

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

UNIVERSITE MOHAMED KHIDER DE BISKRA
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques



MEMOIRE

Présentée pour l'obtention du diplôme de Magistère en
Sciences Agronomiques

Option

Agriculture et environnement en régions arides

Par

M^r. HADDAD AZZEDDINE

Thème

Contribution à l'étude de la répartition spatiale de la végétation spontanée de la région de Biskra

Soutenu publiquement le 29/10/2011.

Jury:

Président : M^r. BOUTEKRABT Ammar - Professeur à l'Université de Blida
Rapporteur : M^r. BELHAMRA Mohamed - Professeur à l'Université de Biskra
Examinatrice : M^{me}K ADIK Leila - Professeur à l'U.S.T.H.B. Alger
Examineur : M^r. ALLATOU Djamel - Professeur à l'Université de Constantine.

Année Universitaire: 2010/2011

Remerciements

Avant tous je remercie ALLAH tous puissant.

A l'issue de ce travail de recherche, je tiens tout particulièrement à remercier Monsieur BALHAMRA MOHAMED, Professeur au département Agronomique de Biskra, pour avoir accepté de m'encadrer et de diriger avec beaucoup d'attention et de soin cette mémoire. Je lui suis très reconnaissant pour sa disponibilité, sa bienveillance et son soutien permanent, et avoir prêté un intérêt constant au sujet de la mémoire.

Je remercie Monsieur KHECHAI SALIM ; Maître assistant et co-promoteur, qui a suivi de prêt l'ensemble de ce travail avec intérêt. Les nombreuses discussions et sorties sur terrain que nous avons eus m'ont aidées à orienter mon sujet et à mieux cibler mes objectifs.

Je remercie vivement Monsieur BOUTEKRABT AMAR Professeur à l'Université de Blida; qui me fait l'honneur d'accepter de présider le jury.

Je tien à remercier tout particulièrement Madame KADIK LEILA., professeur à l'Université Houari Boumediene d'Alger, qui a accepté de faire partie du Jury de ce travail.

Je remercie Monsieur ALLATOU DJAMEL Professeur à l'Université Mentouri de Constantine qui a eu l'amabilité d'accepter de faire partie du Jury de ce travail.

Ces remerciements sont l'occasion pour moi d'exprimer ma reconnaissance à Monsieur BENSID ALI Enseignant à l'université de Batna de m'avoir aider profondément en matière de statistique.

Toute ma gratitude et mes sincères remerciements à Mr. DJERRAH ABDELGHANI pour le soutien moral qu'il m'a accordé. ainsi que le personnel de la commune de Ain Zaatout qui m'ont aimablement accueilli et ont facilité mes déplacements sur terrain m'ont permis de réaliser mes travaux dans une ambiance et un enthousiasme inoubliable.

Je tien à remercier BEN AZZIZZA ABD EL AZZIZ, Directeur du Département Agronomique de Biskra, Directeur présent et attentionné. Je lui suis très reconnaissant de m'avoir permis de réaliser mon travail jusqu'au bout dans de très bonnes conditions.

Je remercie particulièrement Melle CHAOUCH KHOUAN HIND pour ces aides précieux qu'elle m'a apporté dont j'ai bénéficié, et de ses conseils judicieux, qui ont été décisifs pour l'élaboration de ce travail.

Je remercie KHALED BOUKHIL, pour ses orientations et sa permanente disponibilité et qui n'a jamais manqué de me prêter main forte et pour son accueil chaleureux qui m'a offert beaucoup de facilités techniques et administratives.

Sommaire

Remerciements	
Sommaire	
Liste des figures, des Tableaux et des photos	
Introduction générale	
Chapitre I/ Etude du milieu naturel	3
1/ Situation géographique	3
2/ Relief	3
2.1/ Les montagnes	4
2.2/ Les plateaux	4
2.3/ Les plaines	4
2.4/ Les dépressions	4
3/ La géologie et géomorphologie	5
4/ Les traits géomorphologiques de la zone d'étude	6
5/ Hydrogéologie	7
5.1/ La nappe phréatique quaternaire	7
5.2/ La nappe du miopliocène	7
5.3/ La nappe des calcaires de l'éocène et de sénonien	8
5.4/ La nappe profonde du continental inter – calcaire	8
6/ La pédologie	8
7/ La végétation des zones arides	9
8/ Le climat	10
8.1/ Les précipitations	10
8.2/ Les températures	11
8.3/ L'humidité relative de l'air	11
8.4/ Les vents	12
8.5/ L'évaporation moyenne mensuelle	13
8.6/ L'insolation	14
9/ Synthèse climatique	14
9.1/ Diagramme ombrothermique de Gaussen	14
9.2/ Quotient pluviométrique d'Emberger	15
9.3/ L'Indice d'aridité d'Emmanuel Dermartonne (1925)	16
Synthèse	17

Chapitre II/ Les sols des milieux arides	19
Introduction	19
1/ Les sols de la région de Biskra	19
2/ Les sols de la région d'étude	19
3/ Les Sols Gypseux	20
3.1/ Généralités	20
3.2/ Répartition spatiale des sols gypseux dans le monde	20
3.3/ Classification des sols en fonction du gypse	20
3.4/ Origine du gypse	21
3.4.1/ Origine géologique	21
3.4.2/ Origine hydraulique	21
3.4.3/ Origine éolienne	21
3.4.4/ Origine biologique	21
3.5/ Formes du gypse dans le sol	21
3.6/ caractéristiques des sols gypseux	22
3.7/ Propriétés chimiques des sols gypseux	22
3.7.1/ Formes hydratées et déshydratées du sulfate de calcium	22
3.7.2/ Relation de solubilité	22
3.7.2.1/ Solubilité du gypse dans l'eau pure en fonction de la température	22
3.7.2.2/ Solubilité du gypse en présence des sels solubles	22
3.7.2.3/ Action du pH sur la solubilité du gypse	22
3.7.3/ Interaction gypse – calcaire	22
3.8/ Propriétés physiques des sols gypseux	23
3.8.1/ La texture	23
3.8.2/ La structure	23
3.8.3/ Résistance à la pénétration	23
3.8.4/ Capacité de rétention	23
Synthèse	24
4/ Les Sols Calcaires	24
Introduction	24
4.1/ Origine du calcaire dans les sols	25
4.2/ Classification des sols en fonction du calcaire total	25
Synthèse	26
5/ Les Sols Peu Evolués	26
Introduction	26
5.1/ La genèse des sols peu évolués	26

5.2/ Principaux types des sols peu évolués	26
5.2.1/ Les sols peu évolués d'apport	26
5.2.1.1/ les sols alluvionnaires	27
5.2.1.2/ les sols colluvionnaires	27
6/ Les Accumulations sableuses	27
Introduction	27
6.1/ Définition	28
6.2/ Origine du sable	28
6.2.1/ Origine autochtone	28
6.2.2/ Origine allochtone	28
6.2.3/ Origine auto allochtone	28
6.3/ Sources du sable	29
6.3.1/ Définition	29
6.3.2/ Les sources mères de sable (les roches)	29
6.3.3/ Sources pourvoyeuses de sable	29
6.4/ Indices déterminants les origines des sables	29
6.5/ Principales formes d'accumulations sableuses	30
6.5.1/ les accumulations éoliennes les plus courantes	30
Synthèse	30
7/ Les Sols Salés	31
Introduction	31
7.1/ Processus de salinisation des sols	31
7.2/ Classification des sols salés	32
7.2.1/ Les sols salés	32
7.2.2/ Les sols salés à alcalins	32
7.3/ Origine de la salinité des sols	32
Synthèse	33
Chapitre III/	
Généralités sur la végétation spontanée saharienne	34
1/ Définition	34
2/ Végétation spontanée	34
3/ Inventaire floristique de la région de Biskra	35
4/ Cycle végétatif des végétaux spontanés des régions arides	35
4.1/ Le cycle végétatif court (temporaire)	35
4.2/ Le cycle végétatif long ou Les végétaux vivaces	35
5/Végétation de Biskra	36
5.1/ Situation des espèces forestières	36

5.2/ Les caractéristiques générales des espèces sahariennes	36
5.2.1/ Les modifications anatomiques	36
5.2.1.1/ La réduction de la surface évaporante	36
5.2.1.2/ La réduction de la vitesse d'évaporation	36
5.2.1.3/ Développement d'un système racinaire important et adapté	37
5.3/ Les modifications physiologiques	37
6/ Types des végétations du milieu Saharien	38
7/ Les principaux groupements végétaux des milieux arides	38
7.1/ Les groupements de type zonal	39
7.2/ Les groupements de type azonal	39
7.2.1/ Les groupements halophiles	39
7.2.2/ Les groupements photophiles	39
7.2.3/ Les groupements des dunes	39
7.2.4/ Les groupements des sols à encroûtement gypseux	40
7.2.5/ Les groupements calcicoles	40
8/ Facteurs de regroupement des plantes spontanées	40
9/ Groupements des plantes des régions arides	41
9.1/ les espèces psammophytes	42
9.2/ les espèces aquatiques	42
9.3/ les espèces xérophytes	42
9.4/ les espèces halophytes	42
10/ Les exigences écologiques	42
10.1) les plantes éphémères	42
10.2) les plantes succulentes	43
10.3) les plantes pérennes ligneuses	43
10.4) la transition de la steppe aux conditions de Sahara	43
11/ Les effets des facteurs climatiques sur la végétation	43
11.1/ Les températures	43
11.2/ Les précipitations	44
11.3/ Les vents	44
12/ L'effet des facteurs édaphiques	44
13/ L'effet des facteurs biotiques	44
14. Formes biologiques 44	44
15/ Utilisation des plantes spontanées	45
15.1/ Plantes fourragères	45
15.2/ Plantes alimentaires	45
16/ Fixation des dunes	46

17/ Adaptation physiologique des plantes à la salinité	46
18/ Tolérance des plantes spontanées aux sels	47
19/ Les variations de la tolérance des plantes à la salinité	48
20/ Comportement des végétaux spontanés vis-à-vis les sels	49
21/ Interaction sol – végétation	49
22/ Les contraintes écologiques majeurs des milieux arides	50
23/ Les facteurs de dégradation de la végétation spontanée	50
23.1- La désertification	50
23.2- L'ensablement	50
23.3/ L'aridité	51
23.4/ La sécheresse	51
23.5/ L'érosion éolienne et hydrique	52
23.6/ L'introduction des techniques inappropriées	52
23.7/ Le surpâturage	52
24/ Impact des facteurs de dégradation sur les ressources naturelles	52
24.1/ La salinité	53
24.2- Effet des sels sur les propriétés des sols	53
24.2.1- Les effets de la salinité sur la structure du sol	53
24.3- Les effets de la salinité sur les plantes	54
24.4- L'impact des sels sur les végétaux	54
25/ Effet du gypse sur la végétation	55
26/ Effet du calcaire sur la végétation	56
Synthèse	56

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre I

Matériels et Méthodes

1- L'ensemble des analyses	58
2- La documentation consultée	58
3- Prospection sur terrain	58
3.1- Etude préliminaire des documents de bases	58
3.2- Choix de la zone d'étude	59
3.3- Les éléments écologiques étudiés	59
3.4- L'échantillonnage du sol	59
4/ Etude climatique de la région	60
4.1/ Analyse des données climatiques de la zone montagneuse	60
4.1.1/ Cadre climatique et bioclimatique de la zone de Ain Zaatout	60
4.1.2/ les éléments du climat	60

a) la pluviométrie	60
a.1) le gradient pluviométrique	60
b) Températures	61
b.1- Gradient thermique	61
5/ Analyse du sol	61
5.1- L'analyse physique	61
5.2- L'analyse chimique	61
5.3 profile pédologique	62
6/ Analyse de la végétation	62
6.1- l'échantillonnage floristique	62
6.2-Etude quantitative de la végétation	63
6.2.1. Fréquence en nombre et abondance	63
6.2.2-La fréquence centésimale	64
6.2.3-La densité spécifique	64
6.2.4-La densité totale	64
6.2.5- L'indice d'occurrence ou la constance	64
6.2.6- L'abondance-dominance selon Braun-Blanquet	65
6.3.- Exploitation des résultats par les Indices écologiques de diversité	66
6.3.1. Richesse spécifique totale (S)	66
6.3.2. Indice de diversité de Shannon (H')	66
6.3.3. Indice d'équirépartition ou équitabilité (E)	67
7/ Analyses statistiques des données	67
Synthèse	67
Chapitre II Résultats & discussion	
Etude du milieu naturel de la zone d'étude	68
1- choix de la zone d'étude	68
2- Délimitation des stations d'études	69
2.1/ STATION I	70
2.1.1- Description de l'état Ecologique de la station dit Mouliya	70
2.2/ STATION II	71
2.2.1- Description de l'état Ecologique de la station dit Ain Zaatout	71
2.3/ STATION III	71
2.3.1- Description de l'état Ecologique de la station dit Labranis	71
2.4/ STATION IV	72
2.4.1- Description de l'état Ecologique de la station dit Loutaya	72
2.5/ STATION V	73
2.5.1- Description de l'état Ecologique de la station Lieu dit, Ain Ben Naoui	73

2.6/ STATION VI	74
2.6.1- Description de l'état Ecologique de la station lieu dit, Choucha	74
2.7/ STATION VII	74
2.7.1- Description de l'état Ecologique de la station lieu dit, Stah Zemrir	74
2.8/ STATION VIII	75
2.8.1- Description de l'état Ecologique de la station lieu dit, Sebkh d'Oumech	75
2.9/ STATION IX	76
2.9.1- Description de l'état Ecologique de la station lieu dit, Oued Djedi	76
3 - Analyse pédologique	77
3.1- Résultats	77
3.2- Discussions	77
4/ Analyse de la végétation	78
4.1-Inventaire floristique global	78
4.1.1- Résultats	78
4.1.2- Discussion	79
4.2-Les types biologiques	80
4.2.1- Résultats	80
4.3- Le spectre biologique	81
4.3.1- Résultats	81
4.3.2-Discussion	81
4.4- Calcule de l'aire minimale	82
4.4.1- résultat	82
4.4.2- Discussion	84
4.5- Analyse des fréquences d'abondances	84
4.5.1- Résultats	84
4.5.2- Discussion	86
4.6-Les densités spécifiques et totales	88
4.6.1- Résultats	88
4.6.2- Discussion	90
4.7-Abondance et dominance selon (Braun Blanquet)	90
4.7.1- Résultats	90
4.7.2- Discussion	92
4.8- Indice d'occurrence	92
4.8.1- Résultats	92
4.8.2- Discussions	93
4.9-Les indices de diversité	93
4.9.1-Richesse spécifique	93

4.9.1.1- Résultats	93
4.10- Les indices de diversité de Shannon, et d'équirépartition	93
4.10.1- Résultats	93
4.10.2- Discussions	94
5/ Analyses statistiques des données	95
5.1/ L'étude des corrélations (variables – Individus)	95
5.1.1- Résultats	95
5.1.2- Discussions	95
5.2/ Aperçu sur le pouvoir explicatif des principaux axes	96
6- Paramètre de la répartition de la végétation	98
7- Les groupements floristiques de la zone d'étude	99
Synthèse	101
CONCLUSION GENERALE	102
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	104
ANNEXES	114

Liste des figures

Fig. 1 : Situation géographique de la zone d'étude	03
Fig. 2 : Carte de la région de Biskra (échelle 1/200.000)	06
Fig. 3 : Précipitations moyennes mensuelle pour la période de (1999 – 2009)	11
Fig. 4 : Températures moyennes mensuelles pour la période de (1999 – 2009)	11
Fig. 5 : L'humidité relative mensuelle pour la période de (1999 – 2009)	12
Fig. 6 : Les vitesses moyennes mensuelles des vents pour la période de (1999 – 2009)	13
Fig. 7 : L'évaporation moyenne mensuelle pour la période de (1999 – 2009)	13
Fig. 8 : L'insolation moyenne mensuelle pour la période de (1999 – 2009)	14
Fig. 9 : Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Biskra	15
Fig. 10 : Localisation de la région de Biskra dans le Climagramme d'Emberger	16
Fig. 11 Système de surfaces emboîtées pour déterminer l'aire minimale	62
Fig. 12 : Localisation des Stations d'étude	69
Fig.13: Fréquence d'abondance des familles.	80
Fig. 14: représentant les dominances des types biologique des stations	81
Fig. 15 : Courbe aire-espèces dans la Station I	83
Fig. 16 : Courbe aire-espèces dans la Station II	83
Fig. 17 : Courbe aire-espèces dans la Station III	83
Fig. 18 : Courbe aire-espèces dans la Station IV	84
Fig. 19 : Courbe aire-espèces dans la Station V	84
Fig. 20 : Courbe aire minimale des espèces de la Station VI	83
Fig. 21 : Courbe aire-espèces dans la Station VII	83
Fig. 22 : Courbe aire-espèces dans la Station VIII	83
Fig. 23 : Courbe aire-espèces dans la Station IX	84
Fig. 24: Présentant les fréquences d'abondances des espèces	85
Fig. 25: cercle de corrélation et de projection des variables sur le plan des axes	96
Fig. 26: projection des Individus et des Variable sur plan de l'analyse	97

Liste des tableaux

Tableau 1: classification des sols en fonction du taux de gypse (C.P.C.S., (1967)	20
Tableau 2 : Classification des sols en fonction du calcaire total (C.P.C.S., (1967)	25
Tableau 3: Répartition géographique des plantes spontanées dans les grandes classes des milieux Saharien (Ozenda, 1983)	40
Tableau 4: Tolérance des plantes spontanées aux sels selon les différents organes	47

Tableau 5: Dates des relevés floristiques	63
Tableau 6: Echelle des coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet	65
Tableau 7: Coordonnées de la région d'étude	68
Tableau 8: Résultats des analyses pédologiques des stations d'études	77
Tableau 9 : Liste générales des espèces inventoriées	79
Tableau 10 : Classification des espèces recensées au niveau des stations	80
Tableau 11 : densités totale et spécifiques des espèces recensées dans la station 1	88
Tableau 12 : densités totale et spécifiques des espèces recensées dans la station 2	89
Tableau 13 : densités totale et spécifiques des espèces recensées dans la station 3	89
Tableau 14 : densités totale et spécifiques des espèces recensées dans la station 4	89
Tableau 15 : densités totale et spécifiques des espèces recensées dans la station 5	89
Tableau 16 : densités totale et spécifiques des espèces recensées dans la station 6	89
Tableau 17 : densités totale et spécifiques des espèces recensées dans la station 7	89
Tableau 18 : densités totale et spécifiques des espèces recensées dans la station 8	89
Tableau 19 : densités totale et spécifiques des espèces recensées dans la station 9	89
Tableau 20: Coefficient de Braun Blanquet pour toutes les espèces	90
Tableau 21: Indice d'occurrence de chaque espèce pour les 9 stations Selon Dajoz	92
Tableau 22: Richesses spécifiques de chaque station	93
Tableau 23 : Les indices de diversité de Shannon, de diversité maximale et d'équirépartition	93
Tableau 24: contribution à la variation totale (% d'inertie)	96
Tableau 25: récapitulatif des corrélations des différents groupements floristiques	98
Tableau 26 : Classification des espèces spontanées suivant les conditions édaphiques	100
Tableau 27 : Données climatiques, relevés dans la station météorologique de Biskra ...	114
Tableau 28 : Données climatiques (1999- 2009) pour la station I	114
Tableau 29 : Données climatiques (1999- 2009) pour la station II	114
Tableau 30 : Données climatiques (1999- 2009) pour la station III	115
Tableau 31 : Données climatiques (1999- 2009) pour la station IV	115
Tableau 32: Analyse des données floristiques de la station I	116
Tableau 33: Analyse des données floristiques de la station II	116
Tableau 34: Analyse des données floristiques de la station III	117
Tableau 35: Analyse des données floristiques de la station IV	117
Tableau 36: Analyse des données floristiques de la station V	118
Tableau 37: Analyse des données floristiques de la station VI	118
Tableau 38: Analyse des données floristiques de la station VII	119
Tableau 39: Analyse des données floristiques de la station VIII	119
Tableau 40: Analyse des données floristiques de la station IX	120

Tableau 41: Spectres biologiques des stations	120
Tableau 42: Calcule de l'aire minimale de Station I	121
Tableau 43: Calcule de l'aire minimale de Station II	121
Tableau 44: Calcule de l'aire minimale de Station III	121
Tableau 45: Calcule de l'aire minimale de Station IV	121
Tableau 46: Calcule de l'aire minimale de Station V	121
Tableau 47: Calcule de l'aire minimale de Station VI	122
Tableau 48: Calcule de l'aire minimale de Station VII	122
Tableau 49: Calcule de l'aire minimale de Station VIII	122
Tableau 50: Calcule de l'aire minimale de Station IX	122
Tableau 51: Tableau floristique brut des relevés floristiques de la station I	123
Tableau 52: Tableau floristique brut des relevés floristiques de la station II	123
Tableau 53: Tableau floristique brut des relevés floristiques de la station III	124
Tableau 54: Tableau floristique brut des relevés floristiques de la station IV	124
Tableau 55: Tableau floristique brut des relevés floristiques de la station V	125
Tableau 56: Tableau floristique brut des relevés floristiques de la station VI	125
Tableau 57: Tableau floristique brut des relevés floristiques de la station VII	125
Tableau 58: Tableau floristique brut des relevés floristiques de la station VIII	126
Tableau 59: Tableau floristique brut des relevés floristiques de la station IX	126
Tableau 60: Analyse en Composantes Principales des différentes variables	127
Tableau 61: Analyse descriptive des données des différentes variables	128
Tableau 62: Matrice de corrélation (Pearson (n))	129
Tableau 63: Corrélation des variables avec les principaux axes	131
Tableau 64: Coordonnées des stations sur les principaux axes	132
Tableau 65 : Inventaire des espèces végétales recensées dans la région de Biskra	133

Liste des photos

Photo 1 : Paysage de la station 1 (garrigue du genévrier)	70
Photo 2 : Paysage de la station 1 dégradation de la forêt de chêne vert	70
Photo 3 : Paysage de la station 2 en amont du Djebel Nwasser	71
Photo 4 : Paysage de la station 3	72
Photo 5 : Touffes d'Astragale	72
Photo 6 : Paysage de la station 4 au niveau de la plaine de Loutaya,	73
Photo 7 : Paysage de la station 5 Versant Sud de Djbel Boughzel,	73
Photo 8 : Paysage général de la station 6	74

Photo 9 : paysage de la Station 7 (lieu dit : Stah Zemrir)	75
Photo 10 : Paysage de la station 7	75
Photo 11 : Paysage de la station 8 (La Sebkha d'Oumeche)	76
Photo 12 : végétations aux alentours de la Sebkha d'Oumeche	76
Photo 13 : Paysage de la station 9 (Alluvions de Oued Djedi)	76
Photo 14 : <i>Anabasis Articulata</i>	136
Photo 15 : <i>Aristida Pungens (Drinn)</i>	137
Photo 16 : <i>Artemisia Herba Alba</i>	137
Photo 17 : <i>Astragalus armatus</i>	138
Photo 18 : <i>Atractylis flava</i>	139
Photo 19 : <i>Atriplex halimus</i>	139
Photo 20 : <i>Frankenia thymifolia</i>	140
Photo 21 : <i>Genista microcephala</i>	141
Photo 22 : <i>Gymnosporia senegalensis</i>	141
Photo 23 : <i>Imperata cylindrical</i>	142
Photo 24 : <i>Juniperus phœniceæ</i>	143
Photo 25 : Feuilles de <i>Juniperus phoenicea</i>	143
Photo 26 : Fruits de <i>Juniperus phoenicea</i>	143
Photo 27 : <i>Juniperus oxycedrus</i>	144
Photo 28 : Fruit du (<i>Juniperus oxycedrus</i>)	145
Photo 29 : <i>Limoniastrum guyonianum</i>	145
Photo 30 : <i>Quercus ilex</i>	145
Photo 31 : <i>Rosmarinus officinalis</i>	146
Photo 32 : <i>Salsola tetragona</i>	147
Photo 33 : <i>Salsola tetrandra</i>	148
Photo 34 : <i>Salsola vermiculata</i>	148
Photo 35 : <i>Stipa tenacissima</i>	148
Photo 36 : <i>Suaeda fruticosa</i>	149
Photo 37 : <i>Suaeda mollis</i>	150
Photo 38 : <i>Tamarix africana</i>	150
Photo 39 : <i>Teucrium polium</i>	151
Photo 40 : <i>Thymelaea hirsuta</i>	151
Photo 41 : <i>Zygophyllum cornutum</i>	152
Photo 42 : Erosion hydrique au niveau de la station III	153
Photo 43 : le Deb - deb (sous sol) de la Station V	153
Photo 44 : Profile pédologique au niveau de la Station VI	153

INTRODUCTION

La végétation spontanée des milieux arides en général, et de la région de Biskra en particulier appartenant à des espèces végétales différentes, ne se regroupent pas dans la nature sous le seul effet du hasard. La composition floristique en un lieu serait un phénomène unique. S'il en était, ainsi, on n'observerait pas en des lieux différents la répétition des mêmes combinaisons d'espèces (aux variations aléatoires près). Il faut donc que ces combinaisons obéissent à d'autres lois que celle du hasard. Pour celui qui à l'habitude du terrain et qui connaît la flore locale, il sait très bien qu'il pourra observer la même combinaison d'espèces, à certains emplacements, et que cette combinaison d'espèces traduira localement la typologie du sol, l'altitude, la latitude et les conditions climatiques en place.

Les plantes spontanées des régions arides en générale, sont le garant principale d'une activité biologique permanente et d'un écosystème bien équilibré.

Les régions arides sont caractérisées par des écosystèmes fragiles et vulnérables à faible production et soumis à une dégradation importante liée essentiellement à une surexploitation anthropique, la sécheresse n'est qu'une circonstance aggravante. La désertification, stade ultime de cette dégradation, est liée à la destruction du couvert végétal, à la perte de la productivité et à la résilience de ces écosystèmes.

Pour être plus efficace, la lutte contre la désertification doit se baser sur la connaissance et la maîtrise des causes du processus.

Dans ce contexte Les oasis de Biskra constituent une partie de la transition entre les domaines atlasiques plissés du Nord (Atlas Saharien) et les étendues plates et désertiques du Sahara. (Ozenda, 1977) a noté que les oasis abrite selon leurs différentes formes géomorphologiques, des formations et des groupements des végétaux répartis dans différents aires selon la topographie et la nature du sol.

Plus généralement, les regroupements d'espèces dans la nature obéissent à la conjonction, au niveau local, d'un ensemble de facteurs à savoir le:

- climat (général, local, microclimat ou climat de station et ses particularités) ;
- topographie, exposition ;
- sol (roche-mère, nature, profondeur, humidité, caractéristiques physico-chimiques) ;
- action humaine (sous ses formes les plus diverses y compris feu), actuelle, passée, directe ou

indirecte ;

- action des animaux (domestiques ou sauvages)
- facteurs historiques (comme les migrations d'espèces).

Comprendre la complexité de la répartition des plantes spontanées au niveau des écosystèmes oasiens, les facteurs environnementaux qui orientent cette répartition. Ils pourront ainsi contribuer à la recherche de moyens de lutte efficaces contre la dégradation des systèmes écologiques.

L'objectif de l'étude de la répartition spatiale des végétaux est de décrire, classer, hiérarchiser et typifier ces communautés végétales élémentaires où l'analyse de la répartition spatiale des végétaux de cette région a pour but de vérifier l'interdépendance des espèces avec leur milieu et de délimiter les aires de leur distribution. Suivant cette logique, notre travail s'articule à l'étude de la répartition spatiale et la diversité des plantes spontanées dans la région de Biskra, tenant compte de certains paramètres de délimitation des stations considérées homogènes à savoir les groupements floristiques, la typologie du sol, la pente la topographie, la physionomie des plantes (arbres, arbustes et herbacés) et les formes géomorphologiques (cuvettes ; plaines)

Au cours de cette étude qui s'étend des monts de Ain Zaatout en allant vers Oued Djedi ; on essayera de faire ressortir le rôle des cortèges floristiques comme facteur de stabilité et du fonctionnement des « écosystèmes devant les contraintes majeurs comme l'érosion hydrique, l'ensablement et la salinisation ».

Pour cela une démarche a été établie pour réaliser :

- Une approche des regroupements, qui s'articulent sur l'étude des végétaux et leur association
- Une approche pédologique basée sur l'étude caractéristique morphoanalytique du milieu.
- Une approche géomorphologique : dans le but de préciser la contribution des traits de relief sur la dynamique de la végétation.
- Une analyse statistique qui s'appuie sur l'étude des corrélations.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE : I
ETUDE DU MILIEU NATUREL

Chapitre I

Etude du milieu naturel

1/ Situation géographique :

La wilaya de Biskra (Fig.1), est localisée au sud-est Algérien et s'étend sur une superficie de près de 20 986 km² (Khechai, 2009). Chef lieu Biskra, limitée par les Wilayas suivantes :

- La Wilaya de Batna au Nord
- La Wilaya de M'sila au Nord-Ouest
- La Wilaya de Djelfa au Sud-Ouest.
- La Wilaya de Ouargla au Sud.
- La Wilaya d'El-oued au Sud-Est.
- La Wilaya de Khenchela au Nord-Est. (Anonyme, 2007).

Elle se localise entre les coordonnées Lambert avec une latitude de 34,48 (N) et une longitude de 05,44 E .

L'altitude de la ville de Biskra est de 120 m au dessus du niveau de la mer.

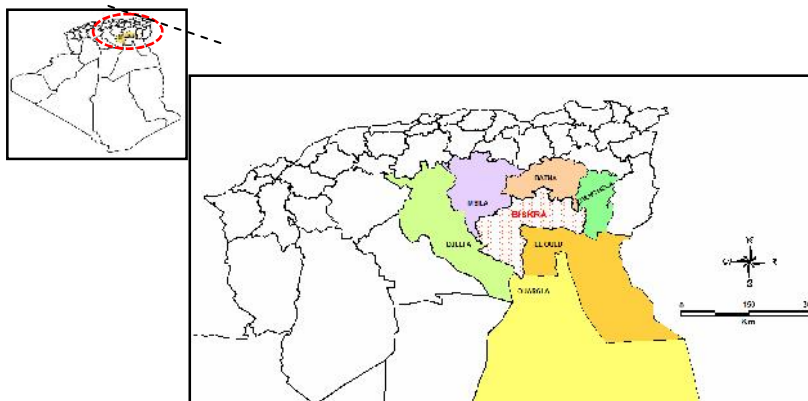


Fig. 1 : Situation géographique de la zone d'étude

2/ Relief :

Le territoire de la wilaya est formé au Nord par la plaine de Loutaya qui est, elle-même, limitée par Djebel Metlili au Nord et Djebel Krouchen daïra de Ain Zaatout et au Sud par Djebel Boughzel.

Au sud de Djebel Boughzel, les terrasses des oueds présentent une topographie où la pente est très douce 0,6 % allant du Nord vers le Sud, avec une altitude qui se décroît progressivement de 280 à 200 mètres pour les plaines de Loutaya au Nord, et de 160 m à 40 m pour la partie située au Sud de Djebel Boughzel vers la cuvette d'Oumeche.

La région de Biskra est un pays de transition structurale et sédimentaire. Dans sa partie Nord, c'est un pays montagneux tandis qu'au Sud c'est un pays effondré (Carte géologique de Biskra, 1/200.000) fait partie du Sahara septentrional et d'autre part en position très inférieure apparaissent les derniers anticlinaux vers le Sud de l'Atlas Saharien. Gouskov, (1962).

2.1/ Les montagnes :

Ne présentent que 13 % de la surface totale selon Anonyme, (2007), la majorité écrasante se trouve au Nord de la région de Biskra, le versant Nord possède la formation forestière qui se rattache avec celle de la forêt des Aures, tandis que le versant Sud est tourné vers la plaine de Biskra avec une végétation très faible.

Le point culminant est le Djebel Taktyout avec une altitude de 1942 m.

2.2/ Les plateaux :

Anonyme, (2007) Plateau de Ouled Djellal et Sidi Khaled ; ils présentent 50% se sont de vastes étendues planes ou faiblement accidentées, situées en hauteur et se localisent dans le côté Sud Ouest de la Wilaya de Biskra.

2.3/ Les plaines :

Selon Anonyme, (2006) elles occupent 28 % de la surface totale notons les plaines de Loutaya, Doucen, Sidi Oukba et Zribet el Oued.

2.4/ Les dépressions :

Elles sont constituées des Sebkhat et des Chotts avec un total de 9%. Sebkhat d'Oumeche d'Aourellal et le Chott Malghigh. Milieu dépourvu de toute vie biologique et de végétation naturelle.

Les dépressions de grandes dimensions, peu profonde, salée des zones arides et semi arides, sont représentées par Chott et Sebkha. La différence entre ces deux types de zones humides réside dans le mode d'alimentation, les sebkhas sont sous la dépendance de l'apport des eaux de crue, alors que les chotts sont alimentés respectivement par les apports de ruissellement et aussi par les nappes artésiennes profondes arrivant jusqu'en surface par des sources et/ou des suintements (Pouget, 1971). Les Chotts seraient de véritables « machines évaporatoires » (Coque, 1962).

Lorsque les eaux s'évaporent sous l'effet de la chaleur, des plaques de sels divers se développent en surface formant suivant l'origine de leurs eaux (phréatique ou superficielles) les chotts et les Sebkhats (Monod, 1957).

En période pluvieuse normale, en hiver et au printemps, une couche d'eau de quelques centimètres, saturée en sel allant de 200 à 250g/l, recouvre la surface, laissant, après évaporation, des dépôts de chlorure de sodium parfois exploitables. Après de fortes pluies, les chotts peuvent constituer de véritables lacs de plusieurs mètres de profondeurs ; quelques mois après, l'évaporation, très forte, en 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 et gypse) qui s'accumulent en bordure de la dépression (Pouget, 1971). 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 microdunes

3/ La géologie et géomorphologie :

Selon la carte géologique de la région de Biskra (fig. 2) à 1/200 000 ; on peut conclure que cette région, sur le plan structural et sédimentaire, est transitoire entre la partie Nord constituée de montagnes et le Sud qui est un pays effondré constitué de plaines.

Selon (Guoskov, 1962) elle fait partie du Sahara septentrional et d'autre part en position très inférieure apparaissent les derniers anticlinaux vers le Sud de l'Atlas Saharien. Khechai, (2001) le passage entre ces deux domaines distincts se fait par l'intermédiaire d'un ensemble de plis et de failles orientées en Ouest, appelés « flexures Sahariennes » marquées par la tectonique Atlasique. Ces deux derniers groupes ont joué un décrochement ce qui a permis aux trias de remonter. La région et ses bordures sont constituées par du calcaire et de la marne du crétacé avec des interactions gypseuses, ces derniers formant en général le cadre montagneux A.N.A.T., (2005) La majeure partie des roches est sédimentaire de type carbonaté. Le caractère essentiel dominant de ces formations est celui des sels (Calcaire, Gypse, Sels solubles). Selon A.N.R.H., (2005) les plissements de Djebel Boughzel et les lacunes locales (Sebkhat) sont engendrés par des mouvements tectoniques qui ont affecté les formations existantes de la région suivis par des phénomènes d'érosion.

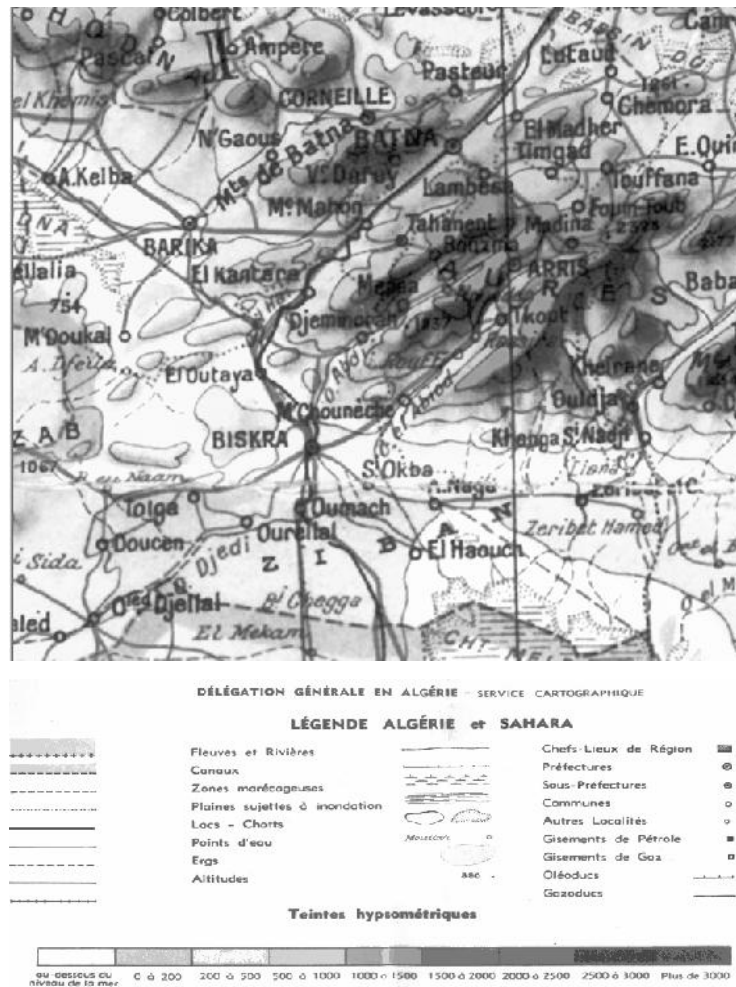


Fig. 2 : Carte de la région de Biskra (échelle 1/200.000). (Gouskov, 1962)

4/ Les traits géomorphologiques de la zone d'étude :

Notre zone d'étude s'étend du Nord de la Wilaya de Biskra où le glacis du versant Sud des Aurès se manifeste avec une altitude de 1100m (Djebel Krouchel « Daira de Ain Zaatout ») sol riche en calcaire présence d'une végétation composée d'arbres d'arbuste et de végétation herbacée, des touffes, notamment, d'armoise et d'Alfa.

La plaine de Loutaya est une continuité de ce glacis vers le Sud, constituée des sols peu évolués d'apport alluvial et traversée par Oued el Hay et Oued Abedi, présentant une pente faible.

Au Sud du glacis de Boughzel (286m d'Altitude) on aperçoit une vaste étendue allant du piémont de Djebel Boughzel où les dépôts sableux se forment par des apports éoliens sur un support constitué de (Deb deb) « Dale calcaire – gypseuse » ensuite jusqu'à Oued Djedi qui se situe sur une plaine constitué par des sols alluvionnaires en passant par les terrasses de **Bouchoucha** sol très gypseux par la présence d'une nappe sulfatée (figure 40 Annexe 6) et les terrasses de **Stah Zemrir** avec une pente de 0,6% avec des accumulations de sels qui sont très

apparentes étant donné que les sels sont plus solubles que le gypse ce qui a engendré une terrasse plus salée que la précédente où le taux de gypse est plus élevé, ensuite on a la Sebkhah d'Oumech, une dépression très salée avec différents types de sels, où s'accumulent les eaux très salées d'irrigation de drainage et de ruissellements venant de l'amont de la terrasse au Nord, avec une altitude de 40 m et qui présente une superficie de l'ordre de 20 km² (Khechai;2001)

5/ Hydrogéologie :

Suivant la carte géologique de Biskra (fig. 2), on peut distinguer les différents oueds traversant cette région qui sont comme suit :

- Oued Biskra qui prend pour son origine à partir des Oueds de Abdi et Oued El Hai.
- Oued Ezriba qui possède pour son origine les Oueds de Kattan et Oued El Arabe.
- Oued de Zeb Echarki, Oued El Hay et Oued de Ouled Djellal selon (Anonyme, 2007) sont caractérisés par l'irrégularité et le peu de ruissellement.
- Oued Djedi, selon (Anonyme, 2007) présente une longueur de 500 km, constitué le collecteur des eaux de ruissellements du plan Sud-Est de l'Atlas Saharien.

L'ensemble des Oueds sont définis par un écoulement endoréique.

Selon (Durand, 1953) l'hydrogéologie de la région de Biskra est caractérisée par la présence des quatre nappes principales, où la notice explicative de la carte hydrogéologique de Biskra distingue les nappes suivantes :

5.1/ La nappe phréatique quaternaire :

Elle se localise sur des accumulations alluvionnaires, (Mimeche, 1999 in Khechai, 2001) notent que le substratum est formé par une épaisse formation argileuse, contenant quelques niveaux de sable, de gravier et des marnes. La plupart des eaux de cette nappe sont salées ou très salées. Et c'est au niveau des palmeraies qu'elles sont les mieux connues avec une profondeur comprise entre 20 et 150 m et un débit de 5 à 10 l/s. Les nappes les plus importantes dans la Wilaya de Biskra sont celles de l'Oued Biskra et de l'Oued Djedi, leur alimentation est assurée par les précipitations (A.N.A.T., 2005).

5.2/ La nappe du miopliocène :

Sa litho stratigraphie est mal connue avec l'alternance de couches d'argiles imperméables. A peine la formation de quelques horizons aquifères dans les terrains continentaux du tertiaire et quaternaire sont connus. Les eaux sont de mauvaise qualité, alimentées à partir des zones d'affleurement du miopliocène. La profondeur de cette nappe est de 100 à 300 m. Selon Khechai, (2001) ; l'écoulement de cette nappe se fait du Nord-Ouest vers le Sud -Est libre, semi libre et semi captif.

A l'Est de la Wilaya de Biskra, cette nappe se subdivise en deux aquifères séparés par une épaisse couche d'argile et d'argile sableuse, l'un profond désigné sous le nom du Pontien et l'autre moyennement profonde qui est la nappe du miopliocène connue dans cette région. Le sens d'écoulement principal de la nappe des sables est vers la zone de Chott Melghir (A.N.A.T., 2005). Elle est située dans la partie Sud de la Wilaya ; sa formation est en générale constituée d'alternance de niveaux d'argile, sable et cailloutis d'âge miopliocène. Elle est fortement exploitée dans la partie Est de la Wilaya de Biskra plus particulièrement dans les régions de M'zirâa.

5.3/ La nappe des calcaires de l'éocène et de sénonien :

Cette nappe est localisée dans la totalité de la région de Biskra. Son réservoir est constitué essentiellement de calcaire de l'Eocène inférieur et du Cénomanién supérieur, avec un toit composé des formations argilo -sableuses du miopléocène au Nord et des marnes gypseuses moyennes au Sud. Elle recèle des réserves très importantes qui sont liées d'une part aux faciès et à l'état de fissuration de la roche, et d'autre part à sa recharge souterraine à partir de l'Atlas Saharien.

L'alimentation de cette nappe ce fait par deux zones d'affleurement de l'Eocène inférieur, le premier à l'Ouest de Doussen et Ouled Djellal, le second au Nord de Tolga entre Foughala et Bouchegroune et les versants de la plaine de l'Outaya Anonyme, (2000) Elle est la plus sollicitée dans les palmeraies des Ziban, où elle est appelée « Nappe de Tolga » sa profondeur est de 100 à 500m.

L'A.N.A.T., (2005) note que les différents sondages réalisés au niveau de cette région montrant qu'il existe une continuité hydraulique entre la nappe de l'Eocène inférieur et celle du sénonien supérieur sous jacente. Par contre, dans la partie d'Oumeche et Mlili, ces deux nappes sont séparées par une couche de marne et de marne calcaire et où la profondeur est d'environ 900m.

5.4/ La nappe profonde du continental inter – calcaire :

En d'autre terme, on l'appel Albienne, généralement n'est pas exploitée dans la zone d'étude. Ses eaux possèdent une température très élevée 60°C. sa profondeur est de 1600 à 2500m (Halitim, 1985)

6/ La pédologie :

Les principaux types des sols dans les régions arides selon la classification française effectuée par le (Laboratoire de Géologie Pédologie de paris, 1967) sont :

- Les sols salés

- Les sols calcaires
- Les sols à accumulation de sels.
- Les sols gypseux.
- Les sols gypseux-calcaires

Alors que les études réalisées par Khechai, (2001) au niveau de la Wilaya de Biskra, montrent qu'il y a une hétérogénéité des sols de la région de Biskra. Allant du Nord, caractérisé par des montagnes où les sols sont limono – argileux en passant par le périmètre de l'Outaya jusqu'aux sols argilo – limoneux dans la zone de Sidi Okba, à l'Est de Biskra des sols calcaires, limono – sableux dans la zone des Ziban, pour cela les différents types de sols rencontrés sont :

- Les sols calcaires
- Les sols gypseux
- Les sols gypseux calcaires
- Les sols salés
- Les sols argilo – sodiques
- Les sols peu évolués d'apport alluvial.
- Les sols colluvionnaires
- Les sols à formation éolienne.

7/ La végétation des zones arides :

Cette végétation est généralement bien différenciée du Nord au Sud et ce suivant le type du sol et les conditions climatiques.

Le couvert végétal est très clairsemé, discontinu très irrégulier sous l'influence du climat du sol et de l'action anthropique, qui sont très rudes et qui peuvent inhiber l'apparition ou la prolifération d'une flore saharienne spontanée caractéristique sous l'existence des conditions offertes par des zones géomorphologiques spécifiques (Khechai, 2006) souligne que la végétation spontanée est due à une interaction de trois facteurs essentiels ; Climat – sol – action anthropique. L'existence des nappes souterraines a favorisé le développement des palmiers. L'exploitation agricole est fortement influencée par les conditions physiques locales, la géomorphologie, la topographie, la circulation de l'eau.

Ozenda, (1982), indique que la composition des groupements des végétaux est essentiellement influencée par la nature du substrat, on peut citer le caractère physique du sol qui se traduit par la liaison entre certaines plantes et type donné de texture ou structure ; espèces de roches possédant des adaptations de leurs appareil sous terrain, espèces

Psammophiles liées aux sables etc. et au caractère chimique tel que la salure et la teneur en matière organique. Par la suite se constitue des groupements plus hauts et plus fermés, c'est-à-dire comportant une masse de matière vivante plus grande et des racines qui pénètrent plus profondément, la végétation intervient à son tour dans la pédogenèse par une interaction physique (dissociation par poussé des racines) ; et chimique (corrosion de la roche par les racines et surtout apport organiques à la surface du sol (Floret et Pontanier, 1982)

Le surpâturage et les sécheresses ont amené à une dégradation progressive des espèces végétales non résistantes et à une prolifération des plantes épineuses comme l'*Atriplex Sp* et des plantes toxiques comme *Peganum harmala* (Anonyme, 1987). Alors qu'Anonyme, (1985) annonce que le couvert végétal varie du Nord au Sud selon les endroits où des aspects végétaux halophytes à base d'*Atriplex halimus* et de *Salsola Sp*. Qui est dominante au Sud.

Les formations végétales ont subi un long processus de sélection en faveur des espèces de faible valeur nutritive résistantes au surpâturage et à la sécheresse. Certaines espèces menacées de disparition ne se trouvent que sous leur forme relique (Anonyme, 1987).

La végétation naturelle dépend en grande partie des conditions hydrologiques et des sols. Il a été constaté que sur le terrain où la nappe est superficielle, on rencontre des plantes de type *Salsola vermiculata*, *Suaeda mollis*, de type *Sarex pachystylis*,

Alors que (Maire, 1940) cite que la végétation est mieux développée et plus variée là où la profondeur de la nappe est faible. La flore est essentiellement représentée par *Salsola vermiculata*, *Salsola bariosha*, *Carex bachystilis* et par des graminées.

8/ Le climat :

L'étude du climat définit l'état actuel de l'atmosphère comme composante déterminante du milieu géographique.

L'enregistrement des données climatiques par l'O.N.M. de Biskra (Office National de Météorologie) durant la période (1999 – 2009) nous révèle ce qui suit :

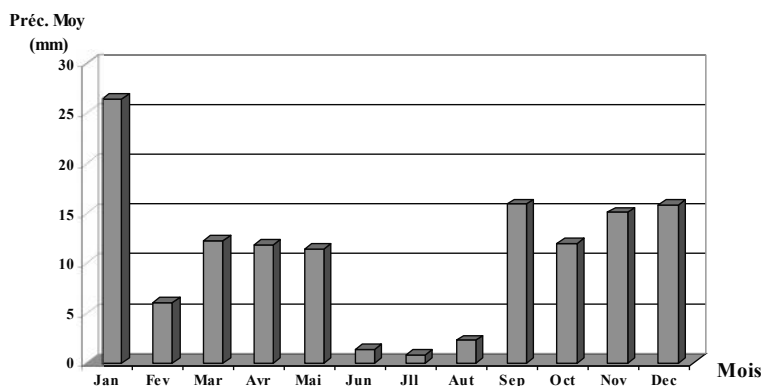
8.1/ Les précipitations :

La pluviométrie est l'une des éléments les plus importants en ce qui concerne la caractérisation du climat d'une région donnée.

En région aride la productivité des végétaux augmente en forme linéaire avec l'augmentation des précipitations (Mackenzie et Ball, 2000).

Khechai, (2001), quand à lui, note que le régime de précipitations annuelles et leurs apports quantitatifs sont la résultante de l'influence de deux paramètres sur le climat de la

région : le Sahara et la mer méditerranée. Dans notre région les précipitations sont très mal réparties au cours de l'année, elles sont brutales et très localisé (fig. 3).

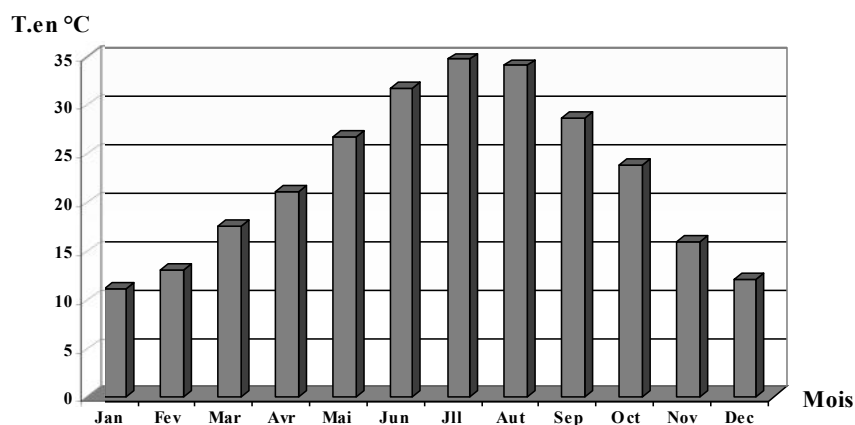


**Fig. 3 : Précipitations moyennes mensuelle pour la période de (1999 – 2009)
(O.N.M., Biskra ; 2010)**

Nous remarquons que la période pluvieuse s'étend de septembre à avril avec un maximum de 26,4 mm pour le mois de janvier. La période sèche coïncide avec la saison la plus chaude, elle présente un maximum de sécheresse en juillet de 1,39 mm. (Tableau 25, Annexe 1).

8.2/ Les températures :

La région de Biskra comme toute les autres régions des zones arides, possède des températures élevées pour une moyenne de 22,66°C, avec des fortes variations



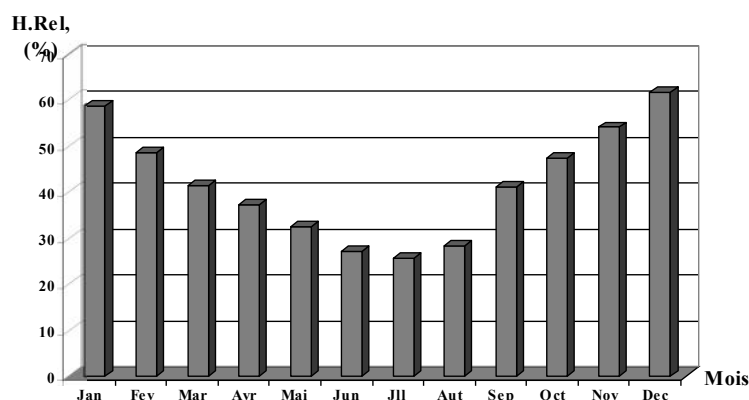
**Fig. 4 : Températures moyennes mensuelles pour la période de (1999 – 2009)
(O.N.M., Biskra ; 2010)**

saisonniers (fig. 4). La température maximale enregistrée est en mois de Juillet est de 34,9°C, par contre la minimale est de l'ordre de 11,3°C enregistrée en mois de janvier (Tableau 25, Annexe 1).

8.3/ L'humidité relative de l'air :

Il s'agit du rapport entre la quantité effective de la vapeur d'eau dans un volume d'eau donné et la quantité maximale possible dans le même volume et à la même température.

L'histogramme suivant nous donne une idée sur la moyenne annuelle de l'humidité relative qu'est de l'ordre de 41.98 % et reflète le mois le plus humide qui est dans notre cas le mois de Décembre avec une moyenne mensuelle de 65.9 % (Tableau 25, Annexe 1).



**Fig. 5 : L'humidité relative mensuelle pour la période de (1999 – 2009)
(O.N.M., Biskra ; 2010).**

Les données enregistrées et représentées par l'histogramme de la (fig. 5) de la zone d'étude appellent les remarques suivantes :

- l'humidité relative est plus élevée en hiver qu'en été ceci est dû à la température plus clémente.
- Les valeurs les plus élevées sont enregistrées en hiver, le mois de décembre (60%) et la plus basse, le mois de juillet (25,8 %)
- La moyenne annuelle est de 41.98 % (Tableau 25, Annexe 1).

8.4/ Les vents :

Dans les régions arides, les vents sont les principaux facteurs de l'édification des reliefs (dunes) et dans la dégradation des sols (vannage).

Les vents sont relativement fréquents au printemps et en été. Le Sirocco est un vent chaud et sec qui souffle en été et accélère l'évapotranspiration.

Les vents de sable sont fréquents surtout au printemps et en été.

Les vents jouent un rôle très important au niveau des régions arides, pour l'édification des reliefs et des sols ainsi la dégradation et la destruction de celle-ci (Halitim, 1988) d'une part ; et d'autre part dans la dissémination des grains des végétaux et les grains du pollen.

Ils sont fréquents et leur vitesse est importante durant les mois de mars, avril et mai, (fig. 6), pendant cette période le sirocco souffle violemment, il provoque l'entraînement des matériaux sableux sans cohésion et de ce fait, responsable de la sculpture des formations dunaires que

l'on observe dans cette partie du Sahara. Ses effets sont accentués par l'absence d'un couvert végétal.

Les vents les plus dominants sont ceux des hauts plateaux du Nord Est durant l'été et du Nord Ouest durant l'automne et l'hiver. Alors que les siroccos sont enregistrés du Sud Ouest est sont fréquent en printemps et en été où le sirocco devient très desséchant (O.N.M., 2010). La figure 6 nous indique les vitesses moyennes enregistrées pour chaque mois de l'année :

Le maximum de vitesse des vents est de 5,88 m/s est enregistré durant le mois d'avril.

Le minimum de vitesse est enregistré au mois de juillet est de 3,48 m/s (O.N.M., 2010).

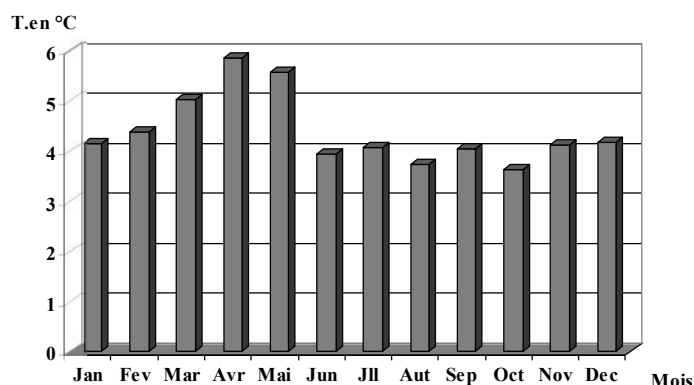


Fig. 6 : Les vitesses moyennes mensuelles des vents pour la période de (1999 – 2009) (O.N.M., Biskra ; 2010)

8.5/ L'évaporation moyenne mensuelle :

Le processus de l'évaporation s'intensifie aux moments du sirocco (O.N.M., 2010) (Djellouli, 1990) cite que l'évaporation est fonction des températures ; de l'humidité ; du rayonnement solaire, la vitesse des vents, l'importance du couvert végétal et du degré d'humidité du sol.

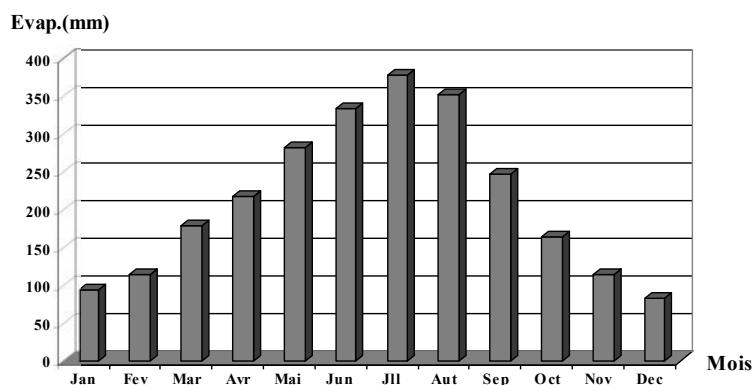


Fig. 7 : L'évaporation moyenne mensuelle pour la période de (1999 – 2009) (O.N.M., Biskra ; 2010)

D'après l'histogramme (fig.7) ; on remarque que l'évaporation moyenne la plus élevée se concentre au mois de juillet 379 mm (Tableau 25, Annexe 1).

L'évapotranspiration est très importante dans la région, la méthode de "Turc" nous a permis d'obtenir une valeur de 2540.85mm/an. L'intensité de l'ETP est fortement renforcée par les vents et notamment ceux qui sont chauds (Sirocco).

8.6/ L'insolation :

Le désert est caractérisé par une insolation qui peut atteindre 90% du minimum théorique soit 3500 à 4000 heures / année. En l'absence de masques montagneux la moyenne mensuelle d'insolation est plus accentuée. (Seltzer, 1946)

Selon (khechai, 2006) la région de Biskra reçoit une intensité lumineuse très importante surtout pendant les grandes puretés durant toute l'année car l'atmosphère à une grande pureté durant toute l'année. Cependant l'histogramme (Fig. 8) nous indique que :

- le nombre moyen annuel d'heurs d'insolation est de 280,41h. qui correspond à 9.35 h/j. La valeur minimale a été enregistrée au mois de décembre (210 h) qui cours pour (7h/j). (Tableau 25, Annexe 1).

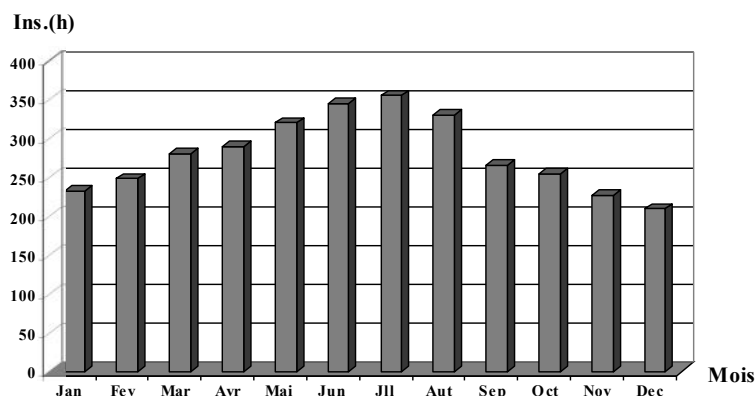


Fig. 8 : L'insolation moyenne mensuelle pour la période de (1999 – 2009)

(O.N.M., Biskra ; 2010)

9/ Synthèse climatique :

9.1/ Diagramme ombrothermique de Gaussen :

Il permet de calculer la durée de la saison sèche, il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle qui sont portées sur des axes où l'échelle de la pluviosité est double de la température.

La saison sèche se trouve matérialisée par la zone où la courbe des températures passe au dessus de la courbe des précipitations. Un mois sera dit biologiquement sec si la pluviosité moyenne mensuelle est égale ou inférieure au double de la température moyenne mensuelle du même mois (Seltzer, 1946)

Cette allure nous a permis de constater que la période sèche s'étale le long de l'année avec une intense sécheresse au mois de juin à septembre. (Fig. 9)

L'analyse du diagramme de la zone d'étude (Fig. 9) montre que la période sèche dans la région de Biskra pour la période de 1999 à 2009, s'étale sur la totalité de l'année avec une augmentation entre les mois d'avril à octobre.

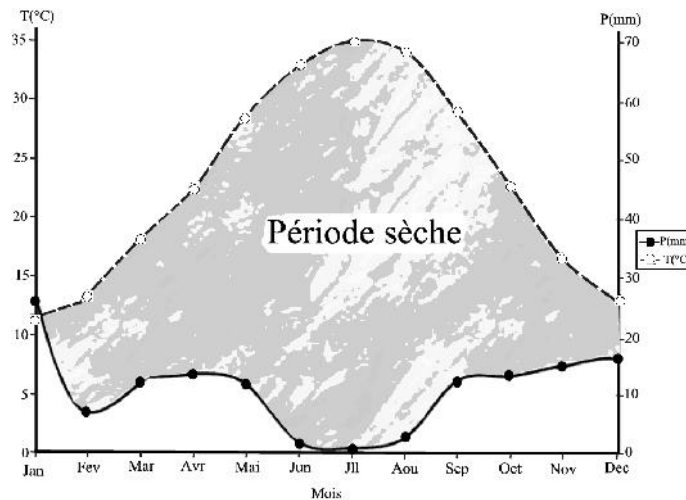


Fig. 9 : Diagramme ombrothermique de Gausson de la région de Biskra. Pour la période (1999 – 2009)

9.2/ Quotient pluviométrique d'Emberger :

Ce quotient est spécifique, au climat méditerranéen, il s'agit d'un indice climatique visant à traduire l'aridité d'un écosystème dans l'équation.

$$Q = 3.43 \frac{P}{\left(\frac{M + m}{2}\right)(M - m)}$$

Q = 1000 p/((M+m)/2) (M-m).

Q : pluviosité moyenne annuelle (en millimètre)

M : température moyenne maximale du mois le plus chaud (en degré absolu : degré Kelvin).

m : température moyenne minimale du mois le plus froid (en degré de Kelvin).

Stewart,(1965) in Djbaili, (1984), remarque que le quotient pluviométrique peut être réduit à la formule suivante :

$$Q = 3.43 \frac{P}{M - m}$$

P : pluviométrie moyenne annuelle (en millimètre)

M – m : amplitude thermique M et m sont exprimées en degré Kelvin température moyenne annuelle (en C°).

Cet indice nous permet de classer la zone d'étude suivant les limites suivantes :

Ils est donc possible, grâce à cette formule de calculer le quotient pluviométrique de la zone étudiée et en déduire dans quel bioclimat se situe (fig.10).

A partir des données climatiques de la région de Biskra (1999 – 2009) on a :

$$P = 131,51 \text{ mm}$$

$$M = 41,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m = 6,45 \text{ }^\circ\text{C}$$

Le quotient de notre zone d'étude est de ($Q=12,98$) en rapportant cette valeur dans le climagramme d'Emberger, nous déduisons que la zone de Biskra se situe dans l'étage bioclimatique Saharien à hiver chaud et possède un climat chaud et sec.

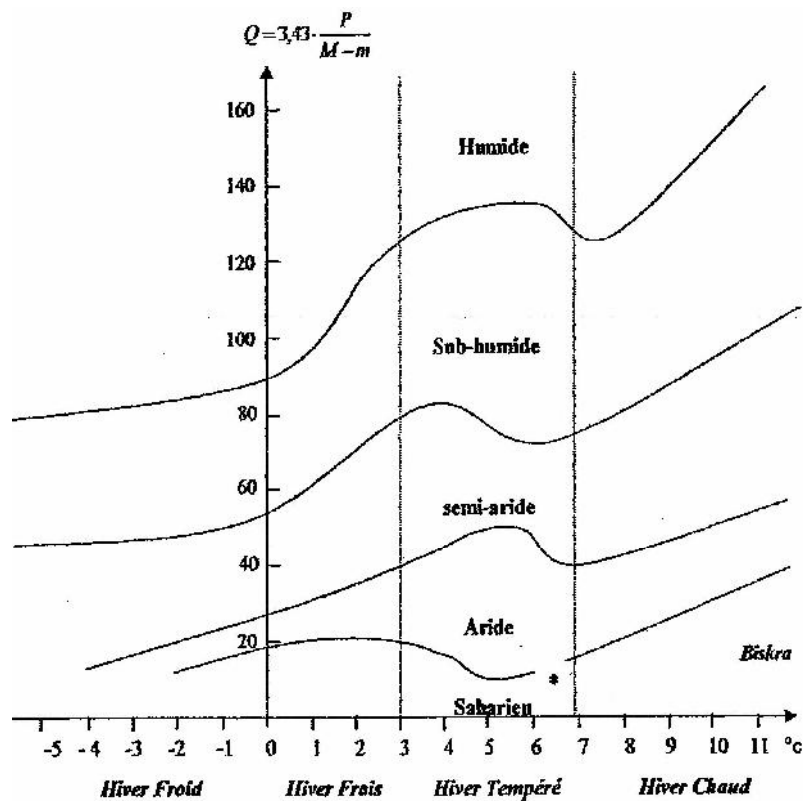


Fig. 10 : Localisation de la région de Biskra dans le Climagramme d'Emberger (1977 – 2004) (Station de Biskra).

9.3/ L'Indice d'aridité d'Emmanuel Dermartonne (1925) :

Il se calcule par la formule suivante :

$$I_a = \frac{P}{T + 10}$$

I_a : Indice de Dermartonne.

P : précipitations annuelles moyennes en (mm).

T : température moyenne annuelle en ($^\circ\text{C}$).

10 : chiffre ajouté afin de ne pas avoir un indice négatif.

Le classement des régions s'effectue selon les limites suivantes :

* **Climat aride** : $I_a < 10$

* **Climat semi – aride** : $10 < I_a < 20$

* **Climat subhumide**: $25 < I_a < 35$

* **Climat humide**: $I_a > 35$

Suivant les données climatiques de la période allant de 1999 à 2009, nous pouvons ressortir que $p= 131,19$ mm et $T= 22,67^\circ\text{C}$.

Par application numérique nous obtenons :

$$I_a = \frac{131,19}{22,671 + 10} = 4.02$$

L'indice d'aridité est inférieur à 10 ce qui veut dire que la zone de Biskra se situe au niveau de la zone à climat aride.

Alors que la région de Ain Zaatout se situe au Nord de la Wilaya de Biskra, à une altitude de 1100m, et par extrapolation des données climatiques de la région de Biskra, on constate que la période sèche subie un rétrécissement qui peut aller du mois de mai jusqu'au mois de septembre.

Synthèse :

Suite à l'étude du milieu naturel de la zone de Biskra, nous pouvons dire que cette zone fait partie de l'étage bioclimatique Saharien avec un climat chaud de type aride.

La pluviométrie annuelle mal répartie, irrégulière est très faible avec des fluctuations. Les températures moyennes de cette zone sont très élevées et des périodes de sécheresse prolongées favorisant une évaporation très intense et une luminosité importante. Par voie de conséquence un taux d'humidité faible. Des transports éoliens importants. Les différences des données climatiques entre celles de Biskra qui se situe à une altitude de 120 m, et de la région de Ain Zaatout à 1100 m d'altitude et par extrapolation on peut dire que la partie nord de la wilaya de Biskra présente un climat plus rigoureux et plus froid donc plus d'humidité sur cette partie du versant Sud des Aurès.

Le réseau hydrographique endoréique constitue en quelque sorte le principal agent de salinisation des sols développés. La présence des nappes souterraines constitue une source de sels qui influent notamment sur la formation des accumulations gypseuses très fréquentes dans les sols de cette région.

Les formations pédologiques de la région sont des dépôts de formations récentes du quaternaire qui sont composés d'alluvions sableuses et de formations gypso- calcaire provenant des roches tendres (marnes, dépôts sableux arrachés par l'érosion des zones montagneuses). Alors que la zone montagneuse est constituée par des calcaires et des marnes du crétacé avec des intercalations gypseuses.

La végétation des régions arides paraît il, qu'elle s'adapte bien aux contraintes pédoclimatiques tel que la salinité notamment L'*Atriplex halimus* et les Salsolacées, à la rareté d'eau et l'excès de chaleur, et ce par des différenciations des formes d'adaptation aussi bien au niveau de la partie souterraine que la partie aérienne du végétal en réduisant leur surface des feuilles et en développant leur système racinaire tel le *Tamarix africana* et *Tamarix Galica*, leur permettant de lutter contre l'évapotranspiration.

Concernant les paramètres géomorphologiques de délimitation des aires de répartition de la végétation :

(Khechai, 2006) note que selon le type de sol, on a des groupements de végétaux qui peuvent l'occuper.

(Ozenda, 1977) Les associations végétales occupent les sols selon leurs besoins édaphiques et selon leurs besoins en éléments chimiques.

La région de Biskra constitue une partie de la transition entre les domaines atlasiques plissés du Nord (Atlas Saharien) et les étendues plates et désertiques du Sahara (Khechai, 2006)

(Boughani, 1995) a noté que la wilaya de Biskra abrite selon ses différentes formes géomorphologiques, des formations et des groupements des végétaux répartis dans différentes aires selon la topographie et la nature du sol. Les zones salées sont occupées par les espèces halophytes, les dépressions sont dominées par les espèces halophytes, et les zones riches en gypse, comme les aires de Tolga, sont occupées par les gypsifères, alors que les régions des accumulations sableuses au piémont de Djebel Boughzel forment une aire des espèces végétales de type psammophytes.

Enfin, les espèces des sols calcaires rencontrées dans la région d'El Hajeb forment une aire des calcicoles. La dépression comme la sebkhat d'Oumeche est occupée par une végétation Halophyte tel l'*Anabasis*, le *Tamarix* et les Salsolacées.

Bref, ces grands traits géomorphologiques, sont des facteurs décisifs de répartition et de délimitation des aires de végétation, et par voie de conséquence, se sont des paramètres de cartogénèse,

CHAPITRE: II
LES SOLS DES MILIEUX ARIDES

Chapitre II

Les sols des milieux arides

Introduction :

Les aridisols possèdent une superficie très importante à l'échelle mondiale, ainsi en Algérie ses superficies atteignent 95% de la superficie globale. (Halitim, 1988)

Sur le plan morphologique ce sont des sols peu développés présentant une profondeur très faible. Les variations brutales des températures et de l'humidité leur confèrent une structure instable, leur taux de matière organique est très faible (Halitim, 1988)

Aubert, (1960) signale que les aridisols présentent une évolution lente, la teneur en matière organique faible, sa structure est faiblement définie et dans la plupart des cas présente des croûtes calcaires, gypseuses et d'autres salines.

1/ Les sols de la région de Biskra :

Selon plusieurs auteurs qui ont fait des études au niveau de cette zone, Halitim, (1988) ; les principaux types des sols de la région de Biskra sont :

- Les sols calcaires
- Les sols peu évolués d'apport alluvial.
- Les sols gypseux
- Les sols salés.
- Les sols à formation éolienne
- Les sols colluvionnaires .

2/ Les sols de la région d'étude :

Afin qu'elle soit représentative des différents types de sols de la région de Biskra, la toposéquence que nous avons choisie pour notre étude présente les cinq types de sols des régions arides (Khachai 2001). Carte géologique 1/200 000 de Biskra (1952) montre que cette toposéquence est limitée au Nord par le glacis des Aurès suivie par la plaine caillouteuse de Loutaya (Khachai 2001). Les sols calcaires en amont du Djebel Boughzel suivie par des dépôts sableux ensuite on a des terrasses où le gypse est apparent selon le profil pédologique, plus en aval on a la Sebkhah, milieu totalement dépourvu de toute vie biologique en raison des grandes

quantités des sels accumulés formant une croûte blanche précédé par la terrasse de Stah zemrir où la couche blanchâtre indique que le sol est salin. En fin on a terminé par les sols de types alluvionnaires au alentour de Oued Djedi.

3/ Les Sols Gypseux

3.1/ Généralités :

(Pouget, 1968) le gypse est un minéral qui répond à la formule suivante $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. c'est la forme la plus répandue de sulfate de calcium dans le sol (Porta et al, 1990). Sa solubilité (2.4 g/l à 25°C et 1 atmosphère) (Porta et al, 1990) dépend de la composition chimique des solutions aqueuses, la température et la pression

3.2/ Répartition spatiale des sols gypseux dans le monde :

Les sols gypseux sont largement réponsus dans les zones arides et semis arides, leur surface totale est estimée de 707.000 km² (Boyadgiev, 1985).

En Algérie, ces sols se localisent en régions arides et sahariennes où les précipitations annuelles ne dépassent pas 150 mm/an. Ils sont souvent rencontrés en zones steppiques autour des sebkhas et dans les oasis au sahara, surtout au Nord (Oasis de Ziban, Oued-souf, Oued-Righ). Dans ces régions les bassins sulfatés sont très fréquents, mais la genèse des sols gypseux est essentiellement due à l'activité des nappes et l'intensité de l'évapotranspiration (Halitim et Robert, 1987). Ils sont localisés dans les régions des déserts, avec une moyenne des précipitations annuelles inférieure à 250 mm (Watson, 1985).

3.3/ Classification des sols en fonction du gypse :

Comme toutes les régions arides à l'échelle mondiale, les sols présentent des taux très important de gypse qui est en relation avec la présence des roches sédimentaires gypseuses. Le gypse dessous, transporté à l'état de solution dans les nappes et dans les couvertures pédologiques ; ou sous forme solide et transporté par le vent.

Tableau 1: Classification des sols en fonction du taux de gypse (C.P.C.S., (1967):

Gypse %	Nom de la classe
< 0,3	Non gypseux
0,3 – 10	Légèrement gypseux
10 – 25	Modérément gypseux
25 - 50	Extrêmement gypseux

3.4/ Origine du gypse :

Il ressort que les principaux facteurs qui régissent la présence du gypse dans le sol : La présence d'une source de gypse, la topographie et l'aridité du milieu (Bellanca et Neri, 1993). Donc ils sont liés aux caractéristiques spécifiques de chaque région d'étude.

L'abondance et la profondeur de ces gisements de sulfate supposent une source importante. Donc, l'origine du gypse peut être en partie colluviale, quoique quelques fractions puissent être transportées par dissolution par l'écoulement souterrain le long des pentes.

Le gypse peut avoir au moins trois origines éventuelles :

3.4.1/ Origine géologique :

Le gypse peut être contenu dans le substrat géologique (sédiments et roches). Ce substrat peut alimenter soit le sol qu'il supporte, soit les alluvions qui en dérivent, soit les sols des zones basses (Duchaufour, 1979) Les sédiments peuvent contenir du gypse (Watson, 1988), et les roches comme granite, marbre, basalte (Watson, 1988). Ce substrat peut alimenter soit le sol qu'il supporte, soit les alluvions qu'en dérivent (Duchaufour, 1979)

3.4.2/ Origine hydraulique :

L'eau quelle soit souterraine ou superficielle, contenant l'ion calcium et l'ion sulfate dissous, peut donner naissance à un dépôt gypseux par l'effet de l'évaporation et de concentration (Pouget, 1968). L'eau d'écoulement de montagne est la première source de gypse pour le sol (Toomanian et al, 2001).

3.4.3/ Origine éolienne :

La contribution du vent à la formation des accumulations gypseuses à été étudiée par (Coque, 1962) avance l'hypothèse d'un saupoudrage éolien du $\frac{1}{2}$ par le gypse.

3.4.4/ Origine biologique :

Le gaz carbonique dans le sol, provient des racines permet automatiquement la formation des bicarbonates c'est-à-dire les ions du Ca, qui est responsable de la précipitation des sulfates. Elle favorise la concentration des solutions, ainsi les amas gypseux se localisent au niveau des racines et des radicelles (Pouget, 1980).

3.5/ Formes du gypse dans le sol :

Il peut se présenter sous formes pulvérulentes, en pseudo mycélium, en amas, en nodules, en roses de sables, en encroûtements, en croûte massives ou en croûtes polygonales, et ce selon plusieurs auteurs notamment (Pouget, 1968 ; Dekkiche, 1974 ; Halitim, 1988 ; Ben saïd, 1999). Le gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) est formé d'une solution aqueuse, ou de l'hydratation de l'anhydride (CaSO_4). Il se cristallise sous forme d'un prisme monoclinique et occupe

finalement la forme d'un granulaire (alabastre), comme un agrégat fibreux (gypse salin, sélénite) où se rassemble comme une rose (rose de désert). (Boyadgiev et Sayegh, 1992).

3.6/ caractéristiques des sols gypseux :

La présence de gypse dans le sol affecte la plupart de leurs propriétés causant des problèmes sévères d'ordre physiques, chimiques et des problèmes de fertilité (Mashali, 1996). Cependant, quand les particules de gypse sont présentes dans la couche superficielle, leur type, leur quantité, et leur degré de cristallisation a un impact profond sur les propriétés physiques et physico- chimique du sol et sur la croissance des plantes (F.A.O., 1990).

3.7/ Propriétés chimiques des sols gypseux :

3.7.1/ Formes hydratées et déshydratées du sulfate de calcium :

Le gypse est un sel soluble (sulfate de calcium hydraté) sa solubilité est de 2.6 g/l dans l'eau pure à 25°C et à une pression de 1 atmosphère (Herrero et Porta, 2000). Il constitue la forme la plus répandue du sulfate de calcium dans le sol (Eswaran et al, 1981).

3.7.2/ Relation de solubilité :

3.7.2.1/ Solubilité du gypse dans l'eau pure en fonction de la température :

Jauzein (1974), montre que la solubilité de gypse, bassanite et anhydrite, en fonction de la température.

3.7.2.2/ Solubilité du gypse en présence des sels solubles :

La présence de NaCl dans la solution peut augmenter considérablement la solubilité de gypse (Schreiber B. et Shreiber E., 1977). La solubilité de gypse augmente avec la présence des chlorures, particulièrement les chlorures de sodium et de magnésium. Les tableaux suivants expliquent la relation entre le gypse et les sels solubles.

3.7.2.3/ Action du pH sur la solubilité du gypse :

Le pH influe aussi sur la solubilité de gypse, en raison de l'attachement des ions H sur les anions SO₄. La solubilité est élevée à pH bas (Artieda et Herrero, 1996). Mais ce phénomène ne peut guère intervenir car dans tous les sols gypseux étudiés le pH est toujours supérieur à 7 (Pouget, 1968).

3.7.3/ Interaction gypse – calcaire :

Halitim et Robert (1987) montrent qu'un envahissement de l'accumulation calcaire par le gypse avec une désintégration et une dilution au niveau du calcaire. Ils pensent que ce phénomène est dû à la pression de cristallisation du gypse qui est de l'ordre de 1,100 kg/ cm² qui détruit les individualisations calcaires par suite de l'arrivée continue des solutions sulfato – calciques, et leurs précipitation à ce niveau.

3.8/ Propriétés physiques des sols gypseux :

3.8.1/ La texture :

Elle est liée à la teneur en gypse ; à des faibles teneurs, la texture est déterminée par le matériau parental. Cependant, l'augmentation des teneurs en gypse engendre, d'une part, la formation d'une texture à dominance de limon et de sable en raison d'une cristallisation grossière d'autre part, elle induit une diminution des teneurs en Argile (Poche, 1992).

3.8.2/ La structure :

Le gypse intervient par une action physico – chimique (augmentation de la concentration en électrolytes et le phénomène d'échange), ainsi que par une action physique au niveau des contacts argile – gypse qui intervient sur la structuration globale du matériaux par cristallisation et croissance cristalline du gypse (Halitim, 1985).

La plupart des sols gypseux, ont une structure peu favorable. La structure de l'horizon de surface est dominée par une couche massive ou fine. L'horizon peut être fortement cimenté avec formation de croûtes dures, s'opposant parfois à la circulation de l'eau et au développement des racines (F.A.O., 1990).

La présence de gypse affecte le développement des éléments structuraux, à cause de la formation des canaux remplis de gypse, désigné gypse vermiforme (Artieda et Herrero, 1996).

Quand la quantité du gypse dépasse les 15%, la structure devienne instable. Toutefois, elle a tendance à augmenter sa stabilité autant que la quantité du gypse dépasse les 25% et c'est pour cette raison (Boyadgiev, 1985) a conclu que les sols contenant 10 à 35 % de gypse perméable ont une pauvre stabilité structurale et une faible capacité de rétention en eau.

3.8.3/ Résistance à la pénétration :

Selon (Poch, 1992) l'augmentation de la résistance à la pénétration avec l'augmentation du taux de gypse est observée dans les horizons qui contiennent < 50% de gypse.

3.8.4/ Capacité de rétention :

Selon (Poch, 1992) ; la disponibilité en eau dans les sols gypseux, est en relation avec la texture et la forme d'accumulation de gypse dans le matériau. Les horizons qui possèdent une texture moins grossière ayant une capacité de rétention élevée, par contre les horizons qui possèdent une texture plus grossière ayant une faible capacité de rétention. Alors que Van Alphen et Rios Romero (1971), indiquent que la capacité de stockage de l'eau disponible dans les couches à accumulations gypseuses pulvérulentes dépend du pourcentage de l'argile et la taille des cristaux de gypse.

Synthèse :

F.A.O., (1990), mentionne qu'au niveau des régions arides et semis arides, où le gypse se comporte comme un constituant semi-soluble dans le sol et où sa présence au-delà d'un certain seuil, affecte la croissance des plantes et leurs productivités.

Rao et Tarafdar, (1998) ont cité que *Salvadora oleoides*, *Colophospermum mopane* et *Pithecellobium dulce* ont été identifiées comme plantes affectueuses de calcium. Toutes les espèces testées, peuvent être employées pour la réadaptation des sols à gisement de gypse.

Herrero et Porta, (2000), ont noté que le taux du gypse est fonction du climat, de la topographie et de la physiographie. En dépassant 25 %, le gypse peut influencer négativement les rendements des cultures et provoque leur chute. L'augmentation du taux de gypse entraîne la diminution de la teneur en calcaire et vis versa. Des croûtes résultent d'un processus lent et complet, où peuvent intervenir successivement des phénomènes très variés tel que, le lessivage, les remontées la dissolution la précipitation et la cristallisation.

La cristallisation du gypse dans les pores entraîne la difficulté des racines de pénétrer ce sol.

4/ Les Sols Calcaires

Introduction

Les sols calcaires sont répartis dans le monde entier, ils sont répandus aussi bien dans les régions arides que dans les régions humides et subhumides. Ces sols se caractérisent par le CaCO_3 libre en quantité suffisante, pour présenter une effervescence visible sous l'action d'HCl dilué à froid (Belouam, 1976).

Le calcaire se caractérise par sa teneur, mais aussi par sa forme dans le sol. Dans beaucoup de cas c'est la forme qui détermine le trait essentiel du profil, surtout, quand le calcaire s'individualise sous forme continue (Djili, 2000).

Selon (Ruellan, 1976), le CaCO_3 est souvent accompagné de Mg CO_3 .

Morel, (1996) note que le sol contient généralement des proportions divers :

- Terres dites « terres franches » : 1 à 5% de calcaire.
- Terres argilo calcaires : 5 à 30% de calcaire
- Terres sablo Calcaire : 5 à 30% de calcaire
- Terres Calcaires : de 30 à plus de 70% de calcaire.

Selon (Ruellan, 1976), la présence de trois horizons principaux font la particularité des sols calcaires :

- Dans la partie moyenne du sol, un horizon d'accumulation du calcaire (horizon Bca), qui peut être plus ou moins développé.
- Au dessus, un horizon A moins calcaire, il peut être non calcaire.
- Au dessous, un horizon C également moins calcaire que l'horizon Bca. La distribution du calcaire dans ces trois horizons qui sont étroitement liés entre eux, définit le profil calcaire.

4.1/ Origine du calcaire dans les sols :

Duchaufour, (1977) note que la présence du calcaire dans le sols est due à sa précipitation et son accumulation dans les horizons BCA. Alors (Ruellan, 1976 ; Djili et Daoud, 1999 ; Djili, 2000 ; Djili et al, 1999) ont noté que le calcaire du sol, dans les régions arides, et dont les roches sont fréquemment carbonatées (calcaire et dolomie), provient essentiellement de la roche mère sous adjacente, ou simplement riche en calcium, c'est le cas du basale. Duthil, (1976) note que l'altération de la roche mère sous adjacente qui au en contacte des solutions percolant saturées en gaz carbonique dissous HCO_3^- et de l'acide nitrique provenant de nitrification de la matière organique va libérer du Ca^{++} .

Egalement, Duthil, (1973) annonce que le transfert du calcium après la dissolution du carbonates peut être suivi d'une précipitation de la calcite si la concentration en HCO_3^- et HNO_3 de l'eau dans le profil diminue ou a une précipitation lors de l'arrêt du drainage durant la période sèche. L'altération des roches calcaires va libérer progressivement différentes fractions : pierre, cailloux, graviers et sable grossier. Ceci est régit par les propriétés physiques de la roche, principalement la porosité et la dureté.

4.2/ Classification des sols en fonction du calcaire total :

Tableau 2 : Classification des sols en fonction du calcaire total (C.P.C.S., (1967):

Calcaire %	Horizon
< 1	Non calcaire
$1 < \text{CaCO}_3 < 5$	Peu calcaire
$5 < \text{CaCO}_3 < 25$	Modérément calcaire
$25 < \text{CaCO}_3 < 50$	Fortement calcaire
$50 < \text{CaCO}_3 < 80$	Très calcaire
> 80	Excessivement calcaire

Synthèse :

Le calcaire possède une place très importante dans le sol et peut se trouver sous trois formes principales : diffuse, en concentration discontinues et en concentrations continues.

Les sols calcaires sont différents, surtout par leur texture, leur morphologie, le mode d'évolution pedogénétique, par le niveau et le mode de salinisation. Leur extension spatiale est très variable. Se répartissent dans les zones arides de manière séquentielle et s'interpénètrent souvent avec les sols gypseux et les sols salés.

5/ Les Sols Peu Evolués**Introduction :**

Duchaufour,(1977) signale qu'un horizon humifère se forme en surface très peu développée (cas des sols subdésertiques), Khechai,(2001) note que les sols peu évolués sont très hétérogènes sur le plan pédologique, puisqu'ils regroupent soit des profils jeunes des climats humides, qui représentent les stades initiaux d'un certain type de pédogenèse (sol d'érosion ou d'apport) soit des sols dont l'évolution est empêchée par un facteur climatique : climat tantôt trop sec (désert) tantôt très froid (Cryosols).

La matière organique est peu abondante avec absence de complexes organo - minéraux (Amghar, 2003).

La matière minérale à un faible degré d'évolution et d'altération, Khadraoui,(2007) note que la matière minérale a pu être désagrégée et fragmentée par des phénomènes physiques.

5.1/ La genèse des sols peu évolués :

Elle est provoquée sous l'effet de plusieurs facteurs, notamment l'effet considérable de la végétation, la pente, l'humidité ainsi que la température. Ceci est signalé par Duchaufour,(1977) qui a indiqué que les facteurs peuvent freiner l'évolution ; les profils restent superficiel, seul les horizons humifère à formation très rapide, qu'ils reposent sur les matériaux, sans formé véritablement des complexes organo- minéraux et sans influencer l'évolution des matériaux minérales.

L'absence de développement de profil est l'une des caractéristiques essentielles de ce type de sol, qui a une relation étroite soit à des facteurs climatiques ; climat très sec, très peu d'eau qui circule dans le sol, soit à des facteurs topographiques, absence de végétation, pente, érosion etc.(USDA, 1975).

5.2/ Principaux types des sols peu évolués :**5.2.1/ Les sols peu évolués d'apport :**

Comme nous l'avons cité précédemment, c'est une caractéristique des plaines alluviales où les éléments transportés par l'eau se déposent au niveau desquel les caractéristiques principales est l'absence de structure, une texture hétérogène variable d'un point à un autre, grande porosité et bonne aération superficielle, absence de différenciation de profil.

Et là on constate deux groupes qui sont :

5.2.1.1/ les sols alluvionnaires :

Se sont des matériaux apportés par l'eau qui forme ce type de sol, selon Duchaufour,(1977), ces matériaux sont variables et reflètent d'une part les conditions géomorphologiques et géologiques des régions traversées, d'autres part les circonstance des alluvionnements (vitesse du courant en particulier) (Halitim, 1988) de son coté, indique que le sol alluvial est un sol azonal constitué de dépôts alluvionnaires relativement récents. Il est caractérisé par la présence d'une nappe phréatique qui circule et n'est donc pas réductrice et qui subit de fortes oscillations.

Sur le plan textural, de leur composition minéralogique et de leurs degrés d'altération, les sols alluviaux ont essentiellement la composition et les propriétés des matériaux transportés, or celles-ci sont extrêmement variable et reflètent d'une part les conditions géomorphologiques et géologique des régions traversées.

5.2.1.2/ les sols colluvionnaires :

Selon Duchaufour,(1977) se sont des sols en situation de piémont, bénéficiant de matériaux solubles ou insolubles transportés le long des pentes, les nappes sont absentes ou très profondes ; suivant le cas, ils peuvent être constitués de matériaux grossier (voir pierreux), au pied des pentes ou de matériaux fin, à une centaine distance des pentes. La teneur en matière organique est très variable, parfois très faible, parfois élevée, il agit de colluvium humifère de montagne.

Halitim, (1988) cite que les colluvions sont des formations superficielles particulières de versant qui resultent de l'accumulation progressive des matériaux pédologiques, à la différence des sols alluviaux, les nappes sont absentes ou très profondes suivant le cas, ils peuvent être constitué de matériaux grossiers ou de matériaux fins, la teneur en matière organique est très variable, parfois très faible, et en générale sont des sols très aérés.

6/ Les Accumulations sableuses

Introduction :

Plus de 70% de sable constitue ce type de sol (Nebkha, Rebdou ou Dune de sable) sont les formes que présente ce sol. Ces dunes de sables qui peuvent aller jusqu'à 100m d'hauteur.

(F.A.O., 1988) note que la forme des accumulations sableuses est très complexe non seulement en raison de la structure du courant éolien, mais aussi de la nature de la surface du sol, de la topographie, de la végétation et de la dimension des grains de sables.

(Khachai, 2001) cite que l'Erg occidental, long de 500 km et large de 150 à 250 km, couvre une superficie de 100 000 km². L'Erg oriental est d'une étendue presque équivalente. Les Ergs guides Chech, à l'Ouest de la vallée de la Saoura, représente également un vaste espace dunaire.

6.1/ Définition :

On appelle sable toute particule ou fragment de roche susceptible d'être transporté ou mis en mouvement par le vent. Cette mobilisation se produit généralement à partir d'une vitesse comprise entre 4 et 6 m/s. selon leur granulométrie, les grains de sables sont fins ou grossiers (entre 200 et 250). La nature géologique de la roche mère donne aux grains des densités et des teintes différentes. La forme des grains est ronde et due aux frottements qu'ils ont subi le long de leur trajectoire de migration.

6.2/ Origine du sable :

Le sol sableux qui est composé de quartz (SiO₂) se forme à partir des roches mères sableuses et ont la même composition que les matériaux qui constituent cette roche (Siliceux, silicatés ou calcaire). La sécheresse et la rareté de la végétation permettent le transport de sable sous l'action des vents (Khechai, 2001).

Chaque dune est composée de sable provenant d'une ou plusieurs origines désignées en fonction de leur éloignement par des appellations propres. On distingue trois principales origines du sable formant les dunes, à savoir :

6.2.1/ Origine autochtone :

Il est issu de sources situées à l'intérieur de la région où l'ensablement est constaté à l'intérieur de cet même origine on dit d'origine locale tout ensablement provoqué par le sable issu d'un endroit dont fait partie l'objet ensablé.

6.2.2/ Origine allochtone :

Le sable issu de sources situées à l'extérieur de la région où l'ensablement est constaté.

6.2.3/ Origine auto allochtone :

Si le sable qui constitue provient des deux origines précitées, on dit aussi que cet ensablement est d'origine mixte.

6.3/ Sources du sable :

6.3.1/ Définition :

On appelle source de sable tout emplacement qui produit ou contient des quantités de sable capables de former ou d'alimenter un ensablement suivant leur importance, ces sources sont soit de transition (cas d'ensablement par dune en déplacement), soit d'approvisionnement, assurant à l'origine la formation et l'alimentation des dunes

6.3.2/ Les sources mères de sable (les roches) :

La décomposition granulaire et la friabilité de certaines roches sous l'effet physico – chimique du climat, donnent naissance aux particules sableuses, les montagnes les regs et hamadas sont de véritables sources mères inépuisables de matériel sableux.

6.3.3/ Sources pourvoyeuses de sable :

Ce sont les milieux naturels dont les structures contiennent le sable à l'état façonné. Parmi ces sources très nombreuses les principales en sont :

- les terrasses à matrices constituées d'éléments fins.
- Les dépôts alluvionnaires et colluvionnaires.
- Les ergs et autres accumulations dunaires.
- Ces sources constituent des dépôts de stockage et d'approvisionnement importants en matériel sableux.

6.4/ Indices déterminants les origines des sables :

Avant de s'attaquer à un ensablement, il est indispensable de connaître tout d'abord les origines du sable qui le constitue. Ce premier diagnostic se base sur l'analyse des quatre indices déterminants ci-après :

Sens des vents dangereux : indique les directions suivant lesquelles le sable se déplace, l'emplacement des sources d'alimentation sur les trajectoires des vents renseignent sur la nature du sable transporté.

- texture des dunes : la texture grossière confirme une origine autochtone et la texture fine peut être due une origine allochtone.
- La couleur des dunes : permet de définir son origine selon les lieux des roches qui l'ont produit.
- Traces d'érosion : témoignent d'une autochtonie, leur manque indique une origine allochtone.

6.5/ Principales formes d'accumulations sableuses :

Les accumulations sableuses revêtent des formes et des dimensions différentes qui dépendent essentiellement des régimes des vents et de la nature des obstacles qui sont à l'origine de leur formation.

Selon le critère de classification choisi qui peut être soit le vent soit la topographie soit la végétation, on distingue plusieurs formes d'accumulations sableuses.

6.5.1/ les accumulations éoliennes les plus courantes :

- les ripples marks ou rides : (Oldache, 1988) note qu'ils sont des rides transversales qu'on rencontre sur les dunes. Ces micro – ondulations de quelques centimètres de hauteur sont disposées perpendiculairement à la direction du vent qui a été à leur origine.
- Le voile sableux ou éolien : il s'agit d'un voile de sable sous forme de couche peu épaisse, obtenu par un soupoudrage des surfaces par les grains de sables. Les surfaces très rugueuses ou couvertes de végétation et les pentes sont les lieux privilégiés de formation des voiles sableux.
- La forme de Nebkha : (Oldache, 1988) annonce que dans les régions sahariennes, le terme « Nebkha » est une dunette qui se dessine au pied d'un obstacle isolé et à faible surface exposée au vent. Les principaux obstacles à l'origine de cette formation sont les arbustes et buissons, les touffes de végétation herbacées, les cailloux etc.

Synthèse :

Dans le mécanisme de formation des dunes interviennent d'autres facteurs aidant le vent à jouer son rôle de constructeur. Ces facteurs sont des obstacles naturels ou artificiels qui forment des pièges aux sables transportés par le vent.

L'efficacité d'un obstacle est fonction de :

- sa hauteur
- sa perméabilité
- sa résistance et sa flexibilité
- sa rugosité et sa pente du côté exposé au vent d'espace balayé.

Toute barrière, toute proéminence, toute excavation, toute surface rugueuse et toute pente peuvent selon leur efficacité ralentir la vitesse du vent et provoquer l'atterrissement à leur niveau du sable transporté. Les principaux obstacles responsables de l'ensablement se distinguent en 3 caractères :

- les obstacles naturels topographiques

- les obstacles mécaniques
- les obstacles vivants.

La vitesse et la force (la puissance) du vent, les particules de tailles différentes résultant d'une érosion peuvent être transportés et déposés au niveau des zones limitrophes, terres agricoles, infrastructures socio-économiques.

7/ Les Sols Salés

Introduction :

Ce type des sols se rencontre au niveau de toute la planète, aussi bien des régions arides que les régions humides.

Pour (Touraine et Ammar, 1985), les sols salés sont localisés tant au nord qu'au Sud. Selon (Girar et al, 2005) lorsque le sol possède une quantité d'élément minéraux, dont le sodium, sous forme dissoute, échangeable ou précipitée. Ces même minéraux doivent être plus soluble que le gypse (Aubert, 1975 ; Dogar, 1980)

Aubert, 1960, note qu'en Algérie les sols halomorphes s'observent fréquemment dans les hautes plaines et même, dans l'Atlas Saharien : Terrasse, Zones d'épandages dépression à nappe phréatique salée, etc. alors que (Dogar, 1980) note que les sols salés, appelés sols sodiques ou sols halomorphes ; mais qui diffèrent selon leur degré de salinité sont caractérisés par leur teneur élevée en sels qui possèdent une solubilité supérieure à 300 g/l, alors que celle du gypse est de 2.1 g/l.

7.1/ Processus de salinisation des sols :

Trois processus physico – chimiques contribuent à la formation des sols salés selon Girar et al, (2005),

- La salinisation : c'est un processus qui se produit lorsque la minéralisation de la solution du sol dépasse un certain seuil, sous l'influence d'un mécanisme physique (évaporation, drainage interne insuffisant, altération de minéraux.
- La sodisation : c'est un processus qui se produit lorsque le complexe organo -minéral d'échange est progressivement saturé par l'ion Na^+ les agrégats deviennent instables à partir d'un certain seuil et la dégradation des propriétés physiques du sol est potentielle (Servan, 1975).
- L'alcalisation : intervient lorsqu'un sol à complexe saturé en sodium se transforme physiquement suite à d'échange entre l'ion Na^+ et les protons au moment d'humectation. La sodisation et l'alcalisation sont étroitement liées, on parle plus globalement de processus d'alcalinisation.

7.2/ Classification des sols salés :

Leurs classification pose encore un problème et la majorité des systèmes recommandent une subdivision en trois catégories (Dogar, 1980 ; Daoud, 1993). Suivant l'intensité des processus mis en jeu et leur caractéristique physico – chimique, on définit plusieurs types de sols salés (Loyer, 1991).

7.2.1/ Les sols salés :

Possèdent une (CE) de l'extrait de la pâte à saturation est supérieur à 4 mmhos/ cm à 25°C et dont le pourcentage de sodium échangeable (ESP) est inférieur à 15 % généralement le pH est inférieur à 8,5. Ces sols correspondent aux « Solonchaks » dans la classification russe.

Les sols salés sont en général flocculés, à cause de la présence de sels en excès et de l'absence de quantités suffisantes de sodium, et en conséquence la perméabilité est supérieur ou égale à celle des sols similaires non salés (Dogar, 1980).

7.2.2/ Les sols salés à alcalins :

De conductivité de l'extrait de pâte saturé > 4 mmhos/ cm à 25°C et le pourcentage de sodium échangeable est supérieur à 15%. Ces sols sont le résultat de processus continus de salinisation et d'alcalinisation. Dans les conditions où les sels sont en excès, le pH monte rarement au dessus de 8,5 et les particules restent flocculées, autrement il peut arriver autour de 9 si les sels en excès sont lessivés, les propriétés de ces sols peuvent changer d'une manière déterminante et devenir semblable à celles de sols alcalins non salés (Dogar, 1980).

Dogar, 1980 : note que les sols alcalins non salés, sols ayant une valeur de l'ESP supérieur à 15%, celle de la CE inférieur à 4mmhos/ cm à 25°C et le pH varie habituellement de 8,5 à 10. Les sols salés au Maghreb sont pour la plupart des Solonchak (F.A.O., 1990).

7.3/ Origine de la salinité des sols :

Selon le processus de salinisation des sols on peut distinguer deux différents types de salinité :

- **La salinité primaire** : la présence des roches salifères primaires in situ, favorisé par l'altération qui affecte les minéraux sodiques, potassique et magnésique, ce qui donne souvent des sels solubles en particulier les carbonatés et les bicarbonatés (Gaucher et Burdin, 1974).
- **La salinité secondaire** : suite à des actions anthropiques tel que l'irrigation qui peut provoquer ce type de salinité. (Robert, 1996) signale que la pratique de l'irrigation

dans les régions arides et semi arides où l'eau est le facteur limitant, contribue à la salinité secondaire.

Servan et Servat, (1966), notent que l'origine des sels est la décomposition des roches ignées et l'activité des volcans, les ions sont ensuite libérés par les processus tel que l'hydratation, l'hydrolyse, l'oxydation et des réductions et échanges.

Ces éléments sont :

- les Anions tel que : le Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}
- les Cations tel que : Cl^- , SO_4^{-2} , HCO_3^- , CO_3^{-2} , NO_3^-
- Autres éléments chimiques: Si, B, Se.

Synthèse :

Les zones qui présentent un problème de salure représentent 24% de la surface des terres émergées (Bolgen, 1974).

Les principales causes d'accumulation des sels dans le sol sont : la décomposition in-situ des roches, la remontée par capillarité et l'évaporation des eaux de surface.

La salinisation présente des répercussions directes sur la végétation, ainsi que sur la dégradation des propriétés physico-chimiques du sol.

Dans la région de Biskra, l'omniprésence du gypse dans les affleurements géologiques, les sols et les nappes artésiennes, contribuent à une grande diversité des formations pédologiques gypseuses. Ainsi, les plus caractéristiques sont certainement les croûtes et encroûtements de surface, les croûtes et encroûtements gypseux liés à l'évaporation d'une nappe phréatique salée à faible profondeur, vont cependant retenir plus particulièrement notre attention. En effet, un certain nombre d'observations effectuées au cours de prospections dans les oasis et dans le ouest de la ville de Biskra, montrent une assez grande diversité de ces formations que l'usage local a consacrées sous les termes de "Deb-deb".

CHAPITRE : III
GENERALITES SUR LA VEGETATION
SPONTANEE SAHARIENNE

Chapitre III/

Généralités sur la végétation spontanée Saharienne

La végétation spontanée des milieux arides est un élément essentiel en matière de stabilité écologique, elle est fonction des conditions pédoclimatiques de la région. La gestion et l'exploitation des données recueillies sur terrain d'une part et leur interprétation objective d'autre part permettent qu'on entrevoie aujourd'hui la possibilité de faire de grands progrès dans la compréhension et le traitement de l'information et des données écologiques du cortège floristique qui est, un indicateur très important de la typologie du sol; de la géomorphologie de la région; et constitue en même temps un indice de l'état de l'évolution du couvert végétal ou de la dégradation du milieu.

1/ Définition :

La végétation spontanée ou annuelle apparaît brusquement après les pluies et se développent avec une rapidité surprenante, effectuant leur cycle vital jusqu'à la floraison voir la fructification, avant le dessèchement du sol (Ozenda,1977)

2/ Végétation spontanée :

Selon Lacost et al, (1981), elle dépend en grande partie des conditions hydrologiques et des sols. Au niveau des terrains où la nappe se trouve à une faible profondeur on rencontre des plantes de type *Salsola Vermiculata*, *Suaeda mollis*.

On constate que l'état des plantes herbacées est très médiocre et toute la surface du sol subit l'action directe des rayons du soleil. Selon (ANRH 1985) la végétation est mieux développée et plus variée là où la profondeur de la nappe est faible.

La végétation saharienne est très remarquable par son adaptation à un climat sec et à un sol salé (Trabut, et Marès, 1906).

Aubert, (1960), note que le couvert végétal du Sahara est discontinu représenté par des plantes vivaces, ligneuses, xérophytes et des plantes annuelles à périodes végétatives très brèves. Les parties souterraines sont extrêmement développées et les feuillages sont réduits avec accumulation chez certaines espèces; d'importantes réserves d'eau tissulaire et enfin par une réduction extrême des pertes par transpiration ; ces adaptations sont en rapport avec les conditions climatiques qui caractérisent les régions arides.

Rarement arborée, très irrégulièrement répartie, la végétation saharienne constitue un couvert excessivement lâche; sur les reliefs; elle est absolument inexistante. En revanche une végétation herbacée très maigre est généralement dans les lits des Oueds (Aubert, 1960).

3/ Inventaire floristique de la région de Biskra:

l'inventaire floristique réalisé dans la région des Ziban (Tableau 62, Annexe5) a permis de recenser 145 espèces et 44 familles, ce qui représente 34% des familles citées dans la flore d'Algérie de (Quezel, et Santa, 1963)

Le spectre biologique établi accuse une prédominance des thérophytes sur les autres formes avec 38%, cette prédominance est une caractérisation de la végétation des régions arides.

Sur le plan phytogéographique, la distribution des espèces ; confirme l'affinité méditerranéenne de la flore de la région et met en évidence les divers éléments phytochoriques A savoir que notre zone s'agence sur deux grands ensembles suivant un gradient Nord-Sud, d'une part l'Atlas Saharien où domine l'élément méditerranéen (35.86%) et d'autre part, la bordure septentrionale du Sahara où domine l'élément Saharo-Sindien (22.75%) ; ceci prouve que notre région est le résultat de l'interpénétration de ces deux éléments. L'élément endémique représente un taux de 17.91%.(CRISTRA, 2010)

4/ Cycle végétatif des végétaux spontanés des régions arides:

On constate sur terrain que les plantes spontanées présentent deux différents types de cycle et ce selon les conditions climatiques en place.

4.1/ Le cycle végétatif court (temporaire):

Selon Laarbi A., (2003) se sont des végétaux qui apparaissent juste après les pluies et se développent très rapidement effectuant tout leur cycle vital jusqu'à la fructification avant le dessèchement du sol.

4.2/ Le cycle végétatif long ou Les végétaux vivaces:

Suite aux contraintes pédoclimatiques des régions arides, les plantes vivaces possèdent une adaptation morphologique, anatomique et physiologique aux conditions et aux contraintes de ces régions leur permettant de résister aux contraintes de leur milieu en développant des racines longues des vaisseaux de bois très larges et des manches de sables autour des racines qui les protègent de la dessiccation (Ozenda, 1983) la rétention d'eau se fait par la réduction de la surface d'évaporation; l'absence et la chute des feuilles et/ou de rameaux en saison sèche ainsi que la réduction de la vitesse d'évaporation permet d'emmagasiner l'eau dans les tissus notamment les plus grasses (Aubert, 1960).

5/Végétation de Biskra

5.1/ Situation des espèces forestières:

Les écosystèmes forestiers typiques des zones arides et semi arides sont très fragiles, les habitats naturels de la faune sont détériorés et la faune est menacée de disparition. Les espèces végétales surexploitées par l'homme et son troupeau se raréfient, le potentiel des ressources phytogénétiques (espèces médicinales, aromatiques et fourragères) sont menacées d'extinction si leur exploitation continue de se faire anarchiquement par l'homme.

La fertilité des sols baisse et ceux-ci deviennent fragiles et sensibles aux phénomènes d'érosion éolien et particulièrement hydrique.

La remonté biologique est freinée par les conditions climatiques qui ne sont pas toujours favorables (Yahiaoui, 2004)

Le surpâturage ramène les pérennes au niveau du sol et empêche la floraison et la fructification des annuelles palatables. Le défrichement transforme la physionomie des montagnes et des plaines et associé aux pressions anthropiques contribue largement à réduire le niveau de la diversité floristique (Benabadji, (1995))

5.2/ Les caractéristiques générales des espèces sahariennes :

La raréfaction d'eau et les conditions pédoclimatique non favorable, obligent les espèces végétales sahariennes à des adaptations à leur survie, et ce par des modifications anatomiques et physiologiques. Les xérophytes résistent à la sécheresse alors que les graminées annuelles ne tolèrent pas les sécheresses, les halophytes ont une tolérance importante aux conditions salines (Le Houerou, 1969)

5.2.1/ Les modifications anatomiques par :

5.2.1.1/ La réduction de la surface évaporante :

Donc c'est une diminution de la surface et du nombre de feuilles, le cas de l'Astragale (*Astragalus armatus*) qui s'est adapté par des feuilles de petites tailles, souvent même réduites à des épines ; elles peuvent même disparaître et les plantes prennent l'aspect dit joncé forme. Beaucoup d'espèces ont des feuilles caduques pendant la période sèche comme le cas de divers *Anabasis*, Tamarix (Ozenda, 1982).

5.2.1.2/ La réduction de la vitesse d'évaporation :

Ce phénomène est assuré par l'épaisseur remarquable de cuticules et par l'existence, au dessous des épidermes, d'assises sclérotiques ; les feuilles et les rameaux prennent alors une consistance. Selon Ozenda, (1982), l'enroulement des limbes et l'orientation des feuilles en parallèle de la direction des rayons solaires font partie de cette adaptation anatomique.

5.2.1.3/ Développement d'un système racinaire important et adapté :

Envie d'exploiter le moindre millimètre de pluie tombée au niveau des zones arides, les plantes ont dû s'adapter au stress hydrique par l'extension d'un système racinaire adéquat leur permettant de fouiller le sol à la recherche d'eau.

Le maintien de l'approvisionnement en eau d'une plante est fonction de la profondeur et la densité racinaire et ce dans les conditions de sécheresse (Bouazza, (1995):).

(Pouget, 1980) Indique que le système racinaire profond serait probablement un des meilleurs moyens d'adaptation pour maintenir un potentiel hydrique élevé en présence de sécheresse.

Et en même temps, (Pouget, 1980) a noté plusieurs types de systèmes racinaires qui sont différents :

- **le système racinaire intensif** : présentant des radicelles allant de 30 à 50 cm de profondeur dans un diamètre d'un mètre environ.
- **Le système racinaire à extension verticale** : ce système possède une racine pivotante bien fixée au sol le cas de l'*Atriplex halimus*.
- **Le système racinaire à extension horizontale** : radicelles et racines qui se chevauchent horizontalement juste au dessous de la surface du sol et ce afin d'absorber la moindre goutte d'eau.
- **Le système racinaire mixte à extension horizontale et verticale** : ce type de racines possède les deux précédents à la fois, un superficiel qui sont les radicelles et l'autre pivotant de plusieurs racines allants en profondeur pour la fixation au sol et l'approvisionnement en eau pendant les périodes critiques.

5.3/ Les modifications physiologiques :

Par les périodes de sécheresses, les taux critiques de salinité des sols les plus élevés ainsi que les conditions d'ensablement connues des régions arides dans le monde, poussent les plantes spontanées à combattre de tel circonstance, de lutter contre ces aléas climatiques de résister contre les conditions défavorables du milieu et ce par des modifications survenus au niveau physiologique de la plante, tel la réduction du cycle vital qui est induit par une longue période de dormance estivale ou hivernale comme l'indique (Pouget, 1980).

Ozenda, (1982) note que les modifications physiologiques sont traduites par un cycle végétatif réduit. Durant les périodes de sécheresses, les plantes réduisent leur cycle végétatif avant que le sol soit sec.

Selon Pouget, (1980) la réduction du cycle vital est due à une longue période de dormance estivale ou hivernale.

6/ Types des végétations du milieu Saharien :

Suite à la dégradation due au surpâturage et à la sécheresse, on assiste une disparition sélective des espèces végétales non résistante et une prolifération de plantes épineuses comme *Astragalus Sp.*, et des plantes toxiques comme *Peganum harmala* (Anonyme, 1987).

Le milieu naturel Saharien est caractérisé par un couvert végétal principal qui varie du Nord au Sud. Selon des endroits où des espèces végétales halophytes à base d'*Atriplex halimus* et de *Salsola Sp.* dominante au Sud (Anonyme, 1985)

Dans les milieux sableux le « Drinn » *Aristida pungens*, graminée à rhizome traçant est une plante de type psammophile, Ozenda, (1983). Lorsque le groupement d'erg est bien développé, il comprend à coté du drinn une végétation arbustive formée par *Ephédra alata*, *Retama retam*, *Colligonum azel* et *Genista Sahara* ; parmi les plantes herbacées *cyperus conglomeratus* et *Moltkia ciliata* sont les plus abondantes accompagnées au niveau du grand Erg occidental par une graminée endémique, *Danthonia Fragilis*.

Ce groupe est mal développé au Sahara central où les sols dunaires occupent des surfaces relativement réduites.

L'adaptation met ici en jeu, à coté des phénomènes physiologiques mal connus, un ensemble d'adaptation morphologique et anatomique qui consiste surtout en un accroissement du système absorbant et une réduction de la surface évaporante.

Selon Ozenda, (1983) une fois le reg est ensablé superficiellement, les *Aristida* apparaissent et constituent un tapis dense formé surtout de *Aristida obtusa* accompagnée de *Aristida plumosa*, de *Aristida ciliata*, *Cornulaca monacantha* à feuilles alternes épineuses associée à une Résédacées buissonnante *Randonia africana* et cette formation présente de nombreuses faciès type argileux à *Hyoscyamus muticus*, type halophyte à *Zygophyllum album*.

Une autre formation arborée caractérisée par *Tamarix articulata* occupe les fonds des vallées riche par des Alluvions sableuses qui bénéficient d'une alimentation en eau assez régulière.

7/ Les principaux groupements végétaux des milieux arides:

Braun-Blanquet, et Furrer, (1913) donnèrent la définition suivante :

Une association est un groupement végétal plus ou moins stable, en équilibre avec le milieu ambiant, caractérisée par une composition floristique déterminée, dans laquelle certains éléments exclusifs, ou à peu près, appelés espèces caractéristiques, indiquent par leur présence une écologie particulière et autonome.

Les associations des végétaux ou les groupements des végétaux constituent les unités élémentaires de la végétation définie floristiquement, écologiquement et Statistiquement, et ordonnées par l'interaction des facteurs du milieu et la concurrence vitale (Lemee, 1953).

Ozenda (1964), définit le groupement végétal comme un ensemble de plantes réunies dans une même station, par suite d'exigences écologiques ou voisines. La composition floristique en est relativement constante quand on compare entre elles des stations semblables. Les principaux groupements végétaux selon (Pouget, 1980) sont :

7.1/ Les groupements de type zonal :

Comme les groupements forestiers et steppiques, correspondent à une végétation naturelle fortement influencée par le climat, les facteurs écologiques et anthropiques.

La plupart des auteurs s'accordent sur les conclusions de (Monjauze,1947) qui « dénie aux nappes alfatières algériennes tout caractère de climax ». Pour (Le Houerou, 1969), les steppes d'alfa « n'ont aucune originalité floristique et ne possèdent aucun cortège floristique lié à l'alfa ». Cependant (Celles, 1975), dans un territoire englobant la région étudiée, y décrit une association à *Stipa tenacissima* et *Launaea acanthoclada*, rattachée à une alliance à *Pinus halepensis* et *Juniperus phoenicea* en tant que « matorral arboré à alfa »; récemment, (Gaouar, 1980) considère que « l'alfa est un stade ultime de dégradation de l'Ilex ».

7.2/ Les groupements de type azonal :

Dans ce type de groupement la végétation est influencée directement par les facteurs édaphiques déterminants (sature, nappe, etc.) qui peuvent masquer l'action des autres facteurs écologiques et climatiques en particulier.

7.2.1/ Les groupements halophiles : Tel que :

Atriplex halimus, *Salsola vermiculata*, *Halocnemum strobilaceum*, *Suaeda fruticosa*.

Qu'on peut les rencontrer dans les milieux salés à pH alcalin et texture sableuse et au niveau des dépressions (Ozenda, 1982)

7.2.2/ Les groupements photophiles : tel que :

Juncus maritimus, *Phragmites communis*. Ces espèces constituent une association végétale d'un biotope hydromorphe, dans les dépressions humides (Pouget, 1980).

7.2.3/ Les groupements des dunes :

Les espèces psammophyles sont les plantes pionnières qui s'installent naturellement sur les dunes lorsque les conditions s'y prêtent. Ces plantes constituent la première série de l'évolution de la végétation (Berkhane, 2005) Les espèces psammophyles tel que : *Aristida pungens*, *Retama retam*, *Plantago ovata*, *Plantago ciliata* et les espèces psammophiles

rencontrées et recensées au niveau de la plaine de Loutaya sont: *Anabasis articulata*; *Anabasis Sp*; *Peganum harmala*.

7.2.4/ Les groupements des sols à encroûtement gypseux : tel que :

Erodium glaucophyllum, *Zygophyllum album*, *Limoniastrum guyonianum*.

(Pouget, 1980).

7.2.5/ Les groupements calcicoles :

se sont les espèces qui préfèrent les sols calcaires, tel que :

Zygophyllum cornutum, *Salsola tetrandra*, *Limoniastrum guyonianum*.

8/ Facteurs de regroupement des plantes spontanées:

Les regroupements des espèces végétales spontanées dans la nature n'est pas sous l'effet du hasard, selon (Ozenda, 1983) la réunion des différentes espèces en groupement est essentiellement sous la dépendance de la disponibilité de l'eau et par suite des caractères du sol et de la topographie. Le tableau ci-après est établi par (Ozenda, 1983) démontre quelques groupements végétaux du Sahara.

Tableau 3: Répartition géographique des plantes spontanées dans les grandes classes des milieux Saharien (Ozenda, 1983)

Lits d'oueds	Dépressions	Sols sableux	Hamadas	Regs	Sols salés
Apiacées Axlépiadacées Brassicacées Capparidacées Caryophyllacées Chinopodiacees	Convolvulacées Cucurbitacées Fabiacees Poacées géraniacées	Astéracées Brassicacées Chénopodiacees Cucurbitacées Ephedracées Euphorbiacées fabacées	Apiacées Astéracées Brassicacées Chénopodiacees Fabacées Liliacées Zygophyllacées	Brassicacées Chénopodiacees Ephydracées Plombaginacées Zygophyllacées	Tamaricacées Zygophyllacées
Citacées Convolviacées Cucurbitacées Ophorbiacées Fabacées Liliacées Orobanchacées Poacées Résédacées Rhamnacées Rutacées Tamaicacées Urticacées Zygophyllacées	Asclépiadacées Astiracées Borraginacées Brassicacées Citacées Chénopodiacees Résidacées Zygophyllacées	Plantaginacé Poacées Zygophyllacées			
22	13	10	07	06	02

Les différentes zones géomorphologiques sahariennes présentent un effet sur la répartition des différentes espèces où les recouvrements de la végétation sont inégaux; on

s'aperçoit que les recouvrements présentent une densité assez importante au niveau des lits d'oueds, et "daya "et plus lâche, mais toujours présentent sur les plateaux "Reg et Hamada" ou au niveau des dépôts sableux, avec la constitution d'associations végétales. Ces différentes zones géomorphologiques constituent les principaux parcours des camelin sahariens (Chehema; 2006).

Les dépôts sableux renferment les cordons dunaires "Erg" et les autres types de zones ensablées ce sont les plus représentés dans la région saharienne (Khechai, 2006). Alors que les dayas représentent des dépressions fermées, à l'intérieur des Hamadas et constituent des milieux favorables par l'accumulation d'alluvions et la présence d'humidité (Chehema, 2003). (Khechai, 2006) les sols salés sont essentiellement des sols humides appelés Sebkhah et chott complètement inondés.

(Ozenda, 1982) indique que les groupements aquatiques (mares permanentes ou temporaires) (suintement, bords des canaux d'irrigation). En dépit de leur faible surface, ils sont intéressants car leur flore est riche et contient d'important éléments tempérés ou cosmopolites; la présence d'associations de marécage au Sahara avec les roseaux et les joncs des pays tempérés est remarquable.

Au niveau des Oasis, on constate une végétation formant des groupements rudéraux qui occupe les décombres ou le voisinage des habitations et qui accompagne les cultures, ces groupements selon (Ozenda, 1991) formées d'une part des plantes Sahariennes adaptées à ces habitats et d'autres parts des espèces adventices qui ont été accidentellement introduites par l'homme.

9/ Groupements des plantes des régions arides:

Le Houérou (1959), distinguait les groupements végétaux suivants dans la zone de l'Atlas Saharien:

- Groupements de dégradation forestière de la série à *Juniperus phoenicea* subssp. *phoenicea* (Genévrier de Phénicie), localisés en altitude des Djebels
- Association à *Hedysarum carnosum* et *Peganum harmala* située sur les dépressions sèches, mais inondables lors des hivers humides où de nombreux oueds déversent eaux et alluvions.
- Variante à *Artemisia campestris* de l'association à *Haloxylon schmitianum* et *Thymelaea microphylla*
- Association à *Artemisia herba-alba* et *Haloxylon scoparium* peu représentée qui est localisée sur les glacis calcaires.

Les conditions pédoclimatiques des régions arides indiquent que la flore peut être subdivisée en trois types notamment les plantes psammophyles, les plantes hydrophytes et les plantes xérophytes (Quezel, et Santa, 1963)

9.1/ les espèces psammophyles:

Sont les espèces pionnières qui s'installent les premières sur les dépôts sableux et constituent la première série de l'évolution de la végétation.(Quezel, et Barbero, 1993)

9.2/ les espèces aquatiques:

Se sont des espèces capables de s'adapter aux milieux aquatique (Ozenda, 1977) indique que ces plantes se subdivisent en deux types notamment les espèces hydrophytes et les espèces halophytes.

9.3/ les espèces xérophytes:

Ce type d'espèces qui supportent les milieux arides sont très peu exigeant d'eau (Djellouli, 1990) note que se sont des plantes des milieux sec.

9.4/ les espèces halophytes:

(Aubert, 1964) Les organes charnus et glabres avec une surface des feuilles réduite, sont la caractéristique essentielle des halophytes qui sont en contacte par une partie quelconque de leur organisme avec des concentrations anormalement fortes de sel : végétation marine, désert, marais ou lacs salés. On peut les rencontrer au niveau des dépressions, les milieux à pH alcalin, sols de texture sableuse.

10/ Les exigences écologiques:

Pour pouvoir survivre dans les conditions extrêmes, les plantes des milieux arides ont développé des systèmes d'adaptations. (Ozenda, 1991) cite que les xérophytes et résistent à la sécheresse (comme le Cactus et les succulentes), alors que d'autres évitent les conditions de sécheresse comme les graminées annuelles, par contre les halophytes, eux, ont développé une tolérance remarquable aux conditions salines, selon (Ozenda, 1991) les ressources phyto-génétiques spontanées constituent la ressource floristique la plus abondante et la plus viable, puisqu'elles sont présentes en permanence quelque soit les conditions climatiques qui conduisent leur répartition par son effet; vivace ou éphémère.

10.1) les plantes éphémères:

Leur cycle végétatif est extrêmement court (6 à 8 semaines environ), donc elle ne poussent que pendant les périodes humides possédant une longue dormance, leur graines ne germent que lorsque les conditions d'humidité sont propices selon (Ozenda, 1991) ces plantes sont petites et présentent un enracinement superficiel. Elles effectuent leur cycle le plus

rapidement possible, et en même temps elles nourrissent le sol pour préparer le terrain à la colonisation d'autres types de plantes.

10.2) les plantes succulentes:

Muni d'une couche de matière cireuse imperméable leur permettant de résister aux sécheresses les plus extrêmes et de limiter par voie de conséquence les pertes d'eau selon (Ozenda, 1991) ces plantes présentent une hypertrophie de leur tige ou de leur feuilles dans lesquelles elles accumulent et le Euphorbiacées succulentes.

10.3) les plantes pérennes ligneuses:

Elles présentent des épines ou des textures rugueuses. Elles peuvent être des graminées et des herbes ligneuses comme des arbustes et des arbres.

10.4) la transition de la Steppe au conditions de sahara:

En Algérie, la steppe à *Arthrophytum scoparium* assure la transition entre, d'une part les steppes à alfa, sparte et armoise blanche, végétation typique des Hautes Plaines steppiques où prédominent l'élément floristique méditerranéen et d'autre part la végétation du Sahara, caractérisée par un mode de distribution spatiale contractée (Monod, 1957; Maire, 1940) et où les taxons saharo-arabiques deviennent majoritaires.

11/ Les effets des facteurs climatiques sur la végétation spontanée:

C'est une classification des plantes qui est liée beaucoup plus au climat.

L'instabilité climatique présente des effets inquiétants sur les ressources phylogénétiques des régions arides les sécheresses prolongées, les hautes températures et les vents très violents portent un déséquilibre pouvant perturber le cycle végétatif des plantes augmentant les risques d'érosion (Le houerou,1975) note que l'instabilité climatique à des effets néfastes sur les ressources phylogénétiques pouvant se manifester par l'érosion des sols suite à une forte pluie, le vent et autres agents naturels.

(Aidoud, 1997) dans ses travaux traite les aspects bioclimatiques de la région du Chott El-Gharbi (à l'Est de notre région). L'auteur parle de variabilité du climat en zone aride, il considère les paramètres (précipitations et températures) comme significatifs qui sont liés à la répartition des communautés végétales en zone aride.

11.1/ Les températures:

L'augmentation de l'évapotranspiration potentielle (ETP) est sous l'effet des hautes températures.

Selon (Mackenzi et Ball, 2000) l'augmentation de l'ETP oriente la répartition des végétaux d'une part et d'autres part l'apparition de nouvelles espèces xérophiiles et la disparition des hydrophiiles.

11.2/ Les précipitations:

Le manque de précipitation durant des périodes prolongées au niveau des régions arides provoque la disparition des espèces non résistantes selon (Makenzi et Ball, 2000) la distribution des précipitations est conditionnée dans une large mesure par l'humidité du climat et l'adaptation de la végétation aux conditions de sécheresse.

11.3/ Les vents:

Responsable du transport du pollen, de l'orientation des végétaux, mais en même temps de l'augmentation de l'ETP, sirocco et l'ensablement, peut dans certains cas jouer des rôles néfastes pour certaines espèces éphémères. Pour le (CRSTRA, 2003) note que le vent est l'un des principaux facteurs climatiques qui contribue soit positivement à la survie du végétal par leur orientation sa vitesse et sa régularité dans le transport des grains de pollen d'une région à une autre, alors l'apparition d'autres ressources floristiques d'une part, ou un facteur qui se comporte négativement à la dégradation de ce couvert naturel (ensablement, sirocco;... etc).

12/ L'effet des facteurs édaphiques:

C'est une classification des plantes associée au sol, qui est considérée comme facteur moteur et très important de classification des végétations spontanées.

(Abdesselem, 1999) les érosions éoliennes et hydriques, et les vents sont des facteurs qui remanient les formations quaternaires plus anciennes sableux salés pour engendrer des relations sols plantes, car en milieu aride, les ressources phytogénétiques spontanées constituent la ressource la plus abondante puis celles se présentent en permanence sur les différentes formations pédologiques; sol – végétation se sont liés en étroite relation, dominées par les caractères: (Halophytes, Gypsophytes, Calcicoles, Psammophytes).

13/ L'effet des facteurs biotiques:

Djebaili, (1978) et Coulibaly, (1979) montrent l'importance des facteurs biotiques, tant au Sahara septentrional que méridional, comme intégrateurs de l'ensemble des conditions du milieu. Ils retiennent, en particulier, les facteurs suivants première espèce vivace, seconde espèce vivace et type de végétation (formation végétale).

Emberger, (1939) souligne que l'écologie de l'espèce au sein du groupement se réduit pratiquement à son autoécologie ... en raison de peu de rapports mutuels entre les espèces ..."

14. Formes biologiques:

Les types biologiques ou formes de vie des espèces ont été distinguées en fonction de leur adaptation à la saison défavorable et dont généralement le facteur limitant est la

température ou l'eau, ils constituent un élément de référence qui interviennent dans la définition et la typologie des parcours.

Le premier à avoir proposé une classification des espèces selon les types biologiques est Raunkiaer (1934) en se basant essentiellement sur la localisation des bourgeons de rénovation par rapport à la surface du sol durant l'hiver.

Avant même l'apparition de la classification de (Raunkiaer, Shantz, 1927) In (Floret et Pontanier, 1982) avait déjà proposé une classification plus adaptée aux zones arides en distinguant des catégories de plantes en fonction de leur résistance à la sécheresse, (Ozenda 1982) distingue deux groupes de végétaux qui sont les végétaux temporaires et les végétaux permanents. (Aidoud 1983) s'inspirant des travaux de (Noy Meir 1973) classe les espèces végétales en pérennes et éphémères ; Au sein de cette seconde catégorie, il distingue les éphémères vivaces et les thérophytes. Ces classifications récentes se basent avant tout sur l'activité photosynthétique (Bouguani, 1995).

15/ Utilisation des plantes spontanées:

Le spectre d'utilisation de ce réservoir des plantes spontanées des régions arides est très large, notamment (artisanat, consommation, feu pour le chauffage, construction des habitats, médecine traditionnelle ... etc) (Ozenda, 1983) note que leur importance dans l'alimentation humaine est négligeable, mais il n'en va pas de même pour celle des domestiques et notamment pour les troupeaux de chameaux.

15.1/ Plantes fourragères:

Au niveau des zones de montagnes de Ain Zaatout comme au niveau des plaines et terrasses du Sud de la Wilaya de Biskra, les plantes spontanées notamment les légumineuses, les crucifères et certaines chénopodiacées, sont utilisées pour l'alimentation des bétails.

La chèvre broute tout au niveau des essences forestières au Nord de la Wilaya comme au Sud, alors que le chameau qui est moins exigeant s'accommode des graminées dures, des arbustes comme le Calligonum et certains Chénopodiacées épineuses. Les moutons, eux, sont plus consommateurs des légumineuses et des crucifères (Ozenda, 1983) indique que le mouton et la chèvre se montrent plus difficiles à l'égard des plantes toxiques, du discernement qu'on veut souvent leur attribuer.

15.2/ Plantes alimentaires:

(Ozenda, 1983) note que certaines plantes sont utilisées comme condiment (*Myrtus nivellei*, *Brocchia cinerea*, où sont additionnées au thé: *Mentha longifolia*, *Tephrosia*

leptostrachya, *Artemisia judacia*; enfin quelques unes laissent exsuder des gommages sucrés: *Erianthus ravennae*, *Tamarix gallica* et *T. aphylla*, *Acacia radiana*

Les grains consommés des espèces herbacées comme *Calocynthis vulgaris*, *Panicum turgidum*, *Aristida pungens*.

Les espèces d'arbres et d'arbrisseaux fournissent des fruits comestibles comme les glands du chêne vert (*Quercus illex*) les fruits du *Juniperus oxycedrus* et ceux du *Zizyphus lotus*, *Rhus oxyacantha*, *Ficus salicifolia*, *Maerua crassifolia*, *Blantes agyptiaca*, *Acacia albida* (Ozenda, 1983).

16/ Fixation des dunes:

Parmi les problèmes préoccupants au niveau des régions sahariennes nous citons le phénomène d'ensablement.

Les apports éoliens et le déplacement permanent des dunes de sable constitue un problème majeur auquel on est contraint de le remédier et ce grâce au développement d'un couvert végétal capable de fixer le sable et entraver par voie de conséquence son déplacement. Pour cela, des plantes spontanées possèdent la capacité de jouer ce rôle notamment; *Ritama ritam*, *Aristida pungens*, *Gemnosporia senegalensis*, *Caligonum comosum*, *Cutandia dichotoma*.

17/ Adaptation physiologique des plantes à la salinité :

Selon (Pouget, 1980) les stratégies que la plante spontanée adopte face au stress salin et l'accumulation d'ions tel que le sodium et les chlorures dans la vacuole pour assurer une pression interne importante et minimiser la cytotoxicité. Cependant, une pression élevée de la vacuole, pourrait provoquer une succion importante de la systole dont la déshydratation nuirait au fonctionnement du métabolisme en désorganisant la structure des protéines. La plante lutte contre ce phénomène par la synthèse et l'accumulation d'osmoprotecteur, comme la proline qui est reconnue comme indicatrice du stress salin, et la Béta – glycine. Ces composés par leurs concentrations assurent l'ajustement osmotique entre le systole et la vacuole (Ramos et al, 2004 ; Zid et Grignon, 1991).

Les Halophytes dotés d'une pression osmotique élevée peuvent absorber de l'eau dans un sol salé jusqu'à une certaine limite au-delà de laquelle l'excès de sels bloquent les cellules de la plante (Claude et al, 1984).

En cas d'une concentration très élevée du sol en sel, les plantes spontanées réagissent par le blocage de l'absorption tel l'*Atriplex halimus*, et par la diminution de la transpiration et ensuite, elles secrètent les sels par leurs feuilles.

(Nedjimi, 2002), Lorsque la concentration en sel est trop forte, les halophytes réagissent de façons différentes.

Bloquent leur absorption tel que (*Atriplex halimus*) ; l'augmentation de leur succulence et transpirent peu et maintiennent un taux d'hydratation élevé (salicornes) ; excrètent des sels par leurs feuilles (*Tamarix africana*).

(Briens et al, 1979) cite qu'on présence des sels, la plante peut orienter son métabolisme pour résister à des conditions difficiles d'approvisionnement en eau.

18/ Tolérance des plantes spontanées aux sels:

La résistance des végétaux spontanés au stress salin dépend de la capacité de la plante à accumuler des ions pour ajuster sa pression osmotique interne par rapport au milieu extérieur sans préjudices.

A partir d'un certain seuil, qui dépasse la tolérance de la plante, celle-ci va dépenser de l'énergie pour faire face au stress salin plutôt qu'à la production de sa biomasse.

Des études de la tolérance à la salinité des sols par les plantes halophytes de la région de Biskra, ont démontrées que ce type de plantes halophytes présente des tolérances qui se diffèrent d'une espèce à une autre.

Tenant compte des organes des plantes halophytes (racine, tiges et feuilles) (Chaouch Khouan & Zerarka, 2010) notent que, la salinité assimilée et/ou stockée par les végétations halophytes au niveau ses différents organes, démontre que chaque espèce possède un seuil de tolérance différent (Tableau 4)

Tableau 4: Tolérance des plantes spontanées aux sels selon les différents organes, (Chaouch Khouan & Zerarka, 2010)

T: tige, F: feuille; Pc: plante complète.

	CE ds/m	Salinité g/l	pH
<i>Anabasis articulata</i> (PC)	5.4	3.45	8.57
<i>Anabasis articulate</i> (F)	7.2	4.6	8.6
<i>Anabasis articulate</i> (T)	2	1.28	7,56
<i>Aristida pungens</i> (T)	0,9	0,576	6,93
<i>Limoniastrum guyonianum</i> (PC)	3,3	2,112	8
<i>Limoniastrum guyonianum</i> (F)	3,3	2,112	7,91
<i>Limoniastrum guyonianum</i> (T)	2,5	1,6	7,30
<i>Frankenia thymifolia</i> (PC)	3,5	2,24	7,66
<i>Frankenia thymifolia</i> (F)	3,7	2,368	7,6
<i>Frankenia thymifolia</i> (T)	2,6	1,644	7,29
<i>Atriplex halimus</i> (PC)	3,7	2,368	7,48
<i>Atriplex halimus</i> (F)	7,4	4,736	7,09
<i>Atriplex halimus</i> (T)	1,4	0,896	7,18

<i>Zygophyllum cornitum</i> (PC)	2,3	1,472	6,21
<i>Zygophyllum cornitum</i> (F)	3,8	2,432	5,85
<i>Zygophyllum cornitum</i> (T)	2,3	1,472	6,44
<i>Salsola tetragona</i> (PC)	9,3	5,952	7,88
<i>Salsola tetragona</i> (F)	10,3	6,592	7,95
<i>Salsola tetragona</i> (T)	1,3	0,83	7,3
<i>Gymnosporia senegalensis</i> (PC)	5,7	3,64	7,1
<i>Gymnosporia senegalensis</i> (F)	6,1	3,90	7,2
<i>Gymnosporia senegalensis</i> (T)	1	0,64	7,2
<i>Suaeda fruticosa</i> (PC)	6,1	3,904	6,38
<i>Suaeda fruticosa</i> (F)	7,7	4,928	6,69
<i>Suaeda fruticosa</i> (T)	2,2	1,408	6,51
<i>Tamarix africana</i> (PC)	2,3	1,472	6,10
<i>Tamarix africana</i> (F)	3	1,92	6,27
<i>Tamarix Africana</i> (T)	9,53	6,10	6,44

Salsola vermiculata présente la densité la plus élevée dans les glacis alimentés par les sels du piétement de trias (dôme de sels); alors que les faibles densités sont signalées dans les terrasses soumises à l'action de désalinisation par les crues de l'Oued et l'irrigation agricole.

Anabasis articulata et *Anabassis Sp.*, apparaissent dans un milieu non salé, cependant, dans les travaux de (Laadjel, 2005) ont signalé que l'*Anabassis articulata* est une espèce dite halophyte.

19/ Les variations de la tolérance des plantes à la salinité :

La tolérance des végétaux spontanés à la salinité est fonction du patrimoine génétique et de l'influence du milieu édaphique : pH, aération ; température, matières organiques, les conditions climatiques (température, humidité, intensité de la lumière) (Zid et Grignon, 1991 ; Daoud et Halitim, 1994).

Le stade le plus sensible est celui de germination – levée, ceci s'explique par le fait que la graine a besoin d'eau pour humecter ses téguments.

La disponibilité d'eau pour la graine est démunie par l'eau salée et facilite la pénétration des ions toxiques, ce qui nuit à la germination de la graine.

Cette sensibilité est généralisée pour les plantes spontanées en général et même les halophytes présentent une sensibilité au sel au stade germination levée (U.S.Salinity, 1954).

Toutefois, elles montrent une reprise de la germination lorsque les conditions de stress salin disparaissent (Alia et Abdelly, 2005 in Khadraoui, 2007).

En revanche, certaines espèces maintiennent leur capacité germinative jusqu'à plus de 30 g/l NaCl, notamment certaines Chénopodiacées qui tolèrent une teneur de 48 g/l (Khan, 1998 in Khadraoui, 2007).

Pour la même concentration en sels solubles, l'effet de la salinité est accentué en climat sec et chaud plutôt qu'en climat frais et humide.

En effet, les plantes sont moins résistantes à l'action du sel lorsque le potentiel de transpiration est élevé en climat sec et chaud, contrairement à un potentiel de transpiration faible en climat frais et humide (Villa Castorina et al, 2003).

la densité de *salsola vermiculata* est proportionnelle avec l'augmentation de la salinité, *Anabassis articulata* et *Anabassis Sp.*, exigent de l'eau d'où ils colonisent les bas fonds où la rétention en eau est suffisante (Ozenda, 1983).

(Laadjel, 2005) *Suaeda fruticosa* & *Atriplex halimus* deux espèces typiques des milieux agricoles. Et confirme l'aide que *Salsola vermiculata* fait apparaître la densité la plus élevée au niveau des terres de mise en valeur.

(Laadjel, 2005) note que les fortes densités d'*Anabassis articulata* sont rencontrées dans les dépressions salées.

20/ Comportement des végétaux spontanés vis-à-vis les sels :

Envie d'éliminer les sels excédentaires, et de résister aux augmentations du taux de sel au niveau du sol, les végétaux se comportent par différents systèmes notamment :

- **Exclusion** : les plantes se débarrassent des sels et les secrètent à la surface de leurs organes aériens et sous terrains tel le *Tamarix africana* (Ozenda, 1958).
- **Sélectivité** : (Touraine et Ammar, 1985) notent que la plante fait recours à la sélectivité des éléments par leurs systèmes racinaires afin de réduire et/ou de neutraliser les méfaits du sol.
- **Accumulation** : comme chez l'*Atriplex halimus* les plantes halophytes transportent les ions Na^+ et Cl^- absorbés au niveau des racines vers les feuilles, où ils s'accumulent pour baisser leur potentiel hydrique et se ravitailler en eau (Touraine et ammar, 1985).

21/ Interaction sol – végétation :

Les associations végétales occupent les sols selon leurs besoins édaphiques et selon leurs besoins en éléments chimiques. (Ozenda, 1983) Les sols gypseux portent une végétation à physionomie de steppe ouverte à sous arbrisseaux ligneux exemple : *Lygum spurtum*, *Erodium glaucophyllum*, l'*Epidium subulatum*.

(Laadjel, 2005) note que selon le type de sol, on a des groupements de végétaux qui peuvent l'occuper.

(Bayer, et Buller, 1990) les plantes calcicoles tel que le *Zygophyllum cornutum*, le *Limoniasrum guyonianum*, et le *Salsola tetrandra*.

Les plantes gypsifères : le *Herniaria mauritanica*, le *Halocnemum strobilaceum*

Les plantes halophytes : *Atriplex halimus*, *Suaeda mollis*

Les plantes aquatique : *Phragmites communis*, *Frankenia thymifolia*

22/ Les contraintes écologiques majeurs des milieux arides

L'écosystème Saharien est menacé par la dégradation du cortège floristique, suite à l'ensablement voir la désertification du milieu ajouté à cela l'augmentation de salinisation des sols et la diminution de l'humidité du sol suite à l'augmentation de l'évapotranspiration entraîne automatiquement l'élimination des espèces indigènes menacées d'extinction.

Pour Yahiaoui, (2004); La biodiversité constitue un excellent indicateur de la valeur des milieux naturels. Elle assure les matières premières dont l'homme a besoin, et assure l'équilibre écologique.

Les effets conjugués du feu incontrôlé, des défrichements et de coupes illicites réduisent annuellement la biomasse végétale CRSTRA, (2003)

Il existe une liaison étroite entre la composition floristique, les conditions du milieu et les actions anthropiques. (Ozenda, 1958).

23/ Les facteurs de dégradation de la végétation spontanée :

23.1- La désertification :

La désertification est la diminution ou la destruction du potentiel biologique de la terre qui peut conduire finalement à l'apparition des conditions désertiques. Cette évolution régressive est un impact de la dégradation généralisée des écosystèmes qui se manifeste par la perte de fertilité des sols. CRSTRA (2003).

Alors que pour Houerou, 1969 in Unisco, (1972). La désertification est un ensemble d'action qui se traduit par une réduction plus ou moins irréversible du couvert végétal aboutissant à l'extension du paysage désertique nouveau au dépend des zones qui n'en présentaient pas les caractères désertiques.

La désertification, en Algérie, concerne essentiellement les steppes des régions arides et semi-arides qui ont toujours été l'espace privilégié de l'élevage ovin extensif, cette dégradation des terres et la désertification qui en est le stade le plus avancé, se traduisent par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibres écologique et socio-économique. (Aidoud, 1983)

23.2- L'ensablement :

Les manifestations les plus visibles de la désertification, sont les dépôts du sable transporté par le vent et qui présentent diverses formes (Anonyme, 2006)

Oldache, (1988) Durant la période estivale, lors de l'assèchement des oueds, il y a une reprise des particules qui rentent dans la compétence du vent qui les remanie sur une distance plus ou moins grande, selon les dimensions de celle-ci et en fonction de sa vitesse propre.

Oldache, (1988) Les différents oueds des régions arides et semi arides, en raison de la quantité considérable des particules détriques qui s'y accumulent et en raison de leur écoulement torrentiel, en relation même avec leur périodicité, même si leur écoulement est spasmodique, constituent des sources d'approvisionnement non négligeable en produits éolisables.

23.3/ L'aridité :

C'est l'un des facteurs essentiel pour le développement des végétaux et la formation des sols, elle détermine le type de climat. Suite au réchauffement climatique, se sont les températures les plus élevées et les sécheresses prolongées qui menacent le couvert végétal des zones arides et semi arides et ce par l'évapotranspiration excessive ajouté à cela la rareté d'eau en milieu aride la température devient un facteur aggravant qui menace la disparition des espèces végétales spontanées non résistantes aux grandes amplitudes thermiques,

23.4/ La sécheresse :

L'un des facteurs qui provoque la dégradation de l'écosystème Saharien est la rareté de l'eau. Les écosystèmes sahariens sont marqués par une grande variabilité interannuelle des précipitations.

Le manque de cet élément vital conditionne le maintien des activités biologiques qui sont en étroite relation avec la présence ou l'absence d'eau. Pour cela (Aubert, 1960) mentionnent que les végétaux spontanés apparaissent brusquement après les pluies et se développent avec une rapidité surprenante effectuant tout leur cycle vital jusqu'à la floraison et la fructification avant que le sol ne soit desséché. La longueur de ce cycle est très variable d'une espèce à une autre, amis généralement de un à quatre mois.

Ahmadi, 1983 in Laarbi, (2003) montre que la profondeur et la densité racinaire jouent un rôle important dans le maintien de l'approvisionnement en eau d'une plante soumise à la sécheresse.

La fertilité des sols baisse et ceux-ci deviennent fragiles et sensibles aux phénomènes d'érosion éolienne et hydrique. La remontée biologique est freinée par les conditions climatiques qui ne sont pas toujours favorable. Yahiaoui, (2004)

23.5/ L'érosion éolienne et hydrique :

Des données récentes montrent que ces phénomènes ont provoqué d'énormes pertes: près de 600.000 ha de terres en zone steppique sont totalement désertifiées sans possibilité de remontée biologique et près de 6 millions d'hectares sont menacées par les effets de l'érosion hydrique et éolienne (Ghazi et Lahouati, 1997).

23.6/ L'introduction des techniques inappropriées:

Le patrimoine écologique des régions arides est sous la merci des nouvelles techniques d'exploitation introduites par l'homme, à savoir la mise en culture des terrains fragiles, en forte pente, le labour dans le sens de la pente, et d'autres pratiques inappropriées qui créent un déséquilibre et causent la dégradation du patrimoine écologique.

Le passage des troupeaux entasse le sol le rendant compacte et non disponible à l'infiltration des eaux des pluies ce qui va augmenter le risque des ruissellements et l'accentuation des érosions hydriques.

Alors que certaines pratiques comme l'arrachage anarchique des espèces ligneuses dont le but est l'obtention de bois de chauffage et les graminées pour l'alimentation des bétails et l'utilisation des espèces aromatiques et les xérophiles pour l'artisanat, contribuent intensivement à la destruction du couvert végétal.

23.7/ Le surpâturage :

L'impact du surpâturage sur la végétation est important aussi bien sur le plan qualitatif que quantitatif.

- **Sur le plan qualitatif**, les bonnes espèces pastorales, celles dont l'indice d'appétibilité est supérieur à 6 (Nedjraoui, 1990) sont consommées avant d'avoir eu le temps de fructifier ou de former des repousses pour les saisons à venir. Leur système racinaire dépérit et elles disparaissent totalement du faciès en laissant la place à des espèces inappétentes telles que *Atractylis serratuloides* et *Peganum harmala*. Le résultat de cette transition régressive est la diminution de la richesse floristique et donc de la biodiversité (Kadi - Hanifi, 1998).

- **Sur le plan quantitatif**, le surpâturage provoque une diminution du couvert végétal pérenne. La phytomasse de l'alfa a diminué de 2100 Kg MS/ha en 1976 à 572 Kg MS/ha (Aidoud et Nedjraoui, 1982 ; Slimani, 1998)

24/ Impact des facteurs de dégradation sur les ressources naturelles

La diminution du couvert végétal et le changement de la composition floristique sont les éléments qui caractérisent l'évolution régressive de la zone aride. Les études

diachroniques réalisées dans les régions sahariennes ont montré que des faciès ont complètement disparu et sont remplacés par d'autres qui sont indicateurs de stades de dégradation et d'ensablement. L'évolution régressive des steppes à armoise blanche et alfa se traduit par des stades où ces deux espèces climaciques sont remplacées par le sparte et par des espèces de dégradation telles que *Atractylis serratuloides*, *Peganum harmala* et *Noaea mucronata* traduisant le surpâturage. Beaucoup de formations cartographiées en 1999 sont récentes telles que les steppes à base de psammophytes et halophytes. L'ensablement qui touche l'ensemble de la région se caractérise par une dynamique importante.

24.1/ La salinité :

Brukman et Brandy, (1965) indiquent que les sols halomorphes possèdent un $\text{pH} > 7$, car les carbonates sont plus abondantes que les hydrogènes dans les régions arides. La gamme relative aux sols s'étend d'un pH légèrement inférieur à 7 à un pH environ 9.

La répartition de ces espèces spontanées est différente : les lits d'oueds sont les parcours les plus riches et les plus diversifiés en espèces et en familles. Tandis que les sols salés sont les parcours les plus pauvres. Chehema et al., (2003)

La salinité croît lorsqu'on se déplace vers le chott à mesure qu'en augmente les teneurs en argile et en limon fin des sols; ce qui provoque la stagnation des eaux et l'affleurement de la nappe au niveau du chott (Pouget, 1971).

L'origine de la salinité est causée par la roche mère, la nappe phréatique, la minéralisation de la matière organique, les engrais minéraux, les produits de traitements ou de l'eau d'irrigation chargée.

Pour (Ferrah, 2003) la salinisation désigne le phénomène d'accumulation des sels solubles dans la zone racinaire, qui perturbe le développement de la plante suite à la modification du potentiel osmotique de la phase liquide du sol.

24.2- Effet des sels sur les propriétés des sols :

24.2.1- Les effets de la salinité sur la structure du sol :

La destruction de la structure du sol par les cations sodium en favorisant la dispersion des colloïdes minéraux. D'une façon générale, la dispersion dépend de deux facteurs.

- La quantité de cations Na^+ adsorbés (ESP) dont l'augmentation favorise la dispersion
- La concentration de la solution saline au contact de la phase solide, dont l'augmentation limite la dispersion (Calvet, 2003).

Selon Aubert, (1983), les sels influencent en particulier : les rapports sol eau, les propriétés physiques du sol (structure, porosité etc.), l'activité biologique de sol et par conséquent la nature du produit humique formé et la dynamique des oligo-éléments suivant les cas du pH du

sol. Alors que la gravité de la salinisation est redoutée suite à ses répercussions directes sur la végétation ou indirectes par le biais de la dégradation du sol et ses propriétés physico-chimiques Aubert, (1983)

24.3- Les effets de la salinité sur les plantes :

Les grandes concentrations en sels dissous dans la solution du sol ont des effets indirects sur les végétaux par leur action sur la structure du sol et la circulation des fluides et de l'oxygène.

Elles ont des effets directs sur la croissance et le développement des plantes.

Les effets néfastes des sels sur les végétaux ont plusieurs causes dont ne semble être dominante.

- La pression osmotique élevée de la solution du sol qui limite la biodisponibilité de l'eau.
- La pression osmotique intercellulaire élevée due à l'absorption des sels et qui aurait des effets inhibiteurs sur la croissance.
- La toxicité propre de certains éléments chimiques liés à leur quantité excessive, comme le bore et surtout l'anion chlorure (Calvet, 2003).

Les halophytes dotées d'une pression osmotique élevée peuvent absorber de l'eau dans un sol salé jusqu'à une certaine limite au-delà de laquelle l'excès des sels bloque les cellules de la plante. (Claude et al. 1984)

24.4- L'impact des sels sur les végétaux :

Les taux élevés des sels dans les couches supérieures exploitées par les racines a des effets néfastes sur le développement des végétaux dans les conditions les plus normales, et ce par l'augmentation de la pression osmotique du milieu externe par rapport à la pression exercée par les racines des plantes, l'approvisionnement en eau et devient très difficile, pour cette raison les végétaux manquent d'eau par voie de conséquence une diminution ou un ralentissement des activités physiologiques de la plante (Boulaine, 1980) indique que les taux les plus élevés des différents sels le rendent toxique comme le calcium sous la forme de CaCl_2 qui est plus toxique que le NaCl . De même les plantes en présence de CaCl_2 absorbent moins d'éléments (N.P.K.) qu'en présence de NaCl .

- les chlorures provoquent la réduction du système racinaire
- les sulfates : ont des actions variables selon les espèces végétales.
- Les bicarbonates : à pH constant sont très toxiques pour les plantes en agissant sur la nutrition de la plante en provoquant des brûlures et même la mort du végétal.

25/ Effet du gypse sur la végétation :

(Mashali, 1996), indique que la présence de gypse dans le sol affecte la plupart de leurs propriétés, causant des problèmes sévères d'ordre physiques, chimiques et des problèmes de fertilités.

Mashali, 1996, note que l'effet du gypse dépend de plusieurs facteurs tel que sa nature, la solubilité des éléments, leur forme, leur distribution horizontale et verticale et l'emplacement des couches de gypse dans le profil.

Mardoud(1981), mentionne que, les sols modérément gypseux, avec moins de 10% de gypse dans la couche de 25 à 45cm de profondeur et jusqu'à 35 à 50% de gypse à 60 cm de profondeur, sont appropriés pour la profondeur d'enracinement des récoltes.

La plupart des sols gypseux sont pauvres en matière organique et en conséquence la contribution des colloïdes organiques à l'élévation de la capacité de rétention est faible (F.A.O., 1990).

Le gypse se comporte comme un constituant semi- soluble dans les sols des régions arides et semi- arides, où sa présence au-delà d'un certain seuil, affecte la croissance des plantes et leurs productivités (F.A.O., 1990)

(Kadik. 2007) notent que, le développement de la végétation gypsophile est relié au développement des sols. Quand le sol est constitué de roches gypseuses peu profondes, la végétation est pauvre, quand il est plus évolué la biomasse et la végétation qui couvre le sol est plus développée. Les communautés typiquement gypsophiles des sont incluses traditionnellement dans le cortège gypsophile.

Le gypse affecte le taux d'éléments nutritifs, aussi bien que leurs disponibilités pour les plantes, et ceci par :

- changement de la forme de l'élément nutritif dans le sol (fixation des micro nutritifs en forme indisponible ou la précipitation du phosphate.
- Pertes d'éléments nutritifs (cation et anion) ; la solution du sol a une grande concentration en Ca^{++} ce qui conduit à une libération successive du K et Kg du complexe absorbant.
- Le gypse peut être la cause de la formation d'un horizon imperméable qui gêne le développement du système racinaire. (Mashali, 1996).

(F.A.O., 1990). Le gypse est l'élément essentiel des sols gypseux des régions arides, jusqu'à une certaine quantité, le gypse à un effet positif sur les propriétés physiques et chimique du sol, donc sur la croissance de la plante ceci change, quand le pourcentage de gypse est plus élevé.

26/ Effet du calcaire sur la végétation :

Le calcaire, comme c'est un élément très important en nutrition des végétaux, son excès s'avère néfaste pour la majeure partie des plantes, cependant certaines espèces préfèrent les milieux où le taux de carbonates de calcium est important.

- Augmentation du pH de la solution du sol.
- Formation de dalles qui bloquent la pénétration des racines
- Blocage des oligo-éléments ce qui se manifeste au niveau des feuilles par une couleur jaunâtre (signe de carences des plantes en oligoéléments).

(Khechai, 2001) a constaté que la diminution de la densité des espèces spontanées dans les milieux arides, est due aux précipitations de calcium qui enrobe le système racinaire provoquant la cassure de ce dernier, et par conséquent la formation des rhizolites.

Synthèse :

La répartition spatiale des végétaux est fonction des conditions édaphiques, climatiques et géomorphologiques. Pour cette raison, les sols salins, gypseux, calcaires, les dépôts sableux ont tous un effet très important sur la sélection du cortège floristique installé et par voie de conséquence sont des paramètres de cartogénèse.

Au niveau des zones arides en générale et de Biskra en particulier les rigueurs climatiques obligent les espèces végétales à des adaptations nécessaires à leur survie en vue d'occuper des aires plus importantes selon (Ozenda, 1983) la végétation spontanée peut vivre en dehors des stations écologiques habituelles et supporter un milieu peu différent, et elle présente généralement des modifications morphologiques et/ou physiologiques.

Selon le tableau 11; on remarque que les espèces qui s'adaptent mieux et qui possèdent une tolérance importante aux sels, présentent une quantité de sel importante emmagasinée au niveau de leurs feuilles et de la plante complète sont (*Salsola tetragona*, *Suaeda fruticosa*, *Anabasis articulata* et *Atriplex halimus*) tandis que le *Tamarix africana* présente un taux d'emmagasinement des sels très important au niveau de la tige.

L'ensemble des facteurs géologiques, climatiques, biologiques et humains qui conduisent à la dégradation des qualités physiques, chimiques et biologiques des terres des zones arides et semi-arides et qui mettent en cause la biodiversité et la survie des communautés humaines. (FAO. 1990),

De nombreuses espèces végétales des régions arides sont endémiques et limitées à des habitats particuliers.

La perturbation des conditions climatiques (comme le réchauffement climatique qui est provoqué par l'augmentation de la température) peuvent engendrer des perturbations au niveau des cycles végétatifs des plantes spontanées.

La pression croissante que l'homme exerce sur l'écosystème saharien a amplifié et a accéléré le processus de dégradation du couvert végétal. Les activités de plus en plus destructives de l'homme sur le milieu, en raison de l'augmentation de la population et grâce à des moyens techniques accrus utilisés sans discernement, sont certainement les causes principales de la progression de la désertification.

En effet, les différents facteurs de dégradation se conjuguent pour créer un déséquilibre écologique social et biologique. Les indicateurs de la désertification, qui concernent en fait les attributs vitaux de l'écosystème, sont la détérioration des caractères du sol, la diminution des réserves hydriques et de la fertilité du sol, l'augmentation du taux du gypse, calcaire et des différents types de sels, allant souvent jusqu'à sa stérilisation, et la régression de la productivité végétale. Ces indicateurs d'impact induisent une modification des systèmes de production inhérente à une intensification des besoins et par là même une mauvaise gestion des parcours donnant lieu à une surexploitation des ressources naturelles disponibles.

**PARTIE
EXPERIMENTALE**

CHAPITRE: I
MATERIELS ET METHODES

Chapitre I

Matériels et Méthodes

1- L'ensemble des analyses: ont été effectués au niveau du Département d'Agronomie de Biskra

2- La documentation consultée: au cours de cette étude englobe les références suivantes:

- * la carte topographique ($\frac{1}{50000}$) de Biskra
- * la carte topographique de ($\frac{1}{50000}$) de Ain Zaatout.
- * La carte hydrogéologique ($\frac{1}{50000}$) de Biskra.
- * La flore de Sahara de (Paul Ozenda; 1984)
- * Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes. Thèse Doct., USTHB., Alger, 210 p. de (Djellouli,1990)
 - Les études pédologiques sur les sols de Biskra de (Khechai S.)

3- Prospection sur terrain:

Notre démarche consiste à effectuer des sorties d'observations et d'analyse visuelles sur terrain, des différents paysages et topographies existants au niveau de la zone d'étude, et ce, à partir du mont Krouchel (Daïra de Ain Zaatout), au Nord de la Wilaya, situé à 1400m d'altitude, jusqu'aux cuvettes de Oued jdi au Sud de la Wilaya en passant par les dépressions (Sabkha) d'Oumeche à 54 mètre d'altitude.

Pour réaliser cette investigation, notre travail s'est articulé essentiellement sur des enquêtes effectuées périodiquement et directement sur terrain, auprès de la région d'étude.

3.1- Etude préliminaire des documents de bases :

Lors de ce travail nous avons utilisé les documents suivants :

- + Carte topographique de la région de Biskra
- + Carte géologique de la région de Biskra.
- + Divers études du cortège floristique des zones arides, notamment Ozenda et Aubert.
- + Thèse de Magistère de Khachai S. (2001).
- + Halitim A., 1988 études sur les sols des régions arides.

3.2- Choix de la zone d'étude :

Les observations de terrain et les études des documents précédemment cités, nous ont très bien orienté vers la délimitation de (09) neuf Stations selon :

- l'homogénéité de ces stations vis-à-vis les groupements floristiques en fonction de :
 - La typologie des sols (pente, plat, altitude, etc.)
 - La richesse floristique.
 - Les altitudes.
 - Les facteurs de dégradation des phyto ressources (Naturels et Anthropiques).

3.3- Les éléments écologiques étudiés :

- La flore Inventaire, fréquence, dominance et taux de recouvrement.
- Indice de Shannon, Indice de recouvrement et d'abondance de Braun Blanquet,
- Calcul de l'aire minimal des stations.
- L'état physique et chimique du sol.
- L'ensablement.
- L'érosion hydrique.
- L'érosion éolienne.
- Niveau de la salinité.

Sont tous des éléments clés pour la détermination des itinéraires de prospection. Ces itinéraires qui sont évidemment très variables suivant les difficultés propres à chaque secteur (Ozenda, 1982). L'homogénéité floristique, pédologique et morphologique du terrain bien entendu, fait l'objet de la délimitation des différentes stations.

3.4- L'échantillonnage du sol:

Les prélèvements des échantillons des sols (échantillons théoriquement représentatifs) destinés pour les différentes analyses ont été effectués au niveau de la couche occupée par les racines.

A noter que les prélèvements ont été fait dans la période de floraison (à partir du mois de février 2010)

L'analyse du sol a été faite sur 2 profil pédologique sur chaque station et sur un certains nombre de fosses ouvertes en vue d'étudier leur propriétés morphologiques, comportement et leur distributions.

La systématique des sols a été basée sur la classification Française 1967; qui s'appuie sur : signe d'halomorphie, signe d'alcalinité, couleur, texture, structure, matière organique, etc.

4/ Etude climatique de la région:

4.1/ Analyse des données climatiques de la zone montagneuse:

4.1.1/ Cadre climatique et bioclimatique de la zone de Ain Zaatout:

Compte tenu des données non disponibles aux quatre stations de zone montagneuse de Djebel Krouchen qui se situe à 45 Km vers le nord de la ville de Biskra, à des altitudes divers allant de 1313,3m en amont jusqu'à 204,3 en aval, d'où la nécessité d'extrapoler les données climatiques enregistrées à la station météorologique de Biskra.

Pour cela nous analyserons d'abord les caractéristiques des principales variables climatiques de cette partie montagneuse et son influence sur la vie des plantes.

4.1.2/ les éléments du climat:

a) la pluviométrie:

a.1) le gradient pluviométrique:

Il est admis que la pluviométrie augmente avec l'altitude, pour déterminer le gradient, Abdessamed (1981) en prenant les données de différentes stations météorologiques de l'Aurès, a calculé la fonction de la droite de régression de deux variables, l'une dépendante (y) qui est la pluviométrie et l'autre indépendante (x) qui est l'altitude. Il a trouvé pour le versant nord:

- $y = 0,1073 x + 353,43.$

Ce qui correspond à un gradient altitudinal de 10mm pour 100m de dénivelée. Ce gradient très faible a été rejeté après confrontation des résultats obtenus sur le terrain. Cependant après élimination de deux stations présentant des positions topographiques particulières, la fonction calculée devient:

- $y = 0,40089 x + 47,5$

Ce qui correspond à un gradient altitudinal de 40mm par an pour 100m de dénivelée. Selon le même auteur ce gradient demeure valable pour les versants nord de l'Aurès, versants exposés directement aux vents pluvieux c'est ce gradient qui a été retenu pour la suite de notre travail.

Pour le versant sud, l'équation calculée est:

- $y = 0,1367 x + 190,3$

Ce qui correspond à un gradient pluviométrique de 13mm par an pour 100m de dénivelée. Ce gradient faible a été rejeté et le gradient de 20mm par an que le Houerou (1975) donne pour le Hodna a été retenu par Abdessamed (1981) pour l'évaluation du gradient pluviométrique pour les versants sud de l'Aurès. C'est ce gradient qui a été retenu pour la suite de notre travail.

b) Températures:**b.1- Gradient thermique:**

Il est admis que la température diminue avec l'altitude.

Seltzer (1946) donne les valeurs suivantes pour la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) et la moyenne des minima du mois le plus froid (m).

- 0,70 pour 100m de dénivelée pour M.
- 0,45 pour 100m de dénivelée pour m.

Ces valeurs ont été retenues pour une évaluation par extrapolation des données fournies par la station de Biskra.

5/ Analyse du sol

Après le séchage à l'air libre, les échantillons ont été broyés et tamisés à 2mm pour les différentes analyses physiques et chimiques.

5.1- L'analyse physique :

- La granulométrie : par tamisage aux différents fractions : 2mm, 500 µm, 250µm, et 50 µm et la fraction fine moins de 2µm.
- la texture par le triangle des textures, Henin (1969) in Dominique (1982).
- L'humidité : par différence de poids à l'étuve à 105°C pendant 24 h en %.

P_1 = poids du sol avant séchage

P_2 = poids du sol après étuvation.

$$\frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100 \text{ H\%} =$$

5.2- L'analyse chimique :

- pH : nous avons mesuré le pH eau du sol par électrométrie à l'aide d'un pH – mètre sur une suspension du sol dans l'eau distillée le rapport sol/ eau est 1/5.
- CE : la conductivité électrique, mesurée par le conductimètre avec le rapport sol/ eau est de 1/5 à 25°C.
- Le calcaire total : méthode volumétrique au calcimètre de Bernard. En décomposant les carbonates de calcium par l'acide chlorhydrique, et mesurant le volume de CO₂ dégagé.
- Le gypse : méthode d'analyse du gypse de (Vieiffan, 1978), qui consiste à:
 - pratiquer un premier séchage à 60°C pendant 18 heures soit P_1 .
 - une deuxième étuvation est effectuée à 105°C pendant 24h.
 - puis l'échantillon est conservé à une enceinte pendant 6h, pour stabiliser l'humidité soit P_2 .

- le $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ % = $\frac{6,37 \cdot (P_1 - P_2)}{P_1} \times 100$; Khechai (2006) avance que cette technique reflète mieux les caractéristiques des milieux gypseux en $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

5.3 profile pédologique:

- Deux profils pédologiques ont été effectués au niveau de chaque station.

6/ Analyse de la végétation:

6.1- l'échantillonnage floristique

L'échantillonnage a été orienté suivant les étapes ci-après :

a/ Délimitation de la station à étudier au niveau d'un périmètre homogène.

b/ Nous avons utilisé la méthode des relevés de surface (aire minimale) qui consiste à choisir des emplacements aussi typique que possibles en notant les conditions du milieu.

c/ Méthode de calcul de l'aire minimale.

La recherche de l'*aire minimale* phytosociologique répond à la première condition. La notion d'aire minimale est conçue comme l'aire sur laquelle la quasi-totalité des espèces de la communauté végétale est représentée. Une approche classique repose sur la « méthode des surfaces emboîtées » (Fig.11).

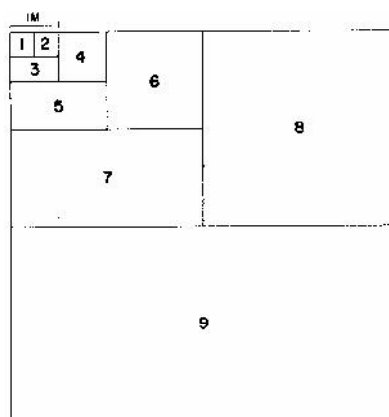


Fig. 11 Système de surfaces emboîtées pour déterminer l'aire minimale

Chaque placette numérotée à partir de 1 contient la surface de la placette précédente. Ainsi, les placettes impaires sont carrées et les placettes paires sont rectangulaires Braun, (1951) Cependant, cette méthode des surfaces emboîtées présente l'inconvénient de surestimer les espèces rares si elles ont été rencontrées dans le premier quadrat. Dans ce cas, elles figureront dans tous les quadrats ultérieurs.

Il semble donc bien que la courbe aire espèces ne soit pas une méthode théoriquement

valable de définition de l'aire minimale. En effet, l'allure de la courbe dépend de nombreux facteurs (nombre, densité, dispersion spatiale des espèces sur la surface) et la méthode de détermination de la courbe est difficilement réalisable sur le terrain. Malgré ses imperfections, la méthode peut servir de guide et aider à se faire rapidement une idée de la surface minimum en dessous de laquelle il ne faut pas descendre si l'on veut avoir des chances d'embrasser une surface égale à l'aire minimale Gounot,(1969).

d/ Chaque relevé floristique de surface a été élaboré selon la méthode Braun-Blanquet. Sur chaque fiche est portée l'abondance dominance et la sociabilité des espèces végétales inventoriées.

e/ La détermination des types biologiques des espèces végétales :

Dans notre étude la classification retenue est celle de Raunkiaer qui repose sur le travail d'Ellenberg et Muller Doubois (1974) ; Malgré les critiques celle-ci demeure la plus utilisée en étendant la période défavorable à la saison sèche, c'est par ailleurs la seule qui renseigne toutes les espèces, alors que pour les autres classifications les données sont fragmentaires.

Les formes biologiques ont été considérées sans distinction des différentes subdivisions relatives à la variation de la taille de la morphologie et de la disposition des différents organes.

Le dénombrement des espèces pour chaque type biologique est effectué sur la totalité des espèces inventoriées.

La répartition de celles-ci est déterminée à partir de la flore de (Quezel et Santa 1963) et de (Ozenda, 1977) sur le Sahara. les relevés floristiques consistent à choisir des parcelles aussi typique que possible et à noter les conditions du milieu. Ozenda, (1983).

Afin de pouvoir répondre à l'objectif de cette méthode 108 relevés ont été réalisés durant toute la période d'étude allant d'octobre 2009 à octobre 2010, à raison d'une sortie chaque deux mois.

Dans chaque station nous avons réalisé 18 relevés; soit 6 relevés par surface délimitée (aire minimale) [2 surfaces par station].

Tableau 5: Dates des relevés floristiques:

Relevé	1	2	3	4	5	6
Date	18/10/09	15/12/09	12/3/10	14/5/10	11/7/10	11/10/10

6.2-Etude quantitative de la végétation :

C'est les coefficients quantitatifs qui portent sur la fréquence, la densité, l'abondance et la dominance.

6.2.1. Fréquence en nombre et abondance

6.2.2-La fréquence centésimale représente l'abondance relative d'une espèce et correspond au nombre d'individus d'une espèce (**ni**) par rapport au nombre totale des individus recensés (**N**) d'un peuplement. Elle peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble des prélèvements d'une biocénose (DAJOZ, 1985).

$$F_c = \frac{ni}{N} \times 100$$

6.2.3-La densité spécifique:

C'est le nombre total d'individus d'une espèce par unité de surface

$$d_s = \frac{\text{Nombre..total..des..individus.de.l'espèce}}{\text{Unité..de..surface}}$$

6.2.4-La densité totale:

C'est le nombre total des spécimens de toutes les espèces inventoriées par unité de surface ou c'est la somme des densités spécifiques des espèces :

$$D_T = \frac{\text{Nombre..total}}{\text{Unité..de..surface}}$$

$$D_T = d_{S1} + d_{S2} + \dots + d_{Sn}$$

6.2.5- L'indice d'occurrence ou la constance

La fréquence d'occurrence de l'espèce **i** (**Ci**), appelée aussi fréquence d'apparition ou indice de constance est le pourcentage du rapport du nombre de relevés contenant l'espèce **i** (**pi**) au total des relevés réalisés (**P**) (DAJOZ, 1985).

La constance est calculée selon la formule suivante :

$$C \% = \frac{pi}{P} \times 100$$

Bigot et Bodot (1973), distinguent des groupes d'espèces en fonction de leur fréquence d'occurrence : - Les espèces constantes sont présentes dans 50 % ou plus des relevés effectués; - Les espèces accessoires sont présentes dans 25 à 49 % des prélèvements; - Les espèces accidentelles sont celles dont la fréquence est inférieure à 25 % et supérieure ou égale à 10 %; - Les espèces très accidentelles qualifiées de sporadiques ont une fréquence inférieure à 10 %. Selon Dajoz (1985) la constance est répartie en plusieurs classes :

Espèce omniprésente $F_o = 100 \%$

Espèce constantes $75 < F_o < 100$

Espèce régulières $50 < F_o < 75$

Espèce accessoires $25 < Fo < 50$

Espèce accidentelles $5 < Fo < 25$

Espèce rare $Fo < 5$

6.2.6- L'abondance-dominance selon Braun-Blanquet:

Pour établir une distinction entre les espèces dominantes ou abondantes et celles dont les individus sont dispersées ou rares dans la station. Une échelle des coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet (Tableau 6) doit être mise en œuvre:

Tableau 6: Echelle des coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet(1951):

Recouvrement $> 3/4$ de la surface de référence ($> 75\%$)	–	• 5
Recouvrement entre $1/2$ et $3/4$ ($50-75\%$ de la surface de référence)	–	• 4 :
Recouvrement entre $1/4$ et $1/2$ ($25-50\%$ de la surface de référence)	–	• 3 :
Recouvrement entre $1/20$ et $1/4$ ($5-25\%$ de la surface de référence)	–	• 2 :
Recouvrement $< 1/20$, ou individus dispersés à couvert jusqu'à $1/20$ (5%)	–	• 1 :
Peu d'individus, avec très faible recouvrement	–	• +
rare.	–	• r
Un seul individu	–	• i

L'**abondance-dominance** est la notion la plus utilisée en phytosociologie. Braun-Blanquet a créé le **coefficient d'abondance-dominance**, qui associe les concepts d'abondance et de dominance. L'abondance exprime le nombre d'individus qui forment la population de l'espèce présente dans le relevé. La *dominance* représente le *recouvrement* de l'ensemble des individus d'une espèce donnée, comme la projection verticale de leur appareil végétatif aérien sur le sol. Le coefficient d'abondance-dominance est estimé visuellement. Il ne s'agit donc pas d'une véritable mesure. Son estimation est sujette à une part de subjectivité, qui est cependant négligeable dans l'analyse phytosociologique globale.

On constate que l'abondance ne joue un rôle discriminant dans le coefficient que dans le cas des faibles valeurs de recouvrement.

Procédure:

↓ L'espèce couvre-t-elle plus de 50% ?

Si plus de 75%, coefficient **5**

Si moins de 75%, coefficient **4**

↓ L'espèce couvre-t-elle moins de 50% ?

Si plus de 25%, coefficient **3**

Si moins de 25%, coefficient **2**

↓ L'espèce couvre-t-elle moins de 5% ?

Si individus abondants, coefficient 1

Si individus peu abondants, coefficient +

↓ L'espèce est-elle rare (individu unique, très faible recouvrement) ?

Coefficient r.

A noter que pour la sociabilité des espèces présente une valeur, suivant une échelle de 1 à 5 d'après (Braun-Blanquet 1951 in Guinochet, 1955) désigne le degré de *dispersion spatiale* des individus. Elle peut être ajoutée au coefficient d'abondance - dominance, en la séparant de celle-ci par un tiret :

- 5 : Population presque pure, importante
- 4 : Petites colonies nombreuses ou formant un large tapis
- 3 : Population formant des petits groupes ou des coussins
- 2 : Agrégats ou groupes denses
- 1 : Croissance solitaire.

A noter aussi, que d'autres notations peuvent décrire l'*état phénologique* (feuillé - défeuillé, stérile – fleuri -fructifié) de chaque espèce. Ces aspects saisonniers demandent à revenir sur les mêmes sites dûment repérés, pour y effectuer de nouveaux relevés.

Les types biologiques de Raunkiaer, (1934), qui sont l'objet d'une description séparée, peuvent être associés à chaque espèce, en vue de l'établissement de spectres biologiques.

6.3.- Exploitation des résultats par les Indices écologiques de diversité:

6.3.1. Richesse spécifique totale (S)

On distingue une richesse totale S qui est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné. La richesse totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent (Ramade, 2003). L'adéquation de ce paramètre à la richesse réelle est bien entendu d'autant meilleure que le nombre de relevés est plus grand (Blondel, 1975).

6.3.2. Indice de diversité de Shannon (H')

L'indice de Shannon aussi appelé indice de Shannon-Weaver ou Shannon-Wiener, est dérivé de la théorie de l'information (Marcon et Morneau, 2006). Cet indice est actuellement considéré comme le meilleur moyen pour traduire la diversité (Blondel et *al.* 1973). L'indice de diversité de Shannon H' apparaît comme étant le produit de deux termes représentant respectivement les deux composantes de la diversité : d'une part le nombre d'espèces, exprimé en logarithme; d'autre part la répartition de leurs fréquences relatives résumée par le rapport de

l'indice obtenu à la valeur qu'il aurait si toutes les espèces étaient également abondantes (Frontier, 1983). Il est calculé par la formule suivante :

$$H' = - \sum p_i \text{Log}_2 p_i$$

D'après (Frontier, 1983, Ramade, 2003, Blondel, 1979)

P_i : le nombre d'individus n_i de l'espèce i par rapport au nombre total d'individus recensés N . Les valeurs de diversité de Shannon Weaver varient entre **0** et **log₂ S** ou **H'max**

(Barbault, 1992). L'indice de Shannon convient bien à l'étude comparative des peuplements parce qu'il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon (Ramade, 2003). Bien que l'indice de Shannon varie directement en fonction du nombre d'espèces, les espèces rares présentent un poids beaucoup plus faible que les plus communes (Ramade, 2003).

6.3.3. Indice d'équirépartition ou équitabilité (E)

L'estimation de l'équitabilité (diversité relative) se heurte évidemment à la difficulté d'évaluer le nombre total réel d'espèces d'une communauté; on mesurera dès lors ce descripteur en prenant comme référence le nombre d'espèces présentes dans l'échantillon et on obtient ainsi l'équitabilité de l'échantillon (Frontier, 1983).

L'indice d'équitabilité E est le rapport entre la diversité calculée H' et la diversité maximale H'max qui est représentée par le log de la richesse spécifique S (Ramade, 2003 et Blondel, 1979).

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

H' : indice de Shannon **H'max** : diversité maximale D'après Ramade (2003) les valeurs de l'équitabilité varient entre **0** et **1**. Elles tendent vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce et il est égal à **1** lorsque toutes les espèces ont la même abondance.

7/ Analyses statistiques des données

C'est l'étude des corrélations (variables – Individus). L'analyse en composante principales (ACP), permet d'étudier la corrélation entre les facteurs édaphiques et les espèces végétales d'une par et la corrélation entre les espèces elle mêmes.

Synthèse

Pour récapituler on fait ressortir les paramètres de la répartition de la végétation, ensuite Les groupements floristiques de la zone d'étude.

CHAPITRE: II
RESULTATS & DISCUSSION

Chapitre II Résultats & discussion

Etude du milieu naturel de la zone d'étude

1- choix de la zone d'étude:

La zone étudiée est exposée du Nord Ouest au Sud Est, elle est subdivisée en deux régions :

La première région est celle du Nord, représente la région des montagnes, s'étend des monts de N'wasser et Krouchen jusqu'au mont de Boughzel, c'est un terrain accidenté caractérisé par des glacis, des talweg et des badland; dont les coordonnées sont:

La deuxième région est constitué de la plaine de Biskra et ce à partir du versant Sud de Djebel Boughzel jusqu'à Oued Djedi en passant par la Sebka d'Oumeche.

Elle est limitée par les coordonnées suivantes (Tableau 7):

Tableau 7: Coordonnées de la région d'étude

Type de région	Station	Lieu dit	Positions géographiques	
			Amont de la station	Aval de la station
Partie montagneuse	I	Mouliya	075° 80' 54" N 39° 01' 94" E 1313.3m	075° 74' 36" N 39° 04' 54" E 1174m
	II	Ain Zaatout	075° 85' 15" N 38° 95' 92" E 1236.3m	075° 21' 80" N 38° 82' 82" E 458.3m
	III	Labranis	075° 21' 80" N 38° 82' 82" E 458.3m	075° 16' 78" N 38° 74' 03" E 309.3m
	IV	Loutaya	075° 16' 78" N 38° 74' 03" E 309.3m	074° 65' 55" N 38° 67' 94" E 204.33m
Partie des plaines	V	Al Hajeb	074° 28' 88" N 38° 55' 70" E 164 m	074° 30' 80" N 38° 55' 33" E 123 m
	VI	Choucha	074° 30' 80" N 38° 55' 33" E 123 m	074° 15' 24" N 38° 53' 30" E 115 m
	VII	Stah Zemrir	074° 15' 24" N 38° 53' 30" E 115 m	074° 27' 56" N 38° 48' 03" E 63.33 m
	VIII	Sebka d'Oumeche	074° 41' 10" N 074° 41' 10" N 54.33 m	074° 69' 40" N 38° 43' 60" E 50 m
	IX	Oued Djedi	074° 68' 13" N 38° 38' 38" E 61 m	075° 44' 46" N 38° 33' 67" E 55 m

2- Délimitation des stations d'études :

Les stations retenues pour cette étude présentent une homogénéité floristique, pédologique et morphologique du terrain et ce dont le but de faire manifester le maximum de paysage de la région de Biskra, afin de faire ressortir les grands traits pédologiques, les différents types de la végétation et leur répartition spatiale de l'amont de Ain Zaatout vers l'aval de la plaine de Oued Djedi en fonction de la morphogénèse du paysage, à savoir, la montagne la plaines, la cuvette et les glacis.

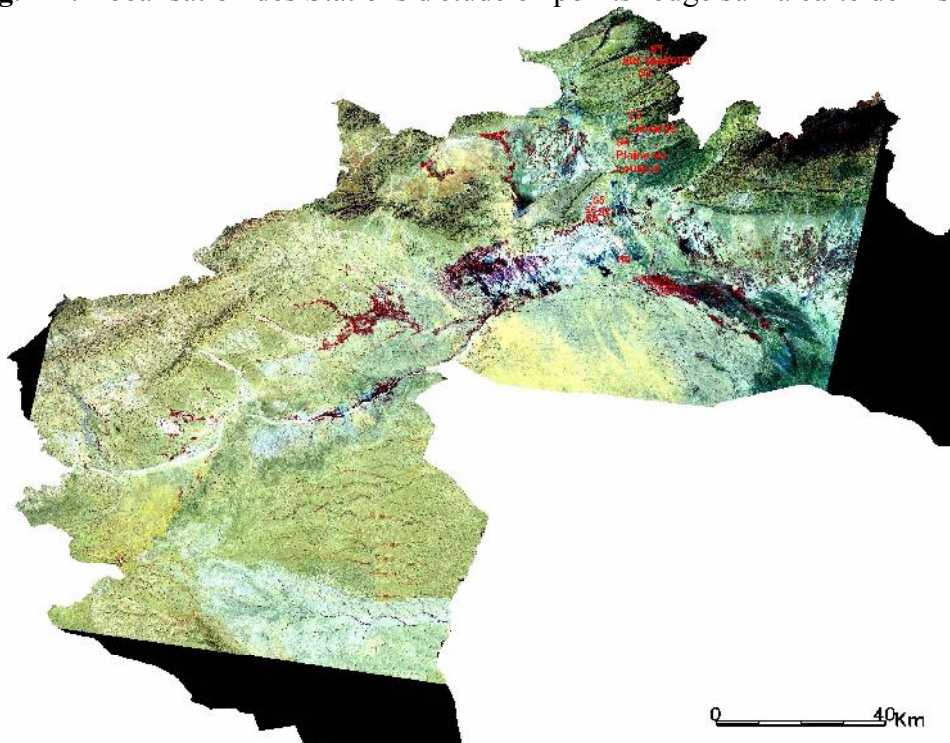
Pour choisir nos stations selon un changement physionomique tout en tenant compte des critères d'homogénéité et de représentativité de la végétation. L'échantillonnage adopté est subjectif, 108 relevés ont été réalisés durant les deux années 2009 et 2010. En plus des espèces recensées, nous avons mentionné certaines espèces trouvées en dehors des relevés.

Notre région a cerné les différentes formes géomorphologiques de la région ainsi que les différentes formations pédologiques.

L'établissement de la séquence d'étude, et les grands traits morphologiques caractéristiques de cette région représentés par les monts de Djebel N'wasser et krouchen d'altitudes respectives de 1787m et 1175, et les monts de Boughzel d'altitude de 286m. Entre les deux monts; on rencontre les glacis d'accumulation et d'érosion; ainsi que les plaines de Loutaya, les terrasses des Ziban, la Sebkha d'Oumeche et l'Oued Djedi.

Selon cette séquence, neuf stations ont été délimitées. (fig 12)

Fig. 12 : Localisation des Stations d'étude en points rouge sur la carte de Biskra.



2.1/ STATION I:

2.1.1- Description de l'état Ecologique de la station dit Mouliya :

Elle se localise sur le versant Nord du Djebel Nwasser de la Daïra de Ain Zaatout. se situe sur le versant Nord de Djebel Nwasser, à 40 km au Nord de la ville de Biskra, caractérisée par une forme géomorphologique accidentée une pente (de 10 à 15%), l'altitude allant de 1313 m au à 1174m au .



Photo 1 : Paysage de la station (garrigue du genévrier) en amont du Djebel Nwasser, versant Nord



Photo 2 : Paysage de la station dégradation de la forêt de chêne vert (association genévrier alfa et armoise).

Cette station est caractérisée par un sol peu profond, calcaire en amont et marneux en aval. La roche mère est plus proche de la surface du sol qui affleure dans les terrains les plus érodés par les ruissellements, Les vents dominants sont du Nord et Nord – Ouest et une moyenne pluviométrique calculée par extrapolation selon (Abdessemed, 1981) avoisinante de **546mm/ an** (Tableau 28 Annexe 1)

Une température moyenne des minima de l'ordre de **11,35 °C**

Une température moyenne des maxima de l'ordre de **19;70 °C**

Une température moyenne des moyennes de l'ordre de **13,97°C**

Le sol est de type marno- calcaire.avec une pente de 10 à 15% exposition Nord-Ouest.

Dégradation accentuée bien apparus sur la (photo 2) où on constate le passage de l'état arbustif du genévrier à l'état des nappes alfatières et d'armoises.

Le couvert végétal est composé d'arbustes tel que :

Le chêne vert. (*Quercus ilex*), Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoeniceae*),

Genévrier Oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*)

La végétation herbacée composée de : L'alfa (*Stipa tenacissima*), l'armoise (*Artemisia herba alba*) et l'armoise champêtre (*Artemisia campestris*), le genêt (*Genista microcephalla*) et le romarin (*Rosmarinus officinalis*).

2.2/ STATION II

2.2.1- Description de l'état Ecologique de la station dit Ain Zaatout :

Elle se situe en amont du Djebel Nwasser de la Daïra de Ain Zaatout .sur le versant Sud-Est, pente allant de 5 à 10%. le sol de couleur blanchâtre dominé par des cailloux indice d'un ruissellement hydrique du sol. Type de sol, Calcaire en amont et constitué de marnes en avale. Une moyenne pluviométrique calculée par extrapolation selon (Abdessemed, 1981) avoisinante de **387,17mm/ an** (Tableau 29 Annexe 1)

Une température moyenne des minima de l'ordre de **13,14 °C**

Une température moyenne des maxima de l'ordre de **22,47 °C**

Une température moyenne des moyennes de l'ordre de **16,74 °C**

Influencée par les hautes températures, l'évaporation importante de plus en plus qu'on va vers la période estivale, le taux d'humidité est faible par rapport à celui du versant Nord – Ouest ,

Sa végétation est claire semé herbacée caractérisée par des touffes de *Rosmarinus officinalis*, *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba alba*, *Astragalus armatus* et *Artemisia campestris* (photo 5).

On constate la disparition totale de la forêt de chêne vert.



Photo 3 : Paysage de la station (Ain Zaatout) en amont du Djebel Nwasser versant Sud
Montrant les cailloux; indice d'un ruissellement hydrique de la couche arable

2.3/ STATION III

2.3.1- Description de l'état Ecologique de la station dit Labranis:

Elle se situe au niveau du versant Sud – Est du mont de Djebel Nwasser de la Daïra de Ain Zaatout. le milieu est plus exposé aux différents stades de l'érosion hydrique à savoir les stries et

les rigoles (Photo 42; annexe 06) Le sol marneux peu profond, avec une pente moyenne (5 et 10%). Allant de 458.3m à 309.3m d'altitude.

Dû à son altitude basse et son exposition vers le Sud – Est, les températures deviennent très élevées qu'on va vers la période estivale.

Conséquence une évapotranspiration potentielle très importante. Suite aux érosions hydriques importantes, le sol perd la terre fine et devient rocailleux.

Une moyenne pluviométrique calculée par extrapolation selon (Abdessemed,1981) avoisinante de **201,36mm/ an** (Tableau 30 Annexe 1)

Une température moyenne des minima de l'ordre de **15,22 °C**

Une température moyenne des maxima de l'ordre de **25,72 °C**

Une température moyenne des moyennes de l'ordre de **19,99 °C**

Couvert végétal clairsemé composé principalement des nappes d'*Artimesia herba alba* d'*Anabasis articulata* et de l'*Astragalus armatus* .:



Photo 4 : Paysage de la station (Labranis)



Photo 5 : Touffes d'Astragale démontrant une nappe d'armoise

2.4/ STATION IV:

2.4.1- Description de l'état Ecologique de la station dit Loutaya:

Cette Station est défini par sa situation au niveau de la plaine de Loutaya, Limitée par le trias de l'Outaya au Nord et Djebel Boughzel au Sud caractérisé par un sol plus ou moins profond et argileux. Une pente très faible 0,07%. Traversée par Oued Abdi et Oued El Hay, Cette plaine est exposée à la salinité apportée par les eaux de drainages et de ruissellements chargés de chlorure de sodium issu du Dôme trias de Loutaya.

Une moyenne pluviométrique calculée par extrapolation selon (Abdessemed, 1981) avoisinante de **150,45mm/ an** (Tableau 31 Annexe 1)

Une température moyenne des minima de l'ordre de **15,80 °C**

Une température moyenne des maxima de l'ordre de **26,60 °C**

Une température moyenne des moyennes de l'ordre de **20,87 °C**

Elle est caractérisée par une végétation clairsemée composée principalement des espèces halophyles tel que le *Salsola tetrandra*, l'*Atriplex halimus* et quelques pieds de *Tamarix africana* et *Tamarix galica* éparpillés ici et là, traduisant le caractère salé de cette plaine.

Photo 6: Paysage de la station, (Loutaya)



2.5/ STATION V:

2.5.1- Description de l'état Ecologique de la station Lieu dit, Al Hajeb:

Limitée au Nord par Djebel Boughzel qui constitue la limite septentrionale, entre le Nord et le Sud, formant une barrière naturelle aux déplacements des sables; Elle se situe au niveau du piétement du versant Sud de ce dernier, et à 7 km vers le Sud - Ouest de la Ville de Biskra. La moyenne des températures annuelles est de 22,67°C et une moyenne pluviométrique annuelle de 132mm (Tableau 27 Annexe 1),

caractérisé par des apports éoliens et des dépôts sableux, sur un support profond formé de Deb - deb (constitué d'accumulation gypso-calcaire) (Photo 7).

Les dépôts de sable se présentent sous plusieurs formes notamment les Nebkhas, les Rebdous et les Dunes, stabilisées et fixée par une végétation psammophiles.

La pente devient faible qu'on s'éloignant vers le Sud - Est. L'altitude est comprise entre 164m et 123m.

Cette station (Photo 7) est caractérisée par un cortège floristique psammophiles tel que le Drinn. On note la présence de *Zygophyllum cornitum*, et de *Limoniastrum gyanianum*.

Photo 7: Paysage de la station El Hajeb, montrant les rebdous et nebkhas



2.6/ STATION VI:

2.6.1- Description de l'état Ecologique de la station lieu dit, Choucha :

Avec son terrain plat et à cinq kilomètre vers le Sud – Est de Djebel Boughzel, se situe cette station.(photo 8) la moyenne des température annuelle est de 22,67°C et une moyenne pluviométrique annuelle de 132mm (Tableau 27 Annexe 1). Elle s'individualise par un sol gypseux de couleur blanchâtre, et une nappe phréatique sulfaté très proche de la surface (photo 44, Annexe 6), le gypse forme des dalles très épaisses, favorisant l'installation d'une végétation herbacée constituée de *Zygophyllum cornitum*, *Limoniastrum guyonian*, *Salsola tetragona*, *Anabasis articulata*, *Atriplex halimus* et de *Frankenia thymifolia*,



Photo 8: Paysage général de la station;
montrant *limoniastrum guyonianum* et le *zygophyllum cornitum*

2.7/ STATION VII:

2.7.1- Description de l'état Ecologique de la station lieu dit, Stah Zemrir :

Elle se localise à une distance de 13 km vers le Sud – Ouest de Djebel Boughzel. C'est une plaine présentant une légère pente de 0,6% (photos 9 et 10). Elle est caractérisée par une moyenne des températures annuelle avoisinant les 22,67°C et une moyenne pluviométrique annuelle de 132mm (O.N.M. 2010). Sa couleur blanchâtre indique que son sols est salé où se manifeste des différents types de sels sodiques et magnésiens avec des croûtes de battances provoquées par l'accumulation et le dépôt des sels dissous dans l'eau de drainage et de ruissellement provenant de l'amont favorisant l'installation d'une végétation halophile constituée principalement de *Salsola tetragona*, *Salsola tetrandra*, *Salsola vermiculata* et *Anabasis articulata*. On note la présence d'*Imperata cylindrica* espèce des milieux humides indiquant la présence d'une nappe phréatique plus proche de la surface où le taux de recouvrement des espèces est de 74,5%.



Photo 9: paysage de la Station
(Lieu dit : Stah Zemrir)
montrant les touffes de
Salsola tetragona et *Anabasis articulata*



Photo 10 : Paysage de la station
(Lieu dit : Stah Zemrir)
Où on constate une association des touffes
d'*Anabasis*, et de *Salsola vermiculata*.

2.8/ STATION VIII:

2.8.1- Description de l'état Ecologique de la station lieu dit, Sebkhia d'Oumeche :

C'est une cuvette de couleur blanchâtre (photo 11). Cette dépression salée est située à 18 km vers le Sud – Est de Djbel Boughzel c'est la Sebkhia d'Oumeche Elle est localisée dans la partie aval de la toposéquence d'étude, à une altitude de 40m. Elle est caractérisée par une moyenne des température annuelle de 22,67°C et une moyenne pluviométrique annuelle de 132mm (O.N.M. 2010), chargée de différents types de sels notamment les sels chlorhydriques et magnésiens au centre de la sebkhia, où elle collecte toutes les eaux d'irrigation et de drainage des palmeraies de la partie amont.

Par son taux très élevé de sels qui dépasse parfois les 200 g/l elle a provoqué la stérilité du milieu de toute vie biologique qui est rendue quasiment absente ou inexistante et automatiquement la disparition du cortège floristique. Tandis que qu'aux alentours de la sebkhia on constate une végétation concentrique (photo 12) composée des différentes espèces halophiles tel que le *Salsola tetragona*, *Anabassis articulata* ainsi que l'*Impérata cylindrica* démontrant l'existence d'une nappe phréatique proche de la surface terrestre.

La sebkhia constitue l'une des plus importantes cuvettes humides de la région de Biskra, cette sebkhia, comme toutes les dépressions endoréiques, est un lieu d'une intense évaporation et de forte activité éolienne.

Son volume d'eau varie selon les saisons. En effet, les images de 2010 montrent que le bassin est à sec, dominé par la présence des sels (teintes blanches).

Chlorures sodiques.



Photo 11 : Paysage de la station;
(La Sebkha d'Oumeche)



Photo 12: végétations aux alentours
de la Sebkha d'Oumeche

Ces teintes blanchâtres observées sur les images occupent la totalité de la superficie de la plaine (photo 11 et 12).

2.9/ STATION IX:

2.9.1- Description de l'état Ecologique de la station lieu dit, Oued Djedi :

A 40 km vers le Sud – Est de Djebel Boughzel et aux alentours de Oued Djedi se situe cette station. Elle est caractérisée par une moyenne des températures annuelle avoisinante de 22,67°C et une moyenne pluviométrique annuelle de 132mm (O.N.M. 2010). Ces sols sont de types alluvionnaires (Photo 13) présentant une pente très faible 0,5%. C'est une zone de parcours caractérisée par un cortège floristique herbacé et clairsemé ouvert, une végétation dominée par des espèces épineuses et/ou non consommées par les ovins tel *Astragalus armatus*, *Atractylis flava* et d'autres espèces des milieux de cultures tel que *Suaeda fruticosa* et *Suaeda mollis* On note aussi la présence de *Zygophyllum cornitum* et des *Salsolacées* Sp,

Photo 13: Paysage de la station;
(Alluvions de Oued Djedi)



3 - Analyse pédologique :

3.1- Résultats:

Les analyses physico chimiques des sols des stations ont été enregistrées sur le tableau 8.

Tableau 8: Résultats des analyses pédologiques des stations d'études

Stations	Analyse H. cm	Arg + L.F. %	L.G. %	S.F. %	S.G. %	H. %	pH 1/5	CE 1/5 ds/m	CaSo ₄ 2H ₂ O %	CaCo ₃ %
Mouliya	0 – 50	5,5	30,7	21,1	42,7	21.06	8.12	0.1	1.2	51.73
A.Zaatout	0 – 50	6,8	35,4	28,2	29,6	13.51	8.37	0.2	2	61.17
Labranis	0 – 50	8,4	45,8	21,5	24,3	8.93	7.68	0.2	3	57.67
Loutaya	0 – 50	50.2	25.4	23.10	26.3	10.9	7.96	6.3	6	20.10
Al-Hajeb	0 – 50	1,2	32,9	64	1,9	0.1	8.09	1.9	22	7.10
Choucha	0 – 50	3,1	69,2	23,2	4,5	19.33	8.01	6.3	92	28.47
Stah zemrir	0 – 50	4	51,9	31,5	12,6	23.76	8.25	9.9	75	7.10
Sebkha	0 – 50	4,6	31,3	36,1	28	17.78	8.64	26.4	48	02.09
Oued Djedi	0 – 50	26,1	48,3	16,3	9,3	3.84	8.01	2.3	11	20.93

3.2- Discussions:

Selon le tableau 8, on constate que la partie des montagnes, la texture est généralement fine; le pH est basique, taux de calcaire très élevé, le taux de gypse est faible. Le taux d'humidité est très important sur le versant nord tandis que sur le versant sud est moins important.

Concernant la région des plaines, on constate que le taux de calcaire est moins important tandis que le gypse présente un taux très élevé au niveau de la station de Choucha et ce ci semblerait dû à la remontée des eaux sulfuriques de la nappe phréatique induisant la transformation du calcaire en gypse.

Les taux de salinité augmentent vers la Sebkha, même constatation pour l'humidité qui est très importante au fur et à mesure qu'on se rapproche de la Sebkha. Cependant la station de choucha présente un taux élevé d'humidité qui est lié aux taux de gypse très important au niveau de cette station.

La sebkha, présente une Texture limono sableuse favorisant une très bonne rétention en eau, en conséquence une humidité importante du sol,

En revanche, les stations de Loutaya et Oued Djedi, présentent des taux élevés d'argiles et de limon fin, en raison des apports de crues et de ruissellements formant des terrain alluvionnaires.

En récapitulant on peut dire que:

Typologie des sols de la zone d'étude de la station I à la station IX:

L'étude morphopédologique des sols rencontrés dans la zone d'étude a fait ressortir que les sols sont classés d'après la classification française (1967);

- Sols calcaires
- Sol peu évolué stable
- Sol peu évolué érodé
- Sol argileux
- Sol sableux
- Sol gypseux
- Sol salé
- Les sebkhas
- Sols alluvionnaires.

Le processus de formation des sols se résume par:

- faible fertilité biologique
- soumise à l'érosion hydrique
- sont sous l'action de l'ensablement
- le processus de carbonatation est accentué dans la zone de Ain Zaatout où la roche mère alimente le sol en CaCO_3
- la gypsification est la salinisation sont sous la dépendance du fait conjugué de l'irrigation agricole et la remontée capillaire.

4/ Analyse de la végétation:

4.1-Inventaire floristique global:

4.1.1- Résultats:

L'inventaire floristique des stations étudiées nous a permis de recenser 26 espèces, les résultats sont notés dans le tableau 9 :

Tableau 9 : Liste générale des espèces inventoriées

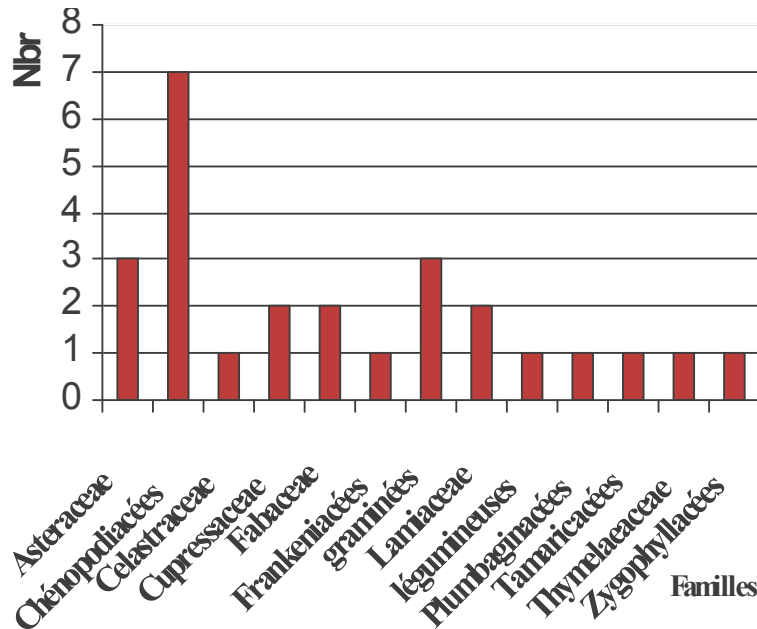
Famille	Nom scientifique	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9
Chénopodiacées	<i>Anabasis articulata</i>	-	-	X	-	X	X	X	X	-
Poacées	<i>Aristida pungens</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Asteraceae	<i>Artemisia compestris</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Asteraceae	<i>Artemisia herba alba</i>	X	X	X	X	-	-	-	-	-
légumineuses	<i>Astragalus armatus</i>	-	X	X	X	-	-	-	-	X
Asteraceae	<i>Atractylis flava</i>	-	-	X	-	-	-	-	X	X
Chénopodiacées	<i>Atriplex halimus</i>	-	-	-	X	-	X	-	-	-
Frankeniaceae	<i>Frankenia thymifolia</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Fabaceae	<i>Genista microcephala</i>	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Celastraceae	<i>Gymnosporia senegalensis (L)</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-
graminées	<i>Imperata cylindrica (L)</i>	-	-	-	-	-	-	X	X	-
Cupressaceae	<i>Juniperus oxycedrus</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Cupressaceae	<i>Juniperus phœniceæ</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Plumbaginacées	<i>Limoniastrum guyonianum Dur.</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Fagaceae	<i>Quercus ilex</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i>	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Chénopodiacées	<i>Salsola tetragona</i>	-	-	-	-	-	X	X	X	-
Chénopodiacées	<i>Salsola tetrandra</i>	-	-	-	X	-	-	X	-	-
Chénopodiacées	<i>Salsola vermiculata L.</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	X
graminées	<i>Stipa tenacissima</i>	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Chenopodiaceae	<i>Suaeda fruticosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Chenopodiaceae	<i>Suaeda mollis</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	X
Tamaricacées	<i>Tamarix africana</i>	-	-	-	X	-	X	X	X	-
Lamiaceae	<i>Teucrium polium</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-
Thymelaeaceae	<i>Thymelaea hirsuta</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-
Zygophyllacées	<i>Zygophyllum cornutum</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	X

4.1.2- Discussion:

Nous avons inventorié 26 espèces, et 13 familles, réparties comme suit (fig.13):

7 familles des Chénopodiacées; 3 familles des Asteracées; 2 familles de Cupressaceae 2 familles de Fabaceae 3 familles de graminées et 2 familles de Lamiaceae le restes des familles sont représentées par une espèce chacune Celastraceae, Frankeniacées, légumineuses, Plumbaginacées, Tamaricacées, Thymelaeaceae et Zygophyllacées.

Fig.13: Fréquence d'abondance des familles.



4.2-Les types biologiques :

4.2.1- Résultats:

La classification des espèces recensées au niveau des stations d'études suivant leurs types biologiques et types phytogéographiques est représentée dans le tableau 10:

Tableau 10 : Classification des espèces recensées au niveau des stations d'études suivant leurs types biologiques et leurs types phytogéographiques:

N°	Espèce	Type biologique	Type Phytogéographique
01	<i>Anabasis articulata</i>	Chaméphyte	Endémique Saharienne
02	<i>Aristida pungens</i>	Hémicryptophyte	Saharo-Sindienne
03	<i>Artemisia herba alba</i>	Chaméphyte	Méditerranéenne-Saharo-Sindienne
04	<i>Astragalus armatus</i>	Chaméphyte	Méditerranéenne
05	<i>Atractylis flava</i>	Thérophyte	Saharo-Sindienne
06	<i>Atriplex halimus</i>	Chaméphyte	Cosmopolite
07	<i>Frankenia thymifolia</i>	Chaméphyte	Endémique
08	<i>Genista microcephala</i>	Phanérophyte	Endémique Saharienne
09	<i>Gymnosporia senegalensis (L)</i>	Phanérophyte	Saharo-Sindienne
10	<i>Imperata cylindrica (L)</i>	Hémicryptophyte	Méditerranéenne

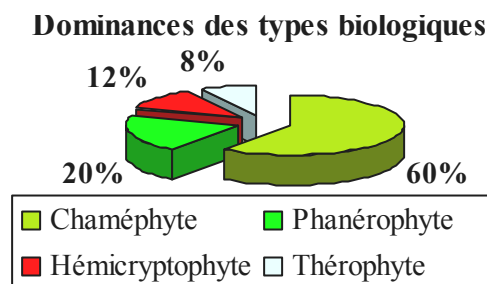
11	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Phanérophyte	Méditerranéenne
12	<i>Juniperus phœniceæ</i>	Phanérophyte	Méditerranéenne
13	<i>Limoniastrum guyonianum Dur.</i>	Chaméphyte	Endémique Nord Africaine
14	<i>Quercus ilex</i>	Phanérophyte	Méditerranéenne
15	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Chaméphyte	Méditerranéenne
16	<i>Salsola tetragona</i>	Chaméphyte	Méditerranéennes-Saharo-Sindienne
17	<i>Salsola tetrandra</i>	Chaméphyte	Méditerranéennes-Saharo-Sindienne
18	<i>Salsola vermiculata</i> L.	Chaméphyte	Méditerranéennes-Saharo-Sindienne
19	<i>Stipa tenacissima</i>	Hémicryptophyte	Afrique du Nord
20	<i>Suaeda fruticosa</i>	Chaméphyte	Cosmopolite
21	<i>Suaeda mollis</i>	Chaméphyte	Saharo-Sindienne
22	<i>Tamarix africana</i>	Phanérophyte	Méditerranéenne
23	<i>Teucrium polium</i>	Thérophyte	Méditerranéenne
24	<i>Thymelaea hirsuta</i>	Chaméphyte	Méditerranéenne
25	<i>Zygophyllum cornutum</i>	Chaméphyte	Méditerranéenne

4.3- Le spectre biologique

4.3.1- Résultats:

Dans les stations de Mouliya n° I, on note une dominance des Phanérophytes, tandis que pour les stations des plaines la dominance est marquée par les Chamaéphytes. Ceci s'explique la quantité moyenne de pluies reçues (132 mm) est insuffisante. Cette pluviosité n'a pas favorisé le développement des Thérophytes. Sur les 15 taxons présents seuls 2 sont des éphémères. Les Hémicryptophytes occupent la deuxième place derrière les Chaméphytes au niveau de la majeure partie des stations alors qu'au niveau de la cinquième station ce sont les Hémicryptophytes qui dominent et ce dû aux dépôts sableux au niveau de cette station. Le tableau résume les spectres biologiques bruts des différentes stations.

Fig. 14: représentant les dominances des types biologiques des stations d'études:



4.3.2-Discussion:

Selon le tableau 10, on observe la dominance des chaméphytes aussi bien dans la région montagneuse que dans la partie des plaines.

Cependant, au niveau de la station une de Mouliya se sont les **Phanérophytes** qui dominent, et ceci semble dû aux effets de la haute altitude et du froid car c'est une station exposée au versant nord du Djebel. Ces résultats ne s'accordent pas avec les propos de (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.

Au sud de Djebel Boughzel, région des plaines, Les Hémicryptophytes occupent la deuxième place après les Chaméphytes qui s'adaptent mieux à la sécheresse estivale et aux forts éclaircissements lumineux (Danin et Orshan, 1990). Le pâturage favorise aussi de manière globale les chaméphytes repoussées par les troupeaux (Kadi-Hanifi Achour, 1998), comme *Thymelaea microphylla*, *Fagonia microphylla*, *Atractylis flava*, *Farsetia hamiltonii* et *Astragalus armatus*. Cependant pour la station présentant le sable dominée par les Hémicryptophytes, ceci dû au phénomène d'aridisation (Raunkiaer, 1934 ; Orshan *et al*, 1984 et Floret *et al*, 1990), Cependant ces résultats s'accordent avec à celles obtenus par (Trabut et Battandier, 1892 in Boughani, 1995); et (Chehema, 2006) région de Biskra abrite 145 espèces (tableau 62 annexe 5) groupées en 44 familles. Groupés en cinq types biologiques selon les pourcentages suivants.

- Phanérophytes : 12%
- Chaméphytes : 32%
- Hémicryptophytes : 13%
- Géophytes : 5%
- Thérophytes : 38%

Donc on a: Th > Ch > Hém > Ph > Gé

Il convient de signaler que certaines espèces peuvent changer de type biologique sous climat aride, c'est le cas par exemple d'espèces décrites comme des Hémicryptophytes mais se comportant comme des Thérophytes sous climat aride. C'est le cas de *Crepis vesicaria*, *Leontodon sp.* ou *Plantago albicans* (Aidoud, 1989).

4.4- Calcul de l'aire minimale:

4.4.1- Résultats:

Les courbes de l'aire minimale des stations ont été effectuées à partir des résultats calculés effectués au niveau des stations pour trouver la plus petite surface représentative des espèces existantes au niveau de la station. (fig 15 à fig 23)

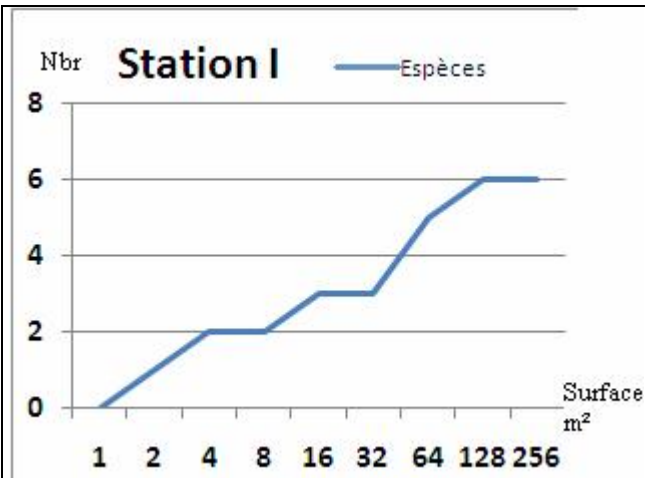


Fig. 15 : Courbe aire-espèces de la Station I aire minimale calculée 128 m²

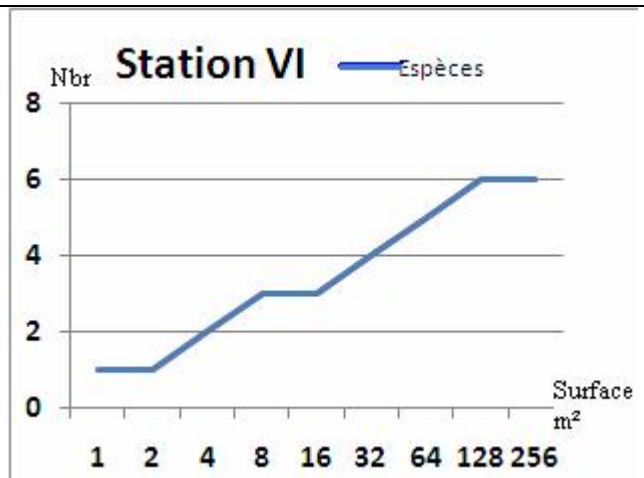


Fig. 20 : Courbe aire-espèces de la Station I aire minimale calculée 128 m²

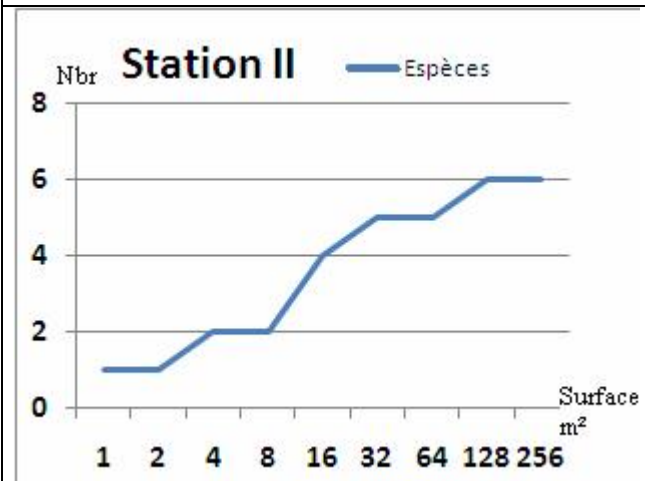


Fig. 16 : Courbe aire-espèces de la Station I aire minimale calculée 128 m²

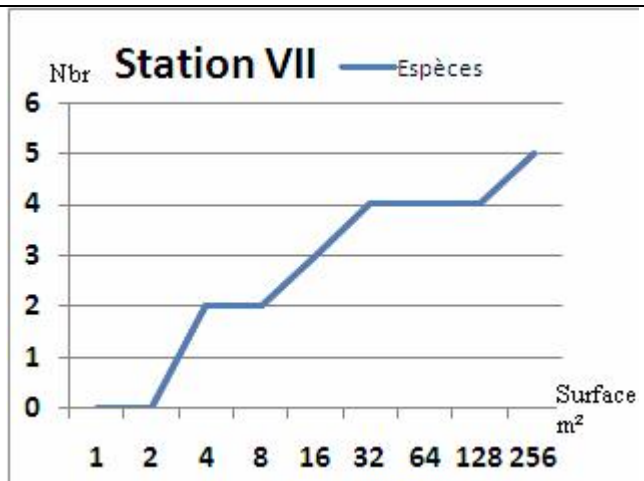


Fig. 21 : Courbe aire-espèces de la Station I aire minimale calculée 256 m²

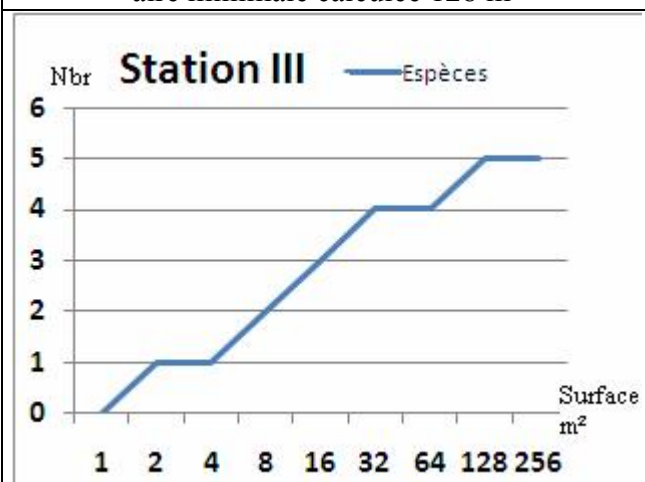


Fig. 17 : Courbe aire-espèces de la Station I aire minimale calculée 128 m²

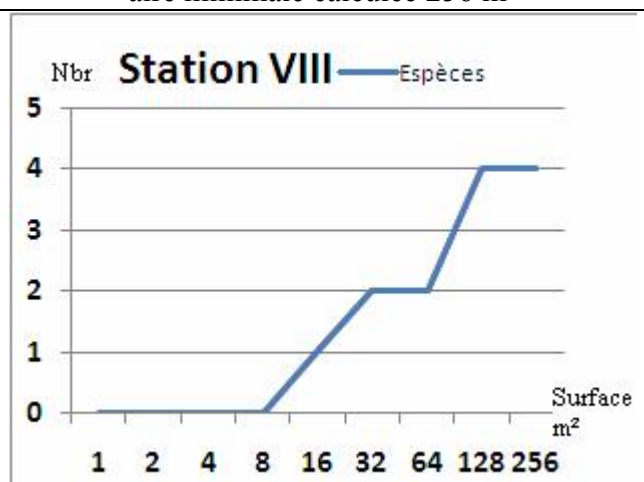


Fig. 22 : Courbe aire-espèces de la Station I aire minimale calculée 128 m²

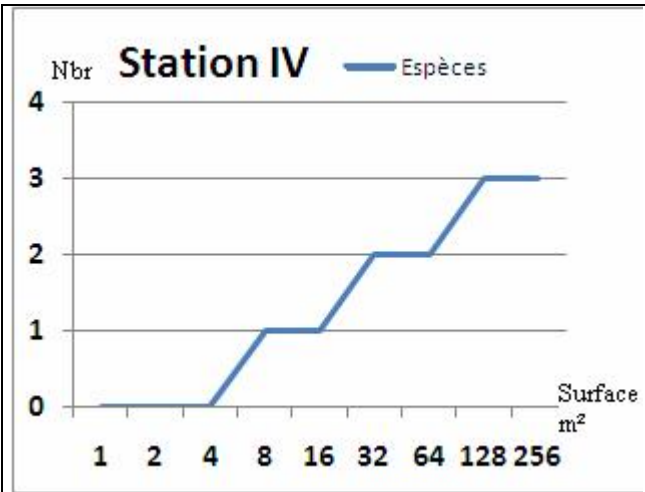


Fig. 18 : Courbe aire-espèces de la Station I
aire minimale calculée 128 m²

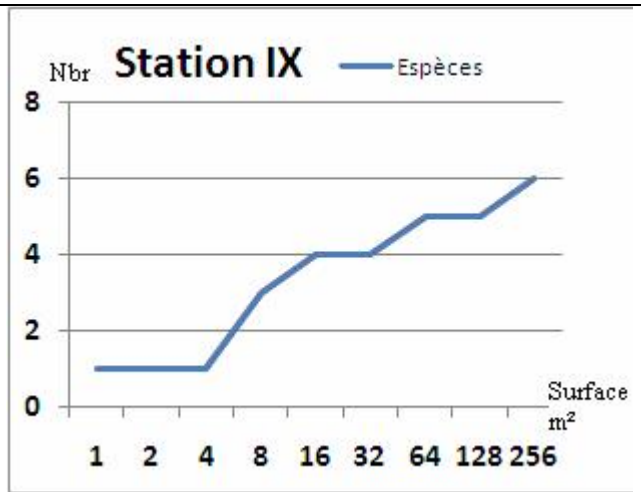


Fig. 23 : Courbe aire-espèces de la Station I
aire minimale calculée 256 m²

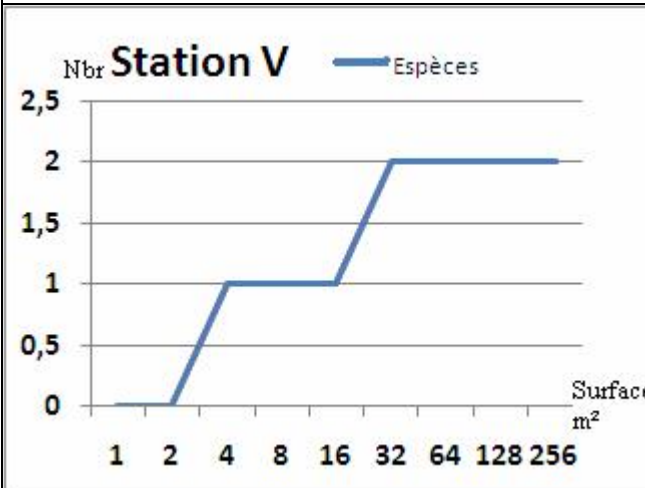


Fig. 19 : Courbe aire-espèces de la Station I
aire minimale calculée 32 m²

4.4.2- Discussion :

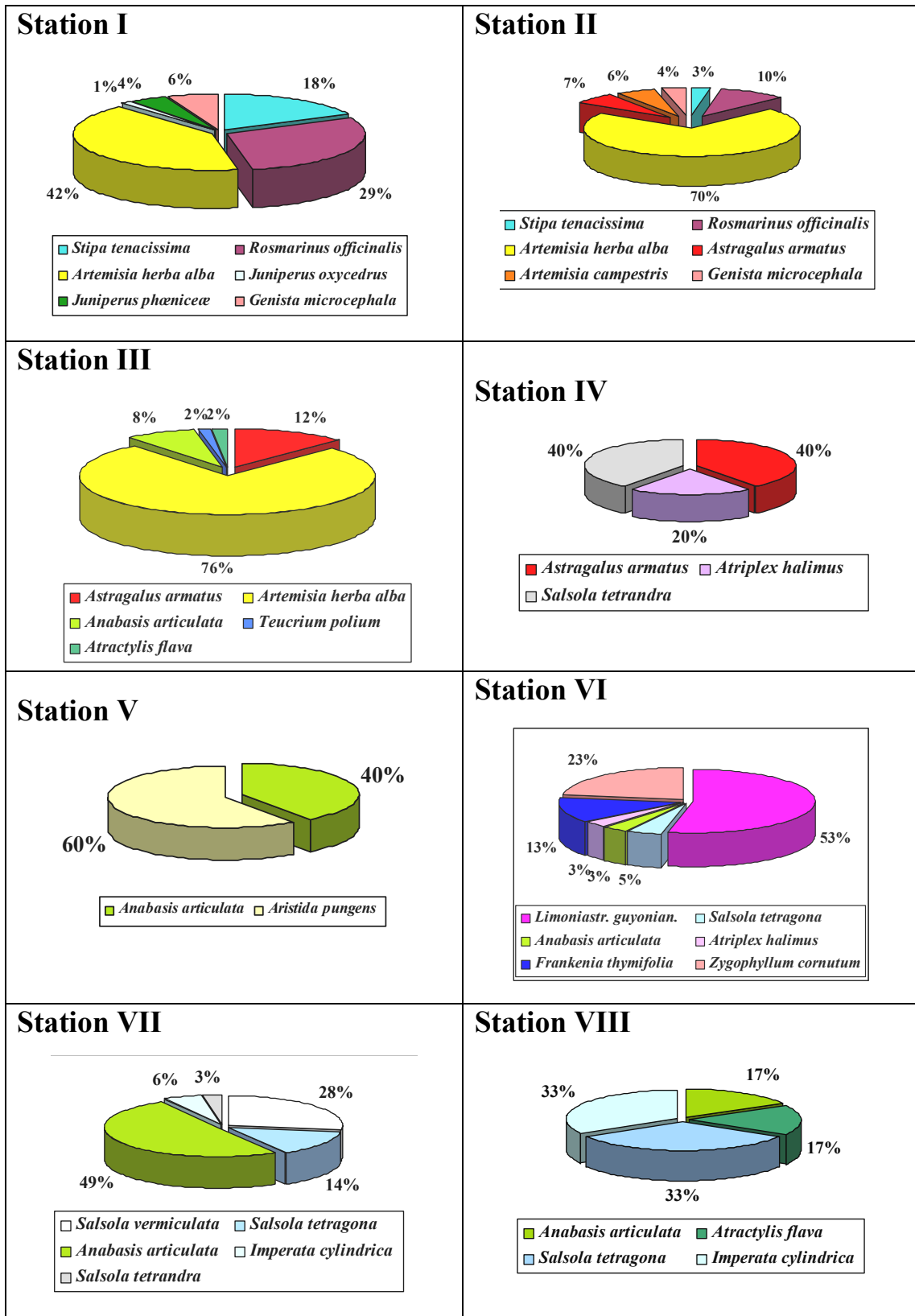
Selon les courbes on constate que l'aire minimale augmente au fur et mesure qu'on va vers les station du sud où l'aire minimale augmente de surface; allant de 128m² au nord de la région de Biskra (soit un quadrat de $\approx 11,5 \times 11,5$ m) à 256 m² au sud (soit un quadrat de $\approx 16 \times 16$ m), à l'exception de la station V où on constate que la surface de l'aire minimale est de l'ordre de 32m² (soit un quadrat de $\approx 5,3 \times 5,3$ m) ceci dû aux nombres très faible d'espèces psammophiles présentes sur cette station.

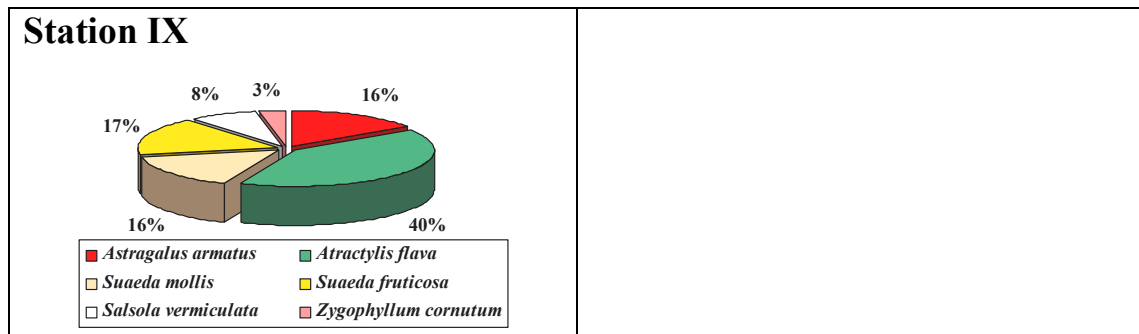
4.5- Analyse des fréquences d'abondances:

4.5.1- Résultats:

Les fréquences d'abondances des espèces inventoriées dans chaque station d'étude sont présentées dans la figure 24:

Fig. 24: Présentant les fréquences d'abondances des espèces de chaque station:





4.5.2- Discussion:

Analyse des relevés floristiques, station I:

Les taux de dominances des différentes espèces, montre que cette station est moins riche en espèces arborescentes, le *Juniperus oxycedrus* et *Juniperus phoenicea* présentent un taux respectivement de 1% et de 4% qui sont en voie de dégradation laissant la place à *Artemisia herba alba* avec un taux de 42 %, *Rosmarinus officinalis* avec un taux de 29 %, et *Stipa tenacissima* avec un taux de 18%, qui forment des nappes alfatières et d'armoise, avec un taux de recouvrement de près de 75% où On signale également la présence du *Genista microcephala*.à un taux de 6% et de quelques pieds de *Quercus ilex*.

Analyse des relevés floristiques station II :

Le cortège floristique est de type calcicole avec un taux de recouvrement avoisinant les 55%.caractérisé par une dominance d'*Artemisia herba alba* et une disparition du chêne vert (*Quercus ilex*) et de l'Oxycedre (*Juniperus oxycedrus*) du cortège floristique, laissant la place aux *Artemisia herba alba* avec un taux de 70 % et *Rosmarinus officinalis* avec un taux de 10 % (fig.15) la végétation mal développée et claire semis, beaucoup plus exposée aux aléas climatiques et anthropique, tel que le surpâturage et le sol exposé à l'érosion hydrique.

Analyse des relevés floristiques de la station III:

Un stade de dégradation du tapis végétal qui est plus avancé, la présence de l'armoise est plus importante avec un taux de 76% cependant l'Astragal et l'Anabasis sont présent avec des taux respectivement de 12% pour le premier et 8%

Analyse des relevés floristiques de la station IV:

La végétation est claire semé ; composée de quelques salsolacées (*Salsola tetrandra*) et de l'*Atriplex halimus*, Ces espèces halophiles indiquent le caractère salé du sol. Donc un groupement des plantes halophiles. L'*Astragalus armatus* et le *Limoniastrum guyonianum* sont présents mais à des taux très faibles.

Analyse des relevés floristiques de la station V :

Se situant au piémont de Djebel Boughzel, Cette station est caractérisée par la présence d'*Aristida pungens* avec un taux de 60 % et *Anabasis articulata* avec un taux de 40 %, indiquant clairement que la végétation est de type Psamophiles, où le taux de recouvrement est de l'ordre de 40 %. Au niveau de cette station les dépôts sableux, formés par les apports éoliens, sont fixés par un Drinn individualisé par un système racinaire fasciculé bien adapté, formant ainsi les Nebkas, les Rebdous et parfois les dunes.

En entravant le déplacement du sable, Djebel Boughzel, joue le rôle d'une barrière naturelle entre le Nord et le Sud de la région des Ziban.

La partie aval de cette station où on constate l'affleurement des dalles de Deb - deb (calcaire – gypseuses), est peuplée par *Zygophyllum cornitum* et *Limoniastrum guyonianum*.

Analyse des relevés floristiques de la station VI:

Le cortège végétal est dominé par *Limoniastrum guyonianum* à 53%; alors que *Zygophyllum cornitum* présente un taux de 23%; cependant *salsola tetragona*, *Fronkinia* et *Anabasis* sont présentés respectivement par les taux de 5%, 13% et 3%.

A ce propos; avec un taux de recouvrement de 70 % les Salsolacées, l'*Anabasis articulata* et l'*Atriplex halimus*, font partie du couvert végétal de cette station, et ceci dû à la présence des sels dans la solution du sol,

A noter que 92% est un taux très élevé de gypse qui se manifeste sous forme de croûte gypseuse, devant la forte résistance à la pénétration des racines des plantes; ces derniers surmontent ces croûtes sous forme de nebka d'hauteur de 20 cm et de 1m² de surface à savoir *Limoniastrum* et *Zygophyllum*. Cette agressivité du sol gypseux pousse certaines plantes monocotylédones (à système racinaire pivotant) à savoir *Atriplex halimus*, d'émettre des racines horizontales vers les nebkas avoisinantes pour pomper ses besoins hydriques. On note aussi, la présence du *Gymnosporia senegalensis* qui est une bonne espèce fixatrice des dunes.

La densité spécifique de *Limoniastrum guyonianum*, est de 53% et de *Zygophyllum cornitum* de 23% confèrent à ces espèces le caractère de plantes gypsifères.

Analyse des relevés floristiques de la station VII :

Avec l'augmentation de la salinité au niveau de cette station; *Anabasis articulata* s'individualise comme plante halophyte avec une fréquence de 49% cette espèce tolère les taux élevés des sels, avec une diversité spécifique de 0,18/m², alors qu'il était de l'ordre de 0,02/m² au niveau de la 6^{ème} station. Les *Salsolacées* à leur tête *Salsola vermiculata* avec une fréquence de 27,73% semble celle qui tolère les quantités les plus élevées de sels et cela apparaît bien suite à son taux élevé par rapport aux stations précédentes où elle ne manifeste pas une densité élevée.

Egalement pour le *Salsola tetragona*, selon sa fréquence illustré au niveau des différentes stations particulièrement la 6^{ème} station où on constate quelle est de **4,89%** est moins important que celui de la 7^{ème} station qui est de l'ordre de **13,91%** même remarque pour le *Salsola vermiculata* où on a constate une augmentation de sa fréquence et ceci dû aux augmentations du taux de sels au niveau, là on peut déduire que le *Salsola vermiculata*, manifeste une adaptation avec les sols salés.

Il est à signaler également la présence de, l'*Atriplex halimus*, *Zygophyllum cornitum*, *Atractylis flava* et le *Tamarix africana* à des fréquences très faibles.

Analyse des relevés floristiques de la station VIII:

Suite à une conductivité électrique de l'ordre de 26.4 ds/m, soit 17g/l (tableau 16), la salinité a entraîné l'absence totale de toute vie biologique au niveau de cette station.

Cependant on constate aux alentours de la sebkha un cortège floristique halophile composé *Salsola tetragona* et *Impérata cylindrica* avec une fréquence de **33%** chacune tandis que *Anabasis articulata* et *Atractylis flava* surmontent les tâches de sels marron à des fréquences de l'ordre de **17%**.

La sebkha d'Oumeche reçoit toutes les eaux d'irrigation; de ruissellement et de drainage venant de l'amont, où les sels les plus rencontrés sont les sels chlorurés NaCl, puis les sels Sulfatés qui se concentrent aux alentours de la sebkha induit une individualisation des espèces végétales faisant de cette station qu'elle est moins riche en espèces.

Analyse des relevés floristiques de la station IX:

Le cortège floristique de cette station est défini par :

Gymnosporia senegalensis, *Atriplex halimus* pâturé, *Limoniastrum guyonianum*, *Anabasis articulata*, *Salsola tetragona* et le *Tamarix africana* où le taux de recouvrement est de **50%**

Avec une fréquence de **40%** l' *Atractylis flava* plante épineuse est mal désirée par les ovins, présente un bon indice de surpâturage indiqué par une fréquence de **16%** d'Astragal et **16%** de *Suaeda mollis* et **17%** de *Suaeda fruticosa*.

4.6-Les densités spécifiques et totales :

4.6.1- Résultats :

Les résultats obtenus des densités spécifiques de chaque station sont enregistrées sur les tableaux 11 à 19 comme suit:

Tableau 11 : densités totale et spécifiques des espèces recensées dans la station Mouliya:

Espèces	<i>Sti. tena.</i>	<i>Ros. off.</i>	<i>Artem. h. a.</i>	<i>Juni. oxy.</i>	<i>Juni. ph.</i>	<i>Genis.mic</i>	$D_T = \sum ds$
ds ind/m ²	0,12	0,20	0,28	0,01	0,03	0,04	0,68

Tableau 12 : densités totale et spécifiques des espèces recensées dans la station Ain Zaatout:

Espèces	<i>Sti. tena.</i>	<i>Ros. off.</i>	<i>Artem. h. a.</i>	<i>Astra. ar.</i>	<i>Artem. ca.</i>	<i>Genis.mic.</i>	$D_T = \sum ds$
ds ind/m ²	0,03	0,11	0,76	0,07	0,06	0,04	1,07

Tableau 13 : densités totale et spécifiques des espèces recensées dans la station Labranis:

Espèces	<i>Astra. ar</i>	<i>Artem. h. a</i>	<i>Anab. art</i>	<i>Teucr. po.</i>	<i>Atractyli f.</i>	$D_T = \sum ds$
ds ind/m ²	0,08	0,49	0,05	0,01	0,01	0,64

Tableau 14 : densités totale et spécifiques des espèces recensées dans la station Loutaya:

Espèces	<i>Astra. ar.</i>	<i>Atrip.ha.</i>	<i>Salso. Tdra.</i>	$D_T = \sum ds$
ds ind/m ²	0,02	0,01	0,02	0,05

Tableau 15 : densités totale et spécifiques des espèces recensées dans la station El-Hajeb:

Espèces	<i>Anaba. ar.</i>	<i>Aristi. pg.</i>	$D_T = \sum ds$
ds ind/m ²	0,10	0,15	0,25

Tableau 16 : densités totale et spécifiques des espèces recensées dans la station Choucha:

Espèces	<i>Limon. guy.</i>	<i>Sals. tgon</i>	<i>Anab. art.</i>	<i>Atrip.ha.</i>	<i>Frank. thy.</i>	<i>Zygoph. cor.</i>	$D_T = \sum ds$
ds ind/m ²	0,33	0,03	0,02	0,02	0,08	0,13	0,61

Tableau 17 : densités totale et spécifiques des espèces recensées dans la station Stah Zemrir:

Espèces	<i>Salsol. ver.</i>	<i>Sals. tgon</i>	<i>Anab. art.</i>	<i>Imper. cyli.</i>	<i>Salso. Tdra.</i>	$D_T = \sum ds$
ds ind/m ²	0,10	0,05	0,18	0,02	0,01	0,36

Tableau 18 : densités totale et spécifiques des espèces recensées dans la station Sebkh:

Espèces	<i>Anab. art.</i>	<i>Atractyli f.</i>	<i>Sals. tgon</i>	<i>Imper. cyli.</i>	$D_T = \sum ds$
ds ind/m ²	0,01	0,01	0,02	0,02	0,06

Tableau 19 : densités totale et spécifiques des espèces recensées dans la station Oued Djedi:

Espèces	<i>Astra. ar.</i>	<i>Atractyli f.</i>	<i>Suaed. mol.</i>	<i>Suaed. frut.</i>	<i>Salsol. ver.</i>	<i>Zygoph. cor.</i>	$D_T = \sum ds$
ds ind/m ²	0,10	0,26	0,10	0,11	0,05	0,02	0,64

4.6.2- Discussion:

La densité spécifique très importante de la station IAin Zaatout et la station Labranis est dû notamment à la présence des nappes d'*Artemisia herba alba*, même remarque pour la station Choucha où le *Limoniastrum guyanianum* présente une densité spécifique importante. On enregistre les densités spécifiques les plus faible au niveau de (la station sebkha) où il semblerait qu'elle est lié aux taux des sels très important, même constat au niveau de la Station de Loutaya qui est exposée à un pâturage accentué.

4.7-Abondance et dominance selon (Braun Blanquet):

4.7.1- Résultats:

Les observations subjectives sur terrain au niveau de toutes les stations et au cours de chaque relevé floristique selon la méthode de Braun Blanquet, ont été enregistré sur le tableau 20:

Tableau 20: Coefficient de Braun Blanquet pour toutes les espèces:

St Mouliya	Recouvrement	Remarques
<i>Artemisia herba alba</i>	(3 à 4) de (25 à 75%)	Abondant et dominant
<i>Rosmarinus officinalis</i>	3 de (25 à 50%)	Abondante
<i>Stipa tenacissima</i>	(2 à 3) de (25 à 50%)	Dominante
<i>Juniperus phœniceæ</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Abondant
<i>Genista microcephala</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Abondant
<i>Juniperus oxycedrus</i>	+	Peu d'individus
<i>Quercus ilex</i>	r	Rare

St. Ain Zaatout	Recouvrement	Remarques
<i>Artemisia herba alba</i>	(3 à 4) de (25 à 75%)	Abondant et dominant
<i>Artemisia compestris</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Abondant
<i>Rosmarinus officinalis</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Abondant
<i>Stipa tenacissima</i>	(+ à 1) de (< 5%)	Très faible
<i>Juniperus phœniceæ</i>	r	Rare
<i>Genista microcephala</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Abondant
<i>Juniperus oxycedrus</i>	r	Rare
<i>Astragalus armatus</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Abondant

St. Labranis	Recouvrement	Remarques
<i>Artemisia herba alba</i>	(4 à 5) > 75%	Abondant et dominant
<i>Rosmarinus officinalis</i>	r	Rare
<i>Astragalus armatus</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Abondante
<i>Anabasis articulata</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Abondante
<i>Teucrium polium</i>	(+ à 1) de (< 5%)	individus dispersés
<i>Atractylis flava</i>	(+ à 1) de (< 5%)	individus dispersés

St. Loutaya	Recouvrement	Remarques
<i>Astragalus armatus</i>	(2 à 3) de (25 à 50%)	Abondante
<i>Atriplex halimus</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Dominante

<i>Salsola tetrandra</i>	(2 à 3) de (25 à 50%)	Dominante
<i>Tamarix africana</i>	(r à +)	Très faible
<i>Anabasis articulata</i>	r	Rare

St. El Hajeb	Recouvrement	Remarques
<i>Aristida pungens</i>	(3 à 4) de (25 à 75%)	Dominante
<i>Atriplex halimus</i>	r	Rare
<i>Limoniastrum guyonianum</i>	r	Rare
<i>Anabasis articulata</i>	(2 à 3) de (25 à 50%)	Abondante

St. Choucha	Recouvrement	Remarques
<i>Limoniastrum guyonianum</i>	(3 à 4) de (25 à 75%)	Dominante
<i>Zygophyllum cornutum</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Dominante
<i>Frankenia thymifolia</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Abondante
<i>Salsola tetragona</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Abondante
<i>Anabasis articulata</i>	(+ à 1) de (< 5%)	individus dispersés
<i>Gymnosporia senegalensis</i>	i	Un individu
<i>Atriplex halimus</i>	(+ à 1) de (< 5%)	individus dispersés

St. Stah Zemrir	Recouvrement	Remarques
<i>Salsola vermiculata</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Abondante
<i>Salsola tetragona</i>	(2 à 3) de (25 à 50%)	Dominante
<i>Anabasis articulata</i>	(2 à 3) de (25 à 50%)	Dominante
<i>Imperata cylindrica</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Abondante
<i>Gymnosporia senegalensis</i>	i	Un seul individu
<i>Limoniastrum guyonianum</i>	(+ à 1) (<5%)	individus dispersés

St. Sebkh d'Oumeche	Recouvrement	Remarques
<i>Anabasis articulata</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Abondante
<i>Atractylis flava</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Abondante
<i>Salsola tetragona</i>	(2 à 3) de (25 à 50%)	Abondante
<i>Imperata cylindrica</i>	(2 à 3) de (25 à 50%)	Dominante
<i>Tamarix africana</i>	r	Rare

St. Oued Djedi	Recouvrement	Remarques
<i>Astragalus armatus</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Dominante
<i>Atractylis flava</i>	(2 à 3) de (25 à 50%)	Abondante
<i>Suaeda mollis</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Abondante
<i>Suaeda fruticosa</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Abondante
<i>Salsola vermiculata</i>	(1 à 2) de (5 à 25%)	Abondante
<i>Salsola tetrandra</i>	r	Rare
<i>Zygophyllum cornutum</i>	(+ à 1) de (< 5%)	individus dispersés

4.7.2- Discussion:

L'abondance-dominance est la notion la plus utilisée en phytosociologie. Braun-Blanquet a créé le coefficient d'abondance-dominance, qui associe les concepts d'abondance et de dominance. L'abondance exprime le nombre d'individus qui forment la population de l'espèce présente dans le relevé. Comme *Atractylis flava* à la station de Oued Djedi et Sebkhah, qui malgré son abondance mais elle pas dominante; La *dominance* représente le *recouvrement* de l'ensemble des individus d'une espèce donnée, comme la projection verticale de leur appareil végétatif aérien sur le sol ceci s'observe au niveau des stations montagneuses où on constate *Artemisia herba alba* est abondante et dominante. Au niveau des plaines on a *Aristida pungens* au niveau de la station El Hajeb et le *Limoniastrum guyonianum* et le *Zygophyllum cornutum* au niveau de la station Choucha, avec des taux respectivement de 25 et 75% et 5 à 25%, et les salsolacées au niveau de la station Stah Zemrir. Donc le taux d'abondance et de dominance augmente en fonction de la présence des espèces dans leurs milieux spécifiques; pour les espèces devenues rares ou individus dispersés dans des milieux où les conditions édaphiques et géomorphologiques sont inappropriés.

4.8- Indice d'occurrence: Il a été calculé des relevés floristiques (Annexe 2)

4.8.1- Résultats :

A partir des résultats des relevés floristiques, on a pu calculer l'indice d'occurrence de chaque espèce au niveau des 9 stations, les résultats sont enregistrés dans le tableau 21:

Tableau 21 : Indice d'occurrence de chaque espèce pour les 9 stations Selon Dajoz (1985):

Station	Toutes les espèces sont omniprésentes à l'exception de:	Indice d'occurrence	Remarque
Mouliya	<i>Juniperus oxycedrus</i>	75 %	Constante
Ain Zaatout		100%	Toutes les espèces sont omniprésentes
Labranis	<i>Teucrium polium</i>	75 %	Constante
	<i>Atractylis flava</i>	91,66 %	Constante
Loutaya	<i>Atriplex halimus</i>	66,66 %	Régulière
El Hajeb		100%	Toutes les espèces sont omniprésentes
Choucha	<i>Atriplex halimus</i>	83,33 %	Constante
	<i>Salsola tetragona</i>	91,66 %	Constante
Stah Zemrir	<i>Salsola tetrandra</i>	83,33 %	Constante
Sebkhah	<i>Atractylis flava</i>	66,66 %	Régulière
	<i>Anabasis articulata</i>	75 %	Constante
Oued Djedi	<i>Zygophyllum cornutum</i>	83,33 %	Constante

4.8.2- Discussions :

La majeure partie des espèces inventoriées sont omniprésentes à 100%. Cependant l'*Atriplex halimus* (Station Loutaya) et *Atractylis flava* (Station Sebkhah) présentent un Indice d'occurrence de 66,66% sont classées comme espèces régulières car les conditions édaphique (taux de salinité) des milieux ne sont pas, dans certains cas, tolérables par ces espèces. Ainsi pour les conditions de pâturage au niveau de la (Station Loutaya). Où la constante présente un taux allant de 66,66 % à 91,66 %.

4.9-Les indices 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 Floch et Aronson, 1995).

4.9.1-Richesse spécifique:

4.9.1.1- Résultats:

Le calcul de la richesse spécifique est effectué aux tableaux des relevés floristiques en annexe 2; les résultats sont présentés sur le tableau 22:

Tableau 22: Richesses spécifiques de chaque station:

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
S	6	6	5	3	2	6	5	4	6

4.10- Les indices de Shannon et d'équitabilité :

Ils ont été calculés à partir des résultats des relevés floristiques effectués au niveau de l'aire minimale de chaque station (Tableaux 32 à 40; annexe 2)

4.10.1- Résultats :

Le tableau 23 résume l'ensemble des indices calculés pour les neuf stations.

Tableau 23 : Les indices de diversité de Shannon, de diversité maximale et d'équirépartition calculés pour chaque station:

Paramètre De diversité	St.I	St.II	St.III	St.IV	St.V	St.VI	St.VII	St.VIII	St.IX
H_{max}	2,58	2,58	2,32	1,58	1,00	2,58	2,32	2,00	2,58
H'	2,02	1,50	1,14	1,52	0,97	1,88	1,79	1,91	2,25
E	0,78	0,58	0,49	0,96	0,97	0,73	0,77	0,96	0,87

4.10.2- Discussions :

Si nous considérons uniquement la composition floristique, nous remarquons que les résultats obtenus sont logiques, c'est-à-dire qu'au niveau des plaines les stations riches en sels et en dépôts sableux sont moins riches en taxons que les stations qui n'en contiennent pas assez.

Cette richesse s'expliquerait par l'effet des taux moins élevés des sels lié à l'ensablement (formation des Nebkhas et Rebdous) jouant le rôle de petits réservoir d'eau alimentant les différents taxons et en même temps protègent les racines en les éloignant des taux élevés des sels qui se concentrent à la base de la Nebkha.

Alors qu'au niveau des montagnes de l'Atlas Saharien, nous constatons que la richesse spécifique est influencée par les facteurs expositions et pluviosité; cette richesse s'expliquerait par l'effet de la pluviosité qui est plus importante sur le versant nord que sur le versant sud.

Par contre, si nous considérons l'équitabilité (E), nous remarquons que les stations des plaines présentent des valeurs relativement supérieures à celles des stations de la région montagneuse; ceci signifie que les stations de la partie des plaines (salifères, gypsifères et a dépôts sableux) présentent une diversité floristique relativement plus importante que celle des stations du versant sud de la région montagneuse; car il semblerait que les espèces non pâturées présentent les mêmes recouvrements ainsi ils induisent une forte régularité.

Ces résultats s'accordent avec celles de .(Kadi-Hanifi 2008) qui souligne que les stations pâturées présentent une diversité relativement plus importante que celle des stations protégées du pâturage, ceci s'explique par le fait que le pâturage diminue la richesse floristique notamment le nombre des espèces.

En effet, Selon (Orth et Colette, 1996), l'indice de Shannon a des valeurs fortes pour des espèces avec des recouvrements de même importance et il prend des valeurs faibles lorsque quelques espèces ont de forts recouvrements, alors que l'équitabilité tend vers 0 quand une espèce a un très fort recouvrement et tend vers 1 lorsque toutes les espèces présentent la même importance.

En effet, nous constatons que pour les stations Ain Zaatout et Labranis où le surpâturage est très important, l'équitabilité est inférieure à celle de la station Mouliya. Ceci est expliqué par L'indice de diversité spécifique de Shannon qui n'évolue pas dans le même sens que l'équitabilité. Ceci s'expliquerait par la dégradation intense de ces milieux où une ou deux espèces dominent par leur recouvrement les autres espèces qui peuvent exister.

5/ Analyses statistiques des données:

5.1/ L'étude des corrélations (variables – Individus):

5.1.1/ Résultats

Notre tableau d'analyse est composé de variables et d'individus de différentes natures et unités, ce qui nous a obligé d'utiliser un tableau mixte que l'ACP peut parfaitement traiter, constitué de 30 colonnes représentant les variables et de neuf lignes représentant les stations (tableau 60 annexe 4)

5.1.2/ Discussions:

Selon (le tableau 61 annexe 4) d'analyse descriptive, on constate que les coefficients des variations des différents constituants du sol sont très importants, allant de 3,7% pour le pH qui ne présente pas de variation importante jusqu'à 140% pour la conductivité électrique et 119% pour le gypse. Ce sont des valeurs discriminantes, qui peuvent conférer une importance notable aux effets que peuvent exercer ces facteurs édaphiques aux groupements floristiques installés au niveau de chaque station et par conséquent à leur répartition spatiale.

L'étude des corrélations entre les différentes paires de variables étudiées (Tableau 62, annexe 4), nous a évidemment permis d'identifier les groupements des espèces corrélées positivement, et de déterminer les caractéristiques physico- chimique du sol leur permettant de s'installer et de se cohabiter, et ceux qui s'opposent (négativement corrélées). Dans le premier cas l'existence d'une espèce induit la présence et/ou l'apparition de l'autre espèce. Donc c'est une relation entre les espèces spontanées d'une part et d'autre part la présence d'une espèce ou d'un groupement d'espèce induit l'existence de certains caractères physico – chimique du sol; dans le deuxième cas l'existence d'un facteur édaphique provoque la disparition de certaines espèces. Les liaisons intéressantes pour la sélection des groupements floristiques sont celle relatives aux caractéristiques physico – chimique du sol, notamment la salinité, le pH, le taux d'humidité, la présence ou l'absence du gypse et de calcaire ainsi que la texture du sol.

La présence du *Rosmarinus officinalis* est corrélée positivement avec la présence de *Stipa tenacissima* ($r = 0,961$) et corrélée positivement avec la présence du calcaire ($r = 0,625$) et la présence du sable grossier ($r = 0,759$); et corrélée négativement avec la présence du gypse ($r = - 0,428$) et avec le limon grossier ($r = - 0,630$). Ainsi pour *Anabasis articulata* qui est corrélé positivement avec la présence de *Salsola tetragona* ($r = 0,793$) et avec *Salsola vermiculata* ($r = 0,843$) en présence d'une corrélation positive avec la salinité du sol qui est la CE ($r = 0,055$).aussi il présente une corrélation positive avec la présence du gypse ($r = 0,452$) et en revanche elle est corrélée négativement avec la présence du calcaire où le ($r = - 0,420$).

Le sable fin montre une corrélation positive avec *Aristida pungens* ($r = 0,895$) ainsi avec *Anabasis articulata* où le ($r = 0,361$); ces résultats sont, proportionnels à celles enregistrés par; (Ozenda) qui a montré qu' *Anabasis articulata* est une espèce halophile.

Le *Limoniastrum guyonianum* de son coté montre une corrélation positive très importante avec le *Zygophyllum cornutum* ($r = 0,990$) et avec *Frankenia thymifolia* ($r = 1$) ainsi avec le gypse avec une corrélation positive de l'ordre de ($r = 0,686$).

5.2/ Aperçu sur le pouvoir explicatif des principaux axes:

Le (tableau 24) explique la répartition des variables et des individus le pourcentage d'inertie comme suit:

Tableau 24: contribution à la variation totale (% d'inertie):

Axes	1	2	3	4	5	6	7	8
Inertie (%)	25,873	18,643	15,992	12,918	8,888	7,427	6,185	4,073

Le tableau ci-dessus, fait remarque que les principaux Axes (1 et 2) contribuent à expliquer ($25,873\% + 18,643\% = 44,516\%$) de la répartition des variables et des individus.

L'axe1 (fig. 25) définit dans son sens positif les variables: *Anabasis articulata*; *Atriplex halimus*; *Limoniastrum guyonianum*; *Salsola tetragona*; *Frankenia thymifolia*; *Zygophyllum cornutum*; *Salsola vermiculata*; *Imperata cylindrical*; Limon grossier; CE; Gypse. Cependant dans son sens négatif, il représente: *Rosmarinus officinalis*; *Stipa tenacissima*; *Artemisia herba alba*; *Juniperus oxycedrus*; *Juniperus phœniceæ*; *Astragalus armatus*; *Artemisia campestris*; Sable grossier et le Calcaire.L'axe2 définit dans son sens positif: *Astragalus armatus*; *Atractylis flava*; *Suaeda mollis*; *Suaeda fruticosa*; Limon grossier.

Fig. 25: cercle de corrélation et de projection des variables sur le plan des axes 1 et 2 de l'Analyse en Composantes Principales.

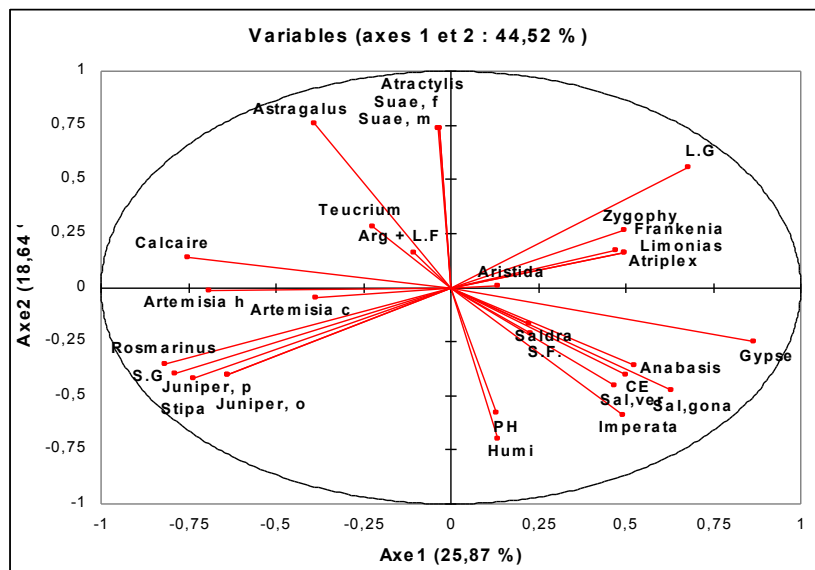
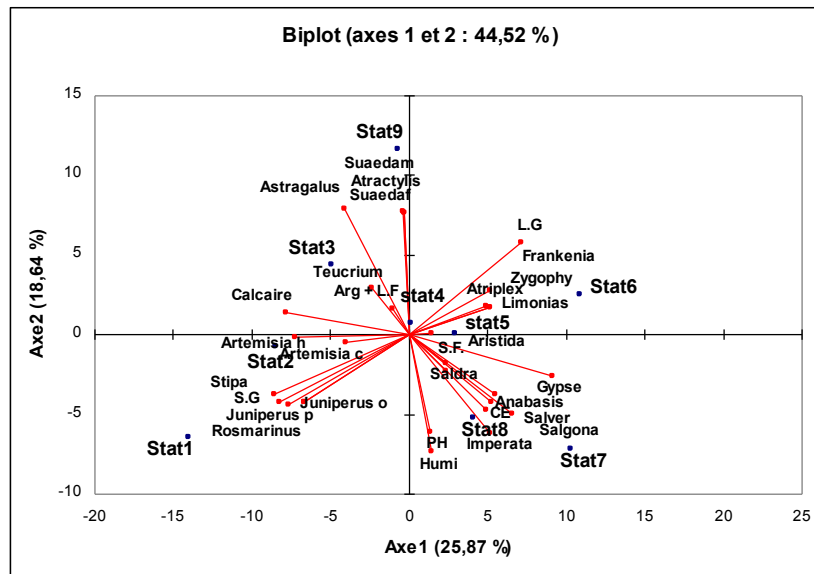


Fig. 26: projection des Individus et des Variable sur plan de l'analyse en composante



Le nuage des points (fig. 26) nous montre bien sur un plan des regroupements des espèces spontanées traduit les types des substrats, bien que certains facteurs pédologiques possèdent des valeurs discriminantes tel que le gypse et le calcaire, et par voie de conséquence nous pouvons dire que cette répartition spatiale dépend de la nature du substrat et des conditions géomorphologiques; ce qui confirme que *Salsola tétragona* (plante halophile) présentant un seuil de tolérance très important aux sels, ainsi pour *Anabasis articulata*.

Ce qui renforce aussi l'idée (d'Ozenda; 1982) où il indique que la composition des groupements végétales est essentiellement influencée par la nature du substrat. Ainsi pour (Halitim; 1988) où il cite que la végétation peut être considérée comme un indice dans la lecture pédologique qui explique aisément le caractère squelettique et discontinu des sols des régions arides.

Tableau 25: récapitulatif des corrélations des différents groupements floristiques suivant les conditions pédologiques:

Nbr	Groupements floristiques	Conditions pédologiques	observations
01	<i>Rosmarinus, Stipa, artimisia h, junipirus o, junipirus ph,</i>	Calcaire, Humidité, pH, sable grossier,	Espèces d'altitude sur Sol calcaire, un pH élevé et une texture dominée par le sable grossier, un taux d'humidité important
02	<i>Astragal (D), artimesia h, teucrium, artimisia c,</i>	Calcaire, arg + limon fin	Espèces calcicoles, d'altitude
03	<i>Atriplex, limoniastrum, frankenia, zygophyllum, sal tdra,</i>	gypse, CE, L.G., humidité,	Espèces gypsophiles
04	<i>Anabasis, sal Tgona, sal tdra, sal ver, imperata,</i>	CE, Gypse, humidité, S.F, LG	Espèces halophytes
05	<i>Aristida, anabasis,</i>	S.F.	Espèces psammophiles
06	<i>Limoniastrum, zygophyllum, atriplex, frankenia, sal tgonia,</i>	Gypse, CE, humidité, LG.	
07	<i>Sal tgonia, anabasis, sal tdra, frankenia, sal ver, impérata,</i>	CE, pH, humidité, L.G., S.F.,	Espèces halophytes
08	<i>sueda m, suaeda f, atractylisf, astragal,a. et zygophyllum c.</i>	Arg+LF, LG,	Espèces des plaines, sol de type alluvionnaire.

6- Paramètre de la répartition de la végétation :

Selon les densités enregistrées des différentes espèces il est clair que les salsolacées se manifestent partout où il y a une salinité importante des sols où elles manifestent forte tolérance et une adaptation remarquable aux taux les plus élevés des sels comme *Salsola tetragona*, et *Salsola vermiculata*,

Tandis que l'*Anabasis articulata*, elle préfère les dépressions et les sols les plus salés où il se manifeste par des densités très élevées, CE = 6.3 ds/m la densité Spécifique de **0,02 ind/m²**, alors qu'au niveau de la station VII où la salinité est plus élevée, CE = 9.9 ds/m, on a une densité spécifique de l'ordre de **0,18 ind/m²**

Au niveau de la station VI où le taux du gypse est très élevé (Taux du gypse = 92 %) on constate une densité très importante des espèces gypsophiles, tel que le *Zygophyllum cornutum* avec une densité spécifique de l'ordre de **0,13 ind/m²**, et *Limoniastrum guyonianum* avec une densité spécifique de l'ordre de **0,33 ind/m²**, se sont deux espèces type des sols gypseux où ils

s'expriment très bien. Les espèces colonisant les terrains calcaires on a pu constater le *Rosmarinus officinalis*, 0,20ind/m², *Artemisia herba alba* à 0,76ind/m², *Stipa tenacissima* à 0,12 ind/m², *Astragalus armatus* à 0,08ind/m², *Juniperus oxycedrus* à 0,01ind/m² et *Juniperus phœniceæ* à 0,03 ind/m².

7- Les groupements floristiques de la zone d'étude:

D'après le tableau 25, la végétation montre une corrélation étroite avec les paramètres de la géomorphologie de la région d'étude ainsi avec le type du sol qui présente un impact décisif sur la délimitation des aires de végétation.

Notre région d'étude défini par des grands traits géomorphologiques, tel que, les glacis du Nord de la région de Ain Zaatout où on constate une formation forestière composé de végétation arbustive et d'arborescente, les formations dunaires au piémont de Djebel Boughzel manifestent une végétation de type psammophile; les terrasses eux sont considérées comme une zone de transition, occupées par une végétation herbacée (Anonyme, 2007) note que la présence de quelques îlots de végétations colonisant les fonds des Oueds permanent et les vallées humides. Alors que la dépression d'Oumeche (Sebkha) est occupée par des espèces halophiles tel l'*Anabasis* et le *Salsola tetragona*.

Bref, la répartition des aires de végétations dépend des différents traits géomorphologiques qui sont en conséquence des paramètres de cartogénèse.

En récapitulant, on peut dire que la richesse spécifique, la sociabilité des espèces, la répartition spatiale des formations végétales, sont en fonction des caractéristiques géomorphologiques et pédologiques et des conditions climatiques des stations; d'où on fait ressortir les groupements floristiques (Tableau 26) selon leurs occupations des différents espaces et selon leurs besoins en éléments chimiques.

Tableau 26 : Classification des espèces spontanées suivant leurs répartition en fonction des conditions édaphiques :

Calcicoles	Psammophiles	Gypsifères	Halophytes	Lieux humides	Rocailleux et sablonneux
<i>Artemisia herba Alba</i>	<i>Aristida pungens</i>	<i>Frankenia thymifolia</i>	<i>Anabasis articulata</i>	<i>Imperata cylindrica</i>	<i>Thymelaea hirsuta</i>
<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Anabasis articulata</i>	<i>Limoniastrum guyonianum</i>	<i>Atriplex halimus</i>		<i>Astragalus armatus</i>
<i>Juniperus phœniceæ</i>	<i>Gymnosporia senegalensis</i>	<i>Zygophyllum cornutum</i>	<i>Salsola tetragona</i>		<i>Genista microcephala</i>
<i>Quercus ilex</i>		<i>Astragalus armatus</i>	<i>Salsola vermiculata</i>		<i>Rosmarinus officinalis</i>
<i>Rosmarinus officinalis</i>			<i>Salsola tetrandra</i>		<i>Juniperus oxycedrus</i>
<i>Astragalus armatus</i>			<i>Suaeda fruticosa</i>		<i>Juniperus phœniceæ</i>
<i>Zygophyllum cornutum</i>			<i>Suaeda mollis</i>		
<i>Stipa tenacissima</i>			<i>Tamarix africana</i>		
<i>Genista microcephala</i>					
<i>Artemisia campestris</i>					
<i>Globularia alypum</i>					

Synthèse :

La lecture des données d'analyses pédologiques et d'analyse des relevés floristiques, ainsi que les résultats d'analyse des composantes principales (statistiques), nous ont révélés que la répartition spatiale des espèces spontanées est en fonction de la typologie du sol, de la géomorphologie, de l'exposition ainsi que de l'altitude.

La zone d'étude est caractérisée par deux coupes séquentielles.

Une région montagneuse au nord de la wilaya de Biskra est soumise aux agents anthropiques et à l'érosion hydrique, conséquence une dégradation importante du couvert végétal et une dominance des Chaméphytes.

Une région des plaines se localisant au Sud de Djebel Boughzel, est soumise à l'ensablement, la salinisation, l'érosion éolienne et le surpâturage où les espèces sont réparties en fonction des degrés de salinité et d'ensablement.

On note que les stations caractérisées par les dépôts sableux peuvent contenir une fraction gypseuse mais celle ci n'est pas très importante, la végétation gypso-psammophile possède comme espèce dominante le *Aristida pungens*, alors que les espèces tel que *Zygophyllum cornutum et Limoniastrum guyonianum* dominant les milieux gypseux.

Importance de la végétation dans les milieux salins:

Le rôle de la végétation dans le bon fonctionnement des écosystèmes sahariens à savoir les oasis; manifeste au niveau de l'interaction de la végétation comme barrière biologique contre le phénomène d'ensablement voir la désertification. Ainsi les halophytes jouent le rôle de pompes de sels de sodium.

- protège le sol contre de l'excès de l'évapotranspiration.
- Enrichir le sol en matière organique.
- Source de pâturage raisonné
- Un abri pour la diversité faunistique.

Mesures de conservation en vigueur :

Aucune mesure de conservation spécifique n'est en vigueur, les espèces confinées des régions arides, sont exposées aux contraintes anthropiques, écologiques et des incrustations salines et gypseuses. Dans un souci de restauration des parcours dégradés, Selon Le Houerou (1990) « la mise en défens est une technique naturelle qui permet de protéger un territoire ou une parcelle contre l'homme et/ou les animaux domestique.

CONCLUSION GENERALE

Au terme de cette étude, nous avons pu mettre en évidence la répartition spatiale de la végétation spontanée de la région de Biskra.

Pour cela on a pu démontrer que les formes géomorphologiques, la topographie, la typologie du sol le climat, et chaque substrat présentent des groupements floristiques différents et spécifiques, composés par des formations végétales adaptées aux conditions locales, qui sont des paramètres capitaux en matière de différenciation et d'orientation de la répartition spatiale des cortèges floristiques.

A cet effet, la toposéquence allant de Ain Zaatout à Oued Djedi représente le profil écologique type des milieux arides où la végétation spontanée se répartit en fonction des grands traits des paysages, permettant par voie de conséquence la stabilité et la protection de ces écosystèmes contre les phénomènes de dégradation tel que la salinisation l'ensablement, l'érosion hydrique et éolienne.

Le spectre biologique établi selon la liste floristique inventoriée au niveau de la toposéquence, accuse une prédominance des Chaméphytes, et des Phanérophytes, sur les autres formes pour la partie septentrionale, et les Chaméphytes et les Thérophytes sur les autres formes au niveau de la zone méridionale de la région de Biskra; ce phénomène de « Chaméphytie et Thérophytie » semble-t-il une stratégie adaptative face aux conditions défavorables.

La répartition biogéographique des espèces, se partage en deux grands ensembles suivant un gradient Nord-Sud, d'une part l'Atlas Saharien où dominant l'élément méditerranéen (40%) et d'autre part, la bordure septentrionale du Sahara avec prédominance de l'élément Saharo-Sindien (32%) les cosmopolites (12%) et l'Endémique (16 %), ce qui prouve que, notre région est le résultat de l'interpénétration entre ces deux éléments sans pour autant négliger l'élément endémique.

Cependant, les propriétés physico-chimiques des sols et les facteurs climatiques jouent un rôle important en matière de discrimination des espèces végétales; pour cela, on peut dire que:

La partie montagneuse du nord où le taux de calcaire est très élevé, une altitude qui dépasse les 800m des précipitations comprises entre les isohyètes 350 à 500mm sont caractérisés par un couvert végétal composé d'espèces calcicoles notamment les formations arbustives constituées de *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phœniceæ*, *Quercus ilex* associées au cortège floristique herbacé composé d'*Artemisia herba alba*, d'*Artemisia*

campestris, de *Genista microcephala*, de *Stipa tenacissima*, d'*Astragalus armatus* et de *Rosmarinus officinalis*.

Les dépôts sableux au niveau du piémont sud de Djebel Boughzel, sont caractérisés par un couvert végétal psammophile, dominé par *Aristida pungens*. (Graminée fixatrice des dunes formant les Rebdous et les Nebkhas).

La zone gypsifère de la plaine de Biskra est caractérisée par un cortège floristique dominé par le *Limoniastrum guyonianum*, le *Zygophyllum cornitum* et *Frankenia thymifolia*.

Au niveau de la plaine de Loutaya et la partie avale de la plaine Biskra, aux alentours de la Sebkha d'Oumeche, caractérisées par des taux de plus en plus élevés des sels de sodium, sont prédominées par des cortèges floristiques composés principalement par *salsola tétragona*, *Salsola vermiculata*, *Salsola tetrandra*, *Anabasis articulata*, , *Atriplex halimus* et *Tamarix africana*. L' *Impérata cylindrica*, plantes hydrophile, indiquant une nappe phréatique superficielle et tolère les taux élevés de sels.

Les sols alluvionnaires de la région de Oued Djedi sont caractérisés par un cortège floristique à caractère herbacée dominé par des espèces épineuses résistantes au pâturage tel que l'*Astragalus armayus*, l'*Atractylis flava*; le *Suaeda fruticosa* et *Suaeda mollis* plantes non consommées par les troupeaux d'ovins.

Devant ces contraintes agro- écologiques, la végétation a manifesté un comportement physiologique exemplaire pour mieux satisfaire ces besoins hydriques. La flore Psammophile émette un réseau de système racinaire qui dépasse les 3 mètres, lui permettant de s'accrocher au sol et de s'approvisionner en eau.

Les gypsifères, et devant la difficulté de pénétration des racines, ont développé un système racinaire pivotant puissant pour pouvoir perforer le sol d'emmagasiner des quantités d'eau pour leurs besoins.

Pour combattre la salure, les espèces Halophiles surmontent les sels par des Nebkhas et favorisent les mécanismes d'élimination des sels excédentaires au niveau du système foliaire. Cependant, pour résister au stress hydrique, à l'évapotranspiration excessive aux périodes longues de sécheresses et aux hautes températures, les halophiles manifestent une diminution des surfaces foliaires.

Cependant l'anthropisation augmente de plus en plus, en exposant ces écosystèmes aux risques de dégradation et de résilience.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUE

Références Bibliographiques

A.N.A.T., (2005): Etude “Schéma directeur des ressources en eau”, Hyd. Wilaya de Biskra. Pp : 8-11.

A.N.R.H., (2005): Etude sur un modèle mathématique de système aquifère de région de Biskra, Ministère des Ressources en Eau, Biskra, pp : 11-32.

Abdesselem S., (1999): Contribution à l'étude des sols gypseux du nord et du Sahara Algérienne : caractérisation et genèse cas des oasis de Tolga (région des Ziban). Thèse de Mag. I.N.A. El Harrach Alger.

Abdessemed K., (1981): Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans les massifs de l'Aurès et du Belezma. Etude phytosociologique, problèmes de conservation et aménagement. Thèse de Doct. Ing. Univ. de droit et des sciences d'Aix-Marseille, 201p + annexes.

Aidoud A., (1983): Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales”. Thèse doct. 3^ocycle. USTHB. Alger. 180p.

Aidoud A., (1989): Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés des haute plaines Algéro-oranaises. Fonctionnement, évaluation, et évolution des ressources végétales. Thèse doct. USTHB, Alger, 240p.

Aidoud A., Nedjraoui D., (1982): Biomasse v.g.tale et minéralomasse dans un faciès à armoise blanche du Sud oranais. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 69, 47-58.

Aidoud. F. L. (1997): Le complexe à alfa-armoïse-sparte des steppes arides d'Algérie. Structure et dynamique des communautés végétales. Thèse doct. En-Sci. Univ. Aix-Marseille III, 198p.

Amghar F., (2003): Contribution à l'étude de la biodiversité de quelques formations de dégradation en Algérie, Thèse de magistère, Eco, Univ. Houari Boumediene Alger, pp : 6 – 29

Anonyme, (1985): Les faits de la dégradation des sols et de la végétation dans les régions arides et semi arides. Mini. Agri. Rev. Agr. Alger. 70 p.

Anonyme, (1987): Rapport sur la situation de l'Agriculture dans la Wilaya de Biskra. Div. Act. Agro- Biskra, 38p

Anonyme, (2000): Cours international, désertification et développement durable, cas des parcours. CRSTRA-EUR-OPA.

Anonyme, (2006): Les journées d'études désertification et développement durable de 10 à 20 juin 2006 Biskra. C.R.S.T.R.A. et université Mohamed Kheider (Biskra)

Artieda O., et Herrero J., (1996): Soils with gypsum of the Central Ebro Valley. Excursion Guide. International symposium on soils with gypsum. Leida, 15 – 21 sep. Edicions Universitat de Lleida, Spain, 203 p.

Aubert G., (1960): Les sols de la zone aride et leur formation, de leur caractère, de leur utilisation et de leur conservation. Colloque de Paris, communication N° 5, 30p.

Aubert G., (1975): Les sols sodiques en Afrique du Nord. Annal de l'I.N.A. El harrach (Alger), Vol- VI- N° 1.

Aubert G., (1983): Observation sur les caractéristiques, la domination et la classification des sols salés ou salsodiques, cahier OROSTOM, Ser, ped. Vol XX, N° 1

Barbero, M., Quezel, P., Loisel, R., (1990): Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt Méditerranéenne*, 12, 194-215.

Bayer E., et Buller K.P., (1990): Guide de la flore méditerranéenne : caractéristiques, habitats, distributions et particularités de 536 espèces. Ed. Delachaux et Niesthe Paris, p222.

Bellanca A., et Neri R., (1993): Dissolution and precepitation of gypsum and carbonate minerals in soils on evaporite deposits, central Sicily : isotope geochemistry and microfabric analysis. *Geoderma*, 59, ¼, pp 263 – 277.

Belouam N., (1976): Caractérisation macro morphologiques et micro- morphologiques de quelques sols à accumulation calcaire du Hodna. Annales INA, Alger Vol. n°1. année 1976, pp 53-79.

Ben Said R., (1999): Les sols à accumulations gypso-calcaires de la région de Ain Ben Noui (Biskra). Annales de l'INA d'El Harrach, vol. 20, n°1 et 2, 7p.

Benabadji N., (1995): Etude phyto-écologique des steppes à *Artemisia herba-alba* Asso. et à *Salsola vermiculata* .-L. au Sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Thèse doct. Etat Es-Sci Univ. Tlemcen 280p.

Berkane A., (2005): La désertification dans les Aurès. Cas des piémonts Sud et Sud-Ouest. Projet de recherche ; rapport final. De Batna. 99p.

Bigot L. et Bodot P., (1973): Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à *Quercus coccifera*-Composition biotique du peuplement des invertébrés. *Vie et Milieu*, Vol.23, Fasc.2 (Sér. C). Pp 229-249.

Blondel J., (1979): Biogéographie et écologie. Ed, Masson, Paris, 173 p.

Bolyn J., (1974): Contribution à l'étude de la tolérance des plantes ligneuses à la salure. Thès. Doc. D'état Gelbleoux, 262 p.

- Bouazza M., (1995):** Etude phyto-écologique des steppes à *Stipa tenacissima* L. et à *Lygeum spartum* L. au Sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Thèse doct. Es. Sci. Tlemcen 275p.
- Boughani A., (1995):** Contribution à l'étude de la flore des formations végétales au Sud des monts du Zab. (Ouled Djellal, Wilaya de Biskra). Phytomasse, application, cartographique et aménagement. Thèse Magistère, U.S.T.H.B. Alger. 226 p.
- Boulaine J., (1954):** La sebkha de Ben Ziane et sa lunette ou bourrelet, exemple de complexe morphologique formé par l'érosion éolienne des sols salés. Ed. RGD. Vol. N°3, pp 102-123.
- Boyadgiev TG., (1985):** Salty soils of arid and semi- arid regions. Sci. rev. arid Zone Es. Vol. 3, pp 1-47. scientific Publisher Jodhpur.
- Boyadgiev TG., et Sayegh AH., (1992):** Forms and evolution of gypsum in arid soils and soil parent materials. Pedologie, 42, 2, pp 171-182.
- Braun-Blanquet J. (1951):** Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer, Wien. Ed. 2. Springer. Vienne. Autriche 631p
- Braun-Blanquet, J., De Bolos, O., (1957):** Les groupements végétaux du bassin moyen de l'Ebre et leur dynamisme. *Ann. Estac. Exp. de Aula dei*, 5 (1/4), 266.
- Braun-Blanquet J. et Furrer E., (1913):** Remarques sur l'étude des groupements des plantes. Imprimerie du Midi, Montpellier, 22 p
- Briens et al, (1979):** Quelques aspects du métabolisme intermédiaire du *Sueda macrocarpa* Moq. Thèse doc. Ec. Sc., serie CN°86.
- Brukman et Brandy, (1965):** Les sols, natures et propriétés. Ed. organisation. Paris pp 398 – 408.
- C.P.C.S., (1967):** Classification des sols. Laboratoire de géologie pédologie de l'E.N.S.A. Paris, Grignon, 87p.
- C.R.S.T.R.A., (2003):** Algerian journal of arid areas, Biskra, pp : 33 – 45.
- C.R.S.T.R.A., (2009):** Algerian journal of arid areas, Division Bioressources. Biskra, 15p
- Calvet R., (2003):** Le sol, propriétés et fonctionT.2. Phénomènes physiques et chimiques. Edition France Agricole. 511p.
- Carte Géographique de Biskra, (1952):** Dessiné et publié par l'Institut Géographique National.
- Celles J.C., (1975):** Contribution à l'étude de la végétation des confins saharoconstantinois (Algérie). Thèse Doct., Univ. Nice.
- Chaouch K.I., Zerarka B., (2010):** Contribution à l'étude des modes d'adaptation aux sels par les plantes spontanées: cas des oasis des Ziban.

Chehema A., (2006): Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional Algérien Ed. Dar El-Houda, Ain-Mlila.

Chehema et al., (2003): Etude floristique spatio-temporelle des parcours Saharienne du Sud-Est.

Claude J., et al., (1984): Une étude sur la résistance d'une halophyte *Atriplex halimus* L. à la salinité. Univ. Paris. 102p.

Coque R., (1962): La Tunisie pré - saharienne. Etude géomorphologie Arm. Colin. Ed, paris. Thèse d'état. 488p.

Coulibaly A., (1979): Approche phytoécologique et phytosociologique de pâturages sahéliens au Mali (région du Gourma). Thèse de 3^{ème} cycle. Université de Nice.

Daget, J., (1976): Les modèles mathématiques en écologie. Masson. Paris. 172.

Daget Ph., (1980): Sur les types biologiques botanique en tant que stratégie adaptative (cas des Thérophytes), In : Recherche d'écologie théorique: Les stratégies adaptatives. Paris. Pp : 89-114.

Dahmani, M., Kadi-Hanifi, H., (1998): Contribution à l'étude de la biodiversité de l'Algérie et à la mise en place d'une stratégie algérienne de conservation de la diversité biologique. Cas des plantes supérieurs. 173.

Dajoz R., (1985): Précis d'écologie. Ed. DUNOD, Paris. 505p.

Danin, A., Orshan, G., (1990): The distribution of Raunkiaer life forms in relation to the environment. *Journal of Vegetation Science* 1, 41- 48.

Daoud Y., (1993): Contribution à l'étude des sols des plaines de Cheliff. Le phénomène de salinisation. Conséquences sur les propriétés physiques des sols argileux. Thèse doct. D'Etat. INA. Alger, 277p.

Daoud Y., et Halitim A., (1994): Irrigation et salinisation au Sahara Algérienne. *Sécheresse* 5,3, p 151-160.

Dekkiche B., (1974): Contribution à l'étude des sols du Hodna et corrélations géochimiques des eaux de la nappe. Thèse de doctorat Gent. Belgique 211p.

Djebaili S., (1978): Recherches phytosociologiques et écologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien. Thèse de doc. D'état, Univ. Des Sciences et techn. Languedoc. Montpellier.

Djellouli Y., (1990): Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes. Thèse Doct., USTHB., Alger, 262 p.

Djili K., (2000): Contribution à la connaissance des sols du Nord de l'Algérie. Création d'une banque de données informatisées et utilisation d'un système d'information géographique pour la spatialisation et valorisation des données pédologiques. Thèse Doct. D'état. INA (El Harrach). 243p.

- Djili K., et al., (1999):** Analyse de la distribution verticale et spatiale du calcaire dans les sols de l'Algérie septentrionale. Etude et gestion des sols. Vol 6,3, pp : 201-213.
- Djili K., et Daoud Y., (1999):** Distribution latérale et verticale de l'ESP dans les sols du Nord d'Algérie. Séminaire Nationale sur la salinisation des terres Agricoles en Algérie Cheliff. Edit. C.R.S.T.R.A. pp 25-42.
- Dogar A.M., (1980):** Méthode d'analyse chimique des sols salés alcalin. Polycopie, I.N.A. EL-HARRACH, Alger, 35 p.
- Duchaufour PH., (1977):** Pédogenèse et classification. Edit. MASSON. Paris, 477 p.
- Duchaufour PH., (1979):** Constituants et propriété des sols. 460 p.
- Durand J.H., (1953):** Etude hydrogéologiques, géologique et pédologique des croûtes en Algerie SES. Alger. 269 p.
- Durand J.H., (1958):** Les sols irrigables (étude pédologique). Dir. Hyd. Et Equi. Rur. Dior. Agri. Alger 190 p.
- Duthil J., (1973):** Elément d'écologie et d'Agronomie : exploitation du milieu. Ed. BAILLIERE B. Tome III pp 402 – 439.
- Duthil J., (1976):** Morphologie et répartition des sols calcaires dans les régions méditerranéennes et désertiques. Annal de l'I.N.R.A. Vol 1 pp 11- 39.
- Emberger L., (1939):** Aperçu général sur la végétation du Maroc. Commentaire de la carte phyto-géographique du Maroc au 1/500 000, Veröf, Geobot. Ibst. Rübel in Zürich, 14, 40-157.
- Emberger L., (1955):** Une classification biogéographique des climats. Trav. Lab. Bot. Zool. Fac. Sci. Serv. Montpellier 7, p 3-43.
- Eswaran H., et al., (1981):** Mineralogy and micromorphology of aridsoils. Prc. 3ht. Int. Soil classification workshop. ACSAD, Damascus, pp 153 – 170.
- F.A.O., (1988):** La qualité de l'eau en agriculture Bulletin d'irrigation et de drainage. 29 REV 1 .181P.
- F.A.O., (1990):** Management of gypsiferous soils. F.A.O. Soils? Bulletin, 62 p 81.
- Ferrah A., (2003):** Contribution à l'étude de la variabilité des réponses des plantules de blé dur (*Triticum durum*. Desf) au stress salin. Thèse magistère, Uni. Biskra.
- Floret, Ch. et al., (1990):** Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient : tools for studing vegetation. *Journal of Vegetation Science* 1, 71-80.
- Floret C. & Pontanier R., (1982):** L'aridité en Tunisie présaharienne : climat, sol, végétation et aménagement. Thèse doct., Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier, 580p.

- Frontier, S., (1983):** L'échantillonnage de la diversité spécifique. *In* Stratégie d'échantillonnage en écologie, Frontier et Masson édit., Paris (*Coll. D'Ecologie*), 18, 494.
- Gaouar A., (1980):** Hypothèse et réflexion sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen (Algérie). *Forêt méditerranéenne*, II, 2, 141-146.
- Gaucher G., et Burdin S., (1974):** Géologie, Géomorphologie et Hydrologie des terrains salés. Pub., Paris, p 230.
- Ghazi. et Lahouati R., (1997):-** Algérie 2010. Sols et Ressources biologiques. Doc. I.N.E.S.G., Alger, 38 p.
- Girar M.C. et al, (2005):** Sol et environnement, cours, exercice et étude de cas. Edit. Dunod. Paris 101p.
- Gounot M., (1969):** Méthodes d'études quantitatives de la végétation. Ed. Masson et Cie, Paris.
- Gousskov N., (1962):** Note explicative de la carte géologique de la région de BISKRA 1/200.000. Service géolo. Alger, 12 p. .
- Guinochet M., (1955):** Logique et dynamique du peuplement végétal. Masson, Paris.
- Halitim A., (1985):** Contribution à l'étude des sols arides (haute plaine steppique de l'Algérie.) Morphologie, distribution et rôle des sels dans la genèse et le comportement des sols. Thèse Univer. Rennes. 384p.
- Halitim A., (1988):** Les sols des régions arides d'Algérie. Ed. it, O.P.V., Alger, p 345.
- Halitim A., et Robert M., (1987):** Interaction du gypse avec les autres constituants du sol. Analyse microscopique des sols gypseux en zone aride (Algérie) et études expérimentales. In fedoroff et al. ED. Soil micromorphology, AFES. Pp 179-186.
- Herrero J., et Porta J., (2000):** The terminology and the concepts of gypsum rich soils. *Geoderma* 96. pp 47-61.
- Jauzein A., (1974):** Les données sur le système $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ et leurs implications géologiques. *Revue geogr. Phys. Geol. Dyn* 2^e Serie. Vol XVI (2), pp 151-159.
- Kadi-Hanifi H-Achour H., (1998):** L'alfa en Algérie. Syntaxonomie, relations milieu-végétation, dynamique et perspectives d'avenir. Thèse Doct., USTHB., Alger, 270p.
- Kadik B., (2007):** Actes des journées d'études et de sensibilisation sur la quantification du sable en transit éolien et sur la lutte contre l'ensablement. Ouargla 2007.
- Khadraoui A., (2007):** Sols et hydraulique agricole dans les oasis algériennes (caractéristiques, contraintes et proposition d'aménagement). Ed. ISBN. Alger, pp :38-59.
- Khechai S., (2001):** Contribution à l'étude du comportement hydrophysique des sols du périmètre irrigué de l'ITDAS, dans la plaine de l'Outaya (Biskra). Thès. Mag. Univ. Batna, 178 p.

Khechai S., et Laadjel H., (2006): Répartition spatiale de végétation en fonction des sols arides cas de Biskra : communication internationale : C.R.S.T.R.A, Biskra.

Kherchouche D., (2003): Typologie écologique et phytosociologique des stations et croissance des peuplements de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans le massif des Beni-Imloul (Aurès, Algérie). Thèse de Magistère. Univ. De Batna. p80.

Laadjel H., (2005): Contribution à la cartographie et à la répartition de la végétation spontanée dans la région des Ziban (Biskra). Thès. Ing. Biol. Uni. Batna 52 p.

Laarbi A., (2003): Adaptation au déficit hydrique chez deux espèces de céréales à paille. Blé dure (*Triticum durum* Desf) et blé tendre (*Triticum aestivum* L.) en région semi aride de Batna. Thès. Magi. INA, El Harrach (Alger) pp (13 – 14).

Lacoste A., et Salanon ., (1981): Elément de biographie et d'écologie. Paris, 189 p.

Le Floc, H., Aronson, J., (1995): Ecologie de la restauration. Définition de quelques concepts de base. *Natures Sciences Sociétés*, 1995, Hors série, 29-34.

Legendre, L., Legendre, P., (1984): Ecologie numérique : la structure des données écologiques. 2ème ed. Tome 2. Coll. D'écologie, 13, 261.

Le houerou H.N., (1959): Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale. Institut de Recherches Sahariennes. Mém. h.s., no 6, Alger, 2 vol. 283+232 p.

Le houerou H.N., (1969): La végétation de la Tunisie steppique. Ann. Inst. Nat. Rech. Agro. Tunis., 42 (5), 624 p.

Le houerou H.N., (1975): Etude phytoécologique du Hodna. F.A.O., 9(1), 154p.

Lemee G., (1953): Contribution à la connaissance phytosociologique des confins Saharo marocains : Les associations à thérophytes des dépressions sableuses et limoneuses non salées. *Vegetatio*, 4, 137-154.

Long, G., (1954): Contribution à l'étude de la végétation de la Tunisie centrale. *Ann. Serv. Bot. Agron. Tunis*, 27, 388.

Loyer J.Y., (1991): Classification des sols salés : les sols salic. Cah. ORSTOM, Ser pédo XXVI. 1. pp : 51-61.

Mackenzie A., et ball S., (2000): L'essentiel en écologie. Ed. BERTI. Paris, pp :263-297.

Maire R., (1940): Etudes sur la flore et la végétation du Sahara central., M.m. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord., No 3, 3ème partie, 273-433.

Marcon E. et Morneau F., (2006): Mesures de la biodiversité. Site internet : www.cameroun-foret.com/fr/system/files/11_03_428.pdf

- Mardoud T., (1981):** Gypsiferous soils in the Balkil, Bassin – Characteristics and productivity. Soil Taxonomy Workshop, ACSAD, 1980, pp 308-320.
- Mashali A.M., (1996):** Soil management practices for gypsiferous soils. A review. Proc. Int. symposium on soils with gypsum. Lleida, Catalonia, Spain.
- Monjauze A., (1947):** La touffe d'alfa. Arch. Gouv. général Algérie, 29 p.
- Monod Th., (1957):** Notes biogéographiques sur le DJOUF. C. R. Soc. bioéogr., t. 34, n 101-99 ,294.
- Mueller-Dombois D. and Ellenberg H., (1974):** *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. Wiley International Edition, London.
- Nedjimi B., (2002):** Relation sol – végétation en milieu steppique étude expérimentale de la tolérance d’Atriplex halimus Var. Schweinfurthu au chlorure de sodium. Thès. Mag. Agro. INA d’El Harrach (Alger) 105 p.
- Nedjraoui D., (1990):** Adaptation de l’alfa (*Stipa tenacissima* L) aux conditions stationnelles. Thèse Doct. USTHB, Alger, 256p.
- Negre, R., (1966):** Les thérophytes. *Mem. Soc. Bot. Fr.*,92-108.
- Office National de Météorologie (O.N.M.), (2010):** Les données climatiques de la période (1999 – 2009).
- Oldach El H., (1988):** Contribution à l’étude de la fixation des dunes dans les régions d’Elmesrane et Boussaada. Thèse Mag. Agro. INA.
- Orshan, G., et al., (1984):** Plant growth forms of chilean matorral. A monocharacter growth form analysis along an altitudinal transect from sea level to 2000 m a.s.l. *Bull. Soc. Bot. Fr. (Actual. Bot.)* 131 : 411-425.
- Orth, D., Colette, M.G., (1996):** Espèces dominantes et biodiversité: Relation avec les conditions édaphiques et les pratiques agricoles pour des prairies des marais du cotentin. *Ecologie*, 1996. 27, 3, 171 189.
- Ozenda P., (1958):** Flore du Sahara septentrional et central ”, CNRS. 485 p.
- Ozenda P., (1964):** Biographie végétale. Edit. DOIN, Paris, 374 p.
- Ozenda P., (1977):** Flore du Sahara, C.N.R.S., Paris, 622 p.
- Ozenda P., (1982):** Les végétaux dans la biosphère, ISBN, Paris, P 421.
- Ozenda P., (1983):** Flore du Sahara ; 2^{ème} Edition, C.N.R.S., Paris.
- Ozenda P., (1991):** Flore du Sahara (3^{ème} Edition) Ed. CNRS, Paris.
- Poch RM., (1992):** Fabric and physical properties of soils with gypsic and hypergypsic horizons in the Ebro Valley. Phd. Thesis, university Gent, Belgium, 285p.

Porta J., et al., (1990): Micromorphology and genesis of soils enriched with gypsum. In L.A. Doglas (Ed): "Soil Micromorphology: A basic and applied science". Elsevier, Amsterdam, pp 321-339.

Pouget M., (1968): Contribution à l'étude des croûtes et les encroûtements gypseux de nappe dans le sud Tunisien. Cah. ORSTOM, Serie. Pedol. 6, pp 309-365.

Pouget M., (1971): Etude agropédologique du bassin du Zahrez Rharbi (feuille du rocher de sel), Alger, 158p.

Pouget M., (1980): Les relations sols végétations dans les steppes sud Algéroises. Thèse Doc. Es sciences, Université Aix-Marseille, 555 p.

Quezel P. et Santa S. (1963): Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Vol. 1 et 2. C.N.R.S. 1170p.

Quezel P., et Barbero, M., (1993): *Variations climatiques au Sahara et en Afrique sèche depuis le Pliocène: Enseignements de la flore et de la végétation actuelle.* Bull. Ecol

Ramade, (2003): Eléments d'écologie. Ed. DUNOD-Paris.690p

Ramos J., et al., (2004): Effet on NaCl salt on the growth and solute accumulation of the halophyte *Atriplex nummularia*. Plant and Soil. Pp 163-168.

Raunkiaer, C., (1934): The life form of plants and statistical plant geography. Collected papers, ClarendonPress, Oxford, 632 .

Rao A.V., et Tarafdar J.C., (1998): Selection of plant species for rehabilitation of gypsum mine soil in arid zone. Journal of arid environments volume 39, issue 4 pp 59-67.

Robert M., (1996): Le sol interface dans l'environnement ressource pour le développement. Paris, 241 p.

Ruellan A., (1976): Morphologie et la répartition des sols calcaires dans les régions méditerranéennes et désertiques. Annal de l'I.N.A. Volum II. PP 11 – 39.

Schreiber B. et Shreiber E., (1977): The salt that was. Geology 5pp 527-528.

Seltzer P. (1946): Les climats de l'Algérie.
Trav. Inst. Mét. Phys. Glo. Algérie. Hors série.

Servan J., (1975): Introduction à l'étude des sols salés littoraux du longue Doc Roussillon, I.N.R.A., Paris. Pp 70 -94.

Servan J., et Sarvat , (1966): Introduction à l'étude des sols salés littoraux du langue doc – Roussillon. Ann.agro. 17 (1). P 53 – 73.

- Slimani H., (1998):** Effet du pâturage sur la végétation et le sol et désertification. Cas de la steppe à alfa de Rogassa des Hautes Plaines Occidentales algériennes. Thèse magister, USTHB. Alger, 123p.
- Touraine B., et Ammar N., (1985):** Etude comparée de la sensibilité au sels d'un triticales et d'une orge. R.C.V. Agro. Tunis. 395 p.
- Trabut. L. et Marès, R., (1906):** L'Algérie agricole en 1906. Edition imprimerie algérienne, Alger, 1906, 544 p.
- U.S.D.A., (1975):** Soils taxonomy : A basic system of soil classification for making and interpreting soil survey. 800 p.
- U.S.Salinity Laboratory Staff., (1954):** Diagnostic and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A. Hand book n°60; 160p.
- Unesco., (1972):** Etude des ressources en eau du Sahara septentrional rapport de synthèse 79p.
- Van Alphen J.G., et Rios Romero F., (1971):** Gypsiferous soils, notes on characteristics and management. Inst of Land Recl and Impro. Bulletin n°12, 44p.
- Villa castorina M., et al., (2003):** Salinity and Nitrogen Rate Effets on the Growth and yield of Chile Pepper Plants. Soil Sci. soc. Am. J. 67 :1781-1789.
- Watson A., (1985):** Structure, Chemistry and origin of gypsum in southern Tunisia and in central Namib Desert. Sedimentology 32, pp 855-875.
- Watson A., (1988):** Desert gypsum crusts as paleoenvironmental indicators: Amicropitrographic study of crusts from southern Tunisia and the central Namib Desert. Journal of arid environnements 15, pp 19-42.
- Yahiaoui F., (2004):** Etat des lieux de l'écosystème steppique du sud algérois (essai d'analyse des facteurs écologiques et des indicateurs socioéconomiques de la désertification), Dip. De Post-graduation spécialisée en sciences biologiques, Univ, Houari Boumediene, Alger, pp :10 – 15.
- Zid E., et Grignon C., (1991):** Les testes de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stresses cas du stress salin et hydrique. Rev. Amélioration des plantes pour l'adaptation en milieu aride. Ed. AUPELE- UREF John Libbey. Eurotext. Paris, pp 91-108.

ANNEXES

Annexes 01

Tableau 27 : Données climatiques, relevés dans la station météorologique de Biskra pour la période (1999 – 2009), (O.N.M. de Biskra 2009).

Mois	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Jun.	Jllet.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Paramètres												
T. max. C°	16.83	18.94	23.74	27.22	32.07	38.16	41.37	39.89	33.80	29.54	21.94	17.33
T. min. C°	6.41	7.72	11.54	15.15	20.49	25.03	28.04	27.85	23.13	18.54	11.64	7.88
T. moy. C°	11.25	13.12	17.60	21.24	26.90	31.93	34.89	34.22	28.78	23.94	16.02	12.17
Préc. mm.	26.41	6.01	12.2	11.84	11.44	1.39	0.84	2.24	15.9	12	15.07	15.85
L'hum.Relv	59	48.64	41.45	37.45	32.72	27.27	25.81	28.36	41.18	47.45	54.27	62
Vites vent m/s	4.18	4.4	5.05	5.88	5.6	3.97	4.10	3.76	4.07	3.65	4.14	4.2
L'évapor mm	94	114.4	180	218.2	283.5	334.6	379	353.5	247.6	165.3	115.5	83.36
Insolation (h.)	233	249	281	290	321	346	356	331	266	255	227	210

Tableau 28 : Données climatiques (1999- 2009) pour la station I (Mouliya), par extrapolation des relevés la station météorologique de Biskra selon la méthode de (Abdessemed 1981).

Mois	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai .	Jun.	Jllet.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Moy.
Paramètres													
T. max. C°	8,13	10,24	15,04	18,52	23,37	29,46	32,67	31,19	25,1	20,84	13,24	8,63	11,35
T. min. C°	0,81	2,12	5,94	9,55	14,89	19,43	22,44	22,25	17,53	12,94	6,04	2,28	19,70
T. moy. C°	2,55	4,42	8,9	12,54	18,2	23,23	26,19	25,52	20,08	15,24	7,32	3,47	13,97
Tot. Préc. mm/an													546,1

Tableau 29 : Données climatiques (1999- 2009) pour la station II (Ain Zaatout), par extrapolation des relevés la station météorologique de Biskra selon la méthode de (Abdessemed 1981).

Mois	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai .	Jun.	Jllet.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Moy.
Paramètres													
T. max. C°	10,9	13,01	17,81	21,29	26,14	32,23	35,44	33,96	27,87	23,61	16,01	11,4	22,47
T. min. C°	2,59	3,90	7,72	11,33	16,67	21,21	24,22	24,03	19,31	14,72	7,82	4,06	13,13
T. moy. C°	5,32	7,19	11,67	15,31	20,97	26	28,96	28,29	22,85	18,01	10,09	6,24	16,74
Tot. Préc. mm/an													387,2

Tableau 30 : Données climatiques (1999- 2009) pour la station III (Labranis) , par extrapolation des relevés la station météorologique de Biskra selon la méthode de (Abdessemed 1981).

Mois													
Paramètres	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Jun.	Jllet.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Moy.
T. max. C°	14,14	16,25	21,05	24,53	29,38	35,47	38,68	37,20	31,11	26,85	19,25	14,64	25,71
T. min. C°	4,68	5,99	9,81	13,42	18,76	23,30	26,31	26,12	21,40	16,81	9,91	6,15	15,22
T. moy. C°	8,56	10,43	14,91	18,55	24,21	29,24	32,20	31,53	26,09	21,25	13,33	9,48	19,98
Tot. Préc. mm/an													201,4

Tableau 31 : Données climatiques (1999- 2009) pour la station IV (Loutaya), par extrapolation des relevés de la station météorologique de Biskra selon la méthode de (Abdessemed 1981).

Mois													
Paramètres	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Jun.	Jllet.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Moy.
T. max. C°	15,03	17,14	21,94	25,42	30,27	36,36	39,57	38,09	32,00	27,74	20,14	15,53	26,60
T. min. C°	5,25	6,56	10,38	13,99	19,33	23,87	26,88	26,69	21,97	17,38	10,48	6,72	15,79
T. moy. C°	9,45	11,32	15,80	19,44	25,10	30,13	33,09	32,42	26,98	22,14	14,22	10,37	20,87
Tot. Préc. mm/an													150,5

Annexe 2

Tableau 32: Analyse des données floristiques de la station I (aire minimale = 128m²):

	Espèces		<i>Sti. tena.</i>	<i>Ros. off.</i>	<i>Artem. h. a.</i>	<i>Juni. oxy.</i>	<i>Juni. ph.</i>	<i>Genis.mic.</i>
	Relevés							
Unité de surface I	R1	16	20	28	1	3	4	
	R2	13	31	32	2	4	3	
	R3	15	19	27	2	3	9	
	R4	16	23	31	0	4	5	
	R5	21	22	45	1	3	6	
	R6	17	22	45	1	4	6	
Unité de surface II	R7	11	19	42	3	4	5	
	R8	13	33	33	2	3	3	
	R9	15	34	38	0	4	3	
	R10	9	26	27	2	5	5	
	R11	16	28	34	1	5	5	
	R12	22	30	48	0	4	8	
Analyse des données	Tot.	184	307	430	15	46	62	
	Moy	15,33	25,58	35,83	1,25	3,83	5,17	
	Fréqu. F%	17,62	29,41	41,19	1,44	4,41	5,94	
	Hmax	2,58						
	densi sp. (ds)	0,12	0,20	0,28	0,01	0,03	0,04	
	Dens. T (Dt)	0,68						
	H'	2,02						
	E	0,78						
	C%	100,00	100,00	100,00	75,00	100,00	100,00	
N	87,00							

Tableau 33: Analyse des données floristiques de la station II (aire minimale = 128m²):

	Espèces		<i>Sti. tena.</i>	<i>Ros. off.</i>	<i>Artem. h. a.</i>	<i>Astra. ar.</i>	<i>Artem. ca.</i>	<i>Genis.mic.</i>
	Relevés							
Unité de surface I	R1	3	17	99	7	6	8	
	R2	4	18	101	12	5	3	
	R3	2	17	103	8	13	5	
	R4	7	15	77	5	6	6	
	R5	3	12	83	12	6	3	
	R6	5	7	78	7	8	4	
Unité de surface II	R7	3	13	111	13	9	7	
	R8	2	8	113	9	4	4	
	R9	4	14	96	7	7	5	
	R10	2	17	105	6	7	3	
	R11	4	16	97	12	12	6	
	R12	7	15	102	9	9	8	
Analyse des données	Tot.	46	169	1165	107	92	62	
	Moy	3,83	14,08	97,08	8,92	7,67	5,17	
	Fréqu. F%	2,80	10,30	70,99	6,52	5,61	3,78	
	Hmax	2,58						
	densi sp. (ds)	0,03	0,11	0,76	0,07	0,06	0,04	
	Dens. T (Dt)	1,07						
	H'	1,50						
	E	0,58						
	C%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
N	136,75							

Tableau 34: Analyse des données floristiques de la station III (aire minimale = 128m²):

	Espèces		<i>Astra. ar.</i>	<i>Artem. h. a</i>	<i>Anab. art.</i>	<i>Teucr. po.</i>	<i>Atractyli f.</i>
	Relevés						
Unité de surface I	R1	10	59	4	1	1	
	R2	9	77	9	1	1	
	R3	13	53	7	2	1	
	R4	6	52	4	3	1	
	R5	15	49	5	2	0	
	R6	9	81	6	0	2	
Unité de surface II	R7	7	61	10	1	1	
	R8	8	48	7	0	2	
	R9	7	55	3	2	1	
	R10	15	75	8	0	1	
	R11	8	78	5	1	3	
	R12	16	65	9	2	1	
Analyse des données	Tot.	123	753	77	15	15	
	Moy	10,25	62,75	6,42	1,25	1,25	
	Fréq. F%	12,51	76,60	7,83	1,53	1,53	
	Hmax	2,32					
	densi sp. (ds)	0,08	0,49	0,05	0,01	0,01	
	Dens. T (Dt)	0,64					
	H'	1,14					
	E	0,49					
	C%	100,00	100,00	100,00	75,00	91,66	
	N	81,92					

Tableau 35: Analyse des données floristiques de la station IV (aire minimale = 128m²):

	Espèces		<i>Astra. ar.</i>	<i>Atrip.ha.</i>	<i>Salso. Tdra.</i>
	Relevés				
Unité de surface I	R1	2	3	4	
	R2	4	0	1	
	R3	1	2	3	
	R4	2	0	2	
	R5	3	1	3	
	R6	1	1	2	
Unité de surface II	R7	2	0	4	
	R8	2	3	3	
	R9	2	2	2	
	R10	4	0	1	
	R11	2	2	2	
	R12	6	1	4	
Analyse des données	Tot.	31	15	31	
	Moy	2,58	1,25	2,58	
	Fréq. F%	40,26	19,48	40,26	
	Hmax	1,58			
	densi sp. (ds)	0,02	0,01	0,02	
	Dens. T (Dt)	0,05			
	H'	1,52			
	E	0,96			
	C%	100,00	66,66	100,00	
	N	6,42			

Tableau 36: Analyse des données floristiques de la station V (aire minimale = 32m²):

	Espèces		<i>Anaba. ar.</i>	<i>Aristi. pg.</i>
	Relevés			
Unité de surface I	R1		5	3
	R2		4	12
	R3		3	4
	R4		4	3
	R5		1	3
	R6		7	7
Unité de surface II	R7		2	4
	R8		4	3
	R9		1	2
	R10		3	7
	R11		2	2
	R12		2	8
Analyse des données	Tot.		38	58
	Moy		3,17	4,83
	Fréqu. F%		39,58	60,42
	Hmax		1,00	
	densi sp. (ds)		0,10	0,15
	Dens. T (Dt)		0,25	
	H'		0,97	
	E		0,97	
	C%		100	100
	N		8	

Tableau 37: Analyse des données floristiques de la station VI (aire minimale = 128m²):

	Espèces						
	Relevés	<i>Limon. guy.</i>	<i>Sals. tgon.</i>	<i>Anab. art.</i>	<i>Atrip.ha.</i>	<i>Frank. thy.</i>	<i>Zygoph. cor.</i>
Unité de surface I	R1	43	4	2	3	13	23
	R2	36	5	3	0	15	15
	R3	51	4	6	4	4	13
	R4	41	7	2	0	6	16
	R5	35	2	2	6	13	12
	R6	39	1	1	2	17	16
Unité de surface II	R7	54	7	4	3	10	20
	R8	42	2	1	1	7	14
	R9	38	3	2	2	9	12
	R10	25	0	2	1	11	30
	R11	58	7	3	3	12	12
	R12	45	4	3	6	6	20
Analyse des données	Tot.	507	46	31	31	123	203
	Moy	42,25	3,83	2,58	2,58	10,25	16,92
	Fréqu. F%	53,88	4,89	3,29	3,29	13,07	21,57
	Hmax	2,58					
	densi sp. (ds)	0,33	0,03	0,02	0,02	0,08	0,13
	Dens. T (Dt)	0,61					
	H'	1,88					
	E	0,73					
	C%	100,00	91,66	100,00	83,33	100,00	100,00
	N	78,42					

Tableau 38: Analyse des données floristiques de la station VII (aire minimale = 256m²):

	Espèces		<i>Salsol. ver.</i>	<i>Sals. tgona</i>	<i>Anab. art.</i>	<i>Imper. cyli.</i>	<i>Salso. Tdra.</i>
	Relevés						
Unité de surface I	R1	35	16	55	3	4	
	R2	22	18	54	8	0	
	R3	32	9	52	7	3	
	R4	12	10	29	2	4	
	R5	21	14	33	5	1	
	R6	15	16	34	4	4	
Unité de surface II	R7	31	11	57	9	1	
	R8	12	9	58	3	4	
	R9	41	11	35	5	2	
	R10	24	10	56	6	0	
	R11	34	15	37	4	2	
	R12	28	15	53	6	6	
Analyse des données	Tot.	307	154	553	62	31	
	Moy	25,58	12,83	46,08	5,17	2,58	
	Fréq. F%	27,73	13,91	49,95	5,60	2,80	
	Hmax	2,32					
	densi sp. (ds)	0,10	0,05	0,18	0,02	0,01	
	Dens. T (Dt)	0,36					
	H'	1,79					
	E	0,77					
	C%	100	100	100	100	83,33	
	N	92,25					

Tableau 39: Analyse des données floristiques de la station VIII (aire minimale = 128m²):

	Espèces		<i>Anab. art.</i>	<i>Atractyli f.</i>	<i>Sals. tgona</i>	<i>Imper. cyli.</i>
	Relevés					
Unité de surface I	R1	1	2	2	2	
	R2	0	2	1	3	
	R3	2	0	2	1	
	R4	0	0	3	3	
	R5	2	1	4	4	
	R6	1	2	2	2	
Unité de surface II	R7	1	0	2	3	
	R8	0	2	3	5	
	R9	3	1	2	2	
	R10	1	0	2	1	
	R11	1	2	3	2	
	R12	3	3	5	3	
Analyse des données	Tot.	15	15	31	31	
	Moy	1,25	1,25	2,58	2,58	
	Fréq. F%	16,30	16,30	33,70	33,70	
	Hmax	2,00				
	densi sp. (ds)	0,01	0,01	0,02	0,02	
	Pi	0,16	0,16	0,34	0,34	
	Dens. T (Dt)	0,06				
	H'	1,91				
	E	0,96				
	C%	75,00	66,66	100,00	100,00	
N	7,67					

Tableau 40: Analyse des données floristiques de la station IX (aire minimale = 256m²):

	Espèces	<i>Astra. ar.</i>	<i>Atractyli f.</i>	<i>Suaed. mol.</i>	<i>Suaed. frut.</i>	<i>Salsol. ver.</i>	<i>Zygoph. cor.</i>
	Relevés						
Unité de surface I	R1	28	74	27	41	15	7
	R2	25	30	34	26	12	4
	R3	11	68	28	25	11	0
	R4	17	69	19	10	14	1
	R5	12	31	16	12	6	3
	R6	31	82	12	14	14	8
Unité de surface II	R7	29	79	33	42	16	4
	R8	23	78	18	45	11	0
	R9	33	67	29	10	13	12
	R10	28	75	25	33	10	11
	R11	28	75	27	39	14	6
	R12	42	71	39	41	18	6
Analyse des données	Tot.	307	799	307	338	154	62
	Moy	25,58	66,58	25,58	28,17	12,83	5,17
	Fréqu. F%	15,61	40,62	15,61	17,18	7,83	3,15
	Hmax	2,58					
	densi sp. (ds)	0,10	0,26	0,10	0,11	0,05	0,02
	Pi	0,16	0,41	0,16	0,17	0,08	0,03
	Dens. T (Dt)	0,64					
	H'	2,25					
	E	0,87					
	C%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	83,33
	N	163,92					

Tableau 41: Spectres biologiques des stations

Stations	Lieu dit	Spectre biologique
I	Mouliya	Ph > Ch > Hé
II	Ain Zaatout	Ch > Hé > Ph
II	Labranis	Ch > Fh
IV	Loutaya	Ch
V	Ain Bennaoui	Hé > Ch
VI	Choucha	Ch
VII	Stah Zemrir	Ch > Hé
VIII	Sebkha d'Oumech	Ch > Hé > Th
IX	Oued Djedi	Ch > Th

Tableau 42: Calcul de l'aire minimale de Station I:

Sup. M ²	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
Nbr D'esp.	0	1	2	2	3	4	5	6	6	6
Nom D'esp.	//	<i>Artemisi herba alba</i>	<i>Rosmarin. officinalis</i>	//	<i>Stipa tenaciss.</i>	<i>Junipe.r phœnic.</i>	<i>Juniper. Oxycedr.</i>	<i>Ginesta Microceph.</i>	//	//

Tableau 43: Calcul de l'aire minimale de Station II:

Sup. M ²	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
Nbr D'esp.	1	1	2	2	4	4	4	6	6	6
Nom D'esp.	<i>Artemisia herba alba</i>	//	<i>Rosmarinus officinalis</i>	//	<i>Astragalus armatus</i> <i>Artemisia campestris</i>	//	//	<i>Stipa tenacissima</i> <i>Genista microcephala</i>	//	//

Tableau 44: Calcul de l'aire minimale de Station III:

Sup. M ²	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
Nbr D'esp.	0	1	1	2	3	4	4	5	5	5
Nom D'esp.	//	<i>Artemisia herba alba</i>	//	<i>Astragalus armatus</i>	<i>Anabasis articulata</i>	<i>Teucrium polium</i>	//	<i>Atractylis flava</i>	//	//

Tableau 45: Calcul de l'aire minimale de Station IV:

Sup. M ²	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
Nbr D'esp.	0	0	0	1	1	2	2	3	3	3
Nom D'esp.	//	//	//	<i>Astragalus armatus</i>	//	<i>Salsola tetrandra</i>	//	<i>Atriplex halimus</i>	//	//

Tableau 46: Calcul de l'aire minimale de Station V:

Sup. M ²	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
Nbr D'esp.	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2
Nom D'esp.	//	//	<i>Aristida pungens</i>	//	//	<i>Anabasis articulata</i>	//	//	//	//

Tableau 47: Calcule de l'aire minimale de Station VI:

Sup. M ²	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
Nbr D'esp.	1	1	2	3	3	4	5	6	6	6
Nom D'esp.	<i>Limoniast. guyonian.</i>	//	<i>Zygophyll cornitum</i>	<i>Frankenia thymifolia</i>	//	<i>Salsola tetrago.</i>	<i>Atriplex halimus</i>	<i>Anabasis articula.</i>	//	//

Tableau 48: Calcule de l'aire minimale de Station VII:

Sup. M ²	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
Nbr D'esp.	0	0	2	2	3	4	4	4	5	5
Nom D'esp.	//	//	<i>Anabasis articulata</i> <i>Salsola tetragona</i>	//	<i>Salsola vermiculata</i>	<i>Imperata cylindrica</i>	//	//	<i>Salsola tetrandra</i>	//

Tableau 49: Calcule de l'aire minimale de Station VIII:

Sup. M ²	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
Nbr D'esp.	0	0	0	0	1	2	2	4	4	4
Nom D'esp.	//	//	//	//	<i>Salsola tetragona</i>	<i>Imperata cylindrica</i>	//	<i>Anabasis articulata</i> <i>Atractylis flava</i>	//	//

Tableau 50: Calcule de l'aire minimale de Station IX:

Sup. M ²	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
Nbr D'esp.	1	1	1	3	4	4	5	5	6	6
Nom D'esp.	<i>Atractylis flava</i>	//	//	<i>Suaeda fruticosa</i> <i>Astragalus armatus</i>	<i>Suaeda mollis</i>	//	<i>Salsola vermiculata</i>	//	<i>Zygophyllum cornitum</i>	//

Annexe 03

Tableau 51 – Tableau floristique brut des relevés floristiques de la station I:
Selon le coefficient d'abondance de Braun-Blonquet (1951).

Relevés N° Espèces	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
<i>Artemisia herba alba</i>	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
<i>Rosmarinus officinalis</i>	3	3	3	3	3	4	3	3	2	3	4	3
<i>Stipa tenacissima</i>	2	3	3	2	2	2	1	2	3	2	2	2
<i>Juniperus phœniceæ</i>	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1
<i>Genista microcephala</i>	1	1	2	1	2	1	1	3	2	2	1	1
<i>Juniperus oxycedrus</i>	1	1	+	+	+	1	+	+	1	1	+	+
<i>Quercus ilex</i>	r								r			

Tableau 52 – Tableau floristique brut des relevés floristiques de la station II:
Selon le coefficient d'abondance de Braun-Blonquet, (1951).

Relevés N° Espèces	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
<i>Artemisia herba alba</i>	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4
<i>Artemisia campestris</i>	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	2
<i>Rosmarinus officinalis</i>	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1
<i>Stipa tenacissima</i>	1	+	+	1	1	1	1	1	+	1	+	1
<i>Juniperus phœniceæ</i>						r						
<i>Genista microcephala</i>	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2
<i>Juniperus oxycedrus</i>		r										
<i>Quercus ilex</i>												
<i>Astragalus armatus</i>	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1

Tableau 53 – Tableau floristique brut des relevés floristiques de la station III:
Selon le coefficient d'abondance de Braun-Blonquet, (1951).

Relevés N° Espèces	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
<i>Artemisia herba alba</i>	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4	5	4
<i>Rosmarinus officinalis</i>								r				
<i>Astragalus armatus</i>	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2
<i>Anabasis articulata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
<i>Teucrium polium</i>	+	1	+	+	+	1	+	1	1	1	+	1
<i>Atractylis flava</i>	+	1	+	+	+	+	+	1	+	+	1	1

Tableau 54 – Tableau floristique brut des relevés floristiques de la station IV:
Selon le coefficient d'abondance de Braun-Blonquet, (1951).

Relevés N° Espèces	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
<i>Astragalus armatus</i>	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2	3
<i>Atriplex halimus</i>	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2
<i>Salsola tetrandra</i>	2	2	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3
<i>Tamarix africana</i>	r	r	r	r	+	r	+	r	r	+	+	+
<i>Anabasis articulata</i>			r	r					r			

Tableau 55 – Tableau floristique brut des relevés floristiques de la station V:
Selon le coefficient d'abondance de Braun-Blonquet, (1951).

Relevés N°	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
<i>Aristida pungens</i>	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4
<i>Atriplex halimus</i>	1	r	1	r	1	1	r	1	1	+	+	+
<i>Limoniastrum guyonian.</i>	r					r	1	r	1	r	+	r
<i>Anabasis articulata</i>	2	2	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3

Tableau 56 – Tableau floristique brut des relevés floristiques de la station VI:
Selon le coefficient d'abondance de Braun-Blonquet, (1951).

Relevés N°	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
<i>Limoniastrum guyonian.</i>	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4
<i>Zygophyllum cornutum</i>	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2
<i>Frankenia thymifolia</i>	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1
<i>Salsola tetragona</i>	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
<i>Anabasis articulata</i>	+	1	1	1	1	1	1	1	+	+	+	1
<i>Gymnosporia senegalensis</i>		r			r		r			i		
<i>Atriplex halimus</i>	+	1	1	+	1	1	1	1	+	+	1	+

Tableau 57 – Tableau floristique brut des relevés floristiques de la station VII:
Selon le coefficient d'abondance de Braun-Blonquet, (1951).

Relevés N°	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
<i>Salsola vermiculata</i>	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1
<i>Salsola tetragona</i>	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2	2
<i>Anabasis articulata</i>	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3
<i>Imperata cylindrica</i>	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1
<i>Gymnosporia senegalensis</i>									i			

Tableau 58 – Tableau floristique brut des relevés floristiques de la station VIII:
Selon le coefficient d'abondance de Braun-Blonquet, (1951).

Relevés N°	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
<i>Anabasis articulata</i>	1	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2
<i>Atractylis flava</i>	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
<i>Salsola tetragona</i>	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3
<i>Imperata cylindrica</i>	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2
<i>Tamarix africana</i>		r								r		

Tableau 59 – Tableau floristique brut des relevés floristiques de la station IX:
Selon le coefficient d'abondance de Braun-Blonquet, (1951).

Relevés N°	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
<i>Astragalus armatus</i>	1	2	2	2	1	2	1	2	1	2	2	1
<i>Atractylis flava</i>	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	2
<i>Suaeda mollis</i>	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	2
<i>Suaeda fruticosa</i>	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2
<i>Salsola vermiculata</i>	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1
<i>Salsola tetrandra</i>						r						
<i>Zygophyllum cornitum</i>	+	1	1	1	1	1	+	1	1	+	+	+

Annexe 04

Tableau 60 : Analyse en Composantes Principales des différentes variables en (Nombre de plants / ha)

Variabl.	<i>Rosm. o</i>	<i>Stipa t.</i>	<i>Artems. h</i>	<i>Junipr. o</i>	<i>Junipr. p</i>	<i>Astrgal. a</i>	<i>Artemi. c</i>	<i>Anabas.a</i>	<i>Tecriu. p</i>	<i>Atracty. f</i>	<i>Atriplex</i>	Sal. td
Stat 1	2000	1200	2800	100	400	0	0	0	0	0	0	0
Stat 2	1100	300	7600	0	0	700	600	0	0	0	0	0
Stat 3	0	0	4900	0	0	800	0	500	100	100	0	0
Stat 4	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	100	200
Stat 5	0	0	0	0	0	0	0	1000	0	0	0	0
Stat 6	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	200	0
Stat 7	0	0	0	0	0	0	0	1800	0	0	0	100
Stat 8	0	0	0	0	0	0	0	100	0	100	0	0
Stat 9	0	0	0	0	0	1000	0	0	0	2600	0	0

Arst. p	Lim. g.	Sal. tga	Frak. t	Zygo. c	Sal. v	Impe. c	Sued. m	Sued. f	Arg + L.f %	L.G %	S.F. %	S.G %	Humi	PH	CE ds/m	Gyp %	Calca %
0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,5	20,7	20,1	52,7	21,06	8,12	0,1	1,2	51,73
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	31,4	35,2	32,6	13,51	8,37	0,2	2	61,17
0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,4	45,8	21,5	28,3	8,93	7,68	0,2	3	57,67
0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,2	40,4	23,1	31,3	10,9	7,96	6,3	6	20,1
1500	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	32,9	64	1,9	0,1	8,09	1,9	22	7,1
0	3300	300	800	1400	0	0	0	0	3,1	69,2	23,2	4,5	19,33	8,01	6,3	92	28,47
0	0	1200	0	0	1000	200	0	0	4	51,9	31,6	12,6	23,76	8,26	9,9	75	7,1
0	0	200	0	0	0	200	0	0	4,6	31,3	36,1	28	17,78	8,64	26,4	48	2,09
0	0	0	0	200	0	0	1000	1100	6,1	58,3	21,3	14,3	3,84	8,01	2,3	11	20,93

Tableau 61: Analyse descriptive des données des différentes variables.

Variable	Stat.	Coeff. de variat. (%)	Obs. sans données manquant	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
<i>Rosmar.o</i>	9	/	9	0,000	2000,000	344,444	719,568
<i>Stipa t.</i>	9	/	9	0,000	1200,000	166,667	400,000
<i>Artemi-h</i>	9	/	9	0,000	7600,000	1700,000	2819,574
<i>Juniper-o</i>	9	/	9	0,000	100,000	11,111	33,333
<i>Juniper-p</i>	9	/	9	0,000	900,000	100,000	300,000
<i>Astragl a.</i>	9	/	9	0,000	1000,000	300,000	412,311
<i>Artemis-c</i>	9	/	9	0,000	600,000	66,667	200,000
<i>Anabasis</i>	9	/	9	0,000	1800,000	400,000	622,495
<i>Teucrium</i>	9	/	9	0,000	100,000	11,111	33,333
<i>Atractylis</i>	9	/	9	0,000	2600,000	311,111	859,425
<i>Atriplex</i>	9	/	9	0,000	200,000	33,333	70,711
<i>Sal-tdra</i>	9	/	9	0,000	200,000	33,333	70,711
<i>Aristida</i>	9	/	9	0,000	1500,000	166,667	500,000
<i>Limonias</i>	9	/	9	0,000	3300,000	366,667	1100,000
<i>Sal-tgona</i>	9	/	9	0,000	1200,000	188,889	395,109
<i>Frankenia</i>	9	/	9	0,000	800,000	88,889	266,667
<i>Zygophy</i>	9	/	9	0,000	1400,000	177,778	463,081
<i>Sal-ver</i>	9	/	9	0,000	1000,000	111,111	333,333
<i>Imperata</i>	9	/	9	0,000	200,000	44,444	88,192
<i>Suaed-m</i>	9	/	9	0,000	1000,000	111,111	333,333
<i>Suaed-f</i>	9	/	9	0,000	1100,000	122,222	366,667
<i>Arg + L.F</i>	9	47,68	9	0,800	6,100	3,878	1,850
<i>L.G</i>	9	36	9	20,700	69,200	42,433	15,339
<i>S.F.</i>	9	45,6	9	20,100	64,000	30,678	13,957
<i>S.G</i>	9	69,56	9	1,900	52,700	22,911	16,076
<i>Humidité</i>	9	60,6	9	0,100	23,760	13,246	8,021
<i>PH</i>	9	3,7	9	7,680	8,640	8,127	0,273
<i>CE</i>	9	140,98	9	0,100	26,400	5,956	8,397
<i>Gypse</i>	9	119	9	1,200	92,000	28,911	34,507
<i>Calcaire</i>	9	80	9	2,090	61,170	28,484	22,910

1- CORRELATION ENTRE LES DIFFERENTES VARIABLES:

Tableau 62: Matrice de corrélation (Pearson (n)) :

<i>Variables</i>	<i>Rosm.o</i>	<i>Stipa</i>	<i>Artem.h</i>	<i>Junip.o</i>	<i>Junip.p</i>	<i>Astrgl</i>	<i>Artem.c</i>	<i>Anaba.a</i>	<i>Teucr.m</i>	<i>Atractylis</i>	<i>Atriplex</i>	<i>Sal-tdra</i>	<i>Aristida</i>	<i>Limonias</i>	<i>Sal-tgona</i>	<i>Frankenia</i>
<i>Rosmar:o</i>	1															
<i>Stipa</i>	0,961	1														
<i>Artemi-h</i>	0,535	0,342	1													
<i>Juniper-o</i>	0,863	0,969	0,146	1												
<i>Juniper-p</i>	0,863	0,969	0,146	1,000	1											
<i>Astragl</i>	-0,067	-0,182	0,500	-0,273	-0,273	1										
<i>Artemis-c</i>	0,394	0,125	0,785	-0,125	-0,125	0,364	1									
<i>Anabasis</i>	-0,346	-0,301	-0,261	-0,241	-0,241	-0,331	-0,241	1								
<i>Teucrium</i>	-0,180	-0,156	0,426	-0,125	-0,125	0,455	-0,125	0,060	1							
<i>Atractylis</i>	-0,195	-0,170	-0,220	-0,136	-0,136	0,649	-0,136	-0,248	-0,092	1						
<i>Atriplex</i>	-0,254	-0,221	-0,320	-0,177	-0,177	-0,300	-0,177	-0,227	-0,177	-0,192	1					
<i>Sal-tdra</i>	-0,254	-0,221	-0,320	-0,177	-0,177	-0,214	-0,177	0,170	-0,177	-0,192	0,250	1				
<i>Aristida</i>	-0,180	-0,156	-0,226	-0,125	-0,125	-0,273	-0,125	0,361	-0,125	-0,136	-0,177	-0,177	1			
<i>Limonias</i>	-0,180	-0,156	-0,226	-0,125	-0,125	-0,273	-0,125	-0,120	-0,125	-0,136	0,884	-0,177	-0,125	1		
<i>Sal-tgona</i>	-0,257	-0,224	-0,324	-0,179	-0,179	-0,391	-0,179	0,793	-0,179	-0,187	0,015	0,283	-0,179	0,105	1	
<i>Frankenia</i>	-0,180	-0,156	-0,226	-0,125	-0,125	-0,273	-0,125	-0,120	-0,125	-0,136	0,884	-0,177	-0,125	1,000	0,105	1
<i>Zygophy</i>	-0,207	-0,180	-0,260	-0,144	-0,144	-0,183	-0,144	-0,156	-0,144	0,007	0,865	-0,204	-0,144	0,990	0,080	0,990
<i>Sal-ver</i>	-0,180	-0,156	-0,226	-0,125	-0,125	-0,273	-0,125	0,843	-0,125	-0,136	-0,177	0,354	-0,125	-0,125	0,960	-0,125
<i>Imperata</i>	-0,271	-0,236	-0,342	-0,189	-0,189	-0,413	-0,189	0,501	-0,189	-0,172	-0,267	0,134	-0,189	-0,189	0,733	-0,189
<i>Suaed-m</i>	-0,180	-0,156	-0,226	-0,125	-0,125	0,637	-0,125	-0,241	-0,125	0,999	-0,177	-0,177	-0,125	-0,125	-0,179	-0,125
<i>Suaed-f</i>	-0,180	-0,156	-0,226	-0,125	-0,125	0,637	-0,125	-0,241	-0,125	0,999	-0,177	-0,177	-0,125	-0,125	-0,179	-0,125
<i>Arg + L.F</i>	-0,013	0,173	-0,390	0,329	0,329	0,123	-0,624	-0,247	0,106	0,464	-0,022	0,264	-0,543	-0,158	0,010	-0,158
<i>L.G</i>	-0,630	-0,599	-0,371	-0,531	-0,531	0,206	-0,270	0,176	0,082	0,384	0,594	0,062	-0,233	0,654	0,354	0,654
<i>S.F.</i>	-0,201	-0,254	-0,128	-0,284	-0,284	-0,327	0,122	0,424	-0,247	-0,258	-0,285	-0,180	0,895	-0,201	-0,001	-0,201
<i>S.G</i>	0,759	0,751	0,506	0,695	0,695	0,078	0,226	-0,500	0,126	-0,193	-0,313	0,071	-0,490	-0,429	-0,332	-0,429
<i>Humi</i>	0,345	0,368	0,015	0,365	0,365	-0,497	0,012	0,133	-0,202	-0,443	0,217	0,128	-0,615	0,284	0,605	0,284
<i>PH</i>	0,162	0,074	-0,058	-0,009	-0,009	-0,374	0,334	0,006	-0,613	-0,158	-0,259	-0,129	-0,050	-0,160	0,264	-0,160
<i>CE</i>	-0,373	-0,326	-0,466	-0,261	-0,261	-0,441	-0,257	0,055	-0,257	-0,139	0,022	0,098	-0,181	0,015	0,336	0,015
<i>Gypse</i>	-0,428	-0,374	-0,526	-0,301	-0,301	-0,545	-0,292	0,452	-0,282	-0,199	0,529	0,001	-0,075	0,686	0,716	0,686
<i>Calcair</i>	0,625	0,514	0,883	0,380	0,380	0,490	0,535	-0,420	0,478	-0,123	-0,065	-0,294	-0,350	0,000	-0,427	0,000

<i>Variables</i>	<i>Zygophy</i>	<i>Sal-ver</i>	<i>Imperata</i>	<i>Sued-m</i>	<i>Suaed-f</i>	<i>Arg +L.F</i>	<i>L.G</i>	<i>S.F.</i>	<i>S.G</i>	<i>Humi</i>	<i>PH</i>	<i>CE</i>	<i>Gypse</i>	<i>Calcair</i>
<i>Rosmar:o</i>														
<i>Stipa</i>														
<i>Artemi-h</i>														
<i>Juniper-o</i>														
<i>Juniper-p</i>														
<i>Astragl</i>														
<i>Artemis-c</i>														
<i>Anabasis</i>														
<i>Teucrium</i>														
<i>Atractylis</i>														
<i>Atriplex</i>														
<i>Sal-tdra</i>														
<i>Aristida</i>														
<i>Limonias</i>														
<i>Sal-tgona</i>														
<i>Frankenia</i>														
<i>Zygophy</i>	1													
<i>Sal-ver</i>	-0,144	1												
<i>Imperata</i>	-0,218	0,661	1											
<i>Suaed-m</i>	0,018	-0,125	-0,189	1										
<i>Suaed-f</i>	0,018	-0,125	-0,189	1,000	1									
<i>Arg + L.F</i>	-0,094	0,025	0,129	0,450	0,450	1								
<i>L.G</i>	0,715	0,231	-0,031	0,388	0,388	0,136	1							
<i>S.F.</i>	-0,239	0,025	0,129	-0,252	-0,252	-0,707	-0,323	1						
<i>S.G</i>	-0,462	-0,241	-0,092	-0,201	-0,201	0,363	-0,678	-0,472	1					
<i>Humi</i>	0,223	0,492	0,532	-0,440	-0,440	0,174	0,006	-0,430	0,341	1				
<i>PH</i>	-0,185	0,183	0,671	-0,160	-0,160	-0,222	-0,382	0,334	0,100	0,396	1			
<i>CE</i>	-0,008	0,176	0,823	-0,163	-0,163	0,188	-0,029	0,104	-0,078	0,373	0,693	1		
<i>Gypse</i>	0,663	0,501	0,535	-0,195	-0,195	-0,111	0,603	0,051	-0,599	0,522	0,265	0,494	1	
<i>Calcair</i>	-0,018	-0,350	-0,591	-0,124	-0,124	-0,118	-0,205	-0,433	0,576	0,062	-0,371	-0,653	-0,521	1

Rosm. O.: Rosmarinus officinalis; *Stipa. t.*: Stipa tenacissima; *Artem.. h.*: Artemisia herba alba; *Junip. o.*: Juniperus oxycedrus; *Junip. p.*: Juniperus phoeniceæ; *Astrag. a.*: Astragalus armatus; *Artem. c.*: Artemisia campestris; *Anaba. a.*: Anabasis articulata; *Teucr. p.*: Teucrium polium; *Atracty. f.*: Atractylis flava ; *Atripl. h.*: Atriplex halimus; *Sal. tdra.*: Salsola tetrandra; *Aristi. p.*: Aristida pungens; *Limon.g.*: Limoniastrum guyonianum; *Sal. tgon.*: Salsola tetragona; *Frank.t.*: Frankenia thymifolia; *Zygoph.c.*: Zygophyllum cornitum; *Sal. ver.*: Salsola vermiculata; *Impera. c.*: Imperata cylindrical; *Suae. m.*: Suaeda mollis; *Suae. f.*: Suaeda fruticosa; *Arg + L.F.*: Argile + Limon; *L.G.*: Limon grossier; *S.F.*: Sable fin; *S.G.*: Sable grossier; *Humi.*: Humidité; *pH*: pH; *CE*: Salinité; *Gyp.*: Gypse; *Calca.*: Calcaire.

Projection des variables et caractérisation des deux axes (1 et2):

Tableau 63: Corrélation des variables avec les principaux axes.

	Axe1	Axe2	Axe3	Axe4	Axe5	Axe6	Axe7	Axe8
<i>Rosmar:o</i>	-0,790	-0,399	0,304	0,038	-0,135	0,127	-0,281	0,098
<i>Stipa</i>	-0,736	-0,417	0,340	0,177	-0,254	-0,051	-0,265	0,012
<i>Artemi-h</i>	-0,690	-0,014	0,064	-0,395	0,541	0,238	-0,102	-0,059
<i>Juniper-o</i>	-0,639	-0,405	0,350	0,290	-0,344	-0,208	-0,232	-0,066
<i>Juniper-p</i>	-0,639	-0,405	0,350	0,290	-0,344	-0,208	-0,232	-0,066
<i>Astragl</i>	-0,390	0,757	-0,208	0,080	0,425	0,193	-0,080	-0,030
<i>Artemis-c</i>	-0,388	-0,047	-0,041	-0,454	0,361	0,628	-0,129	0,314
<i>Anabasis</i>	0,524	-0,356	-0,393	-0,077	0,245	-0,390	-0,475	-0,032
<i>Teucrium</i>	-0,224	0,280	-0,026	-0,143	0,571	-0,443	0,156	-0,551
<i>Atractylis</i>	-0,035	0,740	-0,221	0,517	-0,171	0,219	-0,243	0,011
<i>Atriplex</i>	0,470	0,175	0,767	-0,153	-0,088	-0,065	0,246	0,253
<i>Sal-tdra</i>	0,225	-0,168	-0,101	0,244	0,201	-0,368	0,418	0,708
<i>Aristida</i>	0,133	0,007	-0,449	-0,602	-0,545	-0,291	-0,191	-0,031
<i>Limonias</i>	0,495	0,161	0,810	-0,215	-0,095	0,088	-0,073	-0,064
<i>Sal-tgon</i>	0,629	-0,471	-0,063	0,290	0,369	-0,055	-0,387	0,075
<i>Frankenia</i>	0,495	0,161	0,810	-0,215	-0,095	0,088	-0,073	-0,064
<i>Zygophy</i>	0,494	0,268	0,786	-0,144	-0,122	0,119	-0,112	-0,057
<i>Sal-ver</i>	0,467	-0,451	-0,230	0,307	0,419	-0,156	-0,450	0,171
<i>Imperata</i>	0,492	-0,589	-0,335	0,384	0,176	0,245	0,051	-0,240
<i>Suaed-m</i>	-0,033	0,735	-0,210	0,510	-0,185	0,216	-0,266	0,051
<i>Suaed-f</i>	-0,033	0,735	-0,210	0,510	-0,185	0,216	-0,266	0,051
<i>Arg + L.F</i>	-0,104	0,161	0,111	0,906	-0,059	-0,251	0,231	-0,103
<i>L.G</i>	0,679	0,553	0,338	0,146	0,243	-0,033	-0,190	0,027
<i>S.F.</i>	0,226	-0,213	-0,576	-0,632	-0,390	0,037	-0,132	-0,033
<i>S.G</i>	-0,818	-0,354	0,157	0,299	0,122	0,032	0,274	0,017
<i>Humidité</i>	0,132	-0,696	0,509	0,352	0,283	0,168	-0,079	-0,021
<i>PH</i>	0,130	-0,580	-0,239	0,080	-0,186	0,738	0,051	-0,017
<i>CE</i>	0,501	-0,401	-0,162	0,302	-0,105	0,384	0,475	-0,295
<i>Gypse</i>	0,867	-0,251	0,340	0,047	0,017	0,127	-0,182	-0,133
<i>Calcaire</i>	-0,750	0,137	0,403	-0,233	0,428	0,009	-0,125	-0,050

2- Projection des stations et délimitation des groupes:

Tableau 64: Coordonnées des stations sur les principaux axes :

Stations	Axe1	Axe2	Axe3	Axe4	Axe5	Axe6	Axe7	Axe8
Stat1	-5,036	-2,712	2,171	1,617	-1,589	-0,880	-0,895	-0,208
Stat2	-3,059	-0,311	-0,252	-2,527	1,667	2,650	-0,497	0,982
Stat3	-1,763	1,873	-0,160	-0,797	2,639	-1,870	0,600	-1,722
Stat4	0,044	0,320	0,049	0,589	0,016	-1,319	2,574	2,079
Stat5	1,045	0,046	-2,781	-3,350	-2,517	-1,230	-0,735	-0,097
Stat6	3,904	1,078	5,018	-1,199	-0,438	0,370	-0,282	-0,200
Stat7	3,677	-3,018	-1,422	1,709	1,934	-0,659	-1,735	0,536
Stat8	1,451	-2,195	-1,324	1,120	-0,858	2,026	1,995	-1,529
Stat9	-0,263	4,918	-1,299	2,840	-0,854	0,911	-1,026	0,159

Annexes 05

Tableau 65 : Inventaire des espèces végétales recensées dans la région de Biskra, avec leur type phytogéographique et biologique. (Ozenda, 1977) & (Chehema, 2006)

Famille	Espèce	Type Phytogéographique	Type Biologique
Aizoaceae	<i>Aizoon hispanicum</i>	Méditerranéenne-Irano-Touranienne	Thérophyte
Aizoaceae	<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Apiaceae	<i>Ammodaucus leucotrichus</i>	Saharienne	Thérophyte
Apiaceae	<i>Eryngium ilicifolium</i>	Saharienne	Hémicryptophyte
Apiaceae	<i>Ferula vesceritensis</i>	Endémique Algérienne	Hémicryptophyte
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	Méditerranéenne	Phanérophyte
Asclepiadaceae	<i>Pergularia tomentosa</i>	Saharo-Sindienne	Chaméphyte
Asclepiadaceae	<i>Periploca laevigata</i>	Saharo-Méditerranéenne	Phanérophyte
Asteraceae	<i>Anvillea radiata</i>	Endémique Saharienne	Chaméphyte
Asteraceae	<i>Artemisia herba alba</i>	Méditerranéenne-Saharo-Sindienne	Chaméphyte
Asteraceae	<i>Asteriscus pygmaeus</i>	Saharo-Sindienne	Thérophyte
Asteraceae	<i>Atractylis carduus</i>	Saharo-Sindienne	Hémicryptophyte
Asteraceae	<i>Atractylis serratuloides</i>	Saharo-Sindienne	Chaméphyte
Asteraceae	<i>Calendula aegyptiaca</i>	Saharo-Sindienne	Thérophyte
Asteraceae	<i>Chrysanthemum fuscatum</i>	Endémique Saharienne	Thérophyte
Asteraceae	<i>Cichorium intybus</i>	Méditerranéenne-Irano-Touranienne	Hémicryptophyte
Asteraceae	<i>Cotula cineria</i>	Saharo-Sindienne	Thérophyte
Asteraceae	<i>Echinops spinosus</i>	Saharo-Sindienne	Hémicryptophyte
Asteraceae	<i>Ifloga spicata</i>	Saharo-Sindienne	Thérophyte
Asteraceae	<i>Launaea arborescens</i>	Méditerranéenne	Chaméphyte
Asteraceae	<i>Launaea mucronata</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Asteraceae	<i>Launaea nudicaulis</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Asteraceae	<i>Launaea resedifolia</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Asteraceae	<i>Launaea spinosa</i>	Méditerranéenne	Chaméphyte
Asteraceae	<i>Onopordon arenarium</i>	Méditerranéenne	Hémicryptophyte
Asteraceae	<i>Pallenis spinosa</i>	Euro- Méditerranéenne	Chaméphyte
Asteraceae	<i>Picris coronopifolia</i>	Endémique Algérienne	Thérophyte
Asteraceae	<i>Pulicaria crispa</i>	Saharo-Sindienne	Chaméphyte
Asteraceae	<i>Rhantherium adpressum</i>	Endémique Nord Africain	Chaméphyte
Asteraceae	<i>Scolymus hispanicus</i>	Méditerranéenne	Chaméphyte
Asteraceae	<i>Scorzonera undulata</i>	Méditerranéenne	Hémicryptophyte
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	Cosmopolite	Thérophyte
Boraginaceae	<i>Echiochilon fruticosum</i>	Endémique Algérienne	Chaméphyte
Boraginaceae	<i>Echium humile</i>	Endémique Nord Africaine	Thérophyte
Boraginaceae	<i>Echium trygorrhizum</i>	Endémique Saharienne	Hémicryptophyte
Brassicaceae	<i>Diploaxis acris</i>	Saharo-Sindienne	Thérophyte
Brassicaceae	<i>Diploaxis harra</i>	Saharo-Sindienne	Thérophyte
Brassicaceae	<i>Enarthrocarpus clavatus</i>	Endémique Nord Africaine	Thérophyte
Brassicaceae	<i>Eremobium aegyptiacum</i>	Saharo-Sindienne	Thérophyte
Brassicaceae	<i>Eruca sativa</i>	Cosmopolite	Thérophyte
Brassicaceae	<i>Farsetia aegyptiaca</i>	Saharo-Sindienne	Chaméphyte
Brassicaceae	<i>Farsetia hamiltonii</i>	Saharo-Sindienne	Chaméphyte
Brassicaceae	<i>Mathiola livida</i>	Saharienne	Hémicryptophyte
Brassicaceae	<i>Moricandia arvensis</i>	Méditerranéenne	Chaméphyte
Capparidaceae	<i>Cleome arabica</i>	Saharo-Sindienne	Chaméphyte
Caryophyllaceae	<i>Dianthus crinitus</i>	Endémique Saharienne	Chaméphyte
Caryophyllaceae	<i>Gymnocarpus decander</i>	Saharo-Méditerranéenne	Chaméphyte
Caryophyllaceae	<i>Herniaria hirsuta</i>	Euro- Méditerranéenne	Thérophyte
Caryophyllaceae	<i>Paronychia arabica</i>	Saharo-Sindienne	Thérophyte
Caryophyllaceae	<i>Polycarpha repens</i>	Méditerranéenne	Thérophyte

Caryophyllaceae	<i>Silene lynesii</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Caryophyllaceae	<i>Silene villosa</i>	Saharo-Sindienne	Thérophyte
Chenopodiaceae	<i>Anabasis articulata</i>	Endémique Saharienne	Chaméphyte
Chenopodiaceae	<i>Atriplex halimus</i>	Cosmopolite	Chaméphyte
Chenopodiaceae	<i>Bassia muricata</i>	Saharo-Sindienne	Thérophyte
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium murale</i>	Cosmopolite	Thérophyte
Chenopodiaceae	<i>Cornulaca monacantha</i>	Saharo-Sindienne	Chaméphyte
Chenopodiaceae	<i>Halocnemum strobilaceum</i>	Cosmopolite	Chaméphyte
Chenopodiaceae	<i>Haloxylon articulatum</i>	Méditerranéenne	Chaméphyte
Chenopodiaceae	<i>Salsola vermiculata</i>	Méditerranéennes-Saharo-Sindienne	Chaméphyte
Chenopodiaceae	<i>Suaeda fruticosa</i>	Cosmopolite	Chaméphyte
Chenopodiaceae	<i>Suaeda mollis</i>	Saharo-Sindienne	Chaméphyte
Cistaceae	<i>Helianthemum lippii</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Convolvulaceae	<i>Convolvulus supinus</i>	Endémique Saharienne	Chaméphyte
Convolvulaceae	<i>Cuscuta epithymum</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Cucurbitaceae	<i>Colocynthis vulgaris</i>	Saharo-Sindienne	Hémicryptophyte
Cucurbitaceae	<i>Ecbalium elaterium</i>	Méditerranéenne-Irano-Touranienne	Hémicryptophyte
Cupressaceae	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Méditerranéenne	Phanérophyte
Cupressaceae	<i>Juniperus phoenicea</i>	Méditerranéenne	Phanérophyte
Cyperaceae	<i>Cyperus conglomeratus</i>	Saharo-Sindienne	Hémicryptophyte
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cornuta</i>	Méditerranéenne	Hémicryptophyte
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia guyoniana</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Fabaceae	<i>Argyrolobium uniflorum</i>	Saharo-Sindienne	Hémicryptophyte
Fabaceae	<i>Astragalus vogelii</i>	Endémique Algérienne	Thérophyte
Fabaceae	<i>Astragalus armatus</i>	Méditerranéenne	Chaméphyte
Fabaceae	<i>Astragalus gombo</i>	Endémique Nord Africaine	Chaméphyte
Fabaceae	<i>Genista saharae</i>	Endémique Saharienne	Phanérophyte
Fabaceae	<i>Hippocrepis multisiliquosa</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Fabaceae	<i>Lotus jolyi</i>	Endémique Algérienne	Thérophyte
Fabaceae	<i>Medicago lactiaca</i>	Saharo-Sindienne	Thérophyte
Fabaceae	<i>Ononis angustissima</i>	Endémique Algérienne	Chaméphyte
Fabaceae	<i>Retama retam</i>	Saharo-Sindienne	Phanérophyte
Fabaceae	<i>Retama sphaerocarpa</i>	Afrique du Nord	Phanérophyte
Fabaceae	<i>Trigonella stellata</i>	Saharo-Sindienne	Thérophyte
Fagaceae	<i>Quercus ilex</i>	Méditerranéenne	Phanérophyte
Frankeniaceae	<i>Frankenia pallida</i>	Endémique Nord Africaine	Chaméphyte
Frankeniaceae	<i>Frankenia pulverulenta</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Geraniaceae	<i>Erodium glaucophyllum</i>	Saharo-Méditerranéenne	Thérophyte
Geraniaceae	<i>Erodium triangular</i>	Saharo-Méditerranéenne	Thérophyte
Globulariaceae	<i>Globularia alypum</i>	Méditerranéenne	Chaméphyte
Iridaceae	<i>Iris sisyrinchium</i>	Méditerranéenne	Géophyte
Lamiaceae	<i>Ballota hirsuta</i>	Méditerranéenne	Chaméphyte
Lamiaceae	<i>Lavandula antieae</i>	Saharo-Méditerranéenne	Chaméphyte
Lamiaceae	<i>Marrubium deserti</i>	Endémique Algérienne	Chaméphyte
Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Méditerranéenne	Chaméphyte
Lamiaceae	<i>Teucrium geyrii</i>	Méditerranéenne	Chaméphyte
Liliaceae	<i>Androcymbium punctatum</i>	Saharo-Méditerranéenne	Géophyte
Liliaceae	<i>Asparagus albus</i>	Méditerranéenne	Chaméphyte
Liliaceae	<i>Asphodelus tenuifolius</i>	Méditerranéenne	Géophyte
Liliaceae	<i>Urginea noctiflora</i>	Endémique Algérienne	Géophyte
Malvaceae	<i>Malva aegyptiaca</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Malvaceae	<i>Malva parviflora</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Oleaceae	<i>Olea europaea</i>	Méditerranéenne	Phanérophyte
Orobanchaceae	<i>Cistanche tinctoria</i>	Saharo-Méditerranéenne	Géophyte
Orobanchaceae	<i>Cistanche violacea</i>	Endémique Nord Africaine	Géophyte
Papaveraceae	<i>Papaver rhoaes</i>	Méditerranéenne-Irano-Touranienne	Thérophyte
Plantaginaceae	<i>Plantago albicans</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Plantaginaceae	<i>Plantago ciliata</i>	Saharo-Sindienne	Thérophyte
Plombaginaceae	<i>Limoniastum feii</i>	Endémique Algérienne	Chaméphyte
Plombaginaceae	<i>Limoniastum guyonianum</i>	Endémique Nord Africaine	Chaméphyte

Plombaginaceae	<i>Limonium lobatum</i>	Saharo-Sindienne	Chaméphyte
Plombaginaceae	<i>Limonium pruinosum</i>	Endémique Saharienne	Chaméphyte
Poaceae	<i>Aegilops geniculata</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Poaceae	<i>Aeluropus litoralis</i>	Méditerranéenne	Hémicryptophyte
Poaceae	<i>Aristida pungens</i>	Saharo-Sindienne	Hémicryptophyte
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Cosmopolite	Géophyte
Poaceae	<i>Dactylis glomerata</i>	Méditerranéenne-Irano-Touranienne	Hémicryptophyte
Poaceae	<i>Hordeum murinum</i>	Cosmopolite	Thérophyte
Poaceae	<i>Phragmites communis</i>	Cosmopolite	Hémicryptophyte
Poaceae	<i>Schismus barbatus</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Poaceae	<i>Stipa tenacissima</i>	Afrique du Nord	Géophyte
Polygonaceae	<i>Calligonum comosum</i>	Méditerranéenne	Phanérophyte
Polygonaceae	<i>Rumex vesicarius</i>	Saharo-Sindienne	Thérophyte
Primulaceae	<i>Anagalis arvensis</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Ranunculaceae	<i>Adonis microcarpa</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Resedaceae	<i>Reseda decursiva</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Resedaceae	<i>Reseda villosa</i>	Endémique Saharienne	Thérophyte
Rhamnaceae	<i>Rhus tripartitus</i>	Méditerranéenne	Phanérophyte
Rhamnaceae	<i>Ziziphus lotus</i>	Méditerranéenne	Phanérophyte
Rosaceae	<i>Neurada procumbens</i>	Saharo-Sindienne	Thérophyte
Scrophulariaceae	<i>Antirrhinum ramosissimum</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Scrophulariaceae	<i>Kickxia aegyptiaca</i>	Méditerranéenne	Thérophyte
Scrophulariaceae	<i>Scrophularia saharae</i>	Saharienne	Chaméphyte
Solanaceae	<i>Lycium afrum</i>	Méditerranéenne	Phanérophyte
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>	Cosmopolite	Hémicryptophyte
Tamaricaceae	<i>Tamarix articulata</i>	Méditerranéenne	Phanérophyte
Tamaricaceae	<i>Tamarix gallica</i>	Méditerranéenne	Phanérophyte
Terebinthaceae	<i>Pistacia atlantica</i>	Endémique Nord Africaine	Phanérophyte
Thymeliaceae	<i>Thymelaea microphylla</i>	Méditerranéenne	Chaméphyte
Urticaceae	<i>Forskohlea tenacissima</i>	Méditerranéenne -Saharo-Sindienne	Chaméphyte
Zygophyllaceae	<i>Fagonia glutinosa</i>	Saharo-Sindienne	Chaméphyte
Zygophyllaceae	<i>Fagonia microphylla</i>	Méditerranéenne	Chaméphyte
Zygophyllaceae	<i>Nitraria retusa</i>	Saharo-Sindienne	Phanérophyte
Zygophyllaceae	<i>Peganum harmala</i>	Cosmopolite	Thérophyte
Zygophyllaceae	<i>Zygophyllum album</i>	Méditerranéenne	Chaméphyte

Annexes 06

Illustrations des espèces rencontrées au niveau des différentes stations et leurs caractéristiques botaniques et écologiques:

1/ *Anabasis articulata* :

1.1- Classification :

- **Embranchement** : Spermaphytes.
- **Sous embranchement** : Angiospermes.
- **Classe** : Dicotylédones.
- **Famille** : Chénopodiacées.
- **Genre** : *Anabasis*.
- **Espèce** : *Anabasis articulata*.



**Photo 14: *Anabasis Articulata*
(Station VII)**

Buisson bas à souche épaisse et tortueuse, de taille allant de 20 à 40 cm de couleur vert bleuté très clair. Les rameaux articulés et presque sans feuille. Fleurs isolées à l'aisselle de chaque feuille. Les fleurs blanches rosées ont cinq sépales, le fruit est entouré par trois ailes dues à la dilatation de trois de ces sépales. Les feuilles opposées, ont une partie libre très courte, obtuse ou terminée par une pointe blanchâtre. Peu broutée par les animaux.

C'est une plante désertique fait partie des **Chaméphytes**, destinée pour le pâturage des ovins. Comme dans tous les sols pierreux de tout le Sahara, présentant des rameaux herbacés, de couleur vert jaunâtre ou même blanchâtre, surtout sur le sec, à articules épais, à peine dilatés vers le haut en deux feuilles très courtes, ou presque nulles, obtuses. A souche épaisse et tortueuse émettant des rameaux articulés, fleurs isolées à l'aisselle de chaque feuille, fruit entouré par trois ailes dus à la dilatation de trois des cinq sépales, pendant les périodes de grandes sécheresse les rameaux sont caducs et tombent au pied de la plante (tantôt jeunes rameaux d'un vert pâle presque blanchâtre) sur le sec, à articules globuleux (9 x 4 mm), feuilles à partie libre très courte, terminées par une pointe souvent recourbée vers l'extérieur.

2/ *Aristida pungens* : (Drinn)

7.2.1/ Classification :

- **Embranchement** : Spermaphytes
- **Sous embranchement** : Angiosperme.
- **Classe** : Monocotylédones.
- **Famille** : Poacées
- **Sous famille** : Arundinacée
- **Genre** : *Aristida*.
- **Espèce** : *Aristida pungens*.



**Photo 15 : *Aristida Pungens* (Drinn)
Station V ; formant un rebdou**

Fait partie des graminées vivaces dont le type biologique est Hémicryptophyte présente un cycle allant de 4 à 5 mois, très connue dans tout le Sahara, comme fixatrice des dunes, des Rebdous et des Nebkas, elles occupent aussi les lieux ensablés du Sahara. Elle est robuste à rhizome long oblique et rameux, tiges atteignant 1m, à gaine inférieure roussâtre feuilles très rigides, piquante au sommet, enroulées en long et souvent flexueuses.

3/ *Artemisia herba alba*:

3.1/ Classification :

- Division** : *Magnoliophyta*
- Classe** : *Magnoliopsida*
- Sous-classe** : *Asteridae*
- Ordre** : *Asterales*
- Famille** : *Asteraceae*
- Genre** : *Artemisia*
- Espèce** : *A. herba alba*.



**Photo 16 : *Artemisia Herba Alba* Station II
(Versant Sud de Djebel Krouchen, Ain Zaatout)**

Le genre *Artemisia* (les **armoises**) regroupe des herbacées, des arbrisseaux et des arbustes, généralement aromatiques, densément tomenteux, pubescents ou glabres, de la famille des Astéracées. Leur feuilles sont pennées (rarement palmées).

L'**armoise herbe blanche** (*Artemisia herba-alba*) (photo 16) est une plante steppique du genre *Artemisia* (Armoises) de la famille des Astéracées (ou Composées).

3.2/ Description botanique

L'Armoise herbe blanche est une plante herbacée à tiges ligneuses et ramifiées, de 30 à 50 cm, très feuillée avec une souche épaisse. Les feuilles sont petites, sessiles, pubescentes et à aspect argenté. Les fleurs sont groupées en grappes, à capitules très petites (3/1,5mm) et

ovoïdes. L'involucre est à bractées imbriquées, les externes orbiculaires et pubescentes. Le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleurs jaunâtres par capitule toutes hermaphrodites ⁵.

L'armoise herbe blanche est largement répandue en Afrique du Nord.

3.3/ Ecologie :

L'Armoise herbe blanche existe dans des bioclimats allant du semi-aride jusqu'au saharien (entre les isohyètes de 150 à 500 mm). Elle semble indifférente aux altitudes et peut vivre dans des régions d'hiver chaud à frais. Par ailleurs, cette espèce est abondante dans le l'Atlas Saharien sur des sols, à texture fine, assez bien drainées (marnes, marno-calcaires en pente). Au nord, elle pousse sur des sols bruns steppiques de texture moyenne et en extrême sud sur des sols sableux. L'armoise résiste à la sécheresse, supporte le gypse et des niveaux de salinité modérément élevés. Dans un biome steppique type, les groupements d'*Artemisia herba-alba* sont marqués par deux strates : une strate de ligneux bas (environ 40cm du sol) et une autre constituée d'herbacées annuelles (hauteur moyenne de 20cm)

4/ *Astragalus armatus* :

4.1/ Classification :

- **Embranchement** : Spermaphytes
- **Sous embranchement** : Angiosperme
- **Classe** : Dicotylédones
- **Famille** : légumineuses
- **Sous famille** : Papilionacées.
- **Genre** : *Astragalus*
- **Espèce** : *A. Armatus*.



**Photo 17: *Astragalus armatus* (Astragale)
Station III (Versant Sud de Djebel Krouchen)**

4.2/ Description botanique :

C'est une Chaméphyte, très rameux, pouvant atteindre 1 mètre de hauteur. Cette espèce est très épineuse, le rachis des feuilles se transforme en épine acérée après la chute des folioles. Les pétioles deviennent durs et aigus. Les folioles petites très caduques ; rameaux écailleux et glabres. La floraison a lieu à la fin de l'hiver et se poursuit jusqu'à la fin du printemps. On souligne chez cette espèce l'importance de la reproduction : Un individu adulte peut former jusqu'à 1500 fleurs.

Petite plante armée d'épines (photo 17) présentant des gousses uniloculaires non divisées longitudinalement par une cloison à parois parcheminées, calice renflé en vésicule,

enfermant le fruit, les pétioles devenant durs et aigus, présentant des folioles petites, très caduques rameux écailléux, glabres, feuilles 2 à 5 paires de folioles, elle est utilisée comme plante fourragère.

4.3/ Mode d'adaptation :

Astragalus armatus est une espèce à feuilles composées pennées et dont les folioles tombent et le rachis devient épineux : dans ce cas, il ne s'agit pas d'une modification saisonnière mais définitive. En plus en été, on observe un arrêt de la végétation avec une chute totale des folioles. Ces deux modes permettent à la plante de réduire la surface foliaire et donc diminuer les pertes d'eau par transpiration.

5/ *Atractylis flava*

5.1/ Classification :

Règne : Plantae
Division : Magnoliophyta
Classe : Magnoliopsida
Sous-classe : Asteridae
Ordre : Asterales
Famille : Asteraceae
Genre : *Atractylis*
Espèce : *Atractylis flava*



Photo 18 : *Atractylis flava* (Station IX)

Plante herbacée, Dicotylédone, qui fait partie des Angéosperme elle présente des feuilles pointues et orienté vert le haut, stade de floraison en période allant de mars à avril, préfère les sols légers. Le fruit est un **tubuliflore** dont le capitule n'est composé que de fleurons tubulés (ou fleurs tubulaires). Elles présentent des tubes terminés par des lèvres imperceptibles ou s'ouvrant plus ou moins largement en cinq lobes.

Les fruits sont des akènes, souvent couronnés d'une aigrette de soies appelée *Pappus* qui favorise la dispersion des graines par le vent.

6/ *Atriplex halimus* :

6.1/ Classification :

- **Embranchement** : Spermaphytes.
- **Sous embranchement** : Angiosperme.
- **Classe** : Dicotylédones.
- **Famille** : Chénopodiacées.
- **Genre** : *Atriplex*.
- **Espèce** : *Atriplex halimus*.



Photo 19: *Atriplex halimus*

C'est une **Chaméphyte** ; polymorphe, rocailles, talus argileux zone d'épandage plus au moins salées, dressées, ligneuse à feuilles assez grandes 2 à 5 cm en, générale deux fois plus longue que large, oblongues ou ovales présentant un aspect claire.

Valves fructifères coriaces, arrondies, réniformes, lisse.

Elle est commune dans tout le territoire Algérien, cosmopolite.

7/ *Frankenia thymifolia*:

7.1/ Classification :

Règne : plantes

Division : angiospermes

Class : Dicotylédones

Order : Caryophyllales

Family : Frankeniaceés

Genre : Frankenia

Espèce : *F. thymifolia*



Photo 20: *Frankenia thymifolia* (Station VI)

7.2/ Description :

Son type biologique fait partie des hémicryptophytes.

a) Plante herbacée, à souche ligneuse, hermaphrodite, prostrée, rampante, en tapis dense, à tiges ramifiées, velues, surtout à leur extrémité.

b) Feuilles opposées pouvant paraître verticillées, simples, linéaires à lancéolées, de 2 à 8 mm de long, à bord enroulé, avec parfois un léger dépôt poudreux.

c) Fleurs à symétrie radiaire, blanches ou rose pâle, tout le long des rameaux, de 10 mm de diamètre, solitaires ou réunies en denses bouquets terminaux. 5 pétales libres; 5 sépales velus soudés à la base. Ovaire supère.

d)Fruits, capsules.

7.3/ Situation :

Espèce endémique nord-africaine commune dans les terrains salés, au bord des Chotts des Hauts plateaux et du Sahara septentrional.

Taille : 10 à 20 cm

Plante vivace à tiges ligneuses d'abord rampantes puis redressées.

Feuilles petites, aux bords enroulés en dessous. Feuilles imbriquées les unes dans les autres.

.8/ *Genista microcephala* (L):

8.1/ Classification :

Règne : plantes

Division : magnoliophyta

Class : magnoliopsida
Order : fabales
Family : Fabacées
Genre : Genista
Espèce : *G. microcephala* (L)



Photo 21: *Genista microcephala*

8.2/ Description botanique :

C'est une **Phanérophte** de 30 à 50cm de hauteur occupant les sols calcaire, la floraison a lieu au mois de mars avec des petites fleurs de couleur jaune. Elle joue un rôle de couverture de sol et de protection contre les érosions.

9/ *Gymnosporia senegalensis* (L)

9.1/ Classification :

Embranchement : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Celastrales

Famille : Celastraceae

Sous famille : Celastroideae.

Genre : *Gymnosporia*

Espèce : *G. senegalensis* (Lam)



**Photo 22: *Gymnosporia senegalensis*
Station VI**

Arbuste ou petit arbre à tige multiples, non armé ou forte, épines droites. Branches jeunes distinctement rouge. Les feuilles bleu-vert, disposées en spirale, parfois en fascicules sur les épines, oblongues à obovales, souvent échancrées au sommet; lisse bombée. Fleurs en grappes denses terminales et axillaires, parfumé. Fruit rose 2-lobé capsule à brun rougeâtre à maturité.

Cette plante, botaniquement appartient à la famille des *Celastraceae*.

C'est une plante qui fait partie des Angiosperme, qui se trouve en Afrique du Nord et dans la majorité des pays Africain, en Asie et en Europe.

Arbustif de taille moyenne, de taille qui peut aller jusqu'à 3m, bon fixateur de dunes de sable, Il possède des feuilles riches en eau, de couleur verte vivante et de fleurs blanchâtres stade de floraison est en mois d'avril – mai, les fruits sont de petites graines riches en protéines,

10/ *Imperata cylindrica* (L) : (Diss)

10.1/ Classification :

Règne : plantes
 Sous-règne : *Tracheobionta*
 Division : angiospermes,
 Classe : monocotylédones
 Sous-classe : *Commelinidae*
 Ordre : *Cyperales*
 Famille : graminées
 Genre : *Imperata*
 Espèce : *I. cylindrica*



Photo 23: *Imperata cylindrica*
station VII

Imperata cylindrica, appelée **paillote**, *Imperata cylindrique* ou paille de Diss, est une espèce de plante herbacée de la famille des *Poacées*.

C'est une graminée, monocotylédone, vivace à rhizome traçant et à port érigé, d'environ 40 cm.

Elle a une croissance lente qui gagnera en vigueur, et en ampleur avec l'âge.

Sa grande résistance à des conditions de sécheresse et de salinité supporte tout type de terre y compris sablonneuse.

10.2/ Situation :

Espèce méditerranéenne et tropicale, ça et là dans tout le Sahara dans les lieux humides. Taille : 30 à 80 cm

Plante vivace à rhizome rampant formant de belles touffes.

Longues feuilles étroites. Inflorescence cylindrique blanc soyeuse.

10.3/ Description de la plantule :

- Plante se propageant essentiellement par voie végétative (rhizomes ...) ; les germinations sont exceptionnelles.
- Préfoliation enroulée, gaine cylindrique.
- Limbe de 20 à 50 fois plus long que large, feuille plus ou moins poilue.
- Ligule membraneuse tronquée, limbe non auriculé à la base, touffes de poils de part et d'autre de la base du limbe.

10.4/ Description de la plante adulte :

- **Hauteur** : 50 à 150 cm.

- **Feuille** à limbe long, étroit (4 à 18 mm), velue à la base avec une nervure médiane blanche, s'amenuisant vers le bas, et se terminant par une pointe. Longs cils dans le bas du limbe. Gaine lisse (gainnes supérieures, courtes, effilochées).
- **Inflorescence** (longueur supérieure à 20 cm et largeur de 2 à 3 cm) recouverte de poils argentés denses, rétractée en épi. Les épillets sont sessiles ou à pédicelle net. 2 glumes égales dépassent des fleurs, avec de longs poils blancs à leur base et sur leur dos (panicule soyeuse).
- **Fruit** : caryopse, entouré par 3 glumelles fines, et 2 glumes rigides. La semence est constituée par l'épillet qui se détache à maturité.
- **Plante** psammophile. Espèce rare dans les cultures.
- **Type biologique** : vivace à rhizomes.

11/ *Juniperus de Phœniceæ* :

11.1/ Classification :

Règne : plantes
Division : Pinophyta
Classe : Pinopsida
Ordre : Pinales
Famille : Cupressaceae
Genre : *Juniperus*



Espèce : *Juniperus phoenicea* L. **Photo 24** : *Juniperus phœniceæ* Station I
 (Versant Nord De Djbel Krouchel, Ain Zaatout)

Le **génévrier de Phénicie** (*Juniperus phoenicea* L.) fait partie du type biologique des **Phanérophyte**, c'est un arbrisseau ou un petit arbre fréquent dans les régions méditerranéennes, où il pousse dans les lieux rocaillieux, surtout sur le calcaire. Il se distingue du génévrier cade, qui a le même habitat, par ses feuilles en écailles et non en aiguilles. Cet arbre constitue au côté du cèdre; la principale couverture végétale dans les montagnes des Aurès (Algérie) notamment dans le sud de ce massif.



Photo 25 : Feuilles de *Juniperus phoenicea* L **Photo 26** : Fruits de *Juniperus phoenicea* L

Arbrisseau touffu ou arbuste dressé de 1-8 mètres, à écorce brun rougeâtre, bourgeons nus, feuilles toutes ou presque toutes en forme d'écailles très petites, étroitement imbriquées sur 4-6 rangs, ovales rhomboïdales, non articulées, décurrentes, glanduleuses, bombées et sillonnées sur le dos ; fleurs généralement monoïques ; fruits rouges et luisants à la maturité, dressés, globuleux, gros (6-10 mm.), à chair fibreuse très ferme ; graines 6-9, petites, anguleuses, profondément sillonnées. Rochers et coteaux arides .Région méditerranéenne

12/ *Juniperus oxycedrus* :

12.1/ Classification :

Règne	: plantes
Sous-règne	: Tracheobionta
Embranchement	: Pinophyta
Class	: Pinopsida
Order	: Pinales
Famille	: Cupressaceae
Genre	: <i>Juniperus</i>
Espèce	: <i>J. Oxycedrus</i>



Photo 27: *Juniperus oxycedrus*, Station I
(Versant Nord de Djebel Krouchen, Ain Zaatout)

Le **génévrier** (*Juniperus oxycedrus*), ou oxycèdre, est un petit arbre ou un arbrisseau fréquent en région côtière méditerranéenne (du Maroc à l'Iran), où il est l'une des plantes caractéristiques des garrigues et des maquis. Se trouvant à une altitude de 1600 m. Les cônes, comestibles frais, sont bruns à orange.

12.2/ Morphologie florale

Le génévrier cade est un arbrisseau dioïque (fleurs mâles et femelles ne poussant pas sur la même plante). Les fleurs mâles et femelles forment des petits cônes.

12.3/ Description

12.3.1/ Écologie et habitat

C'est un **Phanérophyte**, Le génévrier est le plus courant des génévriers méditerranéens, on le rencontre dans l'ensemble du bassin. Il apprécie les lieux arides, rocaillieux, sur calcaire ou sur sols acides, où il est fréquemment associé au chêne vert.

Floraison : mai

Pollinisation : anémogame

Dissémination : endozoochore

12.3.2/ Morphologie générale et végétative

Arbre pouvant atteindre 14 mètres, mais dont les dimensions sont en général beaucoup plus modestes (1 à 2 mètres, parfois moins). Écorce grise ou rougeâtre, plutôt rugueuse. Feuillage persistant se présentant sous forme d'aiguilles.



Photo 28 : Fruit du (*Juniperus oxycedrus*)

Ces aiguilles, à pointe fine et piquante, sont disposées en verticilles de 3 sur 6 rangs. Leur face supérieure porte deux bandes blanches, ce qui permet de faire la distinction avec le genévrier commun (aiguilles à une seule bande blanche).

13/ *Limoniastrum guyonianum* :

13.1/ Classification :

Famille : Plumbaginacées

Genre : Limoniastrum

Espèce : *L. guyonianum*



**Photo 29 : *Limoniastrum guyonianum*
(Stations VI de Choucha)**

Fait partie du type biologique des Chaméphytes, cet arbuste très rameux gris-vert présente des branches qui ont souvent de grosses galles. Longues feuilles linéaires ou presque cylindriques coriaces à extrémité un peu pointue. Les feuilles comportent des incrustations calcaires et sont couvertes de dépôts de sel. Fleurs mauves purpurines à cinq pétales. Taille : 50 cm à 1,50 mètre. Situation : Espèce endémique du Sahara septentrional (Algérie, Tunisie) dans les sols salés des grands chotts.

14/ *Quercus ilex* :

14.1/ Classification :

Règne : plantes
Sous-règne : Tracheobionta
Division : angiospermes,
Classe : monocotylédones
Sous-classe : Hamamelidae
Ordre : Fagales
Famille : Fagaceae
Genre : Quercus
Espèce : *Q. ilex*



Photo 30: *Quercus ilex*

Le **chêne vert** (*Quercus ilex*) aussi appelé **chêne faux houx** est un arbre à feuillage persistant de la famille des Fagacées présent sous forme de bois clairs et garrigues.

14.2/ Caractères biologiques:

C'est un arbre de 5 à 20 mètres de haut. Il est micro à mésophanérophite. Son feuillage est persistant. Il a une longévité de 200 à 500 ans. C'est une espèce monoïque. La date de floraison s'étend d'avril à mai. Il est pollinisé par les insectes mais les fruits sont dispersés par les animaux. C'est une espèce post pionnière.

14.3/ Caractères descriptifs

Tronc court et souvent tortueux feuilles alternes, coriaces, petites (longues de 3-9 cm) de forme variable (entières, dentées ou épineuses) avec un pétiole court, vert foncé, luisantes sur le dessus, pubescentes et blanchâtres dessous, fleurs unisexuées, les mâles sont très abondantes. Ce sont des chatons pendant à la base des pousses de l'année.

Les glands sont bruns de dimension variant de 1 à 3 centimètres de long. 13.4/ Distribution géographique. Espèce commune dans la région méditerranéenne : (climat méditerranéen, étage collinéen et à la base de l'étage montagnard). On retrouve également cette espèce sur sols calcaires, et sur la bande côtière du littoral atlantique, où il est probablement sub-spontané (relique climatique improbable). On le rencontre ordinairement en climat méditerranéen. Le chêne est l'arbre dominant de la forêt Algérienne. Aujourd'hui, sans doute en partie à cause du réchauffement climatique, on peut retrouver le chêne vert beaucoup plus "haut" dans les terres, au moins jusqu'à Valence en France.

14.4/ Exigences écologiques

Espèce thermophile mais résistante au froid ; espèce héliophile ; présent sur mull carbonaté à mull calcique ; espèce xérophile. Le chêne vert présente plusieurs écotypes en fonction de la sécheresse ambiante. Ainsi la forme de la feuille est adaptée à l'humidité ambiante : en milieu favorable, où l'humidité de l'air n'est pas limitante, il aura des feuilles à limbe presque ovale, tandis qu'en milieu sec, les feuilles seront pour la plupart dentées.

15/ *Rosmarinus officinalis*

15.1/ Classification :

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : *Rosmarinus*

Espèce : *R. officinalis*



Photo 31 : *Rosmarinus officinalis*

Le romarin, *Rosmarinus officinalis*, (photo 31) est un arbrisseau de la famille des Lamiacées (ou labiées), poussant à l'état sauvage sur le pourtour méditerranéen, en particulier dans les garrigues arides et rocailleuses, sur terrains calcaires. Il se cultive dans les jardins. Le romarin peut atteindre jusqu'à 1,50 m de hauteur (jusqu'à 2 m en culture). Il est facilement reconnaissable en toute saison à ses feuilles persistantes sans pétiole, coriaces, beaucoup plus longues que larges, aux bords légèrement enroulés, vert sombre luisant sur le dessus, blanchâtres en dessous. Leur odeur, très camphrée, évoque aussi l'encens. La floraison commence dès le mois de février (parfois en janvier) et se poursuit jusqu'en avril-mai. La couleur des fleurs, qui se présentent en grappes assez semblables à des épis, varie du bleu pâle au violet. Leur calice est velu, à dents bordées de blanc. Elles portent deux étamines ayant une petite dent vers leur base. La lèvre inférieure de la corolle est profondément divisée, faisant penser au labelle de certaines orchidées. Comme pour la plupart des lamiacées, le fruit est un tétrakène (de couleur brune).

16/ *Salsola tetragona* :

16.1/ Classification :

- **Embranchement** : Spermaphytes.
- **Sous embranchement** : Angiosperme.
- **Classe** : Dicotylédones.
- **Famille** : Chénopodiacées.
- **Genre** : *Salsola*.
- **Espèce** : *Salsola tétragone*.



Photo 32 : *Salsola tetragona*

16.2/ Description

Plante herbacée de type biologique des Chaméphyte possède des feuilles opposées au moins dans une grande partie de la plante, elles sont courtes et écailleuses, grisâtres, velues, membraneuses au bord très serré le long du rameau.

Rameau à quatre angle bien marqué à entre nœuds courts, feuilles coriaces portant des poiles courts, appliqués non cloisonnés, porté sur un petit tubercule assez répandu surtout sur les regs, Oued Righ, région de Ourgla et Biskra.

17/ *Salsola tetrandra* :

17.1/ Classification :

- **Embranchement** : Spermaphytes.
- **Sous embranchement** : Angiosperme.
- **Classe** : Dicotylédones.

- Famille : Chénopodiacées.
- Genre : Salsola.
- Espèce : *Salsola tetrandra*.

Photo 33 : *Salsola tetrandra* (Station IV)

C'est une plante qui fait partie du type biologique **Chaméphyte**, préfère les sols salés.

18/ *Salsola vermiculata*

18.1/ Classification :

- Embranchement : Spermaphytes.
- Sous embranchement : Angiosperme.
- Classe : Dicotylédones.
- Famille : Chénopodiacées.
- Genre : Salsola.
- Espèce : *S. vermiculata*.

Photo 34: *Salsola vermiculata*
Station VII

18.2/ Description

Fait partie des Chaméphyte , plante polymorphe, herbacée, périanthe, fructifère blanchâtre, plus ou moins de rouge, de 7 à 10 mm de diamètre, feuilles linéaires courtes, terminées en pointe. Caractérisée par l'absence d'odeur fétide. Elle est assez commune au secteur de l'atlas saharien et au Sahara, fixatrice de sol.

19/ *Stipa tenacissima*

19.1/ Classification :

- Règne : plantes
- Sous-règne : Tracheobionta
- Embranchement : angiospermes,
- Classe : monocotylédones
- Ordre : Cyperales
- Famille : graminées
- Genre : stipa
- Espèce : *S. tenacissima*

Photo 35: *Stipa tenacissima* mont de Krouchen
Mouliya (Station I)

L'**alfa** (de l'arabe *halfa*) ou **sparte** est une plante herbacée vivace de la famille des poacées, originaire des régions arides de l'ouest du bassin de la Méditerranée, qui sert notamment à fabriquer des papiers d'impression de qualité.

Par extension, le terme désigne aussi le papier fabriqué à partir de cette plante.

Nom scientifique : *Macrochloa tenacissima* (Loefl. ex L.) Kunth (synonyme : *Stipa tenacissima* L.), famille des poacées, sous-famille des *Pooideae*, tribu des *Stipeae*.

19.2/ Description

L'alfa pousse en touffes d'environ un mètre de haut, formant de vastes « nappes » dans les régions d'aridité moyenne allant de 200 à 300 mm/an.

19.3/ Distribution

Cette espèce est originaire de l'ouest du bassin méditerranéen : Afrique du Nord en Tunisie à Kasserine, du Maroc à la Libye, et Europe du Sud (Espagne, Italie).

L'alfa couvre notamment de vastes zones des hauts plateaux algériens.

19.4/ Utilisation

C'est une plante qui présente aussi un intérêt sur le plan écologique pour lutter contre l'érosion dans les régions de steppes arides.

20 / *Suaeda fruticosa* :

20.1/ Classification :

Classe : Magnoliopsida
 Sous-classe : Caryophyllidae
 Ordre : Caryophyllales
 Famille : Chenopodiaceae
 Genre : Suaeda
 Espèce : *S. Fruticos*



Photo 36: *Suaeda fruticosa*

Elle est de type biologique des Chaméphytes, *Suaeda* est un genre de plantes herbacées annuelles, les soudes, de la famille des *Chenopodiaceae*, ou des *Amaranthaceae* selon la classification phylogénétique. C'est une plante halophile (friande de sel)

20.2/ Répartition et milieu de vie

Ce sont des plantes halophytes, présentes dans les prés salés,

21/ *Suaeda mollis* :

Type biologique Chaméphyte.

a) Situation : Bord des Chotts, dans les terrains assez salés, rare : Tassili des Ajjers, Saoura, sud d'El Golea, commun dans le Hodna et sur les Hauts-Plateaux. Espèce saharo-arabique.

b) Taille : 20 à 30 cm

Plante très rameuse à feuilles charnues, courtes et ovoïdes.

c) Fleur : Petites fleurs vertes à l'aisselle des feuilles.

Rare et appréciée pour ses cendres qui entrent dans la composition du tabac à chiquer.



Photo 37: *Suaeda mollis* (Station IX) Oued Djedi

22/ *Tamarix africana***22.1/ Classification :**

Embranchement : Magnliopyta.

Sous embranchement : Magnliopsida.

Classe : Violals.

Famille : Tamaricacées.

Genre : *Tamarix*.

Espèce : *Tamarix africana*



Photo 38: *Tamarix africana* (station VII).

Cet arbuste peut atteindre une hauteur de 3.5m, possède des feuilles ponctuées, de minuscules trous correspondant à des entonnoirs au fond desquels se trouvent placés les racines, leur bois comporte des vaisseaux à gros calibre.

La floraison se fait de mars à avril, formant de nombreux chatons de couleur rose ou blanchâtre. Les feuilles sont très petites, un peu semblable à celles des racines conifères, le fruit est une petite capsule triangle fréquente sur les terrains salés. Elle joue un rôle de fixation des sols (dunes aussi) et brise vent.

23/ *Teucrium polium* (L)**23.1/ Classification :**

- Règne : Plantae

- Division : Magnoliophyta

- Classe : Magnoliopsida
- Ordre : Lamiales
- Famille : Lamiaceae
- Genre : *Teucrium*
- Espèce : *Teucrium polium*



Photo 39: *Teucrium polium*

23.2- Situation :

Commun dans l'Atlas saharien, le Hoggar, moins fréquent ailleurs. Espèce méditerranéenne. C'est une **Thérophyte**, fait partie des plantes vivaces, de 10 à 35 cm de hauteur. Fleur : 5 mm Floraison : juin à septembre Altitude : 0 à 800 m, calcicole vivace à tiges robustes longuement ligneuse, dressées ou redressées, rameuses à rameaux couverts de poils cotonneux. La plante exhale une forte odeur aromatique agréable. Protégée par sa forme purpurine très rare ou partiellement purpurine mélangée à la forme normale. La plante adaptée à la sécheresse et à l'insolation est entièrement blanche-grisâtre cotonneuse est poussée dans les endroits arides, rocailleux et incultes ou sablonneux.

Le fruit est constitué de 4 parties brunes et ornées en réseau à leur surface.

Les feuilles sont blanches et cotonneuses sur les deux faces et sont étroites ou ovales allongées, crénelées dans leur partie supérieure et deviennent enroulées en dessous par leur bord. La plante plus fréquente dans les garrigues.

24/ *Thymelaea hirsuta* :

24.1/ Classification :

- Division** : Angiosperms
- Order** : Malvales
- Family** : Thymelaeaceae
- Genus** : *Thymelaea*
- Espèce** : *T. hirsuta*



**Photo 40: *Thymelaea hirsuta*,
(fixatrice du sol Station II)**

Hauteur : 0,4 à 1,2 m. Fleur : 5 mm. Floraison : octobre à mai.

C'est un sous-arbrisseau qui croît dans les lieux rocailleux et sablonneux. Les rameaux, plus ou moins pendants, portent des petites feuilles imbriquées, charnues, vertes et luisantes sur

la face supérieure, blanchâtres et laineuses sur la face inférieure. Les petites fleurs sont jaunes à l'intérieur, blanches-soyeuses à l'extérieur.

Situation : Espèce méditerranéenne présente en Europe, Algérie, Libye et Egypte.

Petit arbuste jusqu'à un mètre de haut, dressé ou à rameaux retombants présentant de nombreuses jeunes pousses blanches-tomenteuses. Les tiges sont très feuillées avec de nombreuses ramifications.

Petites feuilles coriaces, sessiles, ovales ou lancéolées, le dessus est blanc-tomenteux alors que le dessous est vert brillant. Sur les jeunes pousses les feuilles sont serrées, imbriquées, appliquées le long de la tige qu'elles cachent presque complètement. La disposition des feuilles rappelle certains chenopodes (salsola).

Les fleurs de couleur crème en glomérules se trouvent sur les rameaux ou sur les ramifications naissantes. Il y a deux types de fleurs : mâles et femelles. Les fleurs mâles ont un calice cylindrique alors que les fleurs femelles ont un calice renflé.

Cette plante serait toxique pour le bétail et elle n'est pratiquement pas broutée.

25/ *Zygophyllum cornutum*:

25.1/ Classification :

- **Embranchement** : Spermaphytes.
- **Sous embranchement** : Angiosperme.
- **Classe** : Dicotylédones.
- **Famille** : Zygophyllacées.
- **Genre** : *Zygophyllum*.
- **Espèce** : *Z. cornutum*.



Photo 41: *Zygophyllum cornutum*

Plante à feuilles composées à deux folioles, type biologique des Chaméphytes; plantes vivaces, en petits buisson, fruit connu au sommet, la partie libre des carpelles étant recourbée en crochets aussi longue que la partie soudée, fruits assez gros atteignant 15 à 20 mm, colonisant des terrains plus au moins salés ou gypseux des hauts plateaux et des régions près sahariennes, surtout en bordure des chotts et Sabkha, sont rôle est de fixer le sol.

- Caractéristiques pédologiques



Photo 42: Erosion hydrique au niveau de la station III formation des stries et des rigoles



Photo 43: le Deb - deb (sous sol) de la Station V.



Photo 44: Profile pédologique au niveau de la Station VI, montrant la nappe sulfatée qui se rapproche de la surface terrestre.

Résumé

L'Algérie recèle des ressources naturelles très importantes mais qui sont dans la plupart des cas en voie ou menacées de dégradation / désertification. C'est le cas des régions arides ou l'ampleur de la dégradation à gravement modifié et fragilisé ces espaces. Ces écosystèmes sahariens dont l'usage est essentiellement pastoral ; sont aujourd'hui dégradés, marqués par une forte réduction du potentiel biologique et par la rupture de nombreux équilibres écologiques. Se considère comme un processus de désertification, a été rendue possible sous l'effet combiné des actions anthropiques marquées par une surexploitation essentiellement pastorale et des conditions de sécheresse édapho-climatique.

A cette dynamique régressive directionnelle s'ajoute celle réversible correspondant aux variations interannuelles ou fluctuations pluriannuelles qu'il faut distinguer des premières en identifiant les limites de « l'enveloppe de la résilience naturelle » c'est-à-dire les niveaux de variabilité naturelle des systèmes.

Notre travail s'articule à l'étude de la répartition spatiale et la diversité des plantes spontanées dans la région de Biskra, tenant compte de certains paramètres de délimitation des stations considérées homogènes à savoir les groupements floristiques, la typologie du sol, la pente la topographie, la physionomie des plantes (arbres, arbustes et herbacés) et les formes géomorphologiques (cuvettes ; plaines)

Au cours de cette étude qui s'étale des monts de Ain Zaatout en allant vers Oued Djedi ; on essaiera de faire ressortir le rôle des cortèges floristiques comme facteur de stabilité et du fonctionnement des « écosystèmes devant les contraintes majeurs comme l'érosion hydrique, l'ensablement et la salinisation ».

Mots clés : *plantes spontanées, Sahara, groupement floristique, érosion, ensablement, salinisation, typologie du sol, Types biologiques.*

الموجز

ان المناطق الجافة على مستوى دول شمال افريقيا بصفة عامة، ومنطقة الزيبان بصفة خاصة، تزخر بكم هائل من النباتات الطبيعية، فمنها العلفية، الطبية، و التي تحمي التربة من الانجراف وتثبت الرمال وتمتص الاملاح الخ. حيث تحافظ على الوسط الايكولوجي و من ثم البيئي الممتاز و الملائم لتطور النشاط البيولوجي بصفة عامة. لهذا، فانه من المهم معرفة هذه التجمعات النباتية و خصائصها البيولوجية و الفسيولوجية، وتوزيعها على الارض. بالتالي وضع خارطة تبين اهميتها، مواقع تجمعها و الظروف الايكولوجية التي تساعد على الاستمرار. باعتبار بعض العناصر المحددة للمحطات المتجانسة، من حيث التجمعات النباتية، نوعية التربة، الانحدار، الطبوغرافيا و اشكال النباتات و نوعية الجيومورفولوجيا. فان عملنا هذا يتمحور حول دراسة التوزيع الفضائي للغطاء النباتي في منطقة بسكرة و من ثم معرفة دوره في المحافظة على التوازن البيئي للمنطقة، وتوظيفه ضد العوائق البيئية مثل انجراف التربة، التصحر و ارتفاع منسوب الملوحة.

الغطاء النباتي، الصحراء، التجمعات النباتية، التعرية، تكوم الرمل، الملوحة، نوعية التربة. الانواع البيولوجية.