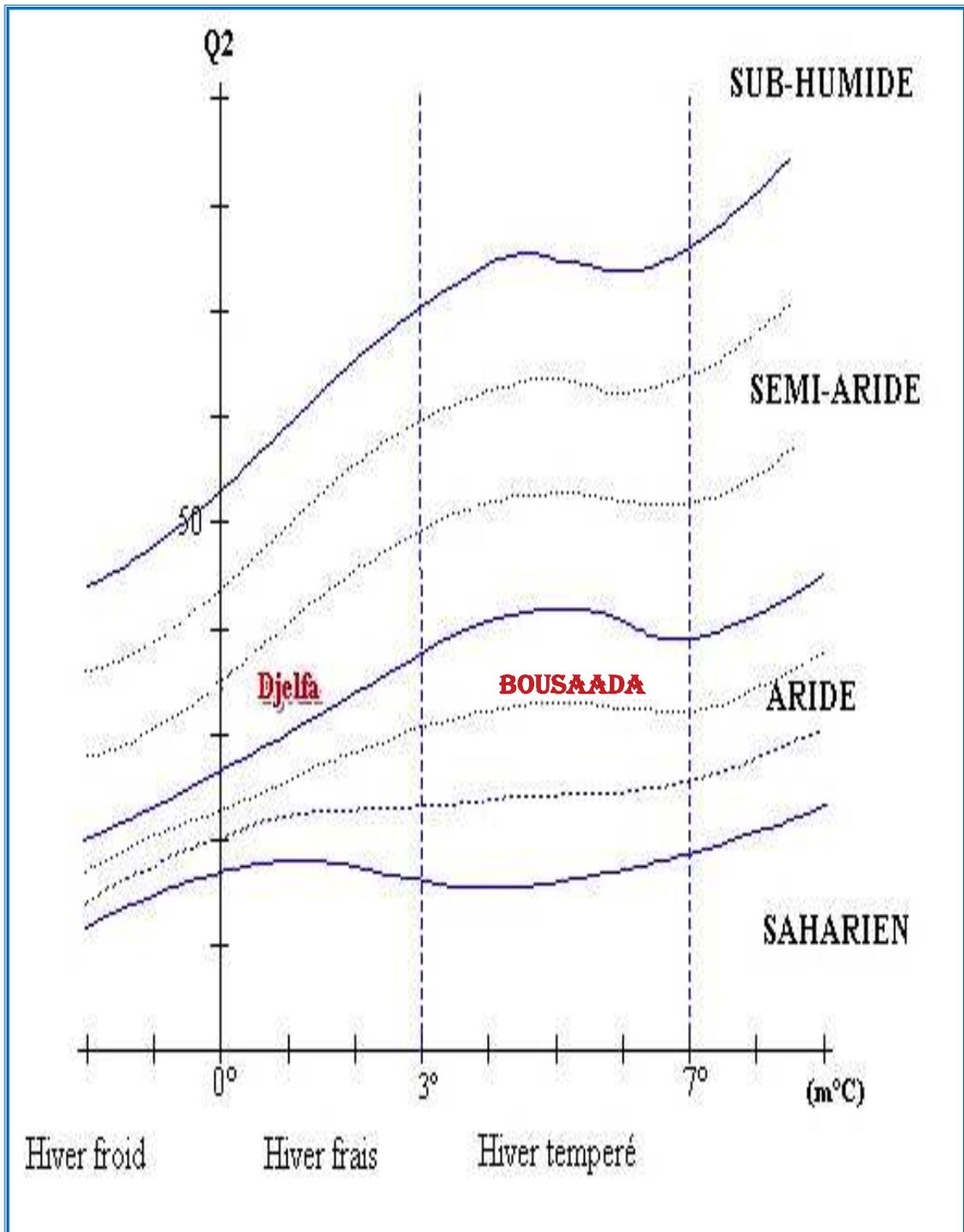


Figure 31 .Situation des Stations de Djelfa et Boussaâda sur le Climagramme d'Emberger 1983-2012.

**Conclusion**

On remarque que la période sèche pour la région de Djelfa est plus importante pendant la période (1983-2012), elle est étalée sur 5 mois de Mai à Octobre, avec une courte période humide durant les autres 7 mois. Pour la région de Boussaâda elle est presque identique, une période sèche du mois de Mai au mois d'Octobre.

Les Zahrez et chotts présentent sur le plan climatique des points communs, avec une pluviométrie faible et irrégulière, des températures avec des forts écarts annuels ; ainsi qu'une période sèche de plusieurs mois (Bouabdellah ,1992).

L'étage bioclimatique situe Djelfa dans l'étage Semi-aride à hiver frais et Boussaâda dans l'étage Aride à hiver tempéré.

Les pluies qui arrosent les hautes plaines Sud-Algéroises proviennent, d'une part des secteurs Ouest et Nord-Ouest, charriées par les vents qui abordent le Maghreb par le littoral durant la saison froide, d'autre part des perturbations atmosphériques engendrées par les dépressions en provenance des régions Sahariennes, surtout à la fin du printemps et même en été.

Au Transect Ouest /Est reliant ces deux entités, correspondent à un gradient pluviométrique décroissant et un gradient de température croissant. ; un tel phénomène semble lié, d'une part à l'abaissement altitudinal et d'autre part aux influences climatiques Sahariennes qui pénètrent au niveau du bassin du Hodna à la faveur d'une discontinuité de la chaîne de l'Atlas Saharien (Bouabdellah ,1992).

La répartition saisonnière des pluies est de type méditerranéen (précipitations durant la saison froide) avec pour la majeure partie du bassin du Hodna, en automne et au printemps on enregistre un maximum puisque le régime pluviométrique est du type APHE (Le Houerou et al ,1975) et une répartition relativement plus étalée pour le bassin du Zahrez.

La classification des stations en fonction de l'altitude, met en évidence une différence pluviométrique entre le Hodna (175 mm) et le Zahrez Gharbi (250 mm), le Zahrez chergui se situant à un niveau intermédiaire compte tenu de sa position géographique. ; ce gradient pluviométrique, décroissant le long du Transect Ouest/Est passant par la ligne des chotts des hautes plaines Steppiques Sud-Algéroises, est à mettre en relation, d'une part avec l'abaissement général d'altitude d'Ouest en Est (Zahrez Gharbi 827 m; Hodna 390 m), d'autre part avec l'influence Orographique de l'Atlas Saharien dont la discontinuité des chaînes Montagneuses au niveau du Hodna qui ouvre cette région aux influences Sahariennes (Ozenda ,1977).

Pour M'sila 222,8mm. ; le chott appartient à l'étage bioclimatique Aride à hiver tempérée. La région du Sud du Hodna à une influence Saharienne. (Kaabache ,1990).

Selon ce même auteur le mois d'Aout est le plus chaud (37,9 C°), pour Boussaâda, et les mois les plus froids sont Décembre, Janvier et Février.

On conclut que la région de Djelfa appartient à l'étage Semi –aride à hiver frais, par contre Boussaâda appartient à l'étage Aride à hiver frais. , ce qui leur confère une végétation avec des caractères biologiques et botaniques adaptés aux conditions du milieu ; le régime pluviométrique pour Djelfa est du type H.P.A.E. ; pour Boussaâda A.P.H.E., la pluviométrie est de 308mm et 257 mm respectivement, ce qui explique l'appartenance à l'étage Aride. (Djebaili ,1978).



## **Chapitre IV**

### **ETUDE PHYTOECOLOGIQUE**

**Introduction**

L'étude floristique des régions humides des Zahrez Gharbi et Chergui de Djelfa, ainsi que d'une partie du chott El Hodna ont fait l'objet d'une étude par Bouabdellah (1992), et Kaabache (1990, 1997) dont le but d'identifier les différentes associations végétales. Dans le même sillage et dans le but d'approfondir l'étude écologique de ces entités paysagères, l'étude de leur diversité végétale est l'objectif assigné à cette thèse.

Pour la caractérisation des unités de végétation, la méthode phytoécologique a été retenue et permettra d'évaluer la diversité floristique par l'analyse des spectres chorologiques et biologiques auxquels se rapportent les différentes unités et espèces inventoriées.

**1. Méthode Phytosociologique**

La méthode phytosociologique, appelée aussi méthode Sigmatiste, propose une méthode rigoureuse et théoriquement universelle pour décrire et comprendre les faits de végétation, dans une perspective à la fois phytoécologique et phytogéographique (Gillet et al., 1991). La méthode de la phytosociologie Sigmatiste ou encore - Blanqueto-tuxenienne, son historique, ses principes et ses techniques ont été précisés dans plusieurs ouvrages et publications : (Braun-Blanquet., 1974 ; Gounot.,1969 ; Guinochet .,1973, ;Géhu .,1974,1993 , 1998, 2000, Rameau .,1987 ; Delpech .,2006 ;La Coste et Salanon .,1999 et Meddour .,2008).

La phytosociologie Sigmatiste repose sur l'espèce végétale et mieux encore l'association végétale (Beguin et al., 1979). Chaque taxon considéré isolement apporte déjà par sa seule présence toute une série d'informations ; il en résulte qu'une communauté végétale spontanée floristiquement homogène traduit une combinaison précise de valeurs des facteurs écologiques. De plus, c'est elle qui structure l'ensemble de la biocénose et par conséquent du système écologique (Delpech et Gehu ,1988).

La phytoécologie reste un volet intéressant permettant de cibler la diversité floristique et la quantifier selon les différentes approches axées essentiellement sur la composition floristique, les espèces dominantes et caractéristiques permettant d'identifier des groupements végétaux. Ces derniers sont plus abordables que les multitudes associations définies par la phytosociologie. A ce sujet Benabdeli (1996) souligne que la phytoécologie permet d'identifier les différents groupements végétaux, ces derniers constituent un palier très intéressant de description et de caractérisation de la végétation des divers écosystèmes surtout perturbés comme c'est le cas.

Enfin la phytosociologie est la description et la compréhension de la végétation, l'organisation spatiale et temporelle sur les plans quantitatifs et qualitatifs des espèces végétales qui la constituent (Rameau, 1987).

**1.1. Collecte des données**

L'analyse de la végétation implique en premier un inventaire floristique suivi d'une exploitation des relevés floristiques.

Nous avons réalisé des relevés floristiques au cours des campagnes de terrain des années 2003 jusqu'à 2011.

**1.2. Echantillonnage**

L'étude de la végétation et du milieu naturel sont définis par plusieurs types d'échantillonnage, Selon Gounot (1969), l'échantillonnage consiste, en général à choisir dans un ensemble, un nombre limité d'éléments de façon à obtenir des informations objectives et d'une précision mesurable sur l'ensemble ; les facteurs pris en compte dans l'exécution des relevés sont : la période, l'exposition, la pente et l'altitude à l'aide d'un GPS chaque relevé est repéré, on relève ses coordonnées géographiques et son altitude.

Pour notre travail, nous avons suivi un échantillonnage mixte regroupant à la fois deux échantillonnage « Subjectif et Systématique » (Bouxin,2008). L'échantillonnage systématique qui consiste à disposer des échantillons selon un mode répétitif pouvant être représenté par un réseau de mailles régulières, de bandes ou de Transects de lignes en disposition régulière, de segments consécutifs, de ligne de points ou de points quadras alignés.

L'échantillonnage subjectif, selon Gounot (1969), c'est la forme la plus simple et la plus intuitive d'échantillonnage. Le chercheur choisit comme échantillon des zones qui lui paraissent particulièrement homogènes et représentatives d'après son expérience ou son flair. c'est une méthode de reconnaissance qualitative rapide permettant de débayer le terrain en vue d'études plus précises.

Le choix de l'aire minimale est de 100 m<sup>2</sup> (Khabtane et Rahmoune, 2012, Stambouli et Bouazza., 2013) démontrent que c'est la surface minimale qui peut être considéré comme représentative.

Les relevés phytoécologiques ont été réalisés selon la méthode phytosociologique sensu Braun–blanquet, selon Walter (2006) trois conditions doivent être respectées pour la réalisation d'un relevé :

- Dimension adéquate pour contenir un échantillon d'espèces représentative de la communauté ;
- Uniformité de l'habitat, le relevé ne débordera pas sur deux habitats différents.
- Homogénéité de la végétation en incluant qu'une phase dynamique (Gounot ,1969).

**1.3. Inventaire qualitatif : (relevé phytoécologique)**

L'échantillonnage des communautés végétales doit répondre aux critères d'homogénéité et de représentativité, ces critères sont approchés par la notion d'aire minimale qui correspond à l'aire dans laquelle la quasi-totalité des espèces de la communauté végétale est représentée (Gounot, 1961). Pour Djebaili (1984), cette aire minimale varie en fonction de chaque type de groupement végétal.

**2. Techniques numériques d'analyse des données**

L'analyse phytosociologique a été faite par les deux analyses numériques : l'analyse factorielle des correspondances (**A.F.C**), suivie de la classification hiérarchique ascendante (**CHA**), avec Statistica (version française 6).

**2.1. Analyse factorielle des correspondances**

L'analyse factorielle des correspondances est une forme d'analyse multivariée dont les fondements sont exposés par Benzecri (1964) et Cordier (1965) ; c'est non seulement une méthode d'ordination qui permet l'étude des proximités entre objets, mais aussi une méthode métrique basée sur le calcul des distances entre ces objets exprimant ainsi leur similitude ; en effet plus la distance qui sépare deux points est courte, plus les objets qu'ils représentent se ressemblent (Briane et al., 1974).

Cependant dans le cas de notre étude, les deux objets sont les relevés et les listes floristiques que l'**AFC** permet de représenter sur une même carte plane ou spatiale, de telle sorte que chaque relevé se trouve entouré des groupes qui le caractérisent et chaque espèce est intégrée dans les relevés où elle figure. De même, les relevés se ressemblant et les espèces associées se trouvent groupés.

Bonin et Tatonni (1990) précisent que le nuage de points (relevés) montre une structuration indépendante de la valeur phytosociologique des espèces. Pour l'ensemble de ces traitements, seul le caractère « présence –absence » des espèces a été pris en considération (Gillet et al., 1991, Meddour., 2010).

Ainsi l'**AFC** permet de voir comment les espèces se regroupent entre elles en formant des groupes d'écologie voisine et comment elles se relient à des groupes de relevés. La réponse à la seconde question du pourquoi passe par le "décryptage" de la façon dont les

relevés se regroupent pour offrir aux groupes d'espèces des conditions écologiques spécifiques ; en répondant à cette question, on expliciterait ainsi la liaison espèces-milieu.

Dans le système de l'AFC cela revient à "interpréter les axes", c'est-à-dire rechercher la ou les raisons qui opposent des relevés situés de part et d'autre de l'origine des axes ou qui rapprochent les relevés situés d'un même côté (Pouget, 1980).

## **2.2. Matrice abondance-dominance**

On appelle **abondance** : La proportion relative des individus d'une espèce donnée et **dominance** : La surface couverte par cette espèce, nous avons donc effectués des correspondances entre les pourcentages et l'indice de Braun-Blanquet :

- +Simplement présent (Recouvrement et abondance très faibles).
- 1 : Espèce abondante mais recouvrement faible.
- 2 : Espèce très abondante et recouvrement compris entre 5 et 25 %.
- 3 : Espèces abondantes et recouvrement compris entre 25 et 50 %,.
- 4 : Espèces abondantes et Recouvrement compris entre 50 et 75 %, .
- 5 : Espèces abondantes et Recouvrement compris entre 75 et 100 %,.

## **2.3. Signification des axes**

Le nuage des points lignes ou des points colonnes s'étire le long d'une direction privilégiée correspondant à l'axe factoriel. Chaque axe factoriel est caractérisé par une valeur propre traduisant l'inertie du nuage de points le long de l'axe, le taux d'inertie de l'axe représente quant à lui le pourcentage d'information apporté par l'axe dans l'inertie totale du nuage.

Ainsi, la structuration d'un nuage le long d'un axe est proportionnelle au taux d'inertie et à la valeur propre de ce même axe, les faibles fréquences se répartissent de façon antagoniste aux fortes fréquences de part et d'autre des pôles positifs ou négatifs des axes.

Pour le choix des axes significatifs à interpréter nous sommes basées sur les valeurs propres et le taux d'inerties calculés pour chaque axe :

- **La valeur propre** : Quantifie la part de l'information apportée par l'axe.
- **Le taux d'inertie** : Exprime le pouvoir discriminatoire de l'axe, plus il est grand plus l'axe est discriminant.

Benzécri (1973) précise qu'il n'y a pas lieu de remettre en doute la validité d'un premier axe ayant plus de 50 % de taux d'inertie. Deux facteurs consécutifs ayant des taux voisins peuvent cependant traduire deux types d'informations indépendantes et non brouillées.

D'une manière générale, des taux d'inertie supérieurs à 10 % peuvent se révéler significatifs. Une valeur propre d'axe supérieure à 0,6 indique une dichotomie nette sur l'axe alors que des valeurs comprises entre 0,2 et 0,6 traduisent plutôt un gradient le long de l'axe. Le nuage des points lignes correspond au nuage des points colonnes sur un même plan factoriel, mais ils ne sont pas superposables dans l'absolu car ils caractérisent des espaces vectoriels différents.

#### **2.4. Individualisation des ensembles**

L'individualisation des différents groupements est essentiellement basée sur les analyses des cartes factorielles construites par les axes principaux pris deux à deux, où sont répartis les relevés et/ ou les espèces. Les paramètres suivants ont été calculés et enregistrés :

- **La contribution relative CTR** : Elle indique la valeur de représentation de l'espèce ou du relevé sur l'axe. Elle permet de distinguer les individus les plus intéressants qui contribuent à la détermination des variables les plus discriminantes.
- **La corrélation relative COR** : Elle évalue la quantité de la représentation d'un point par rapport à l'axe.

Dans cette étape, seuls les relevés à forte contribution relative ont été retenus. Ces relevés constituent un noyau de référence pour la signification des axes factoriels.

Pour le traitement des données floristiques nous avons utilisé le logiciel **Statistica version française 6**.

#### **2.5. Détermination des groupements**

L'AFC est une méthode satisfaisante dans la distinction des groupements correspondant à des milieux bien différenciés, elle trouve ses limites lorsque ces derniers sont très dégradés suite à des actions anthropiques. Dans ce cas l'utilisation de la classification ascendante hiérarchique (CHA) est préconisée afin de déterminer les différents groupements écologiques pouvant caractériser notre zone d'étude.

### 3. Les différentes méthodes d'analyse numérique

#### 3.1. La classification hiérarchique ascendante

La classification hiérarchique ascendante (**CHA**) est une méthode de classification qui intervient comme aide à l'interprétation de l'**(AFC)** Méthode complémentaire, elle vient ainsi à améliorer les limites qui dans l'**(AFC)**, paraissent arbitraires. Elle est basée sur des distances réelles et fournit des résultats assez précis.

Le programme Statistica réalise une (**CHA**) sur les facteurs lignes et colonnes d'une (**AFC**).  
**Statistica version française 6.**

Une hiérarchie est construite à partir d'une matrice de distance. Cette hiérarchie est visualisée par un dendrogramme qui comporte une succession de classes de relevés.

Chaque partition peut être distinguée par une coupure du dendrogramme. Le seuil de coupure peut être choisi de façon empirique.

Dans une même partition, la position des classes les unes par rapport aux autres n'est pas très significative : deux classes situées l'une près de l'autre, ne sont pas obligatoirement proches.

Deux voies peuvent être suivies : la première dite descendante consiste à exécuter des partitions successives et la seconde dite ascendante (**CHA**) est l'inverse de la démarche précédente. Partant des individus (**relevés ou espèces**), on procède à des regroupements successifs, chaque classe nouvelle étant créée par la réunion des deux classes immédiatement inférieures. La première partition correspond donc à autant de classes qu'il y a d'individus (**relevés ou espèces**) et la dernière partition à une unique classe (représentée par l'ensemble des individus c'est-à-dire l'ensemble des relevés ou l'ensemble des espèces) (Kaabache, 1990).

#### 3.2. Diagrammes Rang-Fréquence (dominance-diversity diagram) [DRF]

Les DRF présentent une importante qualité descriptive qui permet de visualiser très directement la répartition des espèces.

La description de la diversité d'une population ne peut pas être seulement réduite à un simple indice numérique, la représentation graphique (**DRF**) donne un aperçu détaillé de la diversité, elle peut apporter des informations complémentaires très intéressantes, car leurs allures varient en fonction de la diversité spécifique (Frontier et Pichod-Viale . ,1998).

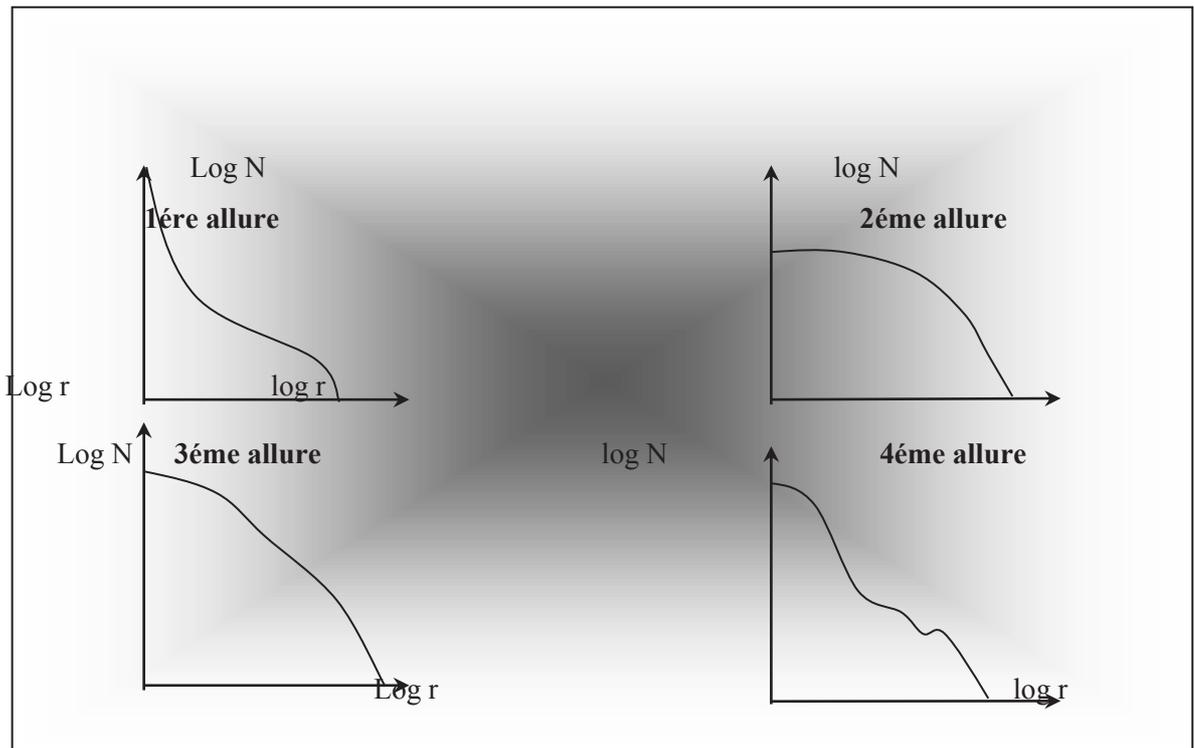
Les trois groupements ont été caractérisés par des **DRF**, leur conception est faite de la façon suivante :

- Dans un premier temps nous avons classé les espèces de chaque groupement par ordre d'abondance décroissante, pour pallier au problème des espèces présentant des contributions spécifiques identiques nous leur avons affecté le même rang, car ce qui est important (en **DRF**) c'est l'interprétation de l'allure générale de la courbe, et non l'interprétation point par point.
- Dans un deuxième temps nous avons représenté ces valeurs sur un graphique bidimensionnel où sont portés en abscisse les rangs des espèces et en ordonnée leurs abondances. Frontier et Pichod-Viale (1998) conseillent une représentation logarithmique qui conduit à une bonne discrimination des graphiques.

La forme des courbes obtenues permet une meilleure lecture des deux composantes de la diversité : la richesse spécifique se voit à l'extension de la courbe vers la droite, alors que l'équitabilité est déduite par la concavité ou la convexité de la courbe. Lorsque le nombre des espèces abondantes est petit, accompagné de quelques espèces rares, donc diversité et régularité faible, le diagramme est concave. Par contre quand le nombre des espèces est important avec une abondance de même importance, ceci implique une diversité et régularité plus élevées, le diagramme est convexe.

L'allure des **DRF** varie en fonction de la diversité spécifique (Frontier et Etienne, 1990 ; Frontier et Pichod-Viale, 1998). Quatre allures typiques de Diagramme Rangs-Fréquences sont proposées (Figure 32) :

- La première traduit une diversité et régularité faibles ;
- La deuxième une diversité et régularité élevée, c'est le cas où la courbe est convexe ;
- La troisième une situation intermédiaire, diagramme en partie rectiligne ;
- La quatrième exprime un diagramme à paliers, indiquant un mélange de communautés lié à un biais d'échantillonnage.



**Figure 32. Quatre allures typiques de diagrammes rangs-fréquences d'après Frontie et Pichod viale (1993)**

#### 4. Analyse de la diversité floristique

L'analyse de la diversité biologique et phytogéographique a été réalisée par deux types de spectres : **brut** et **réel** ; les spectres biologiques bruts sont calculés pour chaque groupement. Ils tiennent compte de la richesse d'une population. C'est le rapport exprimé en pourcentage, du nombre de taxons appartenant aux divers types biologiques sur le nombre total des taxons de la communauté étudiée.

Pour les spectres biologiques réels, nous avons retenu le pourcentage du recouvrement relatif des espèces, le paramètre de pondération utilisé est celui de l'abondance-dominance ; le pourcentage de chaque type biologique ou phytogéographique est calculé par rapport au couvert végétal (Kadi-Hanifi, 2003).

Les types biologiques ont été attribués à partir des travaux de Raunkiaer (1905). La nomenclature a été réalisée à partir de la flore de l'Algérie : Quezel et Santa (1962-1963) et la flore du Sahara (Ozenda, 1977).

## 5. Evaluation de la biodiversité

Elle sera abordée par une exploitation et un traitement d'informations phytoécologiques reposant essentiellement sur une évaluation qualitative (diversité taxonomique) suivie d'une caractérisation des groupements végétaux afin de mieux aborder la diversité biologique Godron et al., ( 1983 ), Aboura (2005), Senni et al., (2013).

### 5.1. Evaluation qualitative

#### 5.1.1. Diversité taxonomique

Les taxons composants les différents groupements de la végétation individualisés ont été regroupés en familles. Ceci a été réalisé à partir de la flore de l'Algérie Quezel et Santa ; (1962-1963), la flore du Sahara Ozenda (1977), la flore et la végétation du Sahara Ozenda (1991).

### 5.2. Caractérisation des groupements

Les différents groupements individualisés par l'(AFC) seront caractérisés sur le plan : biologique, phytochorique et par les indices de diversité.

#### 5.2.1. Caractérisation biologique

Les spectres biologiques bruts sont calculés pour chaque groupement en tenant compte de la richesse d'une population, c'est le rapport exprimé en pourcentage du nombre de taxons appartenant aux divers types biologiques sur le nombre total des taxons de la communauté étudiée. Pour les spectres biologiques réels, c'est le pourcentage du recouvrement relatif des espèces qui a été retenu.

#### 5.2.2. Caractérisation pastorale

##### Calcul de l'indice de perturbation (IP) :

Pour pouvoir apprécier l'état de dégradation des groupements individualisés, un indice de perturbation (IP) a été calculé pour chaque groupement. Cet indice défini par Hebrard et Loisel., (1991) est donné par le rapport suivant :

$$IP = \frac{\text{Nombre de Chamaephytes} + \text{Nbr Therophytes}}{\text{Nombre total des espèces végétales}}$$

## 6. Diversité biologique

Elle est représentée par le spectre biologique et les types biologiques selon Raunkiaer (1934).

### 6.1. Spectre biologique

Pour que le spectre ait une valeur expressive écologique réelle, nous avons utilisé les deux types de spectre brut et réel de chaque groupement individualisé.

### 6.2. Spectre brut

Tient compte de la richesse floristique d'une population, c'est le rapport exprimé en pourcent du nombre de taxons appartenant aux divers types biologiques sur le nombre total des taxons de la communauté étudiée.

#### 6.2.1. Les types biologiques de Raunkiaer

Le spectre biologique d'un type de végétation, qui traduit la répartition relative des différents types biologiques de Raunkiaer (1934), donne des indications sur les stratégies adaptatives et sur la structure de la végétation (Gallandat et al., 1995).

Nous avons utilisé les types biologiques répertoriés dans la base de données (Phanart Lindacher, 1995) :

- *Phanérophyte* : (de phanéros, visible) : plante ligneuse qui peut atteindre plus de 5 m.
- *Nanophanérophyte*: plante ligneuse de 0,4 à 4 m de hauteur.
- *Chamaephyte* (de chamai, à terre): arbrisseau nain ligneux ou herbacé dont les bourgeons hivernent au-dessus de la surface du sol.
- *Hémicryptophyte* (de cryptos), caché): plante herbacée hivernant avec ses bourgeons au-dessus ou directement au-dessous de la surface du sol.
- *Géophyte* : plante herbacée hivernant avec ses bourgeons au-dessous de la surface du sol.
- *Thérophyte* (*de théros, saison favorable*) : plante herbacée vivant au maximum une saison de végétation et hivernant sous forme de semences.

### 6.3. Spectre réel (spectre de dominance)

Préconisé par Carles (1949), exprime mieux la structure de la végétation, mais difficilement applicable à une grande échelle (région par exemple), il est établi en tenant compte du taux réel du recouvrement de chaque type biologique par rapport à l'effectif du peuplement étudié.

Pour réaliser ce spectre, nous devons pondérer la présence des espèces par un paramètre quantitatif de végétation (recouvrement, contribution spécifique, biomasse), donc c'est un spectre qui reflète le plus la réalité observée sur le terrain.

**7. Calcul des spectres**

Dans ce travail nous avons retenu le recouvrement comme paramètre de pondération pour établir les spectres biologiques brut et réels. Tous les relevés récoltés pour ce présent travail sont caractérisés par un coefficient d'abondance-dominance que nous avons utilisé pour le calcul des spectres réels suivant la méthode de Tomasseli (in Long, 1954), qui a proposé une échelle pour le calcul du recouvrement d'une espèce :

- Une espèce affectée du degré de dominance + recouvre 0.1 % ;
- Une espèce affectée du degré de dominance 1 recouvre 5.0 % ;
- Une espèce affectée du degré de dominance 2 recouvre 17.5 % ;
- Une espèce affectée du degré de dominance 3 recouvre 37.5 % ;
- Une espèce affectée du degré de dominance 4 recouvre 62.5 % ;
- Une espèce affectée du degré de dominance 5 recouvre 87.5 %.

**8. Diversité phytogéographique****8.1. Spectre phytogéographique brut et réel**

La phytogéographie ou géographie botanique est la science qui étudie la répartition des plantes à la surface du globe (Touffet., 1982). Cette diversité phytogéographique, permet d'apprécier l'hétérogénéité de la flore à travers les éléments phytogéographique. Comme pour les formes biologiques, ces spectres sont représentés par la fréquence relative et le recouvrement du nombre de taxons appartenant aux divers types phytogéographiques. Pour la détermination des éléments floristiques, nous avons retenu la même bibliographie que celle utilisée pour les types biologiques.

**8.2 .Indice de diversité spécifique de Shannon [H']**

C'est un indice de diversité, indépendant d'une hypothèse de distribution, selon (Frontier et Pichod- Viale .,1993), cet indice mesure précisément la quantité moyenne d'informations donnée par l'indication de l'espèce d'un individu de la collection moyenne calculée sur la collection à partir des proportions d'espèces que l'on y a observées.

Il est calculé à partir des (CSI : Contributions spécifiques des espèces) généralement mesurées par le biais des lignes, pour notre cas, nous avons utilisé le coefficient d'abondance

dominance selon la méthode proposée par Tomasli (in Long, 1954), il est exprimé par la formule suivante :

Dont : 
$$H' = \sum P_i \log_2 P_i$$

$P_i = n_i/N$

$P_i$  = probabilité de rencontre l'espèce  $i$  dans le groupement. Pour notre étude nous avons utilisé le recouvrement relatif de l'espèce dans le groupement au lieu de sa probabilité d'apparition.

$n_i$  = l'effectif de l'espèce  $i$  ou le recouvrement relatif de l'espèce  $i$  ;

$N$  = l'effectif total ou le recouvrement relatif total d'individus.

L'indice de Shannon s'exprime en « bits par individus ». Il varie entre 0,5 et 5 bits/individus, dans le même sens que la richesse spécifique et en fonction des mêmes paramètres dynamiques et environnementaux (Lacoste et Salanon, 1999).

Cet indice varie de [0 à 5], il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement.

### 8.3. Equitabilité (régularité) [E]

L'évaluation de la diversité spécifique d'un échantillon est généralement complétée par un indice d'équitabilité (E), celle-ci représente le rapport entre la diversité spécifique de Shannon maximale théorique et le logarithme de richesse spécifique de l'échantillon, cet indice a pour formule :

$$E = \frac{H'}{\log_2 N}$$

**H' : indice de Shannon**

**N : richesse spécifique**

Selon Ramade (1981), l'équitabilité d'un peuplement comportant dix espèces différentes sera maximale si les populations de chacune de ces espèces comportent le même nombre d'individus et au contraire l'équitabilité est faible si une de ces espèces représente à elle seule 99 % du nombre total d'individus présents dans ce peuplement. Le degré d'équitabilité (ou de régularité) fournit une image plus précise de la structure spécifique du peuplement et en définitive, des modalités de partage du biotope (Lacoste et Salanon., 1999).

Cette quantité varie de 0 à 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus (Ramade, 1984).

Cet indice a pour formule :

$$E = H'/H_{\max}E = H'/\log_2 S$$

## **9. Les analyses pédologiques**

### **9.1. Prélèvement du sol**

Cette partie est basée sur l'étude de quelques caractéristiques physicochimiques du sol (CE, PH) prélevé de la zone d'el Mesrane et Zaafrane (Transects A.B.C)

### **9.2. Préparation des échantillons du sol**

Les échantillons de terre sont séchés à l'air libre, puis tamisés avec tamis de 2 mm ; chaque analyse est effectuée en trois répétitions.

### **9.3. L'analyse physico-chimique des extraits du sol**

La photo qui suit donne un aperçu assez grossier de la localisation de la prise d'échantillon de sol puisque une certaine homogénéité du milieu est présente (Figure 33).



**Figure 33. Localisation approximative des relevés pédologiques sur les transects A.B.C dans la région des dunes et Zahrez .Source : Google Earth 2008.**

Afin de suivre l'évolution de Salinité des échantillons du sol, le pH et la conductivité électrique ont été mesurés, c'est la méthode la plus commode pour des déterminations rapides, nous avons adopté le mode opératoire suivant donné par (Aubert,1983).

Après avoir placé dans un Erlene meyer de 500 ml à agitation, 50 g de terre tamisée à la maille de 2 mm et 250 ml d'eau distillée exactement mesurée (fiolle jaugée), nous avons agité le mélange 2 heures dans l'agitateur magnetique, laisser reposer une heure, filtré ce mélange dans un papier filtre. Enfin la conductivité électrique, du pH est mesurée.

L'appareillage suivant a été utilisé pour mesurer ces paramètres :

- Le pH : Mesuré au pH-mètre (type MINI 80).

- La conductivité électrique : La CE est déterminé à l'aide d'un conductimètre (type CORV 62) .

## 10. Analyse de la végétation

### 10.1. Traitement des données

Afin de pouvoir répondre à l'objectif de cette étude, 256 relevés floristiques ont été effectués et les variables qui ont été prises en considération dans notre étude sont : la pente, l'exposition et l'altitude. Les espèces présentes une seule fois ne sont pas prises en considérations au total 131 espèces sont analysées par l'**AFC** et la **CHA**.

L'exploitation des relevés floristiques permet de mettre en évidence la ressemblance et les différences existant entre groupement végétaux étudiés pour caractériser les associations végétales et ensuite de les classer afin d'obtenir une représentation de l'organisation phytocénotique du territoire géographique concerné (Ramade, 2003) (Figure 34).

### 10.2. Résultats des analyses numériques

#### 10.2.1. Analyse globale

- **Analyse factorielle des correspondances (A.F.C.)**

Les valeurs propres et les taux d'inertie pour les 5 premiers axes (Tableau 02) sont relativement élevés pour le premier axe **0,3872%**. Le plan factoriel 1-2 présente un pourcentage cumulé de **20%** avec la valeur propre la plus élevée est de **0,38 %** , pour les autres axes les valeurs sont faibles.

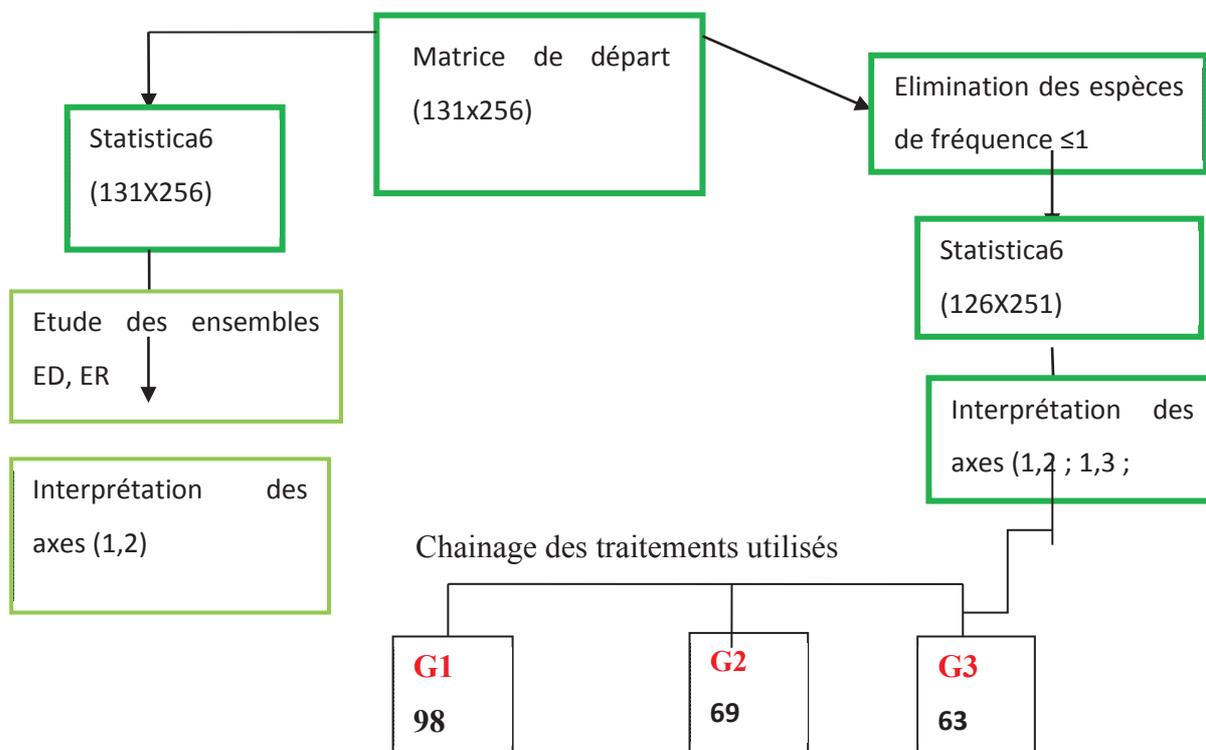
Les résultats de cette première analyse comme le montre les cartes (**figures :36, 37**) sont assez confus, les relevés sont dispersés le long de l'axe1, mais on peut distinguer trois lots de relevés individualisés sur l'axe 1-2 et l'axe 1-3, le premier lot s'individualise sur la partie positive de l'axe 1 composé essentiellement par les relevés des dunes et le deuxième occupe la partie positive de l'axe 2, correspond globalement aux relevés sur les régions des sols salés a exposition Nord , le troisième lot du coté négative de l'axe 2 correspond aux sols salés a exposition Sud. L'utilisation de (**A.F.C**) basée sur les trois premiers axes a permis de dégager trois grands ensembles dénommés successivement **E (E1, E2), ED, ER**.

**Tableau 02.-Valeurs propres et pourcentages d'inertie des axes factoriels de L'AFC**

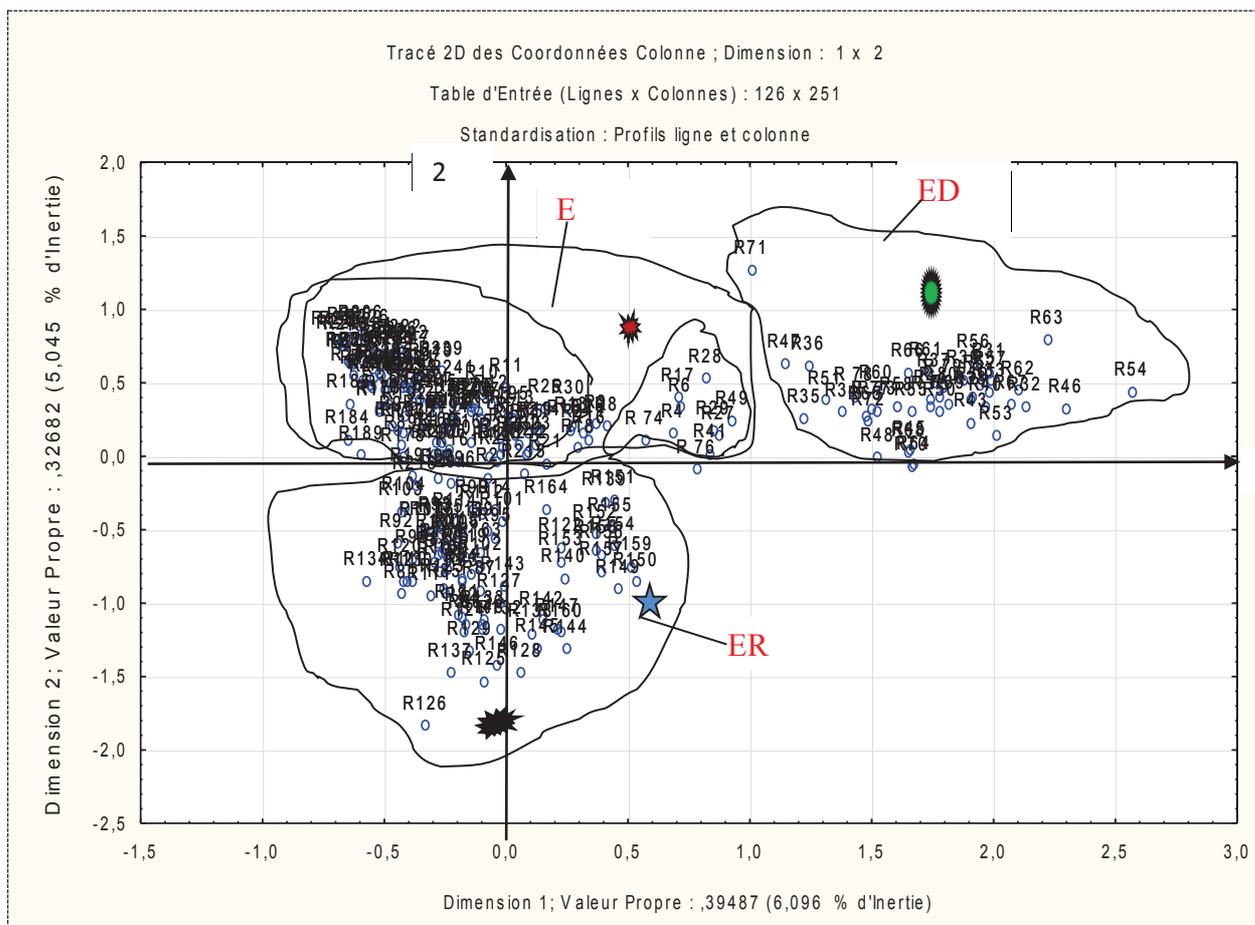
Axes	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5
Valeurs propres	0.38728	0.32020	0.23803	0.22272	0.20302
Taux d'inertie (%)	6.096	5.045	3.756	3.488	3.179
Cumul d'inertie (%)	12.70580	20.59992	25.94503	30.22121	33.94402

**Déroulement de l'Analyse et Résultats obtenus**

Le chainage des traitements est le suivant :



**Figure 34. Dendrogramme de la C.H.A. de l'analyse globale**



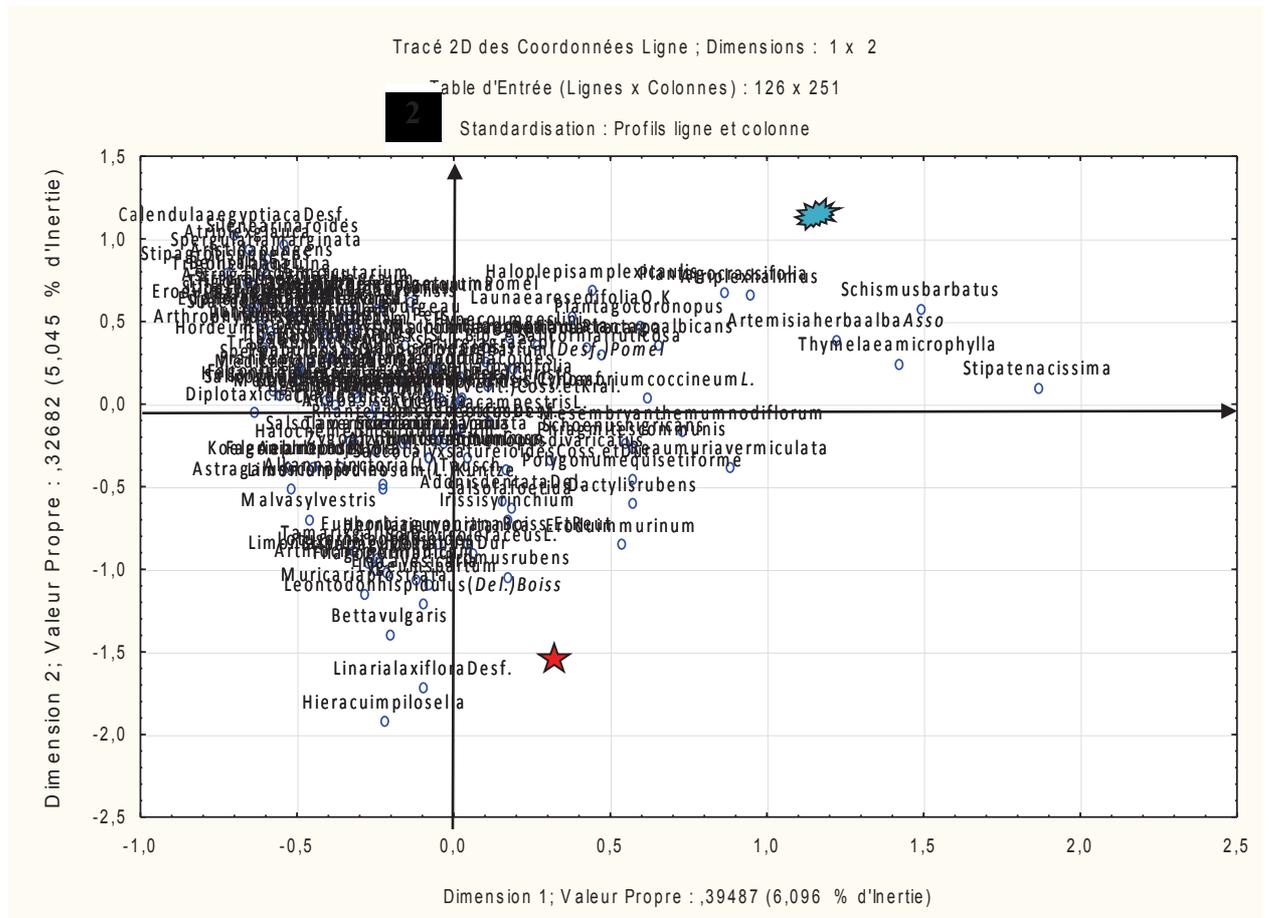
**Figure 35. Carte des relevés –« axes 1-2 » (Analyse globale).**

 R34,R35,R36,R38,R39,R40,R41,R42,R44,R45,R47,R48,R49,R51,R52,R53 ,R55,R56 ,R57,R58,R59 ,R60,R62,R61,R63,R65,R66,R67,R69,R70, R71,R72,R73,R74,R75,R76 .

 R7, R8, R9, R10, R11, R12, R14, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R 23 R24, R 25, R26.

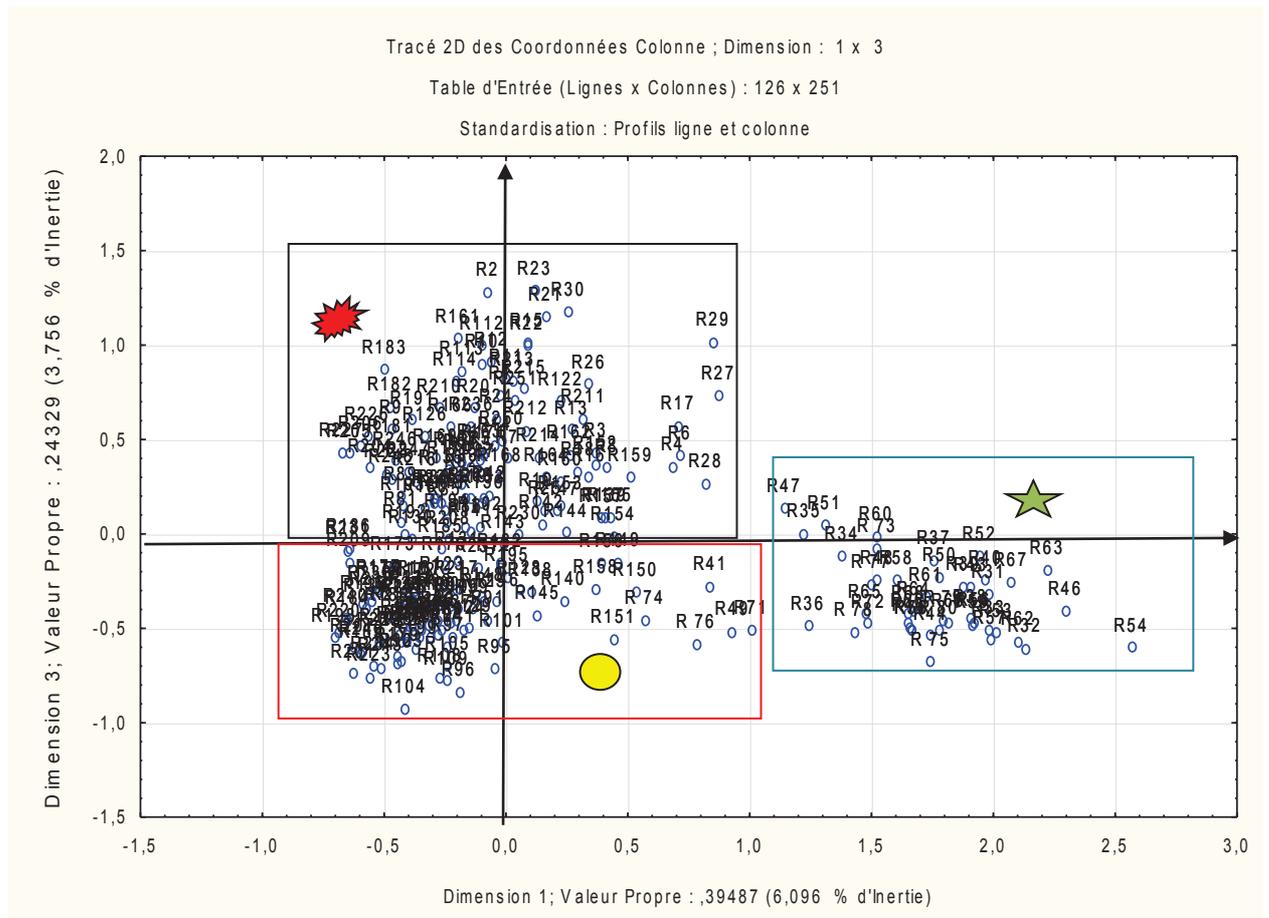
 R149, R150, R151R, R152, R154, R156, R157, R158, R160, R161, R162.R164.

 R166,R167,R168,R169,R170,R171,R172,R173,R174,R175,R176,R177,R178,R179,R181 ,R182,R183,R184,R185,R186,R187,R190,R191,R192,R193,R194,R195,R196,R196,R199,R200,R201, R202,R203,R204,R205,R206,R207,R208,R209,R210,R213,R214,R215,R216,R217,R218, R219,R220,R221,R222,R223,R224,R225,R226,R227,R228,R229,R230,R231,R232,R233,R234,R235,R236,R 237,R239,R240,R241,R242,R243,R244,R245,R246,R247,R248,R249,R250,R251



**Figure 36. Carte des espèces « axes 1-2 » (Analyse globale)**

- ★ *Leontodon hispidulus* , *Arthrocnemum glaucum* , *Linaria laxiflora* , *Zygophyllum cornutum* , *Halocnemum strobilaceum* , *Iris sisyrinchium* , *Limoniastrum guyonianum* ,  
*Malva sylvestris* , *Bromus rubens* , *Tamarix gallica* , *Lygeum spartum* , *Tamarix articulata* , *Stipa parviflora* , *Eruca vesicaria*
- ★ *Atriplex halimus* , *Aristida pungens* , *Bellis annua* , *Calendula aegyptiaca* , *Schismus barbatus* , *Silene arinaroides* , *Erodiuim cicutarium* , *Arthrocnemum glaucum* , *Arthrophytum scoparium* , *Atriplex glauca* , *Erodiuim glygophyllum*

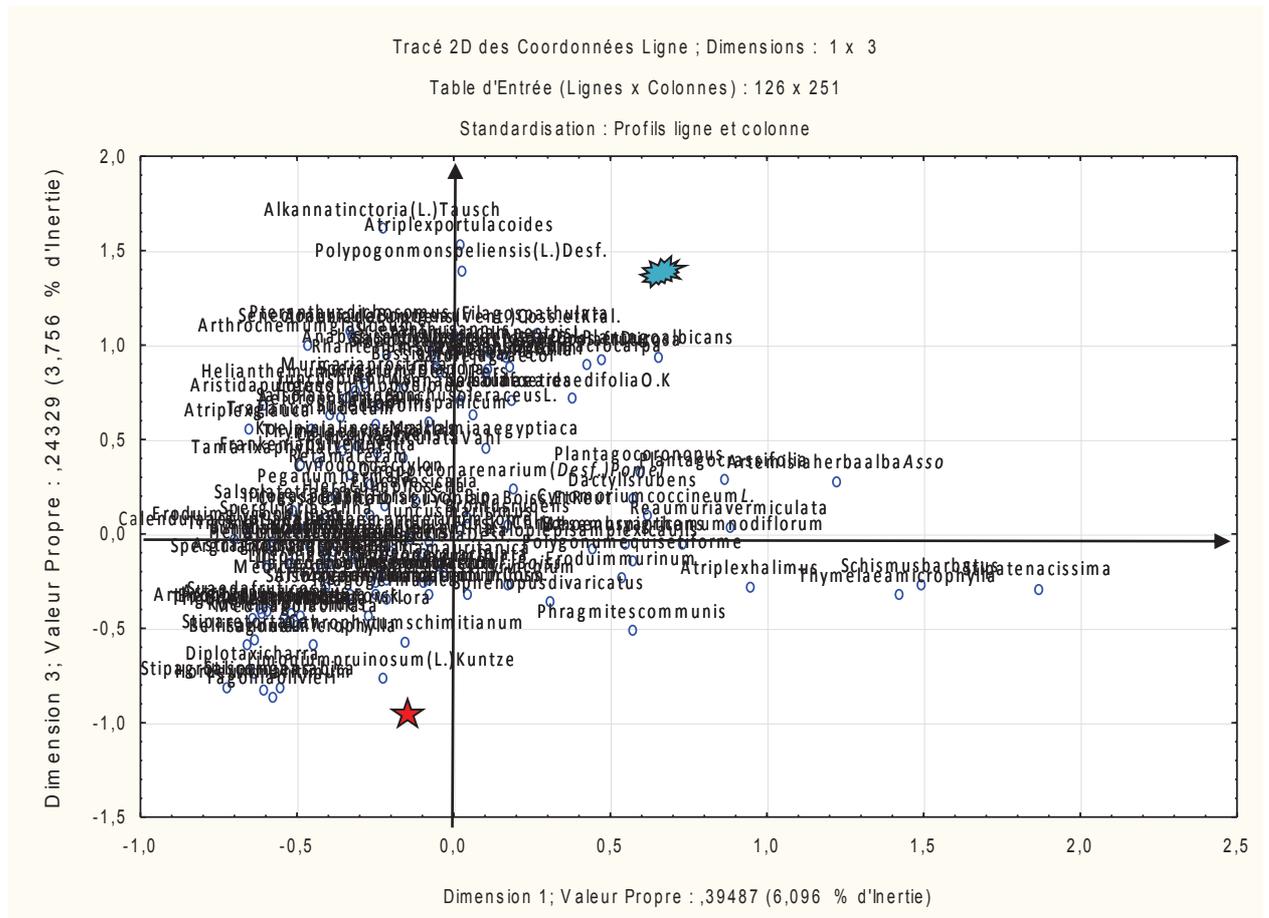


**Figure 37. Carte des relevés « axes : 1-3» (Analyse globale)**

 R2,R4,R6,R13,R16,R17,R23,R26,R27,R28,R30,R114,R122,R144,R154,R159,R161,R182,R183 ,R210 ,R212,R214.

 R35, R36, R 37, R46, R47, R51, R52 R54 , R67 ,R75 .

 R41, R74, R76,R96, R101,R104,R140,R145,R150,R151,R158



**Figure 38. Carte des espèces « axes : 1-3 » (Analyse globale)**

-  *Thymelea microphylla* , *Schismus barbatus* , *Stipa tenacissima* , *Atriplex halimus* .
-  *Atriplex canescens* , *Spargularia salina* , *Arthrophytum scoparium* , *Bellis annua* , *Suaeda fruticosa* , *Salicornia arabica* , *Retama retam* , *Peganum harmala* , *Zygophyllum cornutum* , *Silene arenaroides* .
-  *Stipa tenacissima* , *Artemisia herba alba* , *Plantago albicans* , *Anabasis articulata* , *Launaea resedifolia* , *Hieracium pilosella* , *Erodium murinum* , *Artemisia campestris* , *Aizoon hispanicum* , *Adonis dentata* , *Aeluropus littoralis* .
-  *Alkanna tinctoria* , *Anabasis articulata* , *Lotus ornithopodioides* , *Astragalus scorpioides* , *Muricaria prostrata* .

### 10.2.2. Signification écologiques des axes factoriels

- **Choix des axes à interpréter** : Cette analyse nous amène à distinguer les facteurs écologiques les plus influents sur la distribution des groupements végétaux qu'ils constituent, selon les directions des axes retenus, ce qui nous permet de donner une signification aux axes factoriels. Cette analyse sera abordée en se basant sur les relevés et les espèces à fortes contributions absolues et relatives selon les principaux axes factoriels et sur leurs données écologiques. Les relevés à écologie voisines se regroupent ensemble par conséquent les espèces se situant dans des conditions écologiques identiques s'assemblent entre elles, c'est le poids des conditions stationnelles qui permettent d'expliquer ces regroupements ou les oppositions entre relevés sur les axes. Ainsi il a été possible d'identifier les principaux facteurs écologiques qui interviennent dans la répartition des espèces.

- **Signification écologique de l'axe 1** : avec une valeur propre de **0.38%** et un taux d'inertie de **6.06%** puisque les valeurs propres oscillent de **0.203%** à **0.387%** et les taux d'inertie de **3.488%** à **6.068%** . La contribution des cinq premiers axes à l'inertie du nuage de points est de **33.944 %**; ils représentent **33.944 %** de la variance totale du tableau des données (figures 35, 36). Cette part d'information apportée par ces axes est déterminante puisque plus la valeur propre décroît et plus l'information apportée par les axes devient non significative et difficile à interpréter. La représentation des relevés dans le plan des axes **1-3**, **1-4** et **1-5** n'apporte aucune information supplémentaire, l'axe **4** et **5** ne semblent pas être très significatifs, donc à ne pas retenir dans l'exploitation et l'interprétation (figures 37,38). De ce fait, la représentation graphique des relevés sur les plans **1/2** et **1/3** retenus et leur caractérisation physionomique, floristique et écologique permettent de mettre en évidence les différents facteurs écologiques prépondérants.

**Tableau 3. Taxons à fortes contributions pour l'axe 1 de l'AFC**

Côté négatif de l'axe 1	Côté positif de l'axe 1
<i>Thymelaea microphylla</i> (-6,69)	<i>Alkanna tinctoria</i> (0,50)
<i>Shismus barbatus</i> (-5,38)	<i>Anabasis articulata</i> (0,48)
<i>Stipa tenacissima</i> (-5,11)	<i>Lotus ornithopodioides</i> (0,48)
<i>Atriplex halimus</i> (-3,60)	<i>Astragalus scorpioides</i> (0,47)
	<i>Muricaria prostrata</i> (0,47)

Du côté positif, à l'extrémité de l'axe 1 s'individualise un groupe d'espèces indiquant une steppe dégradé, c'est une végétation psammophytiques ensablée avec des apports éoliens au bord des sebkhas dans la direction des vents dominants : *Alkanna tinctoria*, *Anabasis articulata*, *Lotus ornithopodioides*.

Du côté négatif on a des espèces halophytes : (*Atriplex halimus*, *Thymelaea microphylla*) mêlés à deux espèces, une chénopodiacée, l'autre Poaceae.

- **Signification écologique de l'axe 2** : Sa valeur propre est de **0.32%** et son taux d'inertie est de **5.01%** ; avec le même raisonnement que celui adopté pour l'axe précédent il a été possible d'identifier les espèces et leurs contributions.

**Tableau 4. Taxons à fortes contributions pour l'axe 2 de L'AFC**

Côté négatif de l'axe 2	Côté positif de l'axe 2
<i>Atriplex canescens</i> (-4,40)	<i>Stipa tenacissima</i> (1,92)
<i>Spergularia salina</i> (-3,87)	<i>Artemisia herba alba</i> (1,01)
<i>Arthrophytum scoparium</i> (-2,56)	<i>Plantago albicans</i> (0,93)
<i>Bellis annua</i> L(-2,25)	<i>Anabasis articulata</i> (0,90)
<i>Suaeda fruticosa</i> (-1,73)	<i>Launaea resedifolia</i> (0,85)
<i>Salicornia arabica</i> (-1,69)	<i>Hieracuim pilosella</i> (0,88)
<i>Retama retam</i> (-1,66)	<i>Erodium murinum</i> (0,80)

<i>Peganum harmala</i> (-1,59)	<i>Artemisia campestris</i> (0,81)
<i>Zygophyllum cornutum</i> (-1,47)	<i>Aizoon hispanicum</i> (0,73)
<i>Silene arenaroides</i> (-1,21)	<i>Adonis dentata</i> (0,88)
	<i>Aeluropus littoralis</i> (0,66)

Le côté négatif de l'axe 2 est constitué d'espèces halophytes dont on relève la forte contribution de : *Arthrophytum scoparium*, *Spergularia salina*, *Salicornia Arabica*, *Atriplex canescens* et *Zygophyllum cornutum*.

Elles sont suivies d'espèces des milieux steppiques non-salés : *Bellis annua*, *Retama retam*.

Du côté positif de l'axe 2 on a des légumineuses telle *Stipa tenacisssima* avec une contribution de (1,92), *Artemisia herba alba* (1,01) et *Artemisia campestris* (0,81).

- **Signification écologique de l'axe 3** : Sa valeur propre est de 0.23% et son inertie est de 3.71% ; avec le même raisonnement que précédemment il a été possible d'identifier les taxons à forte contribution.

**Tableau 5. Taxons à fortes contributions pour l'axe 3 de L'AFC**

Côté négatif de l'axe 3	Côté positif de l'axe 3
<i>Leontodon hispidulus</i> (-3,89)	<i>Atriplex halimus</i> (2,29)
<i>Arthrocnemum glaucaum</i> (-3,70)	<i>Schismus barbatus</i> (2,10)
<i>Linaria laxiflora</i> (-2,99)	<i>Aristida pungens</i> (1,17)
<i>Zygophyllum cornutum</i> (-2,42)	<i>Bellis annua</i> (1, 37)
<i>Halocnemum strobilaceum</i> (- 1,79)	<i>Calendula aegyptiaca</i> (1,27)
<i>Iris sisyrinchium</i> (-1,74)	<i>Silene arinaroides</i> (1,36)
<i>Limoniastrum guyonianum</i> (-1,67)	<i>Erodium cicutarium</i> (0,98)
<i>Malva sylvestris</i> (-1,63)	<i>Arthrocnemum glaucaum</i> (0,93)
<i>Bromus rubens</i> (- 1,69)	<i>Arthrophytum scoparium</i> (0,90)

<i>Tamarix gallica</i> (-1,58)	<i>Atriplex glauca</i> (0,88)
<i>Lygeum spartum</i> (-1,51)	<i>Erodium glygophyllum</i> (0,80)
<i>Tamarix articulata</i> (-1,45)	
<i>Stipa parviflora</i> (-1,31)	
<i>Eruca vesicaria</i> (-1,24)	

Sur le côté positif se démarque *Atriplex halimus* avec sa contribution élevée (2,29) suivi de *Bellis annua* (1,37) et *Aristida pungens* (1,17).

Du côté négatif, *Leontodon hispidulus* et *Arthrocnemum glaucaum* sont les plus contribuant (3,89 et -3,70).

#### 10.2.2.1. Signification écologiques des axes des cartes factorielles

- **Carte factorielle des relevés :** La signification écologique de chaque axe correspond au facteur écologique agissant sur la répartition de la végétation. Pour sa détermination, le recours aux relevés et aux espèces à forte contribution relative ainsi que leur autoécologie permet de cibler l'axe le plus déterminant comme le soulignent Le Houerou (1959), Le Houerou (1995), Aidoud (1991, 1993), Aidoud et Aidoud-Lounis (1991), Aidoud et Aidoud-Lounis (1995), Aidoud, et al (1997) et Aidoud (2001). Il a pu être identifié trois ensembles pouvant être caractérisés des groupements végétaux inféodés à des conditions écologiques stationnelles :
  - **L'ensemble ED:** Caractérisé par les relevés des sols sableux selon le plan factoriel 1-2 représenté par la dominance de *Thymelea microphylla*, *Stipa tenacissima*. D'une exposition dominante « Nord » avec un recouvrement moyen de la végétation de 30%, le sable et la végétation présentent les recouvrements les plus élevés. D'après Quezel (1965), dans les dunes vives au Nord du Sahara, la couverture végétale peut atteindre 50% de la surface du sol. c'est des espèces relativement assez résistantes à la sécheresse, au manque d'eau et mieux adaptées à ces lieux. Selon Pouget (1971), le groupement des dunes et micro- dunes est caractérisés par *Aristida pungens*, *Saccocalyx satureoides*, *Malcolmia aegyptiaca*, *Silene arenareoides*, *Cutandia dichotoma*
  - **L'ensemble E:** Englobe les relevés des sols salés à exposition Nord-Ouest, c'est la végétation propre au chott, groupement des Hyper halophiles à *Halocnemum strobilaceum* ; *Arthrocnemum indicum* ; représente un

recouvrement moyen de végétation de **20%** ; ce groupement est marqué par la dominance de *Limoniastrum guyonianum*, *Reaumuria vermiculata*, *Mesembryanthemum nodiflorum*, *Erodiun murinum*, *Halocnemeum strobilaceum*, *Diploaxic harra*, *Koeleria phleoides*, *Astragalus scorpioides*, *Malva sylvestris*. Ce groupement peut supporter des taux de salure record en surface, c'est un groupe très pauvre floristiquement, mono-spécifique avec *Halocnemeum strobilaceum* comme phanérogame.

- **L'ensemble ER:** Regroupe les relevés des sols salés à exposition Sud, c'est le groupement des Halophiles sur sols hydromorphes à *Juncus maritimus*. Ce groupement se localise aux abords immédiats des chotts, est représenté par *Spergularia salina*, *Peganum harmala*, *Bellis annua*, *Arthrophytum scoparium*, *Atriplex halimus* et présente un recouvrement assez appréciable estimé à **32%**.
- **La signification écologique des axes factoriels :** Elle identifie et regroupe les espèces végétales présentes selon leur degré d'affinité donc de leur habitat et de l'état du groupement qu'elles composent. Ainsi le plan factoriel (1-2) montre trois groupes d'affinités écologiques voisines de celles déterminées par Ozenda (1983) :
  - **L'ensemble A:** Regroupe les Chénopodiacées telle *Suaeda fruticosa*, *Salsola vermiculata*, *Scorzonera laciniata*, *Salicornia fruticosa*, *Salicornia arabica* en association avec *Halocnemeum strobilaceum*, *Limoniastrum guyonianum*, *Reaumuria vermiculata*, *Mesembryanthemum nodiflorum*.
  - **L'ensemble B:** Regroupe les espèces peu exigeantes fréquentant tantôt les zones sableuses et tantôt d'autres zones et parmi lesquelles on note quelques espèces à large spectre biologique comme *Chenopodium album*, *Cynomorium coccineum*, *Plantago albicans*, *Stipa tenacissima*, *Thymelea microphylla*, *Artemisia herba alba*, *Schismus barbatus*. D'après Ozenda (1982) : *Plantago albicans* est une espèce fréquente dans les zones sableuses consolidées, alors que Pouget (1980) la caractérise comme étant une espèce se contenant d'un simple voile sableux en surface, d'un sol sous-jacent de nature quelconque quant à Djebaili (1984), il cite à son tour cette espèce dans l'alliance *Artemisia herba alba* et *Plantago albicans* colonisant les dépressions non salées et les sols généralement limoneux.
  - **L'ensemble C:** Regroupe des espèces psammophiles telle : *Aristida pungens*, cette graminée supporte aussi bien l'ensablement que le déchaussement grâce à un puissant système racinaire. Selon Maire (1926), les terrains sablonneux des

hauts-plateaux et du Sahara sont occupés par l'association à Drinn (*Aristida pungens*), à cette plante dominante s'associent quelques Nanophanérophytes comme *Retama retam*, *Saccocalyx saturoides*, *Euphorbia guyoniana*, *Thymelaea micrphylla*, *Artemisia campestris* et quelques rares Hémicryptophytes comme *Launea resedifolia*, *Onopordon arenarium* et *Malcolmia aegyptiaca*. *Arthrophytum scoparium*, se développe sur des sols calcimagnésiques xériques à texture moyenne. Le reste des espèces soit des graminées ou des chénopodiacées en association avec d'autres espèces : *Hordeum murinum*, *Erodium murinum*, *Lotus ornithopodioides*, *Malcolmia aegyptiaca*, *Suaeda fruticosa*, *Satureja graeca* L; *Stipa tenacissima*, *Stipa retorta*, *Trigonella maritima*.

### 10.3. La classification hiérarchique (C.H.A.)

Cette classification a permis après l'analyse de l'arbre hiérarchique (figure 39) la différenciation de trois groupements au fur et à mesure qu'on descend dans le niveau de segmentation, certains relevés se trouvent détachés des ensembles déterminés, ils sont réaffectés à un des ensembles en se basant sur la ressemblance du point de vue facteurs écologiques et surtout aspects physiologiques.

L'analyse du dendrogramme obtenu (figure 39) a permis la partition de l'ensemble de relevés en deux classes principales :

- **Classe A** : Regroupe les relevés effectués dans soit les sols sableux ou sols salés. Cette classe se subdivise en deux groupements :
  1. **L'ensemble E** : Il est formé par les relevés effectués dans les zones de dune, dans les sols sableux.
  2. **L'ensemble ED**: Il est formé par les relevés réalisés dans les zones humides, c'est des relevés des sols salés à exposition Nord.
- **Classe B** : avec un seul ensemble **ER** formé par les relevés inféodés aux zones humides, c'est des relevés des sols salés à exposition Sud.



Le tableau 6 , nous donne la répartition de l'ensemble des 251 relevés dans les différents groupements individualisés, ainsi que leurs effectifs représentatifs.

**Tableau 6.- Répartition des relevés dans les différents groupements à partir de l'AFC et la CAH**

Classes	Groupements	Numeros de Relevés
A	E	02-08-14- 21- 24- 47- 70- 81- 82- 83- 84- 85 86- 87-88 90 91-92-93-94-95-96-97-98-99 -100- 101- 102- 103- 104- 105 -106- 108- 109 -110-111- 112- 123- 114- 115- 116 -117- 18- 119 -120 -121 -122- 123- 124-125- 126 -127- 128- 129-130- 131- 132- 133- 134- 135- 136- 137- 138-139- 140- 141 -142- 143-144- 145- 146- 147- 148- 149- 150- 151- 152-153- 154- 155- 156- 157 -158 -159 -160 -163 -164 -166- 178 -189- 190-191- 199- 210-215- 216- 248- 255
	ED	04- 06- 11 -13- 16- 17 -18 -19 – 21- 22- 23- 25- 26- 27- 28- 29- 30 -32-33- 34- 35- 36- 37- 38- 39- 40- 41- 43- 44- 45- 46- 47- 48- 49 -50- 51-53- 54- 55- 56- 58- 59- 61- 62- 64- 65 -67- 68 -69- 70- 72- 73- 74- 75-77- 78 -79 -80- 151- 162- 168- 195- 211- 212- 213- 214- 230- 250 -251
B	ER	01 -09-10-12-23- 25-33 36 48 89 98 158 162 167 169 170 171 172 173 174 175 177 179 180 182 184 185 186 187 188 192 193 194 199 200 201 202 204 207 208 209 217 218 219 220 222 225 226 229 233 237 239 240 241 244 245 246 248 249 252 253 253 254 256



## **Chapitre V**

### **Identification des principaux groupements végétaux et diversité**

## 1. Synthèse sur les groupements végétaux identifiés-

L'exploitation de (l'AFC) et de la (CHA) permettent les conclusions suivantes sur la répartition de la végétation, sa composition et ses relations avec les conditions stationnelles.

### 1.1. La végétation des zones sableuses

C'est le groupement à *Aristida pungens*, cette plante dominante s'associe avec quelques Nanophanérophytes comme *Retama retam*, *Saccocalyx saturoides*, *Euphorbia guyoniana*, *Thymelaea microphylla*, *Artemisia campestris* et quelques rares Hémicryptophytes comme *Launea resedifolia*, *Onopordon arenarium*, *Malcomia aegyptiaca* et *Arthrophytum scoparium*.

### 1.2. La végétation des zones salées en exposition Nord

C'est le groupement végétal inféodé au chott, il regroupe les Hyper halophiles à *Halocnemum strobilaceum* ; *Arthrocnemum indicum* ; représente un recouvrement moyen de végétation de **20%** ; ce groupement est marqué par la dominance de *Limoniastrum guyonianum*, *Reaumuria vermiculata*, *Mesembryanthemum nodiflorum*, *Erodium murinum*, *Halocnemeum strobilaceum*, *Diploctaxie harra*, *Koeleria phleoides*, *Astragalus scorpioides*, *Malva sylvestris*.

### 1.3. La végétation des zones salées en exposition Sud

C'est le groupement à *Juncus maritimus*, se localise aux abords immédiats des chotts et est représenté par *Spergularia salina*, *Peganum harmala*, *Bellis annua*, *Arthrophytum scoparium*.

## 2. Caractérisation écologique des trois habitats

La végétation inventoriée au niveau de chaque zone reste fortement inféodée aux conditions du milieu, surtout le type de sol et l'exposition qui discrimine la composition floristique au niveau des zones salées selon l'exposition qu'elle soit Nord ou Sud

Le Chott et la Sebkha de Zahrez Chergui et Zahrez Gharbi sont de vastes dépressions endoreïques faisant partie d'un système plus étendu composé des grands chotts des hautes plaines Steppiques Algériennes, là où convergent les eaux provenant de l'Atlas Saharien au Sud et l'Atlas Tellien au Nord. Paysage végétal des Hautes Plaines Steppiques, il appartient

phytogéographiquement au domaine Maghrébin steppique. Climatiquement, la région des Zahrez est la moins Aride des grands Chotts des Hauts plateaux.

Les Zahrez (Gharbi et Chergui), situés dans le même bassin versant, font partie du système des grands Chotts des Hauts Plateaux, ils sont compris entre deux ensembles analogues mais plus grands (Chott Chergui à l'Ouest et Chott Hodna à l'Est).

Le cordon dunaire, troisième type d'habitat, se trouve à proximité de cette zone humide, plus précisément au Sud du Zahrez, il présente une végétation particulière, localisée sur les dunes, qui comprend des formations buissonnantes (Drinn et Rtem). Alors que sur les micro-dunes, au niveau des dépressions, se rencontrent des espèces hydrophiles très denses (Joncs, Diss, Phragmites).

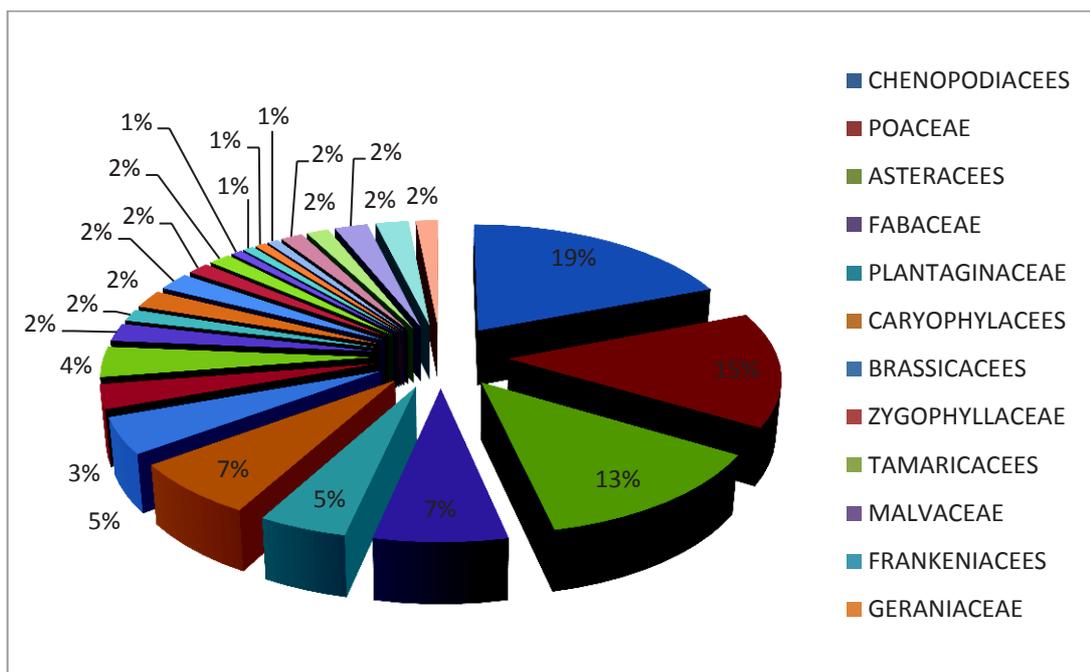
### 3. Diversité floristique

#### 3.1. Analyse floristique

Dans un territoire donné l'analyse floristique des différents ensembles, leurs caractères biologiques et chorologiques permettent d'évaluer sa valeur patrimoniale (Kadi-Hanifi., 2003). L'analyse floristique a permis de comptabiliser 131 espèces réparties sur les trois zones d'études notamment les sols salés, la zone des dunes et une troisième zone caractérisée par l'interface où la végétation est plus psammophytes que halophytes en zones salées.

#### 3.2. Diversité spécifique et générique

Au total 27 familles botaniques sont déterminées, le plus grand nombre d'espèces appartient à la famille des Chenopodiacees avec **25** espèces soit un taux de **(19%)** de la totalité des taxons, les Poacées avec **19** espèces **(15%)**, suivies par les Astéracées avec un taux de **(13%)**, les Caryophyllacées, les Fabacées avec **(7%)** et les Brassicacées **(5%)**. Le reste des familles sont moins représentées avec seulement 1 à 5 espèces (Figure 40).



**Figure 40. Représentation systématique des trois groupements de la végétation.**

Du point de vue diversité générique, l’analyse floristique a permis de dénombrer **10** familles ; Les familles les mieux représentées sont : les Chénopodiacées, les Poacées et les Astéracées avec les Caryophyllacées; le reste des familles botaniques sont moins représentées (Figure 40).

**Tableau 07. Représentation des espèces selon le type biologique et morphologique**

	Familles	Espèces	Type biologique	Type morphologique
<b>Zone sableuse</b>				
1	Poaceae	<i>Aristida pungens</i>	Hémicryptophyte	Ligneux vivaces
2	Astéraceae	<i>Artemisia campestris</i>	Chaméphyte	Ligneux vivaces
3	Astéraceae	<i>Artemisia herba alba</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
4	Astéraceae	<i>Atractylis carduus</i>	Chaméphyte	Herbacé vivace
5	Poaceae	<i>Avena bomoides</i>	Hémicryptophyte	Herbacé annuelle
6	Chenopodiaceae	<i>Atriplex halimus</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
7	Chenopodiaceae	<i>Atriplex canescens</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
8	Chenopodiaceae	<i>Bassia muricata</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
9	Astéraceae	<i>Bellis annua</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
10	Astéraceae	<i>Calendula aegyptiaca</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
11	Astéraceae	<i>Calendula arvensis</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
12	Poaceae	<i>Cutandia dichotoma</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle

13	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Géophyte	Herbacé vivace
14	Poaceae	<i>Dactylis repens</i>	Hémicryptophyte	Herbacé annuelle
15	Astéraceae	<i>Filago germanica</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
16	Astéraceae	<i>Filago spathulata</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
17	Astéraceae	<i>Hieracium pilosela</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
18	Astéraceae	<i>Ifloga spicata</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
19	Astéraceae	<i>Koelpinia linearis</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
20	Astéraceae	<i>Launaea resedifolia</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
21	Astéraceae	<i>Leontodon hispidulus</i>	Hémicryptophyte	Ligneux vivace
22	Astéraceae	<i>Onopordon arenarium</i>	Hémicryptophyte	Ligneux vivace
23	Zygophyllaceae	<i>Peganum harmala</i>	Chaméphyte	Herbacé vivace
24	Fabaceae	<i>Retama retam</i>	Phanérophyte	Ligneux vivace
25	Astéraceae	<i>Scorzonera laciniata</i>	Hémicryptophyte	Ligneux vivace
26	Astéraceae	<i>Senecio auriculata</i>	Hémicryptophyte	Herbacé annuelle
27	Astéraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
28	Poaceae	<i>Stipa tenacissima</i>	Géophyte	Herbacé vivace
<b>Zone salée Nord</b>				
29	Chenopodiaceae	<i>Atriplex halimus</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
30	Chenopodiaceae	<i>Atriplex canescens</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
	Chenopodiaceae	<i>Anabasis articulata</i>	Chaméphyte	Herbacé vivace
31	Chenopodiaceae	<i>Arthrophytum schimitianum</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
32	Astéraceae	<i>Artemisia herba alba</i>	Chaméphyte	Ligneux vivaces
33	Chenopodiaceae	<i>Betta macrocarpa</i>	Hémicryptophyte	Herbacés vivaces
34	Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i>	Thérophyte	Herbacés annuelles
35	Poaceae	<i>Cutandia dichotoma</i>	Thérophyte	Herbacés annuelles
36	Cynomoriaceae	<i>Cynomorium coccineum</i>	Nanophanérophyte	Herbacés vivaces
37	Poaceae	<i>Dactylis repens</i>	Hémicryptophyte	Ligneux vivace
38	Brassicaceae	<i>Eruca vesicaria</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
39	Geraniaceae	<i>Erodium murinum</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
40	Frankeniaceae	<i>Frankenia thymifolia</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
41	Astéraceae	<i>Filago spathulata</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
42	Chenopodiaceae	<i>Halopeplis amplexicaulis</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
43	Chenopodiaceae	<i>Halocnemeum strobilaceum</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
44	Papaveraceae	<i>Hypecoum geslini</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
45	Liliaceae	<i>Iris sisyrrinchium</i>	Géophyte	Herbacé annuelle

46	Brassicaceae	<i>Loncophora capiomontina</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
47	Malvaceae	<i>Malva parviflora</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
48	Brassicaceae	<i>Malcolmia aegyptiaca</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
49	Fabaceae	<i>Medicago laciniata</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
50	Fabaceae	<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
51	Astéraceae	<i>Onopordon arenarium</i>	Hémicryptophyte	Ligneux vivace
52	Polygonaceae	<i>Polygonum equisetiforme</i>	Géophyte	Herbacé vivace
53	Plantaginaceae	<i>Plantago albicans</i>	Hémicryptophyte	Ligneux vivace
54	Plantaginaceae	<i>Plantago coronopus</i>	Hémicryptophyte	Ligneux vivace
55	Plantaginaceae	<i>Plantago crassifolia</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
56	Poaceae	<i>Polypogon monspeliensis</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
57	Zygophyllaceae	<i>Peganum harmala</i>	Chaméphyte	Herbacé vivace
58	Poaceae	<i>Phragmites communis</i>	Géophyte	Herbacé vivace
59	Caryophyllaceae	<i>Pteranthus dichosomus</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
60	Tamaricaceae	<i>Reaumuria vermiculata</i>	Nano-Phanerophyte	Herbacé annuelle
61	Poaceae	<i>Schismus barbatus</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
62	Chenopodiaceae	<i>Salsola foetida</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
63	Chenopodiaceae	<i>Salsola vermiculata</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
64	Chenopodiaceae	<i>Salicornia fruticosa</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
65	Poaceae	<i>Stipa tenacissima</i>	Géophyte	Herbacé vivace
66	Poaceae	<i>Sphenopus divaricatus</i>	Hémicryptophyte	Ligneux vivace
67	Astéraceae	<i>Taraxacum getulum</i>	Hémicryptophyte	Ligneux vivace
68	Thymelaeaceae	<i>Thymelaea microphylla</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
69	Zygophyllaceae	<i>Zygophyllum cornutum</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace

**Zone salée Sud**

70	Chenopodiaceae	<i>Arthrocnemum glaucaum</i>	Hémicryptophyte	Ligneux vivaces
71	Chenopodiaceae	<i>Arthrocnemum indicum</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
73	Chenopodiaceae	<i>Atriplex canescens</i>	Hémicryptophyte	Ligneux vivace
74	Chenopodiaceae	<i>Atriplex halimus</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
75	Chenopodiaceae	<i>Atriplex glauca</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
76	Chenopodiaceae	<i>Arthrophytum scoparium</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
77		<i>Anabasis articulata</i>		
78	Chénopodiceae	<i>Arthrophytum schimitianum</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
79	Chenopodiaceae	<i>Salicornia arabica</i>	Géophyte	Herbacé vivace
80	Chenopodiaceae	<i>Salicornia fruticosa</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace

81	Chenopodiaceae	<i>Salsola vermiculata</i>	Chaméphyte	Herbacé vivace
82	Chenopodiaceae	<i>Suaeda fruticosa</i>	Chaméphyte	Herbacé vivace
83	Chenopodiaceae	<i>Spergularia salina</i>	Thérophyte	Herbacé vivace
84	Chenopodiaceae	<i>Plantago albicans</i>	Hémicryptophyte	Herbacé vivace
85	Chenopodiaceae	<i>Thymelaea virgata</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
86	Chenopodiaceae	<i>Thymelaea microphylla</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
87	Chenopodiaceae	<i>Traganum nudatum</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
88	Chenopodiaceae	<i>Stipa barbata</i>	Hémicryptophyte	Herbacé annuelle
89	Chenopodiaceae	<i>Salicornia arabica</i>	Géophyte	Herbacé vivace
90	Chenopodiaceae	<i>Halocnemeum strobilaceum</i>	Chaméphyte	Herbacé vivace
91	Poaceae	<i>Hordeum maritimum</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
92	Poaceae	<i>Hordeum murinum</i>	Thérophyte	Herbacé annuelle
96	Cistaceae	<i>Helianthemum getulum</i>	Chaméphyte	Herbacé vivace
97	Poaceae	<i>Helianthemum lippii</i>	Chaméphyte	Herbacé vivace
98	Poaceae	<i>Helianthemum virgatum</i>	Chaméphyte	Herbacé vivace
99	Chenopodiaceae	<i>Suaeda mollis</i>	Chaméphyte	Ligneux annuelle
100	Chenopodiaceae	<i>Salsola tetrandra</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
101	Chenopodiaceae	<i>Salsola tetragona</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
102	Chenopodiaceae	<i>Salsola foetida</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
103	Chenopodiaceae	<i>Salsola vermiculata</i>	Chaméphyte	Ligneux vivace
104	Chenopodiaceae	<i>Salicornia fruticosa</i>	Chaméphyte	Herbacé annuelle
105	Chenopodiaceae	<i>Salicornia arabica</i>	Géophyte	Herbacé annuelle
106	Chenopodiaceae	<i>Traganum nudatum</i>	Chaméphyte	Herbacé annuelle

3.3. Analyse des types biologiques

Les types biologiques sont conditionnés par les facteurs de milieu et déterminent le type physiologique de la formation végétale. Nous avons déterminé les spectres biologiques bruts et réels (pondérés).

3.3.1. Inventaire selon le type biologique et morphologique

L'exploitation des trois tableaux ci-dessus permet de comparer la composition floristique en matière de richesse et d'adaptation aux différents habitats. Cette exploitation permet de synthétiser la relation espèces-habitat en ne citant que les espèces inféodées aux conditions du milieu comme suit :

Espèces	Zone sableuse	Zone salée Nord	Zone Salée Sud
<i>Adonis microcarpa</i>	+		
<i>Aeluropus littoralis</i>		+	
<i>Aizoon hispanicum</i>	+		
<i>Aristida pungens</i>	3		
<i>Arthrocnemum glaucum</i>		1	3
<i>Arthrocnemum indicum</i>		1	2
<i>Atriplex canescens</i>	2	1	1
<i>Atriplex halimus</i>	3	2	2
<i>Atriplex portulacoides</i>	1	1	1
<i>Atriplex glauca</i>	1	1	1
<i>Arnebia decumbens</i>	1		
<i>Arthrophytum scoparium</i>		1	2
<i>Arthrophytum schimitianum</i>		3	2
<i>Atractylis carduus</i>	2		
<i>Anabasis articulata</i>		1	2
<i>Artemisia herba alba</i>	2	2	
<i>Artemisia campestris</i>	2		
<i>Alkanna tinctoria</i>		1	
<i>Astragalus armatus</i>	+		
<i>Astragalus scorpioides</i>	+		
<i>Avena bomoides</i>	2		
<i>Bassia muricata</i>	2		
<i>Bellis annua</i>	3		
<i>Beta vulgaris</i>	+		
<i>Beta macrocarpa</i>	+	3	
<i>Bromus rubens</i>	+		
<i>Calendula aegyptiaca</i>	2		
<i>Calendula arvensis</i>	3		
<i>Chenopodium album</i>		3	
<i>Cressa cretica</i>	1		

<i>Cutandia dichotoma</i>	2	+	
<i>Cynodon dactylon</i>	2		
<i>Cynomorium coccineum</i>		1	
<i>Dactylis repens</i>	2	+	
<i>Diplotaxis harra</i>	+		
<i>Euphorbia granulata</i>			+
<i>Euphorbia guyoniana</i>		+	
<i>Eruca vesicaria</i>	+		
<i>Erodium murinum</i>	+	2	
<i>Erodiun cicutarium</i>	+		
<i>Erodiun glygophyllum</i>	+	+	
<i>Frankenia pulverulenta</i>		1	
<i>Frankenia thymifolia</i>		2	
<i>Fagonia olivieri</i>		+	+
<i>Fagonia microphylla</i>		1	+
<i>Filago germanica</i>	1		
<i>Ifloga spicata</i>	1		
<i>Filago spathulata</i>	1	2	
<i>Halopeplis amplexicaulis</i>	+	2	
<i>Halocnemeum strobilaceum</i>		3	2
<i>Hordeum maritimum</i>	+	1	2
<i>Hordeum murinum</i>	+	1	1
<i>Helianthemum getulum</i>			1
<i>Helianthemum lippii</i>			1
<i>Helianthemum virgatum</i>			2
<i>Herniaria mauritanica</i>		1	
<i>Hieracium pilosela</i>	2		
<i>Hypecoum geslini</i>	+	2	
<i>Iris sisyrynchium</i>		1	
<i>Juncus acutus</i>		+	+
<i>Juncus maritimus</i>		+	+
<i>Juncus bufonius</i>		+	+
<i>Koelpinia linearis</i>	1		
<i>Koeleria phleoides</i>	+		
<i>Launaea resedifolia</i>	1		
<i>Limoniastrum guyonianum</i>		+	
<i>Limonium pruinosum</i>			+
<i>Linaria laxiflora</i>			+
<i>Lotus ornithopodioides</i>		+	
<i>Loncophora capiomontana</i>		+	
<i>Leontodon hispidulus</i>	2		
<i>Malva aegyptiaca</i>	+		
<i>Malva parviflora</i>	+	+	
<i>Malva sylvestris</i>	+		
<i>Malcolmia aegyptiaca</i>		2	
<i>Medicago laciniata</i>		1	
<i>Medicago aegyptiaca</i>		1	
<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i>		1	
<i>Muricaria prostrata</i>	1		

<i>Onopordon arenarium</i>	2	2	
<i>Polygonum equisetiforme</i>		1	
<i>Plantago ovata</i>			1
<i>Plantago albicans</i>		3	2
<i>Plantago coronopus</i>		2	
<i>Plantago crassifolia</i>		2	
<i>Poa bulbosa</i>			
<i>Polypogon monspeliensis</i>			1
<i>Peganum harmala</i>	3	1	
<i>Phragmites communis</i>		2	
<i>Pteranthus dichotomus</i>		2	
<i>Reaumuria vermiculata</i>		2	
<i>Retama retam</i>	3	+	+
<i>Rhanterium suaveolens</i>		1	+
<i>Spergularia salina</i>			2
<i>Spergularia diandra</i>			1
<i>Schismus barbatus</i>		+	1
<i>Schoenus nigricans</i>		+	
<i>Suaeda fruticosa</i>		2	2
<i>Suaeda mollis</i>		2	1
<i>Salsola tetrandra</i>		2	
<i>Salsola tetragona</i>		3	1
<i>Salsola foetida</i>		3	1
<i>Salsola vermiculata</i>		3	2
<i>Scorzonera laciniata</i>		1	
<i>Salicornia fruticosa</i>		3	2
<i>Salicornia arabica</i>		4	3
<i>Saccocalyx saturoides</i>		4	
<i>Satureja graeca</i>		1	
<i>Silene arenarioides</i>		1	
<i>Scleranthus annuus</i>	1		
<i>Senecio auricula</i>		1	
<i>Sonchus oleraceus</i>	2		
<i>Sinapis arvensis</i>	1		
<i>Stipa parviflora</i>	+	2	
<i>Stipa tenacissima</i>	2		
<i>Stipa retorta</i>		+	1
<i>Sphenopus divaricatus</i>		2	
<i>Spergularia marginata</i>		1	1
<i>Stipa barbata</i>			2
<i>Taraxacum getulum</i>		1	
<i>Traganum nudatum</i>		1	1
<i>Tamarix aphylla</i>	1	4	4
<i>Tamarix articulata</i>	+	1	1
<i>Tamarix africana</i>	+	+	+
<i>Tamarix gallica</i>	1	+	+
<i>Thymelaea microphylla</i>		4	2
<i>Thymelaea virgata</i>		2	2
<i>Trigonella anguina</i>	1		

<i>Trigonella maritima</i>	1	+	
<i>Zygophyllum cornutum</i>		3	1

3.3.2.1. Spectre biologique brut

La répartition des types biologiques des différents groupements est représentée dans les figures suivantes : (Figures 41, 42, 43.) et Tableau 09.

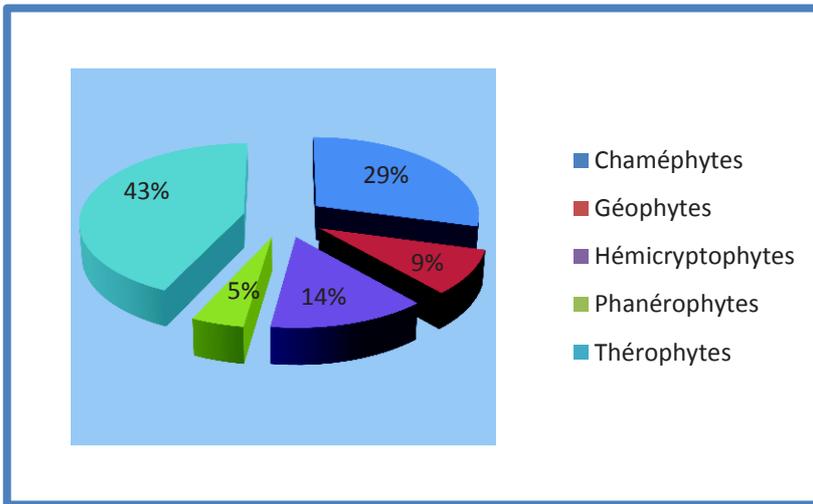


Figure 41.Spectre brut du premier groupement floristique (E)

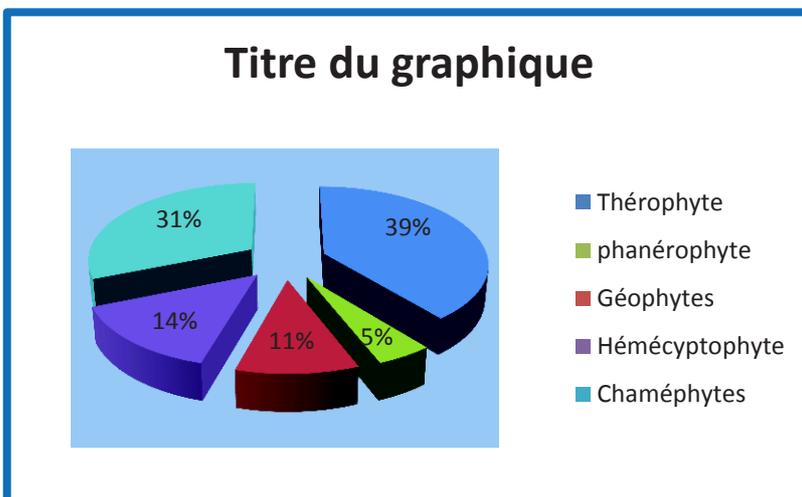
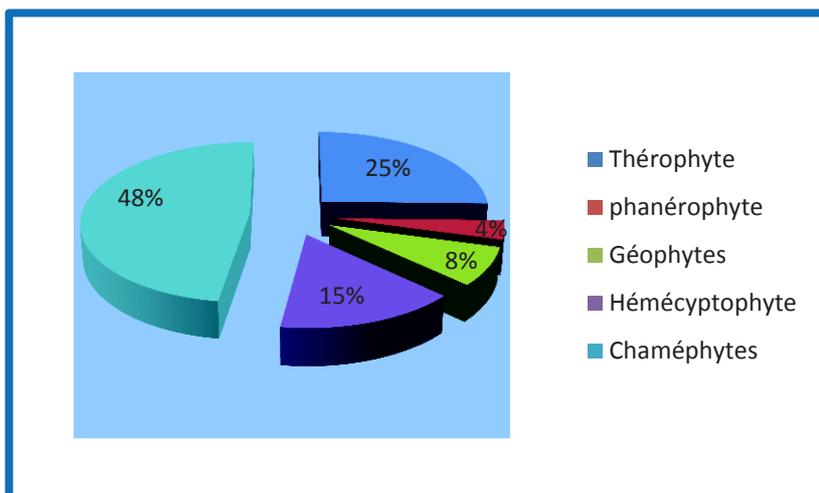


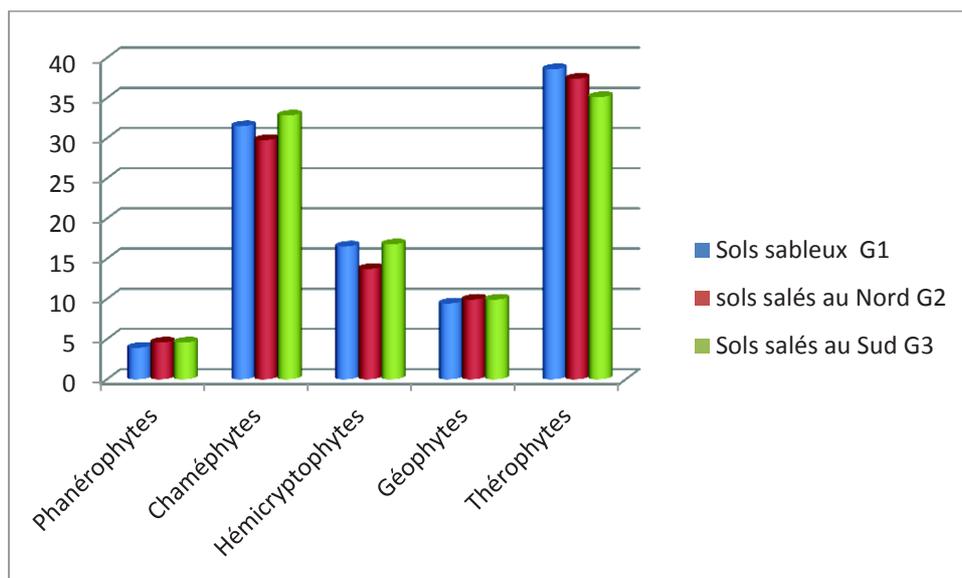
Figure 42.Spectre brut du deuxième groupement floristique(ED)



Figures 43 - Spectre brut du troisième groupement floristique(ER)

Tableau 09. Etude comparative du spectre brut des trois groupements végétaux

Groupements	Groupement(E)	G (ED)	G(ER)
Type biologique	Fréquences relatives (%)	Fréquences relatives (%)	Fréquences relatives (%)
Phanérophytes	03,93	4,58	4,58
Chaméphytes	31,49	29,77	32,82
Hémicryptophytes	16,53	13,74	16,79
Géophytes	09,44	9,92	9,92
Thérophytes	38,58	37,4	35,11
Total	100	100	100
(IP) Indice de Perturbation	70,07	70 ,4	68.46



**Figure 44.- Types biologiques par zones**

L'analyse du spectre biologique permet certaines observations ;

- Les Chamaephytes et les Thérophytes restent dominants sur les trois zones ;
- Les Hémicryptophytes et les Géophytes ne sont représentés qu'à 1/3 des autres types.

De ces observations il y a lieu de retenir l'impact des conditions stationnelles sur les types biologiques confirmant la forte adaptabilité et résistance des Chamaephytes et des Thérophytes aux sols sableux et salés.

Ces deux types biologiques confirment les faibles potentialités écologiques de ces habitats où le concept de Chamaephytisation et Thérophysation sont présents ; ce n'est qu'une adaptation d'espèces aux conditions de leur milieu donc d'un habitat auquel elles sont inféodées.

L'analyse de la répartition des types biologiques (figures 41, 42, 43) révèle la dominance très nette des Thérophytes avec **40%** dans le groupement **E** ; **43%** et **48%** dans le groupement **ED** et **ER** respectivement suivie de celle des Chameaphytes.

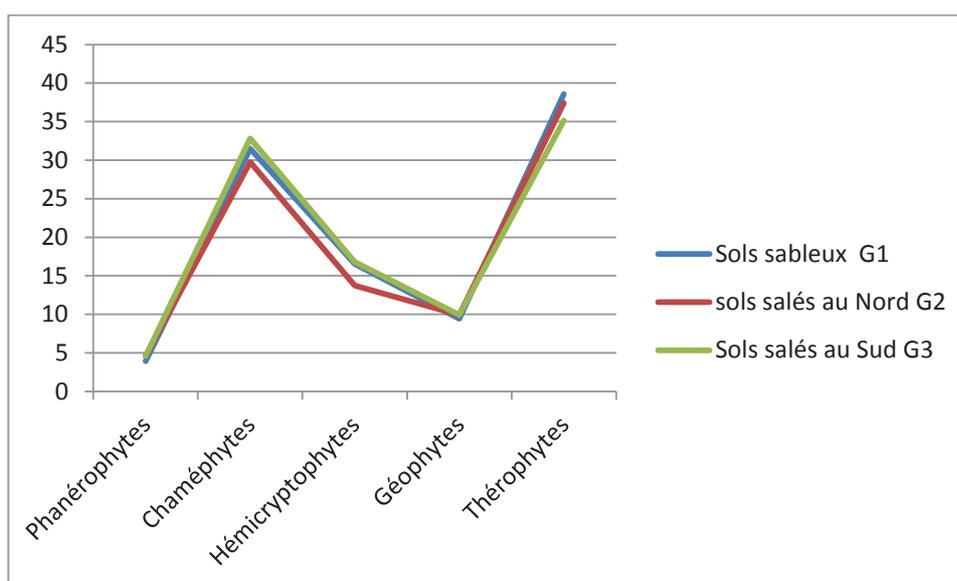
L'analyse du spectre biologique brut, montre une dominance très nette des Thérophytes dans les groupements **E**, **ED** et **ER**.

Le taux de Chaméphytes observé dans les groupements **E** et **ER**, reste légèrement élevé avec un pourcentage respectif de **31,49%** et **32,82%**. Les Chaméphytes dans le groupement **ER** indique également des milieux frais à basse température ; en effet, (Orshan et al., 1984) cité dans Dahmani (1997), considèrent les Chaméphytes comme étant des espèces

qui s'adaptent mieux aux basses températures et à l'aridité. Ce sont les Chamaephytes qui dominent, les géophytes et les Hémicryptophytes occupent la dernière position. Le pourcentage des Phanérophytes, des Nanophanérophytes, des Hémicryptophytes et des Géophytes diminue avec la xéricité et l'ouverture du milieu, par contre ceux des Thérophytes et des Chameaphytes augmentent.

Cette chamæphytisation a pour origine le phénomène d'aridisation (Raunkiaer, 1934 ; Orshan et al., 1984 et Floret et al., 1990) , il faut savoir que les Chamaephytes s'adaptent mieux à la sécheresse estivale et aux forts éclaircissements lumineux (Danin et Orshan., 1990) ; le pâturage favorise aussi de manière globale les Chamæphytes.

Repoussées par les troupeaux (Kadi-Hanifi., 1998), comme *Thymelaea microphylla*, *Fagonia microphylla*, *Atractylis flava* et *Astragalus armatus*, (Amghar,2002) ; les Thérophytes sont dominants dans les groupements **E** et **ED**.



**Figure 45. Spectre biologique brut des trois groupements (E, ED, ER)**

La proportion élevée des Thérophytes dans l'ensemble E est dû à la dégradation du milieu lié à l'action anthropozoïque. Cette Thérophytisation est une caractéristique des zones arides (Barbero et al., 1990). Selon Negre (1966) et Daget (1980), la Thérophytie est une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux

rigueurs climatiques, enfin les Phanérophytes sont dans l'ensemble les moins bien représentés dans tous les groupements (figure 45).

L'indice de perturbation indique le degré de dégradation des groupements végétaux, le groupement **ED** présente un indice de perturbation le plus élevé.

### 3.3.3. Spectre biologique réel (Pondéré)

Les figures (46, 47 et 48) mettent en évidence la répartition des spectres réels dans les trois groupements. Les résultats du spectre biologique réel confirment que ce sont les Chaméphytes qui dominent au groupement **E** avec un recouvrement moyen de **14,37 %** (Tableau 10). Les Thérophytes viennent en 2<sup>ème</sup> position au groupement **ER**. **ED**, en découle de ces constatations que plus les conditions du milieu sont rigoureuses, plus les Thérophytes augmentent et plus les Phanérophytes diminuent. Le développement des Thérophytes peut également trouver son explication dans la très faible pluviosité enregistrée ces dernières années. Cette sécheresse pédoclimatique permet le développement des Thérophytes qui n'exigent pas beaucoup d'eau et celle des Chamaephytes qui physiologiquement s'adaptent mieux à la sécheresse.

Cette action anthropique s'accompagne de la dégradation de la couverture végétale donc de la déflation du sol par endroit et d'ensablement dans un autre sous l'effet du self mulching permet le développement des Thérophytes.

Le taux élevé de Thérophytes est inféodé aux types de formation végétale et en particulier à leur faible taux d'ouverture, donc à la concurrence interspécifique (Daget, 1980).

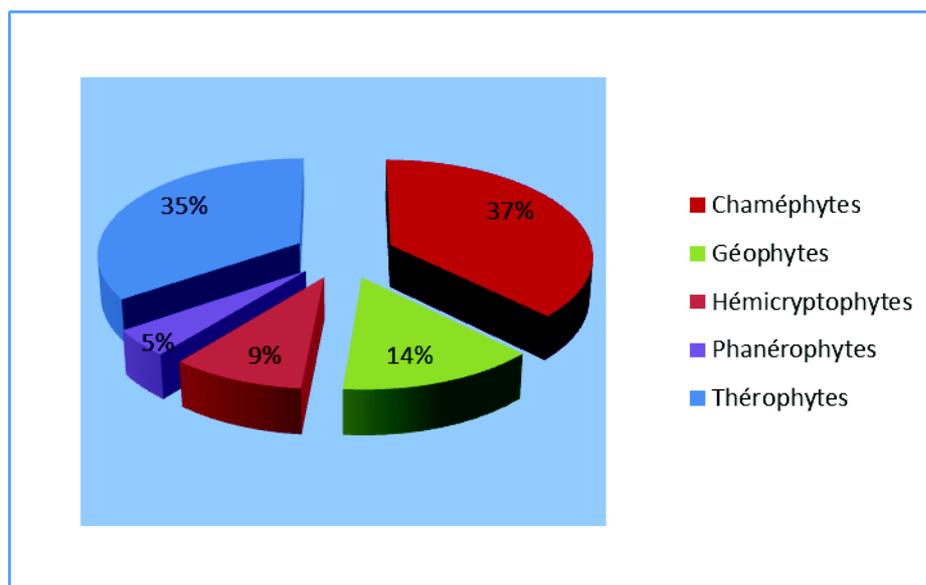
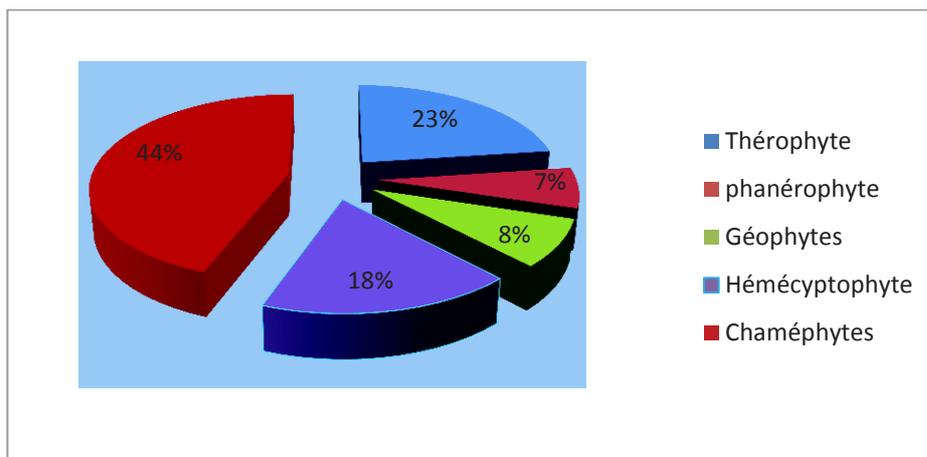
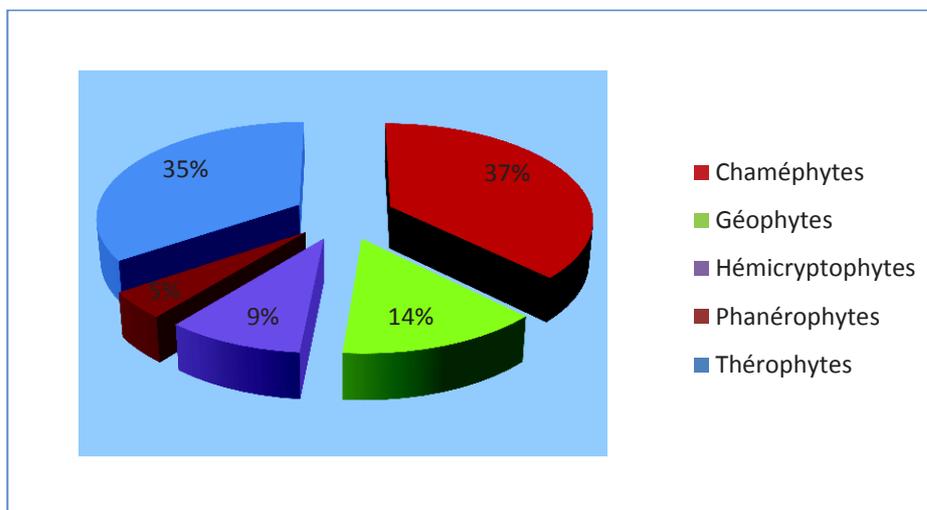


Figure 46. Spectre biologique réel du groupement (E).



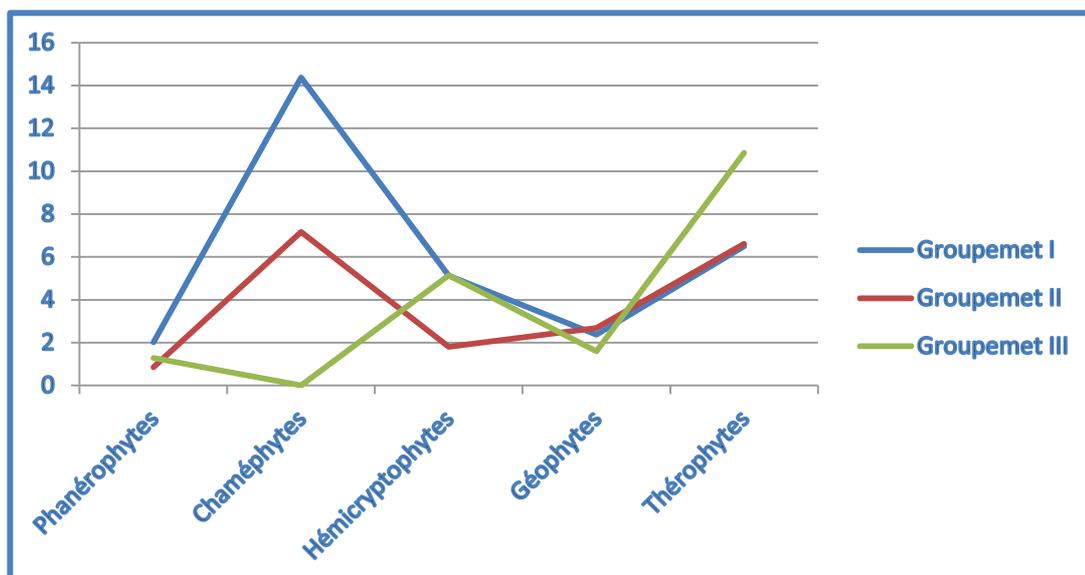
**Figure 47.- Spectre biologique réel du groupement (ED).**



**Figure 48. Spectre biologique réel du groupement (ER).**

**Tableau 10. -Etude comparative du spectre réel des trois groupements**

Groupements	G (E)	G (ED)	G (ER)
Recouvrements	Recouvrement réel en %	Recouvrement réel en %	Recouvrement réel en %
Espèces			
Phanérophytes	2,02	0,86	1,29
Chaméphytes	14,37	7,17	12,59
Hémicryptophytes	5,13	1,8	5,14
Géophytes	2,37	2,68	1,59
Thérophytes	6,49	6,62	10,85
Total	30,38%	19,13	31,46



**Figure 49.- Spectre biologique réel des trois groupements (E , ED,ER).**

### 3.3.4. Eléments chorologiques

L'exploitation des travaux de Rougerie (1988), Lacoste et Salanon (1986) et Braque (1988) permet de définir la chorologie en retenant que dans la Biosphère, chaque espèce occupe un territoire qui lui convient en fonction de sa propre évolution et de ses préférences écologiques. Ce territoire est considéré par les écologues comme une « aire », c'est-à-dire une zone géographique d'extension très variable, en situation de continuité ou de discontinuité, sur laquelle une espèce vivante se rencontre de façon spontanée. La Chorologie est donc la branche de la Biogéographie qui se charge de délimiter les « aires » de localisation des organismes vivants sur Terre.

En règle générale, l'organisme à la base de chaque « aire » est considéré comme un « taxon » ou « unité taxonomique » qui a une répartition géographique propre. Le « taxon » correspond le plus souvent à une « espèce » ; on parle alors de la répartition ou de la chorologie de cette « espèce ».

### 3.4. Spectres phytogéographiques

Afin d'apporter une contribution efficace à la connaissance de la diversité phytogéographique nous avons retenu les deux types de spectres à savoir le spectre brut et le spectre réel.

Le spectre phytogéographique du groupe E suit l'ordre suivant :

Méditerranéen>Saharo-arabique>Plurirégionale>Endémique>Méditerranéo-saharo-arabique>Européenne=Euro-asiatique =Euro-méditerranéen.

### 3.5. Inventaire des espèces et de leur appartenance biogéographiques

Dans le but de déterminer les différents types biogéographiques dans les trois zones, une récapitulation s'impose et se récapitule comme suit :

Tableau 11.- Inventaire des espèces et de leur appartenance biogéographiques.

Espèces relevées	Type biogéographique		
	Zone sableuse	Zone salée Nord	Zone salée Sud
<i>Adonis microcarpa</i>			Med
<i>Aeluropus littoralis</i>			Med
<i>Aizoon hispanicum</i>			Med
<i>Aristida pungens</i>	Sah.Arab		
<i>Arthrocnemum glaucum</i>		Plurig	
<i>Arthrocnemum indicum</i>		End	
<i>Atriplex canescens</i>	Med	Med	Med
<i>Atriplex halimus</i>	plurig	plurig	plurig
<i>Atriplex portulacoides</i>			Med
<i>Atriplex glauca</i>			Med
<i>Arnebia decumbens</i>	Med-Sah-Arab		
<i>Arthrophytum scoparium</i>			Med-Sah-Arab
<i>Arthrophytum schimitianum</i>		Sah.Arab	Sah.Arab
<i>Atractylis carduus</i>	Sah.Arab		
<i>Anabasis articulata</i>			Sah.Arab
<i>Artemisia herba alba</i>	Med	Med	
<i>Artemisia campestris</i>	Med		
<i>Alkanna tinctoria</i>	Med		
<i>Astragalus armatus</i>	End		
<i>Astragalus scorpioides</i>	I.Maur		
<i>Avena bomoides</i>	Med		
<i>Bassia muricata</i>	Sah-Arab		
<i>Bellis annua</i>	Med		
<i>Beta vulgaris</i>	E.Med		
<i>Beta macrocarpa</i>		Med	
<i>Bromus rubens</i>		Pl .S.T	
<i>Calendula aegyptiaca</i>	Sah-Arab		
<i>Calendula arvensis</i>	Sah .Med		
<i>Chenopodium album</i>		P	
<i>Cressa cretica</i>	Pl		
<i>Cutandia dichotoma</i>	Med	Med	
<i>Cynodon dactylon</i>	Pl		
<i>Cynomorium coccineum</i>		Med	
<i>Dactylis repens</i>	Pl	Pl	
<i>Diplotaxis harra</i>	Med-Ira-T		
<i>Euphorbia granulata</i>		Sah-Arab	
<i>Euphorbia guyoniana</i>		Sah-Arab	
<i>Eruca vesicaria</i>		Med	
<i>Erodium murinum</i>		Med	
<i>Erodiun cicutarium</i>	Med		
<i>Erodiun glygophyllum</i>	Med-Sah-Arab		

<i>Frankenia pulverulenta</i>		Med	
<i>Frankenia thymifolia</i>		End	
<i>Fagonia olivieri</i>	Sah-Arab		
<i>Fagonia microphylla</i> <i>Pomel</i>	Sah-Arab		
<i>Filago germanica</i>	Eu-Med		
<i>Ifloga spicata</i>	Sah-Arab		
<i>Filago spathulata</i>	Med	Med	
<i>Halopeplis amplexicaulis</i>		Med	
<i>Halcnemeum</i> <i>strobilaceum</i>		Med	
<i>Hordeum maritimum</i>		Med	Med
<i>Hordeum murinum</i>		Med	Med
<i>Helianthemum getulum</i>			End
<i>Helianthemum lippii</i>			Sah-Arab
<i>Helianthemum virgatum</i>			Med
<i>Herniaria mauritanica</i>		End	End
<i>Hieracium pilosela</i>	Eu-Med		
<i>Hypecoum geslini</i>		Med-Sa- Arab	
<i>Iris sisyrinchium</i>		Pl	
<i>Juncus acutus</i>		Pl	
<i>Juncus maritimus</i>			Pl
<i>Juncus bufonius</i>			Pl
<i>Koelpinia linearis</i>	Med		
<i>Koeleria phleoides</i>		Pl	
<i>Launaea resedifolia</i>	Med.Sah.Arab		
<i>Limoniastrum</i> <i>guyonianum</i>		End	
<i>Limonium pruinatum</i>		Sah	
<i>Linaria laxiflora</i>			Sah
<i>Lotus ornithopodioides</i>			Med
<i>Loncophora</i> <i>capiomontana</i>		Med	
<i>Leontodon hispidulus</i>	Med		
<i>Leontodon hispidulus</i>		W .Med	
<i>Malva aegyptiaca</i>	Med-Sah- Arabi		
<i>Malva parviflora</i>		Med	
<i>Malva sylvestris</i>	Pl		
<i>Malcolmia aegyptiaca</i>		Sah-Arab	
<i>Medicago laciniata</i>		Med-Sa- Arab	
<i>Medicago aegyptiaca</i>		Med	
<i>Mesembryanthemum</i> <i>nodiflorum</i>		Med	
<i>Muricaria prostrata</i>			End
<i>Onopordon arenarium</i>	Sah-Arab	Sah-Arab	

<i>Polygonum equisetiforme</i>		Med	
<i>Plantago ovata</i>			Med
<i>Plantago albicans</i>		Med	Med
<i>Plantago coronopus</i>		Euras	
<i>Plantago crassifolia</i>		Med	
<i>Poa bulbosa</i>			Med
<i>Polypogon monspeliensis</i>			Pl.Sub
<i>Peganum harmala</i>	Ira-Tau	Ira-Tau	
<i>Phragmites communis</i>		Pl	
<i>Pteranthus dichotomus</i>		S -S-Med	
<i>Reaumuria vermiculata</i>		Med	
<i>Retama retam</i>	Sah-Arab		
<i>Rhanterium suaveolens</i>	Sah		
<i>Spergularia salina</i>		Med-Step	
<i>Spergularia diandra</i>			Med
<i>Schismus barbatus</i>		Med	
<i>Schoenus nigricans</i>		Pl	
<i>Suaeda fruticosa</i>			Med
<i>Suaeda mollis</i>			Med
<i>Salsola tetrandra</i>			Sah
<i>Salsola tetragona</i>			Sah
<i>Salsola foetida</i>		Sah-Arab	
<i>Salsola vermiculata</i>		Med-Sah-Arab	Med-Sah-Arab
<i>Scorzonera laciniata</i>	Eu-Arab		
<i>Salicornia fruticosa</i>		Med	Med
<i>Salicornia arabica</i>			Pl
<i>Saccocalyx saturoides</i>		End	End
<i>Satureja graeca</i>	Med		
<i>Silene arenarioides</i>	End		
<i>Scleranthus annuus</i>	Med		
<i>Senecio auricula</i>	Ibero-Alg		
<i>Sonchus oleraceus</i>	Plu		
<i>Sinapis arvensis.</i>		E	
<i>Stipa parviflora.</i>	Med		
<i>Stipa tenacissima.</i>	Med	Med	
<i>Stipa retorta</i>	Med		
<i>Sphenopus divaricatus.</i>		Pl	
<i>Spergularia marginata</i>		Med	
<i>Stipa barbata</i>	Med		
<i>Taraxacum getulum</i>		End	
<i>Traganum nudatum</i>			Sah-S
<i>Tamarix aphylla</i>	Sah-Arab		
<i>Tamarix articulata</i>	Sah-Arab		
<i>Tamarix africana</i>	Med		
<i>Tamarix gallica</i>	Med-Sah-Arab		
<i>Thymelaea microphylla.</i>		Med-Sah-Arab	Med-Sah-Arab

<i>Thymelaea virgata.</i>		Med	Med
<i>Trigonella anguina.</i>		Med	
<i>Trigonella maritima.</i>		Med	
<i>Zygophyllum cornutum</i>		End	

L'analyse du tableau précédent (Tableau 12) permet de souligner que la zone d'étude regroupe essentiellement des espèces méditerranéennes qui représentent 42% et selon Dahmani (1997), l'élément méditerranéen appartient à tous les types biologiques.

L'élément Saharo-arabique et Plurirégional occupent respectivement la deuxième et la troisième place avec des taux de 20% et 12%. En quatrième position se classe les éléments Plurirégionaux, Euro-méditerranéens et Européens avec 3,70% et en dernière position c'est l'élément Méditerranéo-saharien avec 1,85%. Cette classification se justifie essentiellement par les conditions d'habitat donc de sol et de bioclimat.

Le spectre phytogéographique du groupe ED suit l'ordre suivant : Méditerranéen > Euro-asiatique > Endémique =Plurirégionale >Européenne> Euro- méditerranéen.

Ce spectre précise que la zone d'étude a une composition floristique appartenant aux domaines biogéographiques d'espèces méditerranéennes.

L'élément plurirégional est dominant avec 12%, suivi par l'élément endémique avec 9% et l'élément eurasiatique qui ne représente que 2% de la totalité des espèces rencontrées. Cette composition est logique puisqu'elle obéit aux impacts des conditions d'habitat assez particulières sur l'origine biogéographique. Les autres éléments phytogéographiques sont très faibles, comprenant les espèces européennes et les euro-méditerranéennes avec respectivement 2% et 2%.

Le spectre phytogéographique du groupe ER suit l'ordre suivant : Méditerranéen>Saharo-arabique >Plurirégionale> Endémique >Méditerranéen saharo-arabique, le reste des éléments à des valeurs négligeables. La zone d'étude est composée essentiellement d'espèces méditerranéennes 42%, suivie par l'élément Saharo-arabique avec 22%, ensuite l'élément Saharo-arabique. (Figures : 50, 51, 52)

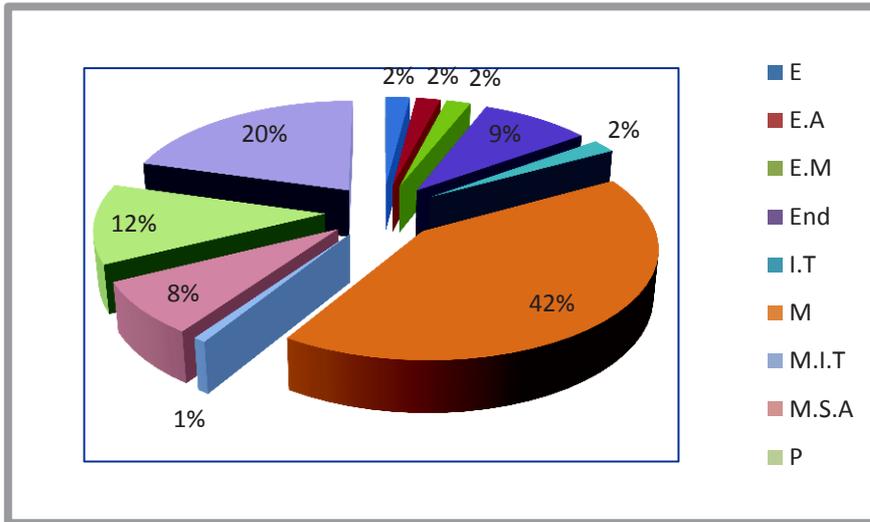


Figure 50 . Spectre phytogéographique du groupement E.

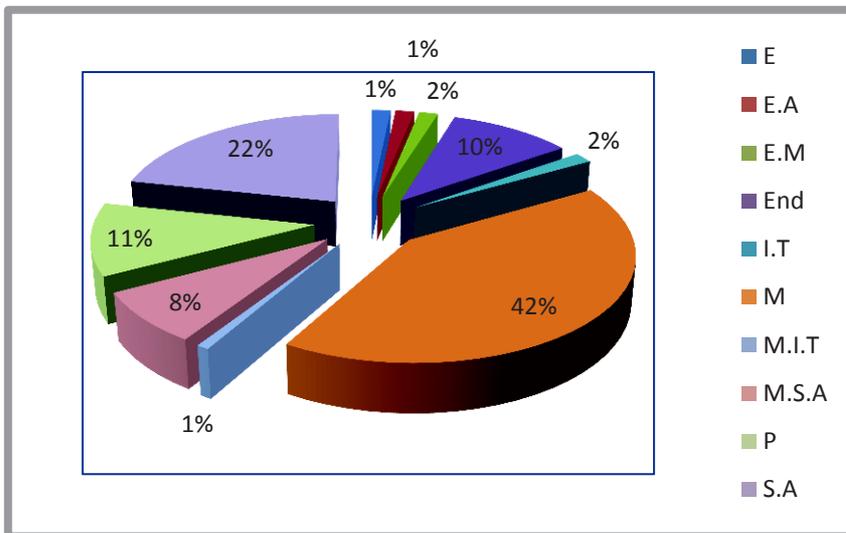


Figure 51 . Spectre phytogéographique du groupement ED.

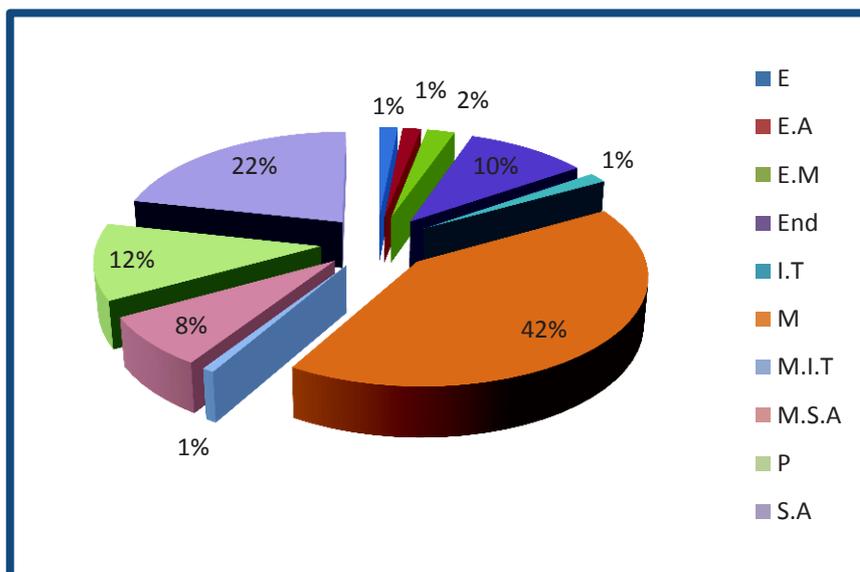


Figure 52 . Spectre phytogéographique du groupement ER.

#### 4. Indice de diversité

Caractériser les stations échantillonnées au point de vue diversité est un paramètre essentiel et nécessaire, pour la simple raison que la diversité floristique compte parmi les attributs vitaux d'un éco-complexe (Le Floc'h et Aronson., 1995).

L'indice de Shannon ( $H'$ ) et régularité ( $R$ ) sont respectivement de l'ordre de 2,05 et 0,33. L'indice de Shannon ( $H'$ ) varie entre 0,5 (faible diversité) et 4,5 (forte diversité), la valeur obtenue (2,05) indique que le milieu est faiblement riche en espèces et en individus. A partir de l'indice de Shannon, la régularité ( $R$ ) de Pielou qui varie entre 0 et 1 a été calculée et situe ce groupement en deçà de la moyenne. Cette régularité est faible ce qui confirme que les individus sont répartis d'une façon hétérogène avec une répartition inégale des individus entre les espèces.

Quant à la régularité, elle est de **2,32** pour l'ensemble E, valeur moyenne qui pourrait indiquer une diversité moyenne, étant donné que l'échelle de variation de cet indice est de 0,5 à 4. L'indice de Shannon de l'ensemble ED est de **2,05** ; une valeur inférieure à la moyenne classant cet ensemble végétal dans une hétérogène : absence de répartition égale des individus entre les espèces. Quant à la régularité, elle est de **0,33**, inférieure à la moyenne.

L'indice de Shannon de l'ensemble ER est de **3,35** ; une valeur supérieure aux autres groupes ; quant à la régularité, elle est de **0,56** et présente une répartition des individus d'une façon également hétérogène, c'est-à-dire qu'il n'y a pas une répartition égale des individus entre les espèces. En prenant en considération uniquement la composition floristique, les

résultats obtenus paraissent assez logiques ; puisque les sols sableux sont plus riches en taxons que les zones humides qui sont pâturées et dégradées.

Ainsi, la valeur la plus élevée de l'indice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) est obtenue avec l'ensemble ER ( $H' = 3.35$ ) qui est le plus riche spécifiquement avec **130** espèces suivi par l'ensemble ED ( $H' = 2.32$ ) moins riche spécifiquement avec **125** espèces. Ces espèces présentent également des indices d'abondance dominance élevés. Enfin par l'ensemble E ( $H' = 2.05$ ) qui est relativement inférieure à celle obtenue précédemment.

Les résultats obtenus permettent de souligner que l'indice de diversité ( $H'$ ) semble varier avec la richesse spécifique. Ceci s'explique par le fait que l'ensablement diminue la richesse floristique notamment le nombre des espèces. Cette forte équitabilité peut s'expliquer encore par l'existence d'une équi-répartition des abondances entre les espèces de ce groupement.

La valeur faible de l'équitabilité, comme pour la diversité spécifique, indique que les espèces qui composent ce groupement ont des abondances sensiblement différentes. Ainsi une forte proportion de l'effectif (abondance) globale de l'ensemble dépend d'un faible nombre d'espèces (Lacoste et Salanon., 1999).

#### **4.1. Comparaison des spectres biologiques bruts et réels**

L'analyse du spectre biologique brut, montre une dominance des Thérophytes dans les ensembles E, ED et ER, ces ensembles végétaux peuvent être caractérisés comme inféodés à l'association *Théro-chaméphytiques* ; marquée par une Synaptospermie (formation de diaspores contenant plus d'une graine qui sont dispersées comme une seule unité) car presque la moitié des espèces sont des Thérophytes.

Le taux de Chaméphytes observé dans les ensembles E et ED reste légèrement élevé avec un pourcentage respectif de **31,49%** et **32,82 %**, ce sont les Chamaephytes qui dominent, les Géophytes et les Hémicryptophytes occupent la dernière position. Le pourcentage des Phanérophytes, des Nanophanéphytes, des Hémicryptophytes et des Géophytes diminue avec la xéricité et l'ouverture du milieu, par contre ceux des Thérophytes et des Chamaephytes augmentent. Cette Chaméphytisation a pour origine le phénomène d'aridité (Raunkiaer, 1934 ; Orshan et al, 1984 et Floret et al, 1990), il faut savoir que les Chamaephytes s'adaptent mieux à la sécheresse estivale et aux forts éclaircissements lumineux (Danin et Orshan, 1990).

La proportion élevée des Thérophytes dans le groupement E est due à la dégradation du milieu lié à l'action anthropozoïque. Le Houerou (1992), souligne l'importance des Chamaéphytes dans les formations graminéennes ceci est dû au fait qu'elles ne soient pas broutées par les troupeaux qui préfèrent les Hémicryptophytes et les Thérophytes.

En effet les Hémicryptophytes préfèrent en général les milieux humides riches en matière organique selon Barbero et al. (1990), ce qui conforte notre interprétation et la composition des types biologiques des groupements identifiés, ce qui expliquerait leur faiblesse dans le recouvrement de l'espace. Cette Thérophytisation est une caractéristique des zones arides (Daget, 1980 ; Barbero et al, 1990). Selon Negre (1966) et Daget (1980), la Thérophytie est une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux rigueurs climatiques. Enfin les Phanérophytes sont dans l'ensemble les moins bien représentés dans tous les groupements.

L'indice de perturbation indique le degré de dégradation des groupements végétaux, le spectre biologique réel, laisse apparaître une dominance des Chaméphytes au groupement E avec un recouvrement moyen de **14,37 %**. Les Thérophytes occupent la 2<sup>ème</sup> position, Il en découle que plus les conditions du milieu sont rigoureuses, plus la présence des Thérophytes augmente et celle des Phanérophytes diminue. Durant la période de l'étude il faut souligner qu'une quantité moyenne à très faible de pluviosité a été constatée et a agi également en favorisant le développement des Thérophytes.

Cette sécheresse pédoclimatique permet le développement des Thérophytes qui n'exigent pas beaucoup d'eau et celle des chamaephytes qui physiologiquement s'adaptent le mieux à la sécheresse, le taux de Thérophytes est également lié au type de formation végétale et en particulier à son degré d'ouverture, donc à la concurrence interspécifique (Daget, 1980).

Cette action anthropique s'accompagne d'une dégradation de la couverture végétale donc de la déflation du sol par endroit et d'ensablement dans un autre, cet ensablement par l'effet du self mulching permet le développement des Thérophytes.

#### **4. 2.Comparaison des indices de diversité**

Après avoir calculé les différents indices de diversité pour chaque groupement, la comparaison de ces derniers entre eux est indispensable afin de pouvoir les classer et faire ressortir le groupement le plus diversifié., nous remarquons d'après les résultats des calculs obtenus que l'ensemble ER présente l'indice de diversité spécifique H' et l'équitabilité le plus

élevé qui est égal à 3,35, alors que les groupements E et ED ayant l'indice de diversité spécifique et l'équitabilité presque égal et faible.

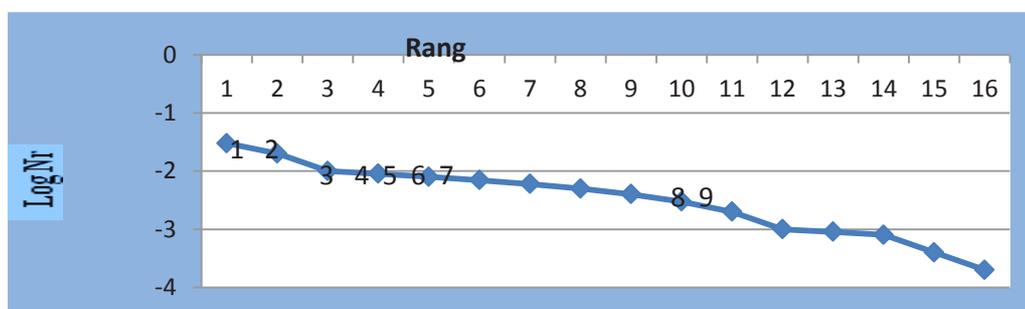
La valeur élevée de l'équitabilité de l'ensemble ER (**0,56**) par rapport aux ensembles E et ED (**0,33**) indique que la distribution des abondances respectives aux espèces est mieux équilibrées dans l'ensemble ER que dans les ensembles E et ED (Lacoste et Salanon., 1999), selon les résultats du spectre biologique réel, nous constatons que ce sont les Chaméphytes qui dominent avec un recouvrement moyen de **14%**. Les Thérophytes dominent en 2<sup>ème</sup> position.

**Tableau 12. Comparaison des indices de diversité**

groupement	GI	GII	GIII
RS	127	125	130
H'	2.32	2.05	3.35
E	0.33	0.33	0.54

**4.3. Les diagrammes Rang fréquence**

Les diagrammes rangs-fréquence (Figure 53) obtenus pour les trois groupements affichent des courbes qui présentent dans l'ensemble les mêmes allures ; rectilignes en haut (reflétant la nette dominance de l'essence principale) ; elles prennent ensuite une allure convexe, indiquant la tendance à la codominance d'un contingent d'espèces de moyenne abondance avec toujours un lot d'espèces rares en queue de distribution. Indiquant ainsi une diversité et une équitabilité moyenne (Frontier et al., 1998) avec, en extrémité droite, un contingent d'espèces rares.



**Figure a: Diagramrank-frequency -Group (E).**

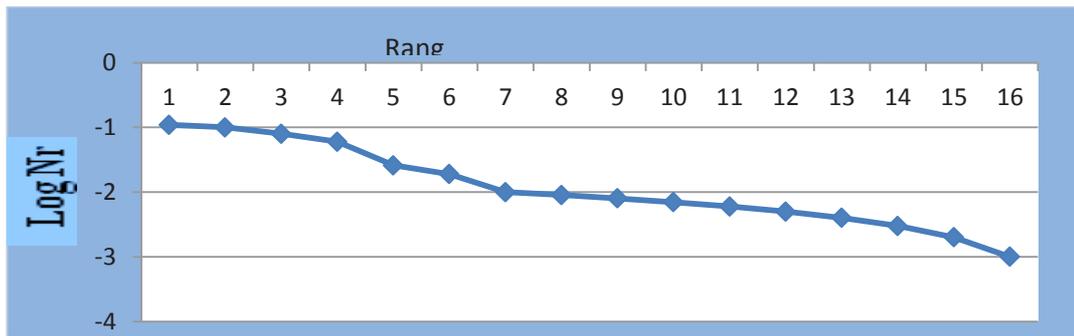


Figure b: Diagramrank-frequency -Group (ED).

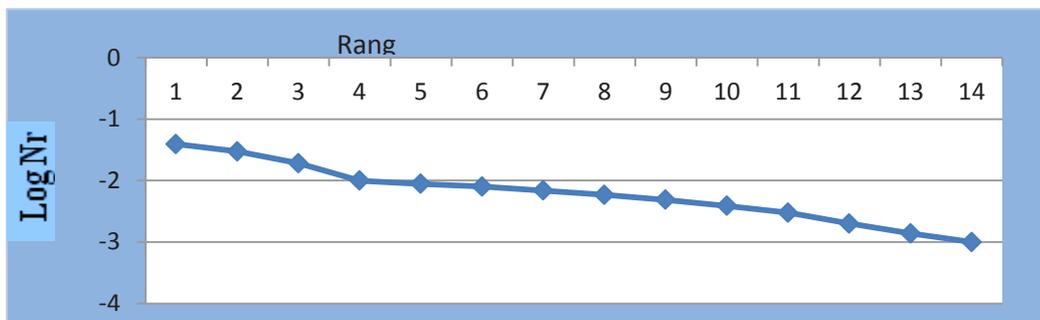


Figure c: Diagramrank-frequency -Group (ER).

Figure 53.-Diagramme rang-fréquence des trois groupements d'espèces végétales.

## 5. Description du sol

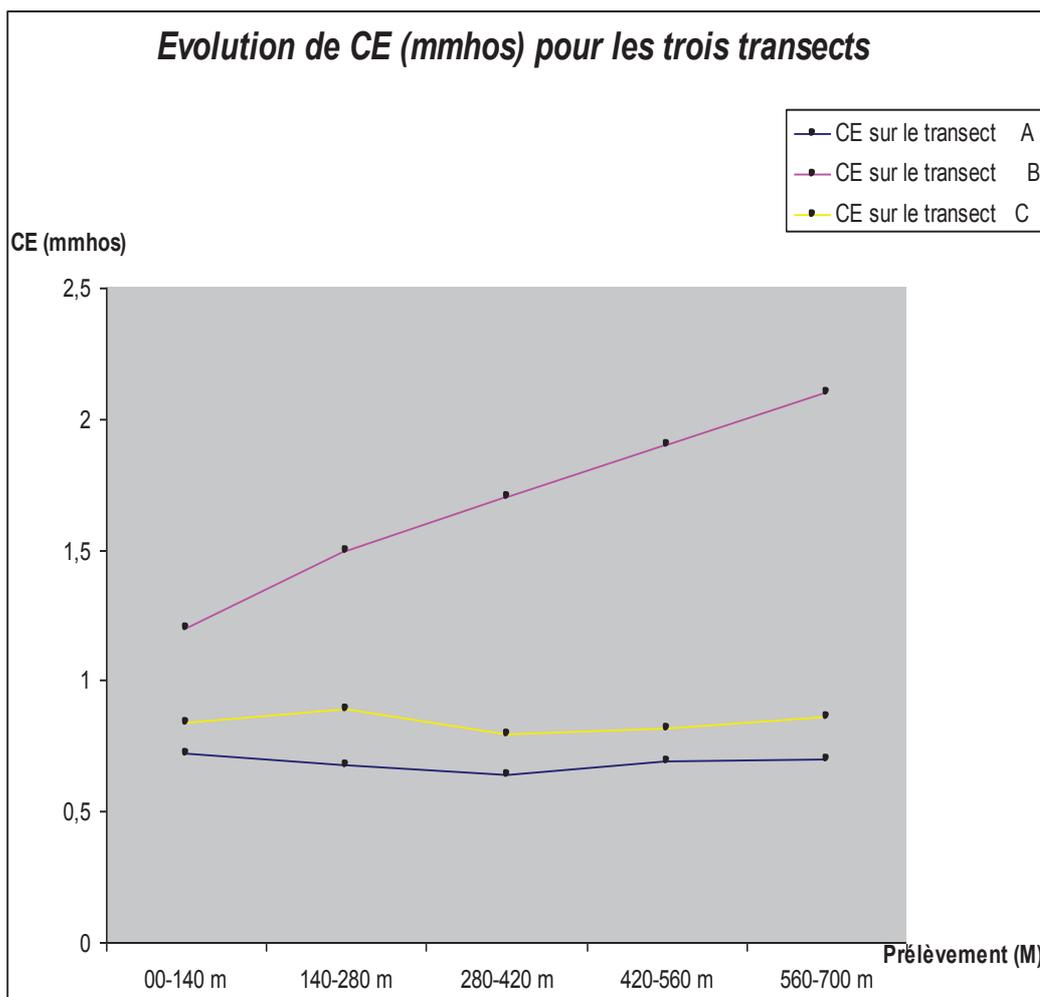
### 5.1. Quelques notions de base sur les sols

Le sol n'est plus considéré comme inerte reflétant uniquement la composition de la roche sous-jacente, il prend naissance, il évolue sous l'action du milieu dit « actifs », climat et végétation (Duchaufour,1977). Le développement d'un sol est intimement lié à celui de la végétation. La dynamique du sol est en effet déterminée, outre par la nature du substrat géologique et du climat, par la nature et la quantité des retombées annuelles de débris divers dont les plus importants sont les matériaux produits par la végétation et se déposant à la surface du sol au cours du cycle annuel. L'impact sur la pédogénèse reste subordonné à la

nature de la matière organique, de l'humus, des précipitations et de la température ainsi que des autres matériaux.

Sous l'effet d'un traitement de stabilisation et de fixation dunaire, il se produit une colonisation de l'espace vide, d'où une évolution à la végétation et du sol. Quand à la végétation, elle exerce une influence sur le sol par l'apport d'humus donc elle agit directement sur la pédogénèse.

- **Les graduations de salinité sur les transects:** Le pH et la CE sont les paramètres les plus étudiés pour caractériser l'état chimique du sol ; ce sont eux qui permettent d'appréhender la relation sol-végétation qui constituent un référentiel écologique déterminant.
- **Evolution de la conductivité électrique :** Concernant l'évolution de la conductivité électrique pour les trois Transects.
- **5.2. Résultats d'analyses**
  - **Evolution de la conductivité :** Le graphe de la figure (54) met en évidence une similitude entre le transect A et C qui doivent être assez proches du point de vue pédologique et le transect B qui est presque trois fois supérieur en conductivité par rapport aux deux autres et qui augmente avec la distance.



**Figure 54.-La salinité sur le Transect B est excessive ( $1.2 < CE < 2.1$  mmhos) par rapport aux autres Transects.**

- **Evolution du pH :** D'une manière générale, les pH sont légèrement à moyennement basiques, et sont compris entre les valeurs 7,3 et 7,9 avec la même observation en matière d'affinité, les Transects A et C ont pratiquement la même trajectoire alors que le Transect B se distingue par de fortes valeurs et une augmentation assez proportionnelle par rapport à la distance).

L'évolution du pH des sols prélevés pour les trois Transects sont représentés sur la figure suivante (figure 55 , 57) :

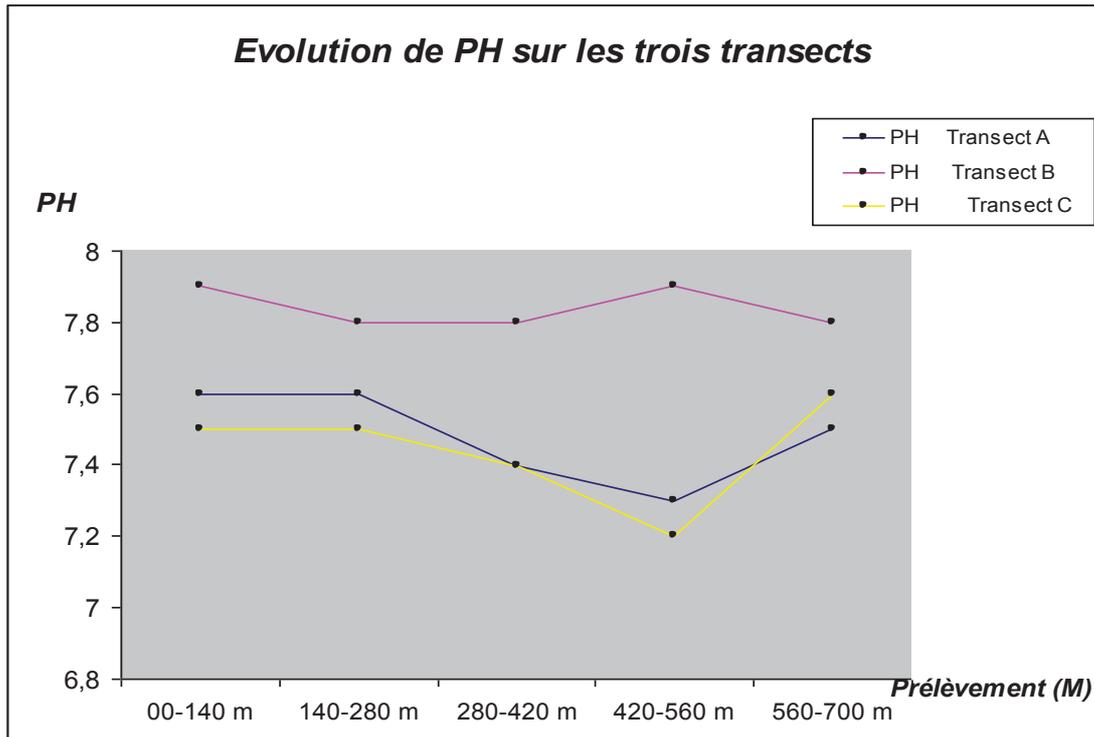


Figure 55.-Evolution du pH pour les trois Transects (Moyenne)

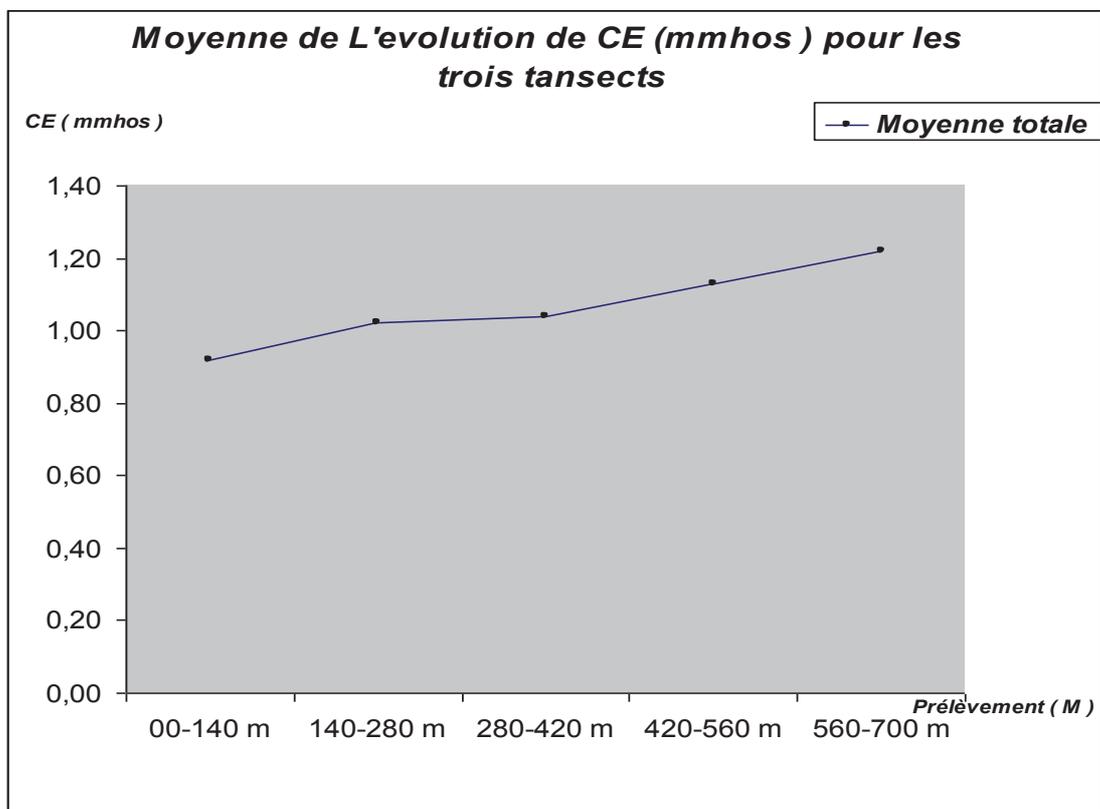
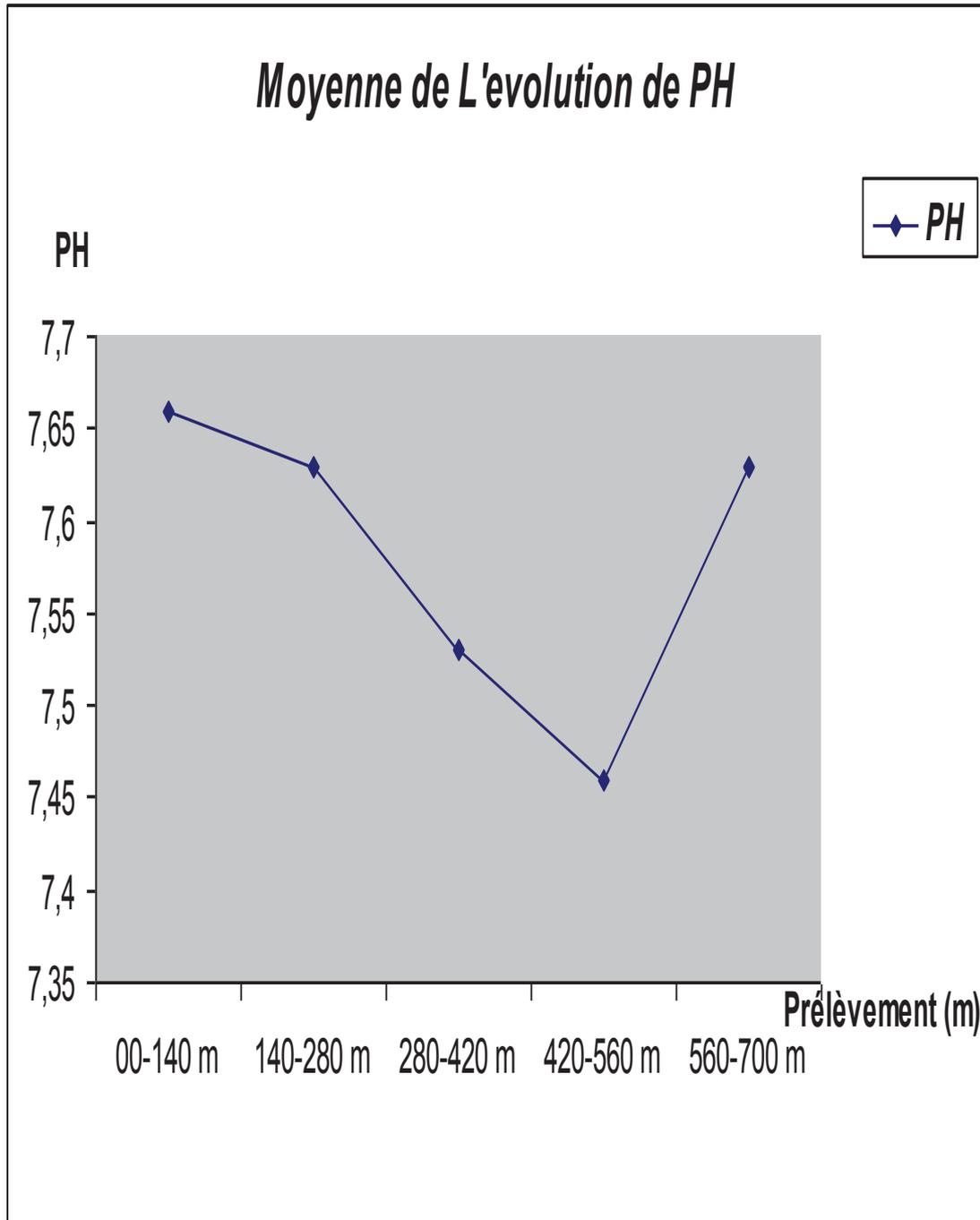


Figure 56.-Evolution de la conductivité électrique pour les trois Transects (Moyenne)

Après quelques mètres des écarts sur les transects, les graduations de salinité augmentent jusqu'à (CE = 1.5 mmhos) et la présentation des individus dans la couverture des végétaux halophiles en général (figure 56, tableau 13).



**Figure 57.-Evolution du pH pour les trois transects (Moyenne)**

Les espèces halophytes et leurs résistances contre la salinité du sol dressées sur le tableau suivant :

Tableau 13. Espèces halophytes et leurs résistances à la salinité du sol

Les graduations de salinité des sols (Conductivité électrique – CE)	Les espèces halophytes
<p style="text-align: center;"><b>2,25 &lt; CE &lt; 5</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Très fortement salée</b></p>	<p>Pour le Transect B présence d'espèces halophytes les plus fortes résistances au sel par exemple : <i>Salsola vermiculata</i> et <i>Traganum nudatum</i> et <i>Suaeda fruticosae</i> <i>Atriplex halimus</i> et <i>Atriplex portulacoides</i>.</p>
<p style="text-align: center;"><b>0,75 &lt; CE &lt; 2,25</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Fortement salée</b></p>	<p>Distributions disparates surtout par exemple : <i>Salsola vermiculata</i> et <i>Polypogon Monspeliensis</i> et la répétition des <i>Atriplex portulacoides</i> et <i>Atriplex halimus</i>.</p>
<p style="text-align: center;"><b>0,25 &lt; CE &lt; 0,75</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Moyennement salée</b></p>	<p>Présence d'espèces halophytes (Types facultatifs) comme par exemple : <i>Tamarix sp</i> et <i>Plantago ovata</i> et <i>Hordeum maritimum</i> et d'autres halophiles comme <i>Avena bomoides</i></p>
<p style="text-align: center;"><b>CE &lt; 0,25</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Faiblement salée</b></p>	<p>Présences d'espèces : <i>Peganum Harmala</i> et <i>Atractylis Carraduus</i> et <i>Atractylis Humilis</i></p>

5.3. Etude de l'évolution des profils pédologiques

Les sols évoluant sous une végétation naturelle montrent des différences considérables dans les aspects et la vitesse de ces deux processus ; ces différences se traduisent aisément par la morphologie des horizons humifères. Le sol apparait, s'approfondit et se différencie en strates superposées (les horizons pédologiques) qui forment le profil pédologique(Figure 58), Il atteint finalement un état d'équilibre avec la végétation et le climat. Classiquement, les principaux horizons sont les suivants:

- Horizon A: horizon de surface à matière organique (débris de végétaux) ;
- Horizon C: roche peu altérée ;
- Horizons B: horizons intermédiaires apparaissant dans les sols évolués.

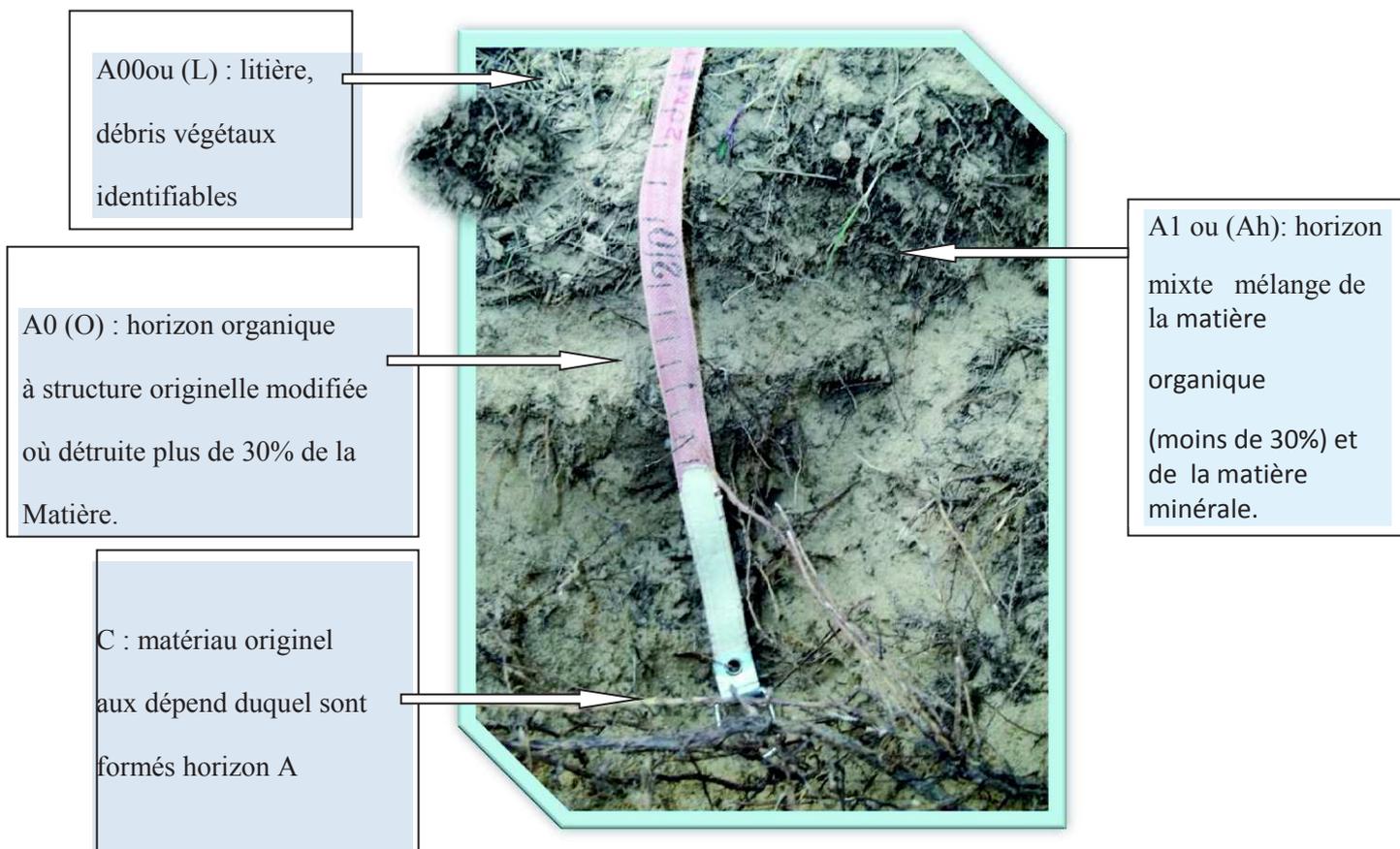


Figure 58.- profil pédologique de la région de Zahrez Gharbi –Zaafrane –Djelfa

## 6. Synthèse phytoécologique

L'analyse du spectre biologique met en évidence dans la zone d'étude une forte corrélation existe entre les différentes zones dans la proportion entre les différents types biologiques. Les Chamaephytes et les Thérophytes restent dominants sur les trois zones ; par contre les Hémicryptophytes et les Géophytes ne sont représentés qu'à 1/3 des autres types. De ces observations il y a lieu de retenir l'impact des conditions stationnelles sur les types biologiques confirmant la forte adaptabilité et résistance des Chamaephytes et des Thérophytes aux sols sableux et salés. Ces deux types biologiques confirment les faibles potentialités écologiques de ces habitats où le concept de **Chamaephytisation** et **Thérophytation** sont présents ; ce n'est qu'une adaptation d'espèces aux conditions de leur milieu donc d'un habitat auxquels elles sont inféodées.

La répartition des types biologiques souligne la dominance très nette des Thérophytes avec 40% dans l'ensemble E, et respectivement 43% et 48% pour les groupements ED et ER suivie de celle des Chamaephytes.

Le spectre biologique brut confirme une dominance de Thérophytes dans les ensembles E, ED et ER avec un taux de Chaméphytes dans les groupements E et ER légèrement élevé avec un pourcentage respectif de 31,49% et 32,82%. Les Chaméphytes présentes dans le groupement ER indique également des milieux frais avec une température fraîche. Effectivement les Chaméphytes restent des espèces qui s'adaptent mieux aux basses températures et à l'aridité, cette chamæphytisation a pour origine le phénomène d'aridité du milieu et le pouvoir d'adaptation de cette catégorie de végétaux à des conditions de xéricité marquée surtout par une sécheresse estivale et aux forts éclaircissements lumineux. Le surpâturage favorise aussi de manière globale les Chamæphytes.

Le pourcentage des Phanérophytes, des Nanophanérophytes, des Hémicryptophytes et des Géophytes diminue avec la xéricité et l'ouverture du milieu, par contre ceux des Thérophytes et des Chamaephytes augmentent.

L'analyse du spectre biologique brut, montre une dominance de Thérophytes dans les groupements E, ED et ER ; ces ensembles végétaux peuvent être caractérisés comme inféodés à l'association *Théro-chaméphytiques*.

Le taux de Chaméphytes observé dans les groupements E et ED reste légèrement élevé avec un pourcentage respectif de 31,49% et 32,82%, les Chaméphytes présents dans le groupement ER indique également des milieux frais à basse température ; en effet , (Orshan et

al.,1984 in Dahmani.,1997), considèrent les Chaméphytes comme étant des espèces qui s'adaptent mieux aux basses températures et à l'aridité. Ce sont les Chamaephytes qui dominant, les Géophytes et les Hémicryptophytes occupent la dernière position.

Les espèces non palatables comme *Thymelaea microphylla*, *Fagonia microphylla*, *Atractylis flava*, et *Astragalus armatus* sont dominants dans les groupements E et ED, cette dominance se justifie également par la proportion élevée des Thérophytes dans le groupement E qui est due à la dégradation du milieu lié à l'action anthropozoïque. En effet les Hémicryptophytes et les Géophytes préfèrent en général les milieux humides riches en matière organique ce qui conforte les résultats obtenus et la composition des types biologiques des groupements identifiés, ce qui expliquerait leur faiblesse dans le recouvrement de l'espace. Le taux de Thérophytes est également lié au type de formation végétale et en particulier à son degré d'ouverture, donc à la concurrence interspécifique. Cette action anthropique s'accompagne de la dégradation de la couverture végétale donc de la déflation du sol par endroit et d'ensablement dans un autre. Cet ensablement par l'effet du self mulching permet le développement des Thérophytes. Ces groupements sont sous l'effet d'une thérophytisation qui reste une caractéristique des zones arides ; la Thérophytie n'est qu'une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux rigueurs climatiques.

Les Phanérophytes sont dans l'ensemble les moins bien représentés dans tous les groupements.

En matière d'indice de perturbation, c'est le groupement ED qui présente le degré de dégradation le plus élevé puisque le spectre biologique réel, laisse apparaître une dominance des Chaméphytes au groupement E avec un recouvrement moyen de 14,37 %. Les Thérophytes occupent la 2<sup>ème</sup> position au groupement ER. Il en découle que plus les conditions du milieu sont rigoureuses, plus la présence des Thérophytes augmente et celle des Phanérophytes diminue. Durant la période de l'étude il faut souligner qu'une quantité moyenne très faible de pluviosité a été constatée et a agit également en favorisant le développement des Thérophytes. Cette sécheresse pédoclimatique permet le développement des Thérophytes qui n'exigent pas beaucoup d'eau et celle des chamaephytes qui physiologiquement s'adaptent le mieux à la sécheresse.

La zone d'étude regroupe essentiellement des espèces méditerranéennes qui représentent 42% et selon Dahmani (1997), l'élément méditerranéen appartient à tous les types biologiques.

L'élément Saharo-arabique et Pluri-régional occupent respectivement la deuxième et la troisième place avec des taux de 20% et 12%. En quatrième position se classe les éléments Plurirégionales, Euro-méditerranéen et Européens avec 3,70% et en dernière position c'est l'élément Méditerranéo-saharien avec 1,85%. Cette classification se justifie essentiellement par les conditions d'habitat donc de sol et de bioclimat.

Le spectre phytogéographique du groupement ED suit l'ordre suivant : Méditerranéen > Euro-asiatique > Endémique =Plurirégionale > Européenne > Euro- méditerranéen , ce spectre précise que la zone d'étude a une composition floristique appartenant aux domaines biogéographiques d'espèces méditerranéennes.

L'élément plurirégional est dominant avec 12%, suivi par l'élément endémique avec 9% et l'élément eurasiatique qui ne représente que 2% de la totalité des espèces rencontrées. Cette composition est logique puisqu'elle obéit aux impacts des conditions d'habitat assez particulières sur l'origine biogéographique. Les autres éléments phytogéographiques sont très faibles, comprenant les espèces européennes et les euro-méditerranéennes avec respectivement 2% chacun.

Le spectre phytogéographique du groupement ER suit l'ordre suivant : Méditerranéen>Saharo-arabique >Plurirégionale> Endémique >Méditerranéen Saharo-arabique, le reste des éléments à des valeurs négligeables. La zone d'étude est composée essentiellement d'espèces méditerranéennes 42%, suivie par l'élément Saharo-arabique avec 22%, ensuite l'élément Saharo-arabique.

## Conclusion générale

A l'issue de ce travail, consacré à une analyse globale qui a porté sur l'ensemble des relevés et des espèces de notre zone d'étude soit 131 espèces et 251 relevés. Le traitement des données par l'AFC a permis de connaître la part d'information exprimée par les deux premiers axes ; permettront d'individualiser des unités floristiques qui serviront de base pour l'étude biologique, phytochorique et des indices de diversité.

La répartition des types biologiques est marquée par le phénomène de Thérophytie qui est une forme de résistance aux rigueurs climatiques. De ces observations il ya lieu de retenir l'impact des conditions stationnelles sur les types biologiques confirmant la forte adaptabilité et résistance des Chamaephytes et les Thérophytes aux sols sableux et salés. La répartition des types biologiques souligne la dominance très nette des Thérophytes avec 40 % dans l'ensemble E et respectivement 43% et 48 % pour les groupements ED et ER suivies de celle des Chameaphytes.

Les spectres phytochoriques indiquent la dominance remarquable de l'élément méditerranéen et de Saharo- Arabique par rapport aux autres types phytochoriques.

L'évaluation qualitative de la biodiversité montre que le groupement 3(ER) semble être le plus diversifié avec un indice de Shannon égale à 3,35 et une Equitabilité égale à 0,56.

Du point de vue taxonomique, les familles les plus représentées étaient Chenopodiaceae (25 espèces), Poaceae (19 espèces) et Asteraceae (17 espèces), et Caryophyllaceae (9 espèces).

L'analyse de cette diversité biologique a souligné le rôle des espèces annuelles au sein de ces formations, en particulier (Thérophytes 39%).

Pour le niveau chorologique, la Méditerranée a détenu la première place avec (42%), suivie par la région saharo-arabique (20%), et le multi-régional (12%).

Ces espèces méritent une attention particulière, ils représentent un patrimoine, ils ont besoin de protection et de préservation de leur habitat, si aucune mesure de conservation n'est prise, nous pouvons aider à un début de substitution de certaines espèces par d'autres, ou à leur disparition définitive, et ce qui conduira à la désertisation.

Ce qu'il faut pour protéger ces zones sensibles ou dite Hot Sbot c'est de sensibiliser les habitants pour ne pas dégrader cette richesse floristique pour notre pays , essayer d'introduire l'action des organismes par la recherche sur la richesse de ce patrimoine que nous voyons aujourd'hui et que nous risquons de ne pas trouver demain.

*Références  
bibliographiques*

### Références bibliographiques.

- 1- AIDOUD A et AIDOUD-LOUNIS F., 1995 - Désertification et dégradation des terres dans le Bassin Méditerranéen et le Sahel.35 p., Medias, Toulouse.
- 2- AIDOUD A., 1991- Les parcours à Alfa des hautes plaines algériennes ; variation interannuelle et productivité. IV international Rangeland Congress, Montpellier : 198-199.p
- 3- AIDOUD A., 2001- Changements de végétation et changement d'usage dans les parcours steppiques d'Algérie. Département d'Ecologie Végétale, Université de Rennes 1, Beaulieu Rennes (France).
- 4- AIDOUD A et AIDOUD-LOUNIS F., 1991 - Evaluation et régression des ressources végétales steppiques des hautes plaines algériennes. "Actes 4ème Cong. Int.Terres Parcours", Montpellier, 22-26 avr 1991. Tome 1.pp : 307-309.
- 5- AIDOUD A., 1993 - Pâturage et désertification des steppes arides en Algérie, cas de la steppe d'Alfa (*Stipa tenacissima*), 16 p., 6 fig. Séminaire international sur la désertification et l'utilisation du sol dans le Bassin Méditerranéen. Almería, Consej. Sup. d'Invest. Cient. Paralelo 374 16 : 33-42 p.
- 6- AIDOUD A, AIDOUD- LOUNIS F et SLIMANI H., 1997. - Effects of grazing on soil and desertification. In: Ecological Basis of Livestock Grazing in Mediterranean Ecosystems (V.P. PAPANASTASIS (Ed.), Workshop, oct 1997, Univ. Thessaloniki (Greece), in press.
- 7- ABOURA R., 2006 – Comparaison Phytoécologique des Atriplexaies situées au Nord et au Sud de Tlemcen .Mem . Magist. Université Abou Baker belgaid de Tlemcen. 210 p.
- 8- AICI M., 1980 - Etude pédologique des bandes routieres boisés de la région de Djelfa .Mém. Ing. Inst. Nati. Agro. El Harrach, pp: 64-72.
- 9- AMGHAR F., 2002- Contribution à l'étude de la biodiversité de quelques formations de dégradation en Algérie. Thèse magister. Ecolo. Univ. Sci. Et Techn. H. Boumédiène. Alger, 188p. + annexes.
- 10- AMGHAR F., 2008- Diagnostic de la diversité floristique de cinq stations steppiques du Sud Algérois.Les cahiers d'orphée, Mai 2008. Pp: 385-395.
- 11- AUBERT G., 1975- L'évolution du relief jurassien. Eclogaegeol. Helv. 68.1 : 1-64 p.

- 12- AUBERT G., 1978 - Méthodes d'analyses du sol. 2ème Edition. C.N.D.P. Marseille. 199 p.
- 13- AUBERT G., 1983- Observations sur les caractéristiques, la dénomination et la classification des sols salés ou sols sodiques .Cash .Orostrom. Ser. Ped. Vol.n°1 .pp :73-78.
- 14- AUBERT G et MONJAUZE A., 1946- Observations sur quelques sols de l'Oranie Nord-Occidentale-Influence du reboisement, de l'érosion, sur leur évolution. Comptendu sommaire des Séances de la Société de Biogéographie.23, n°199, pp 44-51.
- 15- BAGNOULS et GAUSSEN., 1957-Les climats biologiques et leur classification. Ann. Congr. Fr., 55 pp : 193-220.
- 16- BARBERO M., BONIN G, LOISEL R et QUEZEL P., 1990 -Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. Forêt Méditerranéenne, XII: 194-215 p.
- 17- BARRY J.P.et CELLES J.C. 1972-1973- Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien.Nat.Monsp. Ser. Bot., 48p.
- 18- BEGUIN C., Géhu J.M et Hegg O., 1979. La symphytosociologie : Une approche nouvelle des paysages végétaux. Doc. Phytos., Lille. N.S., 4, pp : 49-68.
- 19- BENABDELLI K., 1996 - Aspects physiologique structuraux de la végétation ligneuse face à la pression Anthropozoogène en Algérie occidentale. Thèse de doctorat d'Etat en Ecologie appliquée. Université d'Aix-Marseille III, France .436 p.
- 20- BENREBIHA F. Z., 1987 – Contribution à l'étude de la germination de quelques espèces d'Atriplex locales et introduites. Mém. Mag. Agr. I.N.A. 160 p.
- 21- BENZECRI J.P., 1964- L'analyse factorielle des proximités. Publ. Inst. Stat. Univ. Paris .14 : 165-80 p.
- 22- BENZECRI J.P.,1973 -L'analyse des données .Tome 2. L'analyse des correspondances .Ed .Dunod .Paris . 619 p.
- 23- BONIN G. et TATONI Th., 1990- Réflexions sur l'apport de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude des communautés végétales et de leur environnement. Ecol. Medit., 16,pp: 403-414.
- 24- BOUABDELLAH E., 1992 - La végétation steppique sur sols salés des hautes-plaines sud-algéroises. Composition, structure et production. Thèse de Doctorat. Université de Paris-Sud. 206 p.

- 25- BOULAINE J., 1957 - Etude des sols des Plaines du Chélif. Thèse Doct. Etat, Alger : 357 p.
- 26- BOUMEZBEUR A., 2001-Atlas des zones humides algériennes d'importance internationales. Direction Générale des Forêts, Ben Aknoun Alger, 65 p.
- 27- Bouxin G., 2008. Analyse statistique des données de végétation. 577 p. Disponibles sur Internet à l'adresse suivante : <http://users.skynet.be/Bouxin.Guy/ASDV.htm>.
- 28- BRAQUE R. ,1988- Biogéographie des continents Paris, Masson, 470 p.
- 29- BRAUN –BLANQUET J., 1974. -La flore du bassin méditerranéen. Essai de systématique synthétique. Ed. C.N. R.S., Paris, 576 p.
- 30- BRIANE J.P., LAZARE J.J., ROUX M.et SASTRE C., 1974 - L'analyse factorielle des correspondances et l'arbre de longueur minimum; exemples d'application.Adansonia, série. 2, 14 (1). pp: 111-137.
- 31- BRYSSINE .G. 1955-Réflexions sur la classification des sols-Travaux de la Section de pédologie. Société des sciences naturelles et physiques du Maroc. Institut .Scientifique chrétien. 19 p.
- 32- CALVET R, 2003 -Le sol: propriétés et fonctions, Volume 2 France Agricole Editions. 511 p.
- 33- CARLES J., 1949- Spectres biologiques réel .Bull. Soc. Bot. Fr.95.pp :340-343.
- 34- CELLES J.C., 1975 - Contribution à l'étude de la végétation des confins Saharo-constantinois (Algérie). Th. Etat. Sciences. Univ. Nice (France). 364 p.
- 35- CHERBUY B., 1991- Les sols salés et leur réhabilitation .Etude bibliographique, Cemagraf, écologie .Nat .Renne, 170 p.
- 36- COQUE R., 1962- La Tunisie présaharienne, étude géomorphologique .Paris, Armand Collin. 496 p., 4 cartes ,84 fig.
- 37- CORDIER B., 1965 – Sur l'analyse factorielle des correspondances .Thèse spécial. , Univ. Rennes. 66p.
- 38- Centre de recherche en biologie terrestre (CRBT) 1978 –Rapport phytoécologique et pastoral sur les hautes plaines steppiques de la wilaya de Saida .CRBT. Alger, 256+ ann + cartes. CRBT (Centre de Recherches sur les ressources Biologiques et Terrestres) (1978): Organisation Nationale de la recherche scientifique (ONRS).
- 39- DAGET Ph., 1977 - Mediterranean bioclimatic - General characteristics and modes of définition. Vegetation 34: 1-20 p.
- 40- DAGET Ph., 1980-Sur les types biologiques botaniques en tant que stratégie adaptative (cas des thérophytes). In : Barbault, R., Blandin, P. et Meyer, J.A. (eds), Recherches

- d'écologie théorique : les stratégies adaptatives, pp. 89-114. Maloine, Paris désertiques méridionales. Tomes 1 et 2. Paris. C.N.R.S. 1170 p.
- 41- DAHMANI M., 1997- Le chêne vert en Algérie. Syntaxonomie, phytosociologie et dynamique des peuplements". Thèse doct. Etat Es-Sci. USTHB. 383 p. Alger.
- 42- DAJOZ R., 1985- Précis d'écologie. Éd. Dunod, Paris, 505 p.
- 43- DANIN A et ORSHAN G., 1990 – The distribution of Rankiaer life forms in Israel in relation to the environment. Journal of vegetation science 1. pp : 41-48.
- 44- DAOUD Y., 1980 - Contribution à l'étude de la dynamique de l'eau et des sels dans un sol irrigué du haut Chellif. Mémoire, Magistère, INA, Alger.
- 45- DAOUD Y et HALITIM A., 1994 - Irrigation et Salinisation au Sahara Algérien. Sécheresse. 3 (5), pp : 151- 160.
- 46- DELLAL A., 1994 - Réactivité physico-chimique, fonctionnement physiologique et microbiologique en conditions salines. Thèse d'Etat, Rennes. 223 p.
- 47- DELPECH R., 2006- Méthodes pratiques en phytosociologie, Masson, Paris. 320 p.
- 48- DELPECH R. et GEHU J.M., 1988- Intérêt de la phytosociologie actuelle pour la typologie, l'évaluation et la gestion des écosystèmes. In: « La gestion des systèmes écologiques : des progrès de la recherche au développement des techniques», 4eme colloque national de l'AFIE et Société d'écologie, Bordeaux, 14-16 mai, pp : 39-52.
- 49- DEMELON A., 1968. Croissance des végétaux cultivés, Ed DUNOD, 6eme édition, Tome II, paris, 520 p.
- 50- DERDOUR H., 1981 - Contribution a l'étude de l'influence du taux de sodium échangeable sur le comportement au compactage. Thèse Magister INA. ALGER .146p.
- 51- DJEBAILI S., 1978- Recherches phytoécologiques et phytosociologiques sur la végétation des Hautes Plaines steppiques et de l'Atlas Saharien Algériens. Thèse Doct. Etat, Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier, 229 p +ann.
- 52- DJEBAILI S., 1984 a - Recherche phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien Algérien. Ed. O.P.U. Alger. 140p.
- 53- DJEBAILI S., 1984 b - Steppe Algérienne, phytosociologie et écologie. 177 p+ annexes. Office Publ. Univ., Alger.
- 54- DJEBAILI S., 1987 - Rapport phyto-écologie et pastoral de la wilaya de Djelfa. C.R.D.T. Alger. 159 p.
- 55- DJEBAILI S., DJELLOULI Y et DAGET P., 1989- Les Steppes pâturées des Hauts Plateaux algériens. Fourrages (1989) 120. pp : 393-400.

- 56- DJILLI K., 2000 – Contribution à la connaissance des sols du Nord de l'Algérie .Thèse doctorat .INA, Alger . 243p.
- 57- DREUX P., 1980 - Précis d'écologie. Ed. Presses univ. France, Paris, 231 p.
- 58- DUCHAUFFOUR Ph., 1977- pédologie 1. Pédogénèse et classification. Masson, Paris, 477p.
- 59- DUCHAUFFOUR Ph., 1983 – Pédogénèse et classification .2eme édition .Masson, Paris, 466p.
- 60- DUCHAUFFOUR Ph., 1988-Abrégés de pédologie .2eme édition .Masson .Paris .Milan .Barcelona .Mexico, 224 p.
- 61- EMBERGER L., 1933-Nouvelle contribution à l'étude de la classification des groupements végétaux. Rev. Gen. Bot. 45. pp : 473-486.
- 62- EMBERGER L., 1939 - Aperçu général sur la végétation du Maroc .Commentaire de la carte phytogéographique du Maroc .Veroff. Geobot. Inst. Rubel Zurich, 14.pp : 40-157.
- 63- EMBERGER L., 1942 - Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. Bull.Soc.Hist.Nat. Toulouse, 77. pp : 97-124.
- 64- EMBERGER L., 1955- Une classification biogéographique des climats .Rev.Trav. Labo. Bot. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier .pp : 1-43.
- 65- FLORET Ch., 1981 - The effects of protection on Steppic vegetation in the Mediterranean arid zone of southern Tunisia.Vegetatio, 46 pp: 117-119.
- 66- FLORET CH et PONTANIER R., 1982 - L'aridité en Tunisie présaharienne. Climat, Sol, végétation et aménagement .Mémoire de thèse Travx et Doc de l'ORSTOM, N° 150, Paris, 544p.
- 67- FLOWERS T.C., HAJIBAGHI M.A et CLIPSON N. J.W., 1986- Halophytes. Quarterly Review of biology. 61(3), pp: 313-337.
- 68- FLAHAULT G., 1937 - La description géographique des végétaux dans la région méditerranéenne française. Encyclopédie biologique 18. Paris.
- 69- FRONTIER S et ETIENNE M., 1990- Etude de la diversité spécifique par le moyen des diagrammes rang-fréquences : Modélisation, variabilité d'échantillonnage. Biométrie et océanographie, 10, Actes de colloques, IFREMER. pp : 145-177.
- 70- FRONTIER S et PICHOD-VIALE D., 1998- Ecosystème : Structure, fonctionnement, évolution. 2ème éd. Dunod. Paris. 447 p.
- 71- GALLANDAT J.-D., GILLET F., HAVLICEK E. et PERRENOUD A. - 1995. Typologie et systématique phytoécologiques des pâturages boisés du Jura suisse. Laboratoire d'écologie végétale, Université de Neuchâtel. Rapport. Vol. I, 466 p.

- 72- GAUCHER G et BURDIN S., 1974 - Géologie, géomorphologie et hydrologie des terrains salés. éd. P .U.F.Paris, 231 p.
- 73- GEHU J.M., 1980.La phytosociologie d'aujourd'Hui. Méthodes et orientations. Not. Fitosoc., 16, 1-16, Pavia.
- 74- GEHU J.M., 1987.Des complexes des groupements végétaux à la phytosociologie paygère contemporaine. Inf. Bot. Ital. 18 (1-3), 53-83. Firenze
- 75- GEHU J.M., 1991. L'analyse symphytosociologique et géosymphytosociologique de l'espace. 76- Théorie et méthodologie. Coll. Phytoso., XVII, Phytosociologie et paysages, Versailles, 1988 .pp :12-46
- 77- GEHU J.M., 1992. Réflexions sur les fondements syntaxonomiques nécessaires à une synthèse des végétations à l'échelle du continent européen et esquisse d'un synsystème dans l'optique de la phytosociologie Braun-Blanqueto-Tüxenienne. Ebauche de synsystème pour la France. Annali di Botanica , 1. pp: 131-147.
- 78- GEHU J.M., 1993- Phytosociologie et aménagement du territoire. Coll. Phytosoc ., XXI, Ecologia del paesaggio, Camerino, 1992. pp: 13-50.
- 79- GEHU J.M., 1996. Epistémologie de la territorialité en phytosociologie. Giorn. Bot.Ita l. 130 (1), pp: 189-199.
- 80- GEHU J.M., 1998.Epistémologie de la typologie phytosociologique de la végétation.Itinera Geobotanica, 11, pp: 65-83.
- 81- GEHU J.M., 2000. Principes et critères synsystématiques de structuration des données de la phytosociologie. Coll. Phytos. XXVII, Données de la phytosociologie sigmatiste, Bailleul, 1997, pp: 693-708.
- 82- GILLET F., FOUCAULT B et JULVE Ph., 1991- La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts. Candollea, 46. pp: 315-340.
- 83- GILLET F., 2000-The Phytosociology synusial integrated. Methodological guide. University of Neuchâtel, Institute of Botany. Doc. Labo. Ecol. Vég. Pp.1-68.
- 84- GOUNOT M., 1959 - Contribution à l'étude des groupements végétaux messicole et rudéraux de la Tunisie. Ann. Serv. Bot. Et Agron. de Tunisie, 31 : i-282 (1958).
- 85- GOUNOT M., 1969 - Méthodes d'étude quantitatives de la végétation. Paris Masson et science. 314 p.
- 86- GUINOCHET M ., 1973- Phytosociologie .Paris, Masson.277 p.

- 87- HAMMADA S., 2007 - Etudes sur la végétation des zones humides du Maroc .Catalogue et Analyse de la Biodiversité Floristique et identification des principaux groupements Végétaux .Faculté des sciences Rabat .185p.
- 88- HALITIM A., 1988 – Sols des régions arides d’Algérie. O.P.U. Alger. 384p.
- 89- HEBRARD J.P et LOISEL R., 1991 – Contribution à l’étude de l’effet du débroussaillage sur le peuplement muscinal au niveau de quelques formations arborescentes et arbustives, dans les Bouches-du-Rhône (France méridionale). Cryptogamie, Bryologie, Lichenologie, 12 (1).pp: 1-29.
- 90- INRF ., 2013–Document de synthèse sur les données climatiques de la Steppe .19p
- 91- KAABECHE M., 1990 – Les groupements végétaux de la région de Bousaada (Algérie); essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb .Thèse, Université, Paris -Sud, (ORSAY), 104p + annexe.
- 92- KAABECHE M., 1997 –Flora and vegetation in the basin of Hodna. Acta Botanica Gallica.143-1:85-94p.
- 93- KADI HANIFI H., 1998- L’Alfa en Algérie. Syntaxonomie. Relation milieu-
- 94- Végétation, dynamique et perspectives d’avenir. Thèse. Doct. U.S.T.H.B. Alger, 288 p.
- 95- KADI HANIFI H., 2003– Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L, de l’Algérie .Rev .Sécheresse 14 (3), pp : 169-179.
- 96- KHABTANE Ab , RAHMOUNE CH. , 2012 – Effects of habitat on floristic diversity and phenotypic polymorphism groups in *Tamarix africana* Poir in Arid region of Khenchela(Eastern Algeria) JAIED 106(2):123-137.
- 97- LACOSTE L. et SALANON R., 1999 -Eléments de biogéographie et d’écologie. 2ème éd.Nathan, Paris, 318 p.
- 98- LE FLOC’h E., 2001- Plant diversity and ruming of grazing in arid and semi-arid Mediterranean areas in Nord Africa. - Bocconea 13: 223-237. 2001. - ISSN 1120-4060 endémisme. Ecologia Mediterranea. XXI (1/2). pp : 19-39.
- 99- LE FLOC’H E et ARONSON J., 1995 – Ecologie de la restauration. Définition de quelques concepts de base. Natures-Sciences-Sociétés, Hors-Série. pp: 29-35.
- 100- LE HOUEROU H.N., 1959.- Recherches floristiques et écologiques sur la végétation de la Tunisie méridionale. Mem .Inst. Rech. Sahar. h.s., Univ.d’Alger.2 Vol. 281 +229 p.

- 101- LE HOUEROU H.N., 1969. -La végétation de la Tunisie steppique (avec référence au Maroc, à l'Algérie et à la Libye). Annales de l'INRAT (Tunisie); 42; 617 p.
- 102- LE HOUEROU H.N. ,1971- L'écologie végétale dans la région méditerranéenne. Inst. Agron. Medit. Bari, 55 p.
- 103- LE HOUEROU H.N., CLAUDIN J., HAYWOOD M et DONADIEU P., 1975- Etude phytoécologique du Hodna (Algérie). 14 Fig. 22 Tab. et 1 Carte Coul. 1/200000 (3 feuilles). AGS: DP/Alg/66/509. F.A.O. Rome. 154 p.
- 104- LE HOUEROU H.N. 1992 – An overview of vegetation and land degradation in world arid lands .International center for Arid and Semi –Arid land Studies, Texas Technical University, Lubback. pp: 127-163.
- 105- LE HOUEROU H.N., 1995.- Considération biogéographiques sur les steppes arides du nord de l'Afrique, Sécheresse, 6 :167-182p.
- 106- LONG G., 1954 - Contribution à l'étude de la végétation de la Tunisie centrale. Ann. Serv. Bot.Agron. Tunis. 27: 1-388 p.
- 107- MAIRE R., 1926 – Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Gouv.Gen.Algérie, Alger, Vol 1.78 p.
- 108- MAGGURAN AE., 2004 -Measuring biological diversity.Blackwell science Ltd .Publishing company .247p+ index.
- 109- MALCOLM CV. ,2006 - use of halophytes forages for reahbilitation of degraded landes ; departement of agronomy berth .Australia
- 110- MONJAUZE A., FAUREL L et SCHOTTER G., 1955 – Note préliminaire sur un itinéraire botanique dans la steppe et le Sahara septentrion-nord-algérois.Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, Alger, 46. pp: 206-230.
- 111- MEDAIL F et QUEZEL P., 1997- Hot-spots analysis for observation of plant biodiversity in theméditerrananean basin. Ann. Missouri Bot. Gard. 84(1). pp: 112-127.
- 112- MEDDAH S., DELOUM N et ZEROUAK F., 2008 - Caractéristique écologique de la zone humide de Chott El Hodna et leur impact sur l'avifaune aquatique. Université Mohamed Boudiaf de M'sila. Algérie, Mémoire d'ingénieur d'état en écologie et environnement.
- 113- MEDDOUR R., 2008 a. La méthode phytosociologique sigmatiste. Adresse interne t : [http://www.tela-botanica.org/page:methode\\_phytosociologique\\_sigmatiste.](http://www.tela-botanica.org/page:methode_phytosociologique_sigmatiste)
- 114- MEDDOUR R., 2008 b. Index des plantes vasculaires citées dans « l'étude phytogéographique de la Grande Kabylie » de Lapie (1909). [http://www.tela-botanica.org/sites/botanique/fr/documents/biblio/ articles en lignes /index\\_lapie.pdf](http://www.tela-botanica.org/sites/botanique/fr/documents/biblio/ articles en lignes /index_lapie.pdf).

- 115- MEDDOUR R., 2010 -Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et pré forestiers de la Kabylie Djurdjurenne -Thèse d'état en Science, 397+Ann.
- 116- MERMOUD A., 2005 –Cours physique du sol .Maitrise de la salinité du sol. Pp 1-14.
- 117- NEGRE R., 1966. - Les Thérophytes. Mem. Soc. Bot. Fr. pp: 92-108.
- 118- NOVIKOFF G 1990-Contribution à l'étude des relations entre le sol et la vegetation de la Tunisie –Annale de l'institut national de la recherche agronomique de la Tunisie 34:I.339p.
- 119- OZENDA P., 1977- Flore du Sahara. Paris, C.N.R.S., 622 p.
- 120- O.N.M –Djelfa 2013 – Office national de Météo.
- 121- POUGET M ., 1971- Etude agro pédologique du bassin de Zahrez el Gharbi (Feuille de Rocher de sel) . RADP. Secrétariat d'état à l'hydraulique, Alger ; 160 P + cartes.
- 122- POUGET M., 1980 - Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-algéroises. Trav.Doc. ORSTOM. Paris 457p + annexe.
- 123- PHANART –LINDACHAR R.,1995-Datenbank der Gefässpflanzen Mitteleuropas, Erklärung der Kennzahlen, Aufbau und Inhalt (Phanart, Database of Central european Vascular Plants, Explanation of codes, Structure and Contents). Veröffentlichungen Geobotanischen Institut der ETH Stiftung Rubel125: 1-436p.
- 124- P.N.U.D 2003 -Programme des Nations unies pour le développement .13.07.2003 :
- 125- GOERENS Charles – Ministre de la Coopération, de l'Action humanitaire et de la Défense.
- 126- QUÉZEL P et SANTA, S., 1962-1963 - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 2 vols. 1170 p., CNRS, Paris.
- 127- QUÉZEL P., 1983 - Flore et végétation actuelles de l'Afrique du Nord, leur signification en fonction de l'origine, de l'évolution et des migrations des flores et structures de végétation passées. Bothalia 14(3/4). pp : 411-416.
- 128- QUÉZEL P., BARBERO M., BONIN G et LOISEL R., 1990 - Recent plant invasions in the circum-Mediterranean region. In: Europ and the Mediterranean Basin, pp. 51-60. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- 129- QUEZEL P., 1995.- La flore du bassin méditerranéen: origine, mise en place, endémisme. Ecologia Mediterranea XXI (1 /2)19-39.

- 130- QUITANILLA C., 2001 - « Préface du Recueil des actes du séminaire international de Thaghit ».
- 131- RAMADE F., 1981- L'écologie des ressources naturelles. Masson, Paris, 322 p.
- 132- RAMADE F., 1984-Elément d'écologie, écologie fondamentale. Graw- hill, Paris, 174p.
- 133- RAMADE F., 2003 -Elément d'écologie .3eme edition .Dunod, 690 p.
- 134- Rapport National de l'Algérie sur la mise en œuvre de la Convention de Lutte Contre la Désertification. Septembre 2004.
- 135- RAMEAU J.C., 1987-Contribution phytoécologique et dynamique à l'étude des écosystèmes forestiers. Applications aux forêts du Nord – Est de la France. Thèse.Doct. Es. Sc. Nat. Univ. De Franche Comte. 334 p.
- 136- RAMEAU J.C., 1988. Le tapis végétal. Structuration dans l'espace et dans le temps, réponses aux perturbations, méthodes d'étude et intégrations écologiques. ENGREF, Centre de Nancy, 102 p. + annexes.
- 137- RAUNKIAER C., 1905- Types biologiques pour la géographiebotanique .KGL.Danske .Videns .Kabenes. Sels. Kabs .Farrhandl.5. pp: 347-437.
- 138- RAUNKIAER C., 1934. - The life from of plants and their bearing on geography. Collected. Papers. Clarendon. Press. Oxford. 632p.
- 139- ROUGERIE G., 1988 – Géographie de la biosphere - Paris, A colin, 358 p.
- 140- SENNI R (2011). Zahrez and hodna, characteristics of salty regions. The international seminary on forests and semi-arid steppe. 28-30 Nov 2011, Djelfa, Algeria.
- 141- SENNI R, KADIK L et De BELAIR G., 2013 - Survey of the damp areas' plant coverage diversity of Zahrez Chergui and Gharbi (Djelfa) and of the "Chott" el Hodna (M'sila) in Algeria. Vol. 8(27), pp. 3618-3627, 18 July, 2013 .African journal of agricultural research. DOI: 10.5897/AJAR12.1556 .Academic Journals <http://www.academicjournals.org/AJAR>
- 142- SERVANT J.M., 1973- Le profil salin des sols, méthodes d'études et signification .Application aux sols halomorphes du midi de la france.Ann .Agro.24, 3, pp: 375 -392.
- 143- SERVANT J.M., 1975 – Etude pédologique des sols halomorphes .Thèse .Doc .Univ .Montpellier, 194 p.

- 144- SERVANT J.M ., 1976 - Sur quelques aspects de la pédogénèse en milieu halomorphe : l'exemple des sols salés de la région méditerranéenne Française. Ann. de l'INRA.vol. VI.n° 1, pp: 225-245.
- 145- SELTZER P., 1946 -Le climat de l'Algérie. Travaux de l'Institut de météorologie et de physique du globe de l'Algérie, hors serie .Université d'Alger, 98 p.
- 146- SEYRIG R., 2006-Fiscalité et protection des zones humides. Encyclopédie .Wikipédia .pp : 19-21.
- 147- STAMBOULI M H ,BOUAZZA M. , 2013 – Floristic characterisationof the steppeof the area of Tlemcen (Western Algeria) , Int .J.Envir.Ecol, Family.Urban Studies (IJEEFUS), ISSN 225060065, Jun 2013.3(2): 7-20.
- 148- SZABLOCS I., 1994 - Prospects of soil salinity for the 21 st Century Trans. Int cong of soil sc, pp: 1-15.
- 149- TOUFFET J., 1982 - Dictionnaire essentiel d'écologie- Ouest- France. Renne. 108 p.
- 150- U.R.B.T., 2001 - Les steppes Algériennes - zones sensibles à la désertification, unité de recherche sur les ressources biologiques terrestres .Alger .gare .Algérie. 295 p.
- 151- USD 1954
- 152- WAISEL, Y. 1972- Biology of halophytes. Academic Press, New York, NY. 82. pp: 564-577.
- 153- WALTER J.M.N., 2006- Méthodes d'étude de la végétation- Méthodes du relevé floristique: Introduction (Première partie), Institut de Botanique – Faculté des Sciences de la Vie – Université Louis Pasteur. France .23p.
- 154- WENT F.W., 1949- Ecology of desert plants. II: The effect of rain and temperature on germination and growth .Ecology. 30 .364 p.
- 155- ZAAFOUR M., 1983- Contribution à l'étude des principales techniques de fixation des dunes dans laregion de Zahrez Gharbi .Cas d'el Mesrane de la Wilaya de Djelfa .Mem.Ing.Agr.INA .El harrach .Alger .

### **Sites internet**

- 156- Paul BINET, « HALOPHYTES » Encyclopædia Universalis[en ligne], consulté le 18 octobre 2013. URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/halophytes/>

## Abstract

The plant diversity of wetlands was analysed by two principal descriptors which are the bioclimate and the anthropic action. The impact of these factors was widely expressed by degradation and rapid substitution of the rug vegetal species. Dominated by the mediteranean elements (42%), that relatively poor flora (A total of 131species) was biologically characterized by a neat abundance of Therophytes (39%), the Chamaephytes (29%), the Hemicryptophytes (15%) and Geophytes (11%) to the detriment of the Phanerophytes (5%). The interpretation of the vegetation by the relevance factors has permitted to define the affinities between the different groups.

This multidimensional treatment demonstrated the major importance of the anthropic and the bioclimatic factors that govern this dynamic. At the end of this study, the degradation of the soil privileged has been demonstrated by the anthropozoic action and the smaller amount of rain that caused the therophytisation; consequently, the quality of the soil could be described.

**Key words :** Plant diversity/ flora /relevance factor / bioclimate / anthropic action.

## Résumé

La diversité végétale des zones humides analysées par 02 principaux descripteurs qui sont le bioclimat et l'action anthropique. L'impact de ces 02 facteurs est largement exprimé par un appauvrissement et une substitution rapide des espèces du couvert végétal.

Dominée par les éléments méditerranéens (42%) et nordiques, cette flore relativement pauvre (131 espèces au total) est caractérisée biologiquement par une nette abondance des chamaephytes (48%) des thérophytes (25%) et des hémicryptophytes (15%) au détriment des phanérophytes (5 %).

L'interprétation par l'AFC de la végétation (taxonomie) a permis de préciser les affinités qui existent entre les différents taxons. Ce traitement multidimensionnel met en relief l'importance des facteurs anthropiques et bioclimatiques régissant cette dynamique.

**Mots Clés :** La diversité végétale, Flore, AFC, Bioclimat. Action anthropique.

## ملخص

التنوع النباتي للأراضي الرطبة تحليلها من قبل 02 صفات رئيسية التي هي المناخ الحيوي والعمل الإنساني. وأعرب على نطاق واسع من تأثير هذه العوامل 02 في بواطن الفقر والإحلال السريع من أنواع النباتات . يهيمن عليها أعضاء البحر الأبيض المتوسط ( 42 % ) ، و الشمال ، وهذا النباتات الفقيرة (المجموع) ، وتميز بيولوجيا من وفرة واضحة من 48 ( chamaephytes % ) من 25 ( therophytes % ) و 15 ( hemicryptophytes % ) وذلك على حساب 5 ( phanerophytes % ) . تفسير من قبل النباتات الاتحاد الآسيوي ( التصنيف) و توضيح الصلات القائمة بين الأنواع المختلفة . هذا العلاج متعددة الأبعاد يسلط الضوء على أهمية العوامل البشرية و لحيوي المناخي يقود هذه لدينامية .

**الكلمات المفتاحية:** تنوع النبات , النباتات , التحليل العاملي , المناخ , العامل البشري