

UNIVERSITE KASDI MERBAH - OUARGLA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Agronomiques

Année : 2020-2021



N° d'enregistrement :

/.../.../.../.../

THESE

**Pour l'obtention du diplôme de Doctorat
En Sciences Agronomiques**

**Étude écologique de la flore spontanée du
Sahara septentrional est-algérien**

Par

BAAMEUR Malika

DADDI BOUHOUN Mustapha	Professeur	U.K.M. Ouargla	Président
OULD EL HADJ Mohamed Didi	Professeur	U.K.M. Ouargla	Promoteur
ABDELGUERFI Aïssa	Professeur	INA El-Harrach Alger	Co -Promoteur
KEMASSI Abdellah	Professeur	U.K.M. Ghardaïa	Rapporteur
TRABELSI Hafida	MCA	U.K.M. Ouargla	Rapporteur
BOUALLALA M'hammed	MCA	U.A.D. Adrar	Rapporteur

Remerciements

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

Je tiens à exprimer ma grande reconnaissance à l'égard de toutes les personnes qui m'ont aidée dans la réalisation de cette thèse. Plus particulièrement mes remerciements s'adressent...

À Mr OULD HADJI Mohammed Didi, Professeur à l'Université Kasdi Merbah- Ouargla, pour avoir accepté de diriger ce travail, mais aussi pour votre enthousiasme commutatif, votre compétence, votre patience et surtout votre disponibilité, que vous trouvez ici l'expression de ma profonde gratitude et l'assure de mes sentiments.

Un merci tout particulier à Mr ABDELGUERFI Aïssa, Professeur de l'école nationale supérieure d'agronomie (ENSA), El Harrach-Alger (Algérie), pour votre aide et surtout vos encouragements.

Mes sincères remerciements à Mr DADDI BOUHOUNE Moustapha, Professeur à l'Université Kasdi Merbah- Ouargla, pour l'honneur que vous me faites en présidant le jury de ce travail ; que vous trouvez ici l'expression de ma grande reconnaissance.

Je remercie M^{elle} TRABELSI Hafida, maître de Conférences à l'Université Kasdi Merbah- Ouargla d'avoir accepté de siéger à ce jury.

Mr. KHAMASI Abdellah, Professeur à l'Université de Ghardaïa, d'avoir accepté de juger ce travail.

Mr. BOUALLALA M'hammed, maître de Conférences à l'université Ahmed Draya-Adrar, pour avoir accepté de prendre part à mon jury et d'évaluer ce travail.

Je remercie vivement Mme BOUAFIA Samia, Doyenne de la faculté de sciences de la vie et de la nature, pour vos encouragements et vos qualités humaines.

Mes vifs remerciements vont également à toutes mes chers collègues des départements des sciences agronomiques et biologiques, particulièrement Mr Raouf KORICHI et Mr Ahmed CHAABNNA. Je tiens aussi à exprimer ma gratitude à Mr DEKAK Ahmed maître de conférences en biotechnologies végétales de l'université Larbi tebessi à Tébessa pour son aide.

Enfin, je remercie mes amies Smahane, Meriem, Malika, Zohra, Amina, Affia, Fouzia, Zina, Nawel, Naima, Ines, Mauricette et Cathrine et qui ont toujours été là pour moi, votre soutien inconditionnel et vos encouragements ont été d'une grande aide. Mes remerciements à tous les enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie. Je tiens également à exprimer mes remerciements : À tout l'ensemble du personnel de la faculté.

Dédicace

A la mémoire, de mon frère Youcef et mes grands pères

Mohamed et Moustapha

A ma très chère grande mère

A mes chères parents

A mes enfants Sofia et Rami

A mon chère oncle Ali

A mon chère marie Brahim

A mes chères frères et sœurs

Liste des figures

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Limites du Sahara septentrional (OZENDA,1991)	6
2	Diagrammes Ombrothermiques pour la période (2001-2011) de la zone de Ouargla	26
3	Diagrammes Ombrothermiques pour la période (2003 -2013) de la zone de Oued righ	26
4	Diagrammes Ombrothermiques pour la période (2001- 2011) de la zonede Ghardaïa	26
5	Climagramme d'EMBERGER des différentes zones d'études au Sahara Septentrional	27
6	Localisations des zones d'étude (INCT, 2019)	28
7	Vue de la station Sebkka de Bamendil à Ouargla (original)	30
8	Vue de la station Reg de Hassi Ben Abdellah à Ouargla (original)	30
9	Vue de la station Erg Sidi Khouiled à Ouargla (original)	30
10	Vue de la station Oued N'Sa à Ouargla (original)	30
11	Vue de la station Oued M'Zab à Ghardia (original)	32
12	Vue de la station Reg à Ghardaia (original)	32
13	Vue de la station Hamada El Atchane à Ghardaia (original)	32
14	Vue de la station Sebkha de Djamaa à Oued righ (original)	32
15	Vue de la station Reg à Oued righ (original)	32
16	Vue de la station Cordons dunaires à Oued righ (original)	32
17	Nombre d'espèces par famille des zones d'étude	44
18	Répartition des espèces par catégories biologiques dans les zones d'étude	48
19	Richesses floristiques des zones d'étude	48
20	Richesses floristiques des biotopes	55
21	Répartition des espèces par catégories biologiques dans les biotopes d'étude	55
22	Répartition des espèces par catégories biologiques dans les stations d'étude	61
23	Richesses floristiques dans les stations d'étude	61
24	Spectre biologique globale	66
25	Répartition des types biologiques dans les zones d'étude	67
26	Types biologiques des espèces spontanées inventoriées dans les biotopes d'étude	69
27	Spectre phytogéographique globale	71
28	Répartition des éléments biogéographiques dans les zones d'étude	73
29	Répartition des éléments biogéographiques dans les biotopes	75
30	Carte factorielle des espèces spontanées dans les zones géographiques de Sahara septentrional	80

31	Carte factorielle des espèces spontanées dans les différents biotopes	84
32	Densités et recouvrements des plantes vivaces dans les stations	89
33	Densités et recouvrements des plantes vivaces dans les biotopes	90
34	Analyse de Redondance (RDA) montrant les relations entre les variables édaphiques, les stations et les espèces végétales	112

Liste des tableaux

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Nombres de genres, d'espèces et espèces endémique pour quatorze familles les plus importantes de la flore saharienne (QUEZEL,1978)	12
2	Caractéristiques climatiques de la zone de Ouargla pour la décennie (2001 -2011)	22
3	Caractéristiques climatiques de la zone de Ghardaia pour la décennie (2001 -2011)	23
4	Caractéristiques climatiques de la zone d'Oued righ pour la décennie (2004 -2013)	25
5	Inventaire des espèces spontanées dans les zones d'études d'Ouargla, Ghardaia et Oued Righ	40
6	Répartition des espèces spontanées inventoriées selon les biotopes	51
7	Inventaires des différentes espèces selon les stations d'étude	62
8	Types biologiques des espèces spontanées inventoriées dans les zones d'étude	67
9	Types biologiques des espèces spontanées inventoriées dans les biotopes d'étude	68
10	Éléments biogéographiques des espèces spontanées inventoriées dans les zones d'étude	73
11	Éléments biogéographiques des espèces spontanées inventoriées dans les biotopes d'étude	75
12	Contribution des zones géographiques à la formation des différents axes	77
13	Contribution à l'inertie totale des axes principaux 1 et 2	78
14	Contribution des biotopes à la formation des différents axes	81
15	Contribution à l'inertie totale des axes principaux 1 et 2	83
16	Richesses totales dans les zones d'étude	86
17	Richesses totales dans les biotopes d'études.	87
18	Taux de recouvrement et densités des plantes des stations étudiées.	88
19	Taux de recouvrement et densités des plantes des biotopes étudiées	89
20	Abondance-dominance et sociabilité des espèces vivaces spontanées inventoriées dans les Stations d'étude	96
21	Distribution des espèces spontanées vivaces inventoriées dans les stations d'étude	100
22	Résultats des analyses physico-chimiques des sols des stations d'étude.	104
23	Valeurs propres et pourcentages d'inertie totale (RDA)	108
24	Contribution des paramètres édaphiques à la formation des axes 1 et 2	108
25	Contribution des stations à la formation des axes 1 et 2	108

Table de matiere	Page
Introduction	1
Chapitre I.- Flore spontanée en relation avec le milieu saharien	5
I.1.-Présentation de milieu physique du Sahara septentrional	5
I.1.1.-Limites du Sahara	5
I.1.2.-Caractéristiques et limites du Sahara Septentrional	5
I.1.3.- Géologie	6
I.1.4.-Hydrologie	6
I.1.5.- Sol	7
I.1.6.-Géomorphologie	7
I.1.6.1.-Formations sableuses	7
I.1.6.2.-Nebka	8
I.1.6.3.-Barkhane	8
I.1.6.4.-Erg	8
I.1.6.5.-Sebkha	8
I.1.6.6.-Daya	8
I.1.6.7.-Lits d'Oued	9
I.1.6.8.-Reg	9
I.1.6.9.-Hamada	9
I.2.-Climat saharien	9
I.2.1.-Pluviosité	9
I.2.2.-Températures	10
I.2.3.-Vent	11
I.2.4.-Insolation	11
I.3.-Flore	12
I.3.1.-Plantes annuelles (éphémères)	14
I.3.2.-Plantes vivaces (permanentes)	14
I.3.3.-Interaction sol végétation et influence des facteurs édaphiques	14
I.3.3.1.-Groupements zonaux	15
I.3.3.2.-Groupements du Sahara septentrional	15
I.3.3.3.-Groupements halophiles et halogypsophiles	15
I.3.3.4.-Végétation hygrophile	16
I.3.3.5.-Végétation psammophiles	16
I.3.4.-Végétation saharienne proprement dite	16
I.3.4.1.-Végétation des ergs	17
I.3.4.2.-Végétation des regs	17
I.3.4.3.-Végétation des hamadas et sols rocheux	17
I.3.4.4.-Végétation des dépressions	18
I.3.4.5.-Végétation des sols salés	18
I.3.4.6.-Végétation des oasis	18
Chapitre II.- Matérielles et Méthodes	
II.1.-Principe adoptes	19
II.2.-Présentation des zones d'étude	19
II.2.1.-Présentation de la zone de Ouargla	19
II.2.2.-Présentation de la zone de Ghardaïa	22

II.2.3.-Présentation de la zone d'Oued Righ	24
II.3.-Synthèse bioclimatique des zones d'étude	26
II.3.1.-Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953)	26
II.3.2.-Climagramme d'Emberger	27
II.4.-Choix des Stations des zones d'étude	28
II.4.1.-Stations de la zone d'Ouargla	29
II.4.1.1.-Sebekha de Bamendil	29
II.4.1.2.-Reg Hassi ben Abdellah	29
II.4.1.3.-Erg Sidi Khouled	29
II.4.1.4.-Oued N'sa	29
II.4.-Stations de la zone de Ghardaïa	30
II.4.2.1.-Oued M'Zab	30
II.4.2.2.-Reg	30
II.4.2.3.-Hamada	31
II.4.3.-Stations de la zone d'Oued Righ	31
II.4.3.1.-Sebkha de Djamaa	31
II.4.3.2.-Reg	31
II.4.3.3.-Cordons dunaires	31
II.5.-Études floristiques	33
II.5.1.-Échantillonnage floristique	33
II.5.2.-Type biologique	33
II.5.3.-Élément phytogéographique	34
II.5.4.-Exploitations des Indices Écologique	34
II.5.4.1.-Indices Écologique de composition	34
II.5.4.1.1.-Richesse floristique	34
II.5.4.1.1.1.-Richesse totale	34
II.5.4.1.1.2.-Recouvrement	35
II.5.4.1.1.3.-Densité	35
II.5.4.1.1.4.-Coefficient d'abondance dominance de BRAUN BLANQUET	35
II.5.4.1.1.5.-Coefficient de sociabilité	35
II.5.4.2.-Indices écologiques de structure	36
II.5.4.2.1.- Type de répartition	36
II.5.4.2 .1.1.- Répartition régulière ou uniforme	36
II.5.4.2 .1.2.- Répartition au hasard	36
II .5.4.2.1.3.-Répartition en agrégats ou contagieuse	36
II.5.5.-Études statistiques	37
II.6.-Études pédologiques	37
II.6.1.-Choix de l'emplacement du Solum	37
II.6.2.-Méthodes d'analyses pédologiques	38
II.6.2.1.-Granulométrie	38
II.6.2.2.-Dosage du calcaire total	38
II.6.2.3.-Dosage de gypse	38
II.6.2.4.-Matière organique	38
II.6.2.5.-Conductivité électrique	38
II.6.2.6.-pH	38

II.6.2.7.-Azote total	39
II.6.2.8.-Bilan ionique	39
Chapitre III.- Résultats et discussions	
III.1.-Études floristiques	40
III.1.-Flore spontanées dans les zones d'étude au Sahara Septentrional	40
III.2.-Flore spontanée des différents biotopes	49
III.3.-Flore spontanées des stations d'étude	57
III.2.-Études biologiques et biogéographiques	66
III.2.1.-Études biologiques	66
III.2.1.1.-Études biologiques dans les zones d'étude	66
III.2.1.2.-Études biologiques dans les biotopes d'étude	68
III.2.2.-Études biogéographiques	71
III.2.2.1.-Études biogéographiques dans les zones d'étude	71
III.2.2.2.-Études biogéographiques dans les biotopes d'étude	74
III.3.-Analyse statistiques	76
III.3.1.-Analyse factorielle des correspondances	76
III.3.1.1.-Analyse factorielle des correspondances appliquée aux espèces végétales des différentes zones géographiques du Sahara septentrionale	76
III.3.1.2.-Analyse factorielle des correspondances appliquée aux espèces végétales des différents biotopes	81
III.4.-Analyse écologique des espèces spontanées des différents milieux sahariens	85
III.4.1.-Analyse à l'aide d'indices écologiques de composition	85
III.4.1.1.-Richesse totale	85
III.4.1.1.1.-Richesse totale dans les différentes zones d'étude	85
III.4.1.1.2.-Richesses totales dans les biotopes d'étude	86
III.4.2.- Densité et taux de recouvrement	88
III.4.2.1.-Densité et taux de recouvrement dans les stations	88
III.4.2.2.-Densité et taux de recouvrement dans les biotopes	89
III.4.3.-Abondance dominance des espèces vivaces dans les différentes stations étudiée	90
III.4.4.-Sociabilité des espèces vivaces dans les différentes stations étudiée	93
III.4.5.-Distribution des espèces spontanées dans les stations d'étude	98
III.5.-Etudes pédologiques	103
III.6.-Relation sol-végétation	107
Conclusion	113
Références bibliographiques	
Résumés	
Annexe	

Résumés

Étude écologique de la flore spontanée du Sahara septentrional est Algérien

Résumé

Le présent travail s'est focalisé sur l'étude floristique et la relation sol-végétation de la flore spontanée du Sahara septentrional est-algérien. Les zones d'étude d'Ouargla, Ghardaïa et d'Oued Righ, sont représentées par dix stations et cinq biotopes. Les investigations botaniques et édaphiques durant trois ans ont permis d'inventorier 107 taxa appartenant à 94 genres regroupés dans 39 familles botaniques et 3 classes dont celles des Monocotylédones, des Dicotylédones et des Saccovulées ; 23 familles ne sont représentées que par un seul genre soit 21,49 % de l'effectif total. Les familles les mieux représentées sont les Asteraceae (18 espèces), les Amaranthaceae (12 espèces), Poaceae (11 espèces), puis les Fabaceae et les Brassicaceae avec 8 espèces chacune. Il est noté que 64,48% des espèces sont annuelles et 35,51 % sont vivaces. En prenant en considération les différents biotopes sahariens dans les régions étudiées, il est remarqué que la plus grande richesse est notée dans les lits d'oueds avec 58 espèces ; suivis par le reg avec 49 espèces, les sols sableux avec 30 espèces, les hamadas avec 25 espèces et la Sebka avec 15 espèces. L'étude biologique laisse apparaître que les Thérophytes sont les mieux représentés avec 44 espèces, avec, en seconde position, les Chaméphytes avec 31 espèces. Le spectre phytogéographique montre une diversité très importante des éléments phytogéographiques dans les régions d'études. Une prépondérance de l'élément Saharo-Sindien, avec 42 espèces ; les éléments endémiques et méditerranéens avec 14 espèces, occupent également une place appréciable. La richesse totale dans les différentes régions permet de les classer comme étant très riches : allant de la région de Ghardaïa avec 72 espèces (soit 27 éphémères et 45 vivaces), la région d'Ouargla avec 58 espèces (32 annuelles et 26 vivaces), et la région d'Oued Righ avec 56 espèces (32 éphémères et 25 vivaces). Les valeurs enregistrées concernant la densité et le taux de recouvrement dans les différentes stations des régions étudiées ; montrent que dans la zone d'Ouargla, la densité des espèces végétales la plus élevée est à la station d'Oued N'sa (18 pieds /100 m²), dans la zone de Ghardaïa c'est la station de Oued M'Zab (20 pieds /100 m²), et à l'Oued Righ, la station du Reg présente la densité des espèces la plus élevée (20 pieds /100 m²). Le taux de recouvrement le plus important est noté à Ghardaïa au lit d'oued de M'Zab (23,55%), pour celle d'Ouargla, les lits de Oueds qui représentent le taux de recouvrement le plus élevé (20,55%). Ce sont les cordons dunaires qui représentent le taux de recouvrement le plus élevés (21,38%), dans la zone de l'Oued-Righ. Il faut, en effet, y noter la dominance des espèces *Anabasis articulata*, *Oudneya africana*, *Euphorbia guyoniana*, et *Rhanterium adpressum*, *Oudneya africana*, *Zilla macroptera* et *Zilla spinosa* dans les lits d'Oueds, de l'espèce *Stipagrostis pungens* dans les sols sableux de la zone d'Ouargla, ainsi que des espèces *Calligonum comosum*, *Randonia africana* et *Tamarix gallica* dans la zone de l'Oued Righ. Les espèces *Haloxylon scoparium*, *Rhanterium adpressum* sont dominantes dans la station de Hamada El-Atchane à Ghardaïa. Une analyse d'indice de sociabilité dans les différentes stations, montre que dans l'Oued M'Zab, les espèces *Tamarix articulata* et *Stipagrostis pungens* forment des troupes, à la station de l'Oued N'Sa, les espèces *Stipagrostis pungens*, *Limoniastrum guyonianum*, *Calligonum comosum* et *Tamarix articulata* forment également des petits groupes. Dans la région d'Ouargla et d'Oued Righ, de petites colonies se trouvent sur les sols sableux : les espèces *Sueda fructicosa*, *Tamarix gallica* et *Zygophyllum album*, vivent en petits groupes. Toutefois, il est à noter que la plupart des espèces échantillonnées vivent en pieds isolés. La distribution de la flore spontanée dans cette zone aride est généralement due au hasard elle reste, cependant, rarement contagieuse. En effet, aucune espèce n'adopte une distribution régulière à cause de l'hétérogénéité du milieu. L'étude analytique des solums des différentes stations prospectées dans les zones d'études laisse remarquer que celles-ci ont une texture sablonneuse. La teneur en matière organique est très faible : allant de 0,15 % sur la hamada de Ghardaïa à 0,95 % à Oued M'Zab. La teneur en calcaire la plus élevée est enregistrée dans la station de reg à Oued Righ (7,35%) et la teneur en calcaire la plus faible à erg de Sidi Khouiled à Ouargla (0,17%). L'estimation de la teneur en gypse indique que les sols analysés sont extrêmement gypseux, avec une valeur élevée enregistrée à Sebka d'Oued Righ (60,28 %) et la valeur la plus faible au reg de Sidi Khouiled (17,3 %). La teneur en azote est très négligeable et se trouve sous forme des traces dans toutes les stations. Les différents solums analysés ont un pH légèrement alcalin, sauf la station de la Sebka de Bamendil possédant un pH très fortement alcalin et la station d'Oued M'Zab un pH neutre. Les associations végétales ne sont pas réparties aléatoire dans ces zones arides, mais en fonction de leurs affinités écologiques. La position de chaque espèce dépend d'un ensemble des facteurs écologiques, tels que la sécheresse, la disponibilité en eau et les caractéristiques physico-chimiques du sol, ainsi que la géomorphologie, le regroupement des plantes halophytes liées à la salinité, des plantes psammophytes liées aux sables fins des dunes et des plantes liées seulement aux sols rocailloux et graveleux. La relation pouvant exister entre une plante et le sol dans cette partie du Sahara septentrional, lorsque l'eau n'est plus un facteur limitant, démontre que la flore spontanée se répartie en association allant d'une flore calci-neutrophile recherchant les sols alluviaux rocailloux à une végétation gypso-hygro-halophile colonisant les sols sablonneux et salés.

Mots clés : Flore spontanée, écologie, élément biogéographique, type biologique, biotope.

An ecological study of the spontaneous flora of the northern east Algerian Sahara

Abstract

The development of arid areas through the enhancement of their natural potential and the promotion of their socio-economic activities necessarily requires knowledge and the control of their natural resources through surveys at various levels. Many of these investigations constitute a prerequisite for the identification of problems and research to contribute to their solutions according to the spatial and economic characteristics of these environments, our work focused on the floristic study and the soil-vegetation relationship within the spontaneous flora of the northern Sahara in Algerian case of Ouargla, Ghardaïa and Oued Righ areas, represented by 10 stations and 5 biotopes. The botanical and edaphic investigation for 3 years made it possible to inventory 107 taxa belonging to 94 genera grouped in 39 botanical families and 3 classes including Monocotyledons, Dicotyledons and Saccovulvates. 23 families are represented by only one gender, representing 21.49% of the total workforce. The best-represented families are Asteraceae with 18 species, Amaranthaceae with 12 species. Poaceae with 11 species, followed by Fabaceae and Brassicaceae with 8 species each, it is noted that 64.48% are annuals and 35.51% of perennial species in the total inventoried. Taking into consideration the different Saharan biotopes in the study regions, it was noted that the greatest total wealth is found in the Oueds Beds with 58 species; then Reg with 49 species, then sandy soils with 30 species, followed by Hamada with 25 species and Sebkha with 15 species. The biological study shows that the Therophytes are the best represented with 44 species, in second place, the Chamephytes with 31 species. The phytogeographic spectrum shows a very high diversity of phytogeographic elements in the study areas. A preponderance of the Sahara-Sindian element, with 42 species. The endemic and Mediterranean elements also occupy the second position with 14 species. The results of the total wealth in the different regions can be classified as very rich in the first position is Ghardaïa region with 72 species, with 27 ephemeral and 45 perennials. In second place comes the Ouargla region with 58 species distributed between 26 perennials and 32 ephemerals. The Oued Righ region ranks third in terms of total wealth, with 56 spontaneous plants distributed between perennials 25 and 32 ephemeral. The values recorded concern the density and recovery rate in the various stations in the regions studied, show that in the Ouargla area, it is at the Oued N'sa station that the density of plant species is highest (18 feet /100 m²). In Ghardaïa's area, Oued M'Zab station comes first (20 feet /100 m²), while Oued Righ, Reg station has the highest species density (20 feet /100 m²). The highest recovery rate was noted in Ghardaïa at M'Zab's wadi bed (23.55%). In Ouargla region. It is always the wadi beds that represent the highest recovery rate 20.55%. On the other hand, it is the dune data that represent the highest recovery rate (21.38%) in Oued-Righ area. It should be noted that the species *Anabasis articulata*, *Oudneya africana*, *Euphorbia guyoniana*, and *Rhanterium adpressum*, *Oudneya africana*, *Zilla macroptera* and *Zilla spinosa* dominate in the wadi beds. For sandy soils, *Stipagrostis pungens* is the most dominant in the Ouargla and *Calligonum comosum* area, *Randonia africana* and *Tamarix gallica* in the Oued Righ area. *The Haloxylon scoparium*, *Rhanterium adpressum* species are dominant in the Hamada El-Atchane station in Ghardaïa. The analysis of the sociability index in the different stations shows that in Oued M'Zab, *Tamarix articulata* and *Stipagrostis pungens* form troops, and at Oued N'Sa station, *Stipagrostis pungens*, *Limoniastrum guyonianum*, *Calligonum comosum*, and *Tamarix articulata* also form small groups. In the Ouargla and Oued-Righ region on sandy soils, they are small columns, *Sueda fruticosa*, *Tamraix gallica*, and *Zygophyllum album*, live in small groups. Nevertheless, most of the species sampled live in isolated feet. The distribution of spontaneous flora in this arid area is generally random, but rarely contagious. No species adopt a regular distribution because of the heterogeneity of the environment. The analytical study of the solums of different stations surveyed in the study area indicates that they have a sandy texture. The organic matter content is very low, ranging from 0.15% on the Ghardaïa hamada to 0.95% at Oued M'Zab. The highest limestone content is recorded in the reg station at Oued right (7.35%) and the lowest at erg de sidi khouiled in Ouargla (0.17%). The gypsum content estimate indicates that the soils tested are extremely gypsum, with the highest value recorded at Sebkha d'Oued righ (60.28%) and the lowest at sidi khouiled (17.3%). The nitrogen content is very negligible in the form of traces in all the stations, the different solums analyzed have a slightly alkaline pH, except the Sebkha de Bamendil station which has a very strongly alkaline pH and the Oued M'Zab station which has a neutral pH. Plant associations are not randomly distributed in these arid areas, but according to their ecological affinities, the position of each species depends on a set of ecological factors such as drought, water availability and physico-chemical characteristics of the soil as well as geomorphology, group together halophyte plants linked to salinity, psammophyl plants linked to the fine sands of dunes and plants linked only to rocky and gravelly soils. The relationship that can exist between a plant and soil in this part of the northern Sahara, when water is no longer a limiting factor, shows that the spontaneous flora is distributed in association ranging from a calci-neutrophic flora seeking rocky alluvial soils to a gypso-hygro-halophilic vegetation colonizing sandy and salty soils.

keywords: Spontaneous flora, ecology, biogeographic element, biological type, biotope.

تتمية المناطق الجافة عبر تثمين مواردها الطبيعية وترقية نشاطاتها الاجتماعية والاقتصادية يمر بالضرورة بمعرفة هذه الموارد بدقة وإتقان من خلال البحث والتحقيق على مختلف المستويات. هذه البحوث والتحقيقات تشكل منطلقا أساسيا لتحديد المشاكل والبحث عما يساهم في إيجاد حلول حسب الخصائص الظرفية والزمانية لهذه المناطق.

يهدف هذا العمل الى دراسة الباتات عامة وعلاقة النباتات الأبرية بالتربة في الشمال الشرقي للصحراء الجزائرية في كل من منطقة ورقلة، غرداية ووادي ريغ ممثلة بعشر محطات وخمس موائل حيوية. بعد ثلاث سنوات من البحث والاحصاء، أظهرت النتائج عن وجود 107 نوع تنتمي الى 94 جنس مجتمعة في 39 عائلة و 03 أقسام. 23 عائلة ممثلة فقط بجنس واحد أي ما يعادل نسبة 21,49 % من عدد الافراد الاجمالي. من أهم العائلات نجد العائلة النجمية ب 18 نوع، القطيفية ب 12 نوع، النجيلية ب 11 نوع متبوعة بالعائلتين البقولية والكرنبية ب 08 أنواع لكل عائلة. تجدر الإشارة الى أ، نسبة 64,48 % من هذه الانواع هي نباتات سنوية و 35,51% نبتة معمرة من إجمالي النباتات المحصاة. إذا أخذنا بعين الاعتبار مختلف الموائل الحيوية في مناطق الدراسة، لاحظنا أعلى ثروة نباتية في مجرى الوديان ب 58 نوع يأتي بعدها الرق ب 49 نوع ثم العرق ب 30 نوع تليها الحمادة ب 25 نوع وأخيرا السبخة ب 15 نوع. الدراسة البيولوجية بينت أن الثيوفيتات هم الاكثر تمثيلا ب 44 نوع، في المرتبة الثانية الشاميفيتات ب 31 نوع. الطيف الفينوجيوجرافي أثبت وجود تنوع معتبر للعناصر الفينوجيوجرافية في مناطق الدراسة حيث لاحظنا غلبة العنصر الصحراوي السندي ب 42 نوع، العناصر المستوطنة والمتوسطة تحتل المرتبة الثانية ب 14 نوع. مجموع الثروة النباتية في مختلف مناطق الدراسة سمحت بتصنيفها على أنها مناطق جد غنية، نجد في المرتبة الاولى منطقة غرداية ب 72 نوع منها 27 نبتة سريعة النمو و 45 نبتة معمرة وتليها منطقة ورقلة ب 58 نوع موزعة بين 25 نبتة معمرة و 32 نبتة سريعة النمو، منطقة وادي ريغ تحتل المرتبة الثالثة ب 56 نبتة موزعة بين 25 نبتة معمرة و 32 نبتة سريعة النمو. القيم المسجلة المتعلقة بالكثافة ومعدل التغطية في مختلف محطات الدراسة أظهرت أن محطة وادي النساء بمنطقة ورقلة هي الاعلى كثافة ب 18 قدم/ 100م². في منطقة غرداية، محطة وادي ميزاب هي الاعلى كثافة ب 20 قدم / 100م²، فيما يخص منطقة وادي ريغ محطة الرق هي الاعلى كثافة كذلك ب 20 قدم / 100م². معدل التغطية الاهم في غرداية سجل بمجرى وادي ميزاب ب 23,55 %. في منطقة ورقلة كذلك في مجرى وادي النساء أين سجلنا معدل التغطية الأكبر ب 20,55 % في حين أن الكثبان الرملية هي من سجلنا فيها أعلى معدل تغطية ب 21,38 % بمنطقة وادي ريغ. تجدر الإشارة الى أن الانواع *Rhanterium* و *Anabasis articulata*, *Oudneya africana*, *Euphorbia guyoniana*, *adpressum*, *Oudneya* هي الاكثر هيمنة في مجرى الوديان. *Zilla spinosa* و *Africana*, *Zilla macroptera* هي الاكثر هيمنة في منطقة ورقلة و *Stipagrostis pungens* بالنسبة للتربة الرملية *Calligonum comosum*, *Randonia africana* و *Tamarix gallica* في منطقة وادي ريغ تبرز باعتبارها الانواع المهيمنة بمحطة حمادة العطشان *Haloxyton scoparium*, *Rhanterium adpressum* الانواع بمنطقة غرداية.

Tamarix articulata و *Stipagrostis pungens* تحليل المؤشر الاجتماعي في مختلف المحطات بين في وادي ميزاب أن تشكل فرقة. *Stipagrostis pungens*, *Limoniastrum guyonianum*, *Calligonum comosum* وفي محطة وادي النساء كذلك تشكل فرق صغيرة. في ورقلة ووادي ريغ في التربة الرملية هي مستعمرات صغيرة، *Tamarix* و *articulat* تعيش في مجموعات صغيرة ومع ذلك فإن معظم *Sueda Zygophyllum album*, *fructifosa*, *Tamraix gallica* الانواع التي تم أخذ العينات منها تعيش معزولة. توزع النباتات التلقائية في هذه المناطق الجافة عموما يكون عشوائيا ولكن نادرا ما تكون معدية أو مجموعة. لا توجد أنواع تعتمد توزيعا منتظما بسبب عدم تجانس الوسط. الدراسة التحليلية لتربة مختلف مناطق الدراسة أثبتت أنها تربة رملية، معدل المادة العضوية ضعيف جدا يتغير بين 0,15 % في الحمادة بغرداية الى 0,95 % في وادي ميزاب. نسبة الكلس الاعلى ارتفاع سجلت في محطة الرق بوادي ريغ بنسبة 7,35 % والاضعف برق سيدي خويلد بورقلة بنسبة 0,17 %. تقييم نسبة الجبس أوضحت أن التربة المحللة تحتوي على نسبة مرتفعة. أعلى نسبة سجلت في سبخة وادي ريغ ب 60,28 % والاضعف برق سيدي خويلد ب 17,3- %. نسبة الازوت لا تكاد تذكر في شكل أثار في جميع المحطات المدروسة. كل العينات المدروسة تتميز جد قاعدي. pH قاعدي ما عدا سبخة بامنديل أين سجلنا pH معتدل. pH محطة وادي ميزاب سجلنا المجتمعات النباتية غير موزعة عشوائيا في المناطق الجافة و لكن موزعة و فقا للألفة البيئية، تموقع كل نوع مرتبط بعوامل بيئية كالجفاف و ندرة المياه و الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للتربة و كذلك تضاريس المنطقة. مجموعة النباتات أليفة الملوحة المرتبطة بالملوحة وأليفة الرمل المرتبطة بالكثبان الرملية ونباتات مرتبطة فقط بالتربة الحجرية والصخرية. العلاقة التي يمكن أن توجد بين النباتات والتربة في هذا الجزء من الصحراء الشمالية عندما لا يعد الماء عاملا محددًا، يوضح أن النباتات التلقائية موزعة على شكل مجموعات من النباتات الكلسية معتدلة باحثة عن تربة غرينية صخرية الى نباتات جيبسيه محبة للماء والملوحة تستعمر التربة الرملية والمالحة.

الكلمات المفتاحية: النباتات التلقائية، البيئة، التوزع، عنصر بيوجيوجرافي

Introduction

Introduction

L'Algérie couvre une très grande superficie (2741381 km²), une grande diversité de climats (subtropical, méditerranéen, semi-aride et aride) et une côte de 1350 km² qui lui permettent de jouir d'une large gamme de biotopes favorisant une faune et une flore remarquable (STEVENSON *et al.* 1988 ; SAMRAOUI et BÉLAIR, 1997 ; 1998).

Bien que l'imaginaire saharien n'évoque pas a priori la notion de biodiversité, la flore du Sahara est néanmoins bien plus diversifiée qu'il n'y paraît. Tantôt barrière ou relais pour la dispersion des espèces, le Grand Désert est en effet riche d'une histoire biogéographique très originale (MÉDAIL et QUÉZEL, 2018).

Les écosystèmes arides sont caractérisés par des conditions climatiques spécifiques qui se manifestent par une longue saison de sécheresse (9 à 10 mois), une intense évaporation, des précipitations faibles avec une forte variabilité de leur répartition spatio-temporelle (LE HOUÉROU, 1959). Il s'y ajoute des conditions d'aridité édaphique, provoquées par le ruissellement et les faibles réserves en eau du sol, le plus souvent de faible profondeur (GROUZIS, 1992).

Sous ces conditions, la dégradation des parcours est un phénomène qui a pris de l'ampleur depuis longtemps (LE HOUÉROU, 1989). Généralement, lorsque l'équilibre est rompu, c'est la régression qui prédomine (FLORET et PONTANIER, 1982). Les facteurs de rupture de l'équilibre de l'écosystème sont nombreux. Déjà, les conditions climatiques, lorsqu'elles se dégradent significativement par rapport à la moyenne, peuvent entraîner la régression du couvert végétal, qui se trouve affaibli et soumis à l'influence d'autres facteurs de dégradation (LE HOUÉROU, 1995).

Dans ce contexte, l'ensemble des facteurs précédemment cités, contribueraient à l'accroissement de l'aridité édaphique du milieu, et par voie de conséquence la genèse et l'amplification du phénomène de désertification. Des chiffres récents montrent que 40% de la planète, soit 54 millions de km², sont concernés par la désertification (LE HOUÉROU 1994 ; REYNOLDS *et al.* 2007). Ce phénomène entraîne une perte de 6 millions d'hectares par an, avec des conséquences économiques et sociales très fortes (REYNOLDS *et al.* 2007). Conscientes de l'aggravation de la détérioration des ressources naturelles dans les zones arides, qui couvrent 41,3% de la surface terrestre de notre planète où la biodiversité des terres arides joue un rôle central dans la lutte mondiale contre la pauvreté, la désertification et le changement climatique (DAVIES *et al.* 2012).

Paradoxalement, les zones désertiques ont été considérées longtemps comme hostiles à la survie des êtres vivants, surtout leurs sols supposés, comme étant des milieux stériles. Cependant les travaux d'exploration ont montré qu'il existe une grande biodiversité dans ces régions, particulièrement des espèces spontanées qui s'adaptent aux conditions climatiques extrêmes. Le Sahara, qui occupe 10% de la surface du continent africain, est le plus grand désert chaud du monde (ROGNON, 1994). Nonobstant à vaste étendue, la richesse en espèces et l'endémisme y sont faibles. Malgré ça, certaines espèces adaptées survivent avec des formes d'adaptations extraordinaires (LE HOUÉROU, 2001). Cette écorégion comprend la partie septentrionale du Sahara, où les précipitations se produisent pendant l'hiver, nourrissant ainsi une variété de plantes qui fleurissent avant l'été chaud et sec. La flore du Sahara septentrional est très pauvre compte tenu de l'immensité de l'écozone (OZENDA, 1983). D'autre part, bien que le Sahara détienne 80% de la surface de l'Algérie, il n'a fait l'objet que de très peu de travaux relatifs à la mise en valeur des ressources naturelles des milieux arides très originaux qu'ils renferment.

La connaissance, la classification, la caractérisation et la conservation des différents taxons est une priorité scientifique mondiale pour l'évaluation et la gestion de la biodiversité (COTTERILL, 1995). Les efforts consentis pour l'étude de la flore sont très importants pour connaître les grands traits biologiques des plantes et leurs répartitions biogéographiques (LAVERGNE *et al.*, 2005).

Cependant plusieurs aspects, d'un nombre considérable d'espèces végétales, restent méconnus sur certains plans : biologique, taxonomique et écologique (GRUBB 1977, PYŠEK *et al.*, 2008).

La préservation des écosystèmes sahariens passe par l'amélioration des connaissances et la conservation de la diversité biologique représentée dont la flore, particulièrement les plantes spontanées, qui ont développé sur des milliers d'années des qualités et des adaptations qui s'harmonisent parfaitement avec les conditions déjà extrêmes de ces milieux.

La végétation spontanée des milieux arides en général, et du Sahara septentrionale en particulier appartenant à des espèces végétales différentes, ne se regroupe 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 a 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.

En général, les plantes spontanées des régions arides sont le garant principal 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 soumises à une dégradation importante liée essentiellement à une surexploitation anthropique. La sécheresse n'est qu'une circonstance aggravante. La répartition de la végétation saharienne est intimement liée à la formation géomorphologique du sol et de leurs caractères physico-chimique et la disponibilité de l'eau qui peut être favorable au développement des différentes espèces (OZENDA, 1977).

La préservation et le développement de ces zones passent impérativement par la connaissance de toutes ses richesses et de ses interactions avec son environnement. Dans ce contexte, plusieurs études ont été effectuées sur les plantes spontanées au Sahara. Citons les travaux de l'UNESCO (1960) portant sur les plantes médicinales des régions arides, de QUEZEL et SANTA (1962) sur la nouvelle flore de l'Algérie et de la région méditerranéenne, de POUGET (1980) sur la relation sol végétation dans les steppes sud algérois, d'OZENDA (1983) sur la flore du Sahara.

Pour les études menées sur la phytosociologie et l'écologie, se retrouvent les travaux de DJEBAILI (1984) portant la steppe algérienne, au Sahara septentrional est, une étude floristique et nutritive des parcours camelins, cas des régions d'Ouargla et Ghardaïa, mené par CHEHMA (2005), le travail de HALLIS (2005) sur l'inventaire des plantes spontanés dans la zone d'Oued Souf, ainsi que BAAMEUR (2006) sur la répartition biogéographique de la flore spontanée dans la zone de Ouargla, de même BOUALLALA (2013) sur l'étude floristique et nutritive spatio-temporelle des parcours camelins du Sahara Occidental. KOULE (2015) portant sur l'étude phytoécologique et spatiotemporelle des zones humides du nord-est du Sahara septentrional algérien, et récemment MEDAIL et QUEZEL, (2018) sur la biogéographie de la flore du Sahara. Néanmoins, peu d'informations sont disponibles sur la biodiversité, la répartition spatiale, et la biogéographie de la flore spontanée dans ces régions arides du Sahara septentrional algérienne. Face à ce constat, une attention particulière est portée à l'étude écologique des plantes spontanées dans les régions d'Ouargla, de Ghardaïa et de l'Oued Righ. Cette étude s'articule sur l'inventaire des plantes spontanées des régions d'études grâce à un échantillonnage floristique, suivi d'une délimitation de la répartition spatiale et biogéographique des plantes spontanées en faisant ressortir la relation végétation-sol en milieu aride.

Le présent travail s'articule autour de 3 chapitres. Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique sur la flore spontanée des zones arides, afin de mieux comprendre le concept de celle-ci et bien mené l'étude. Le second chapitre porte sur la présentation des zones d'études et la méthode de travail employée, il renferme la description des stations d'étude ainsi que les techniques d'échantillonnage utilisées sur le terrain et le travail réalisé au laboratoire pour faire sortir la relation sol-végétation. Le troisième chapitre est réservé aux différents résultats obtenus, réparti sur cinq volets, le premier volet est relatif aux résultats d'inventaires concernant les espèces spontanées dans les 3 zones d'études. Le deuxième volet est consacré à une étude biologique et biogéographique, le troisième à une analyse statistique, le quatrième à une analyse par divers indices écologiques. Le cinquième volet au résultat pédologique et la relation sol-végétation dans cette partie du Sahara septentrional. Une conclusion générale et des perspectives terminent ce travail.

Chapitre I : Flore spontanée en relation avec le milieu saharien

Chapitre I.- Flore spontanée en relation avec le milieu saharien

Le chapitre I porte sur des données bibliographiques sur la végétation spontanée et sa relation avec le milieu saharien.

I.1.- Présentation de milieu physique du Sahara septentrional

Les facteurs qui caractérisent les milieux sahariens sont exposés dans la présentation de milieu physique du Sahara septentrional.

I.1.1.- Limites du Sahara

Le Sahara est subdivisé en ; Sahara Septentrional, Méridional, Central et Occidental (DUBIEF, 1952). Il s'étend à travers le tiers septentrional du continent africain de l'atlantique à la mer Rouge, sur une surface totale de 8 millions de km² (LE HOUEROU, 1990). C'est là où les conditions climatiques atteignent leur plus grande sévérité (SELTZER, 1946 ; DUBIEF, 1959). Pratiquement, les limites du Sahara se situent en deçà des isohyètes 100 à 150 mm (TOUTAIN, 1979). Le Sahara peut être défini comme étant une région limitée au nord par les rides méridionales de l'Atlas et au Sud par une ligne allant de l'embouchure du Sénégal au lac de Tchad en passant au Nord de la bouche du Niger, et du littoral atlantique à l'Ouest jusqu'à la mer Rouge à l'Est (OZENDA, 1991) (fig.1).

I.1.2.- Caractéristiques et limites du Sahara Septentrional

Le Sahara septentrional est un désert atténué, à pluies saisonnières, il se présente comme une forme extrême des pays steppiques qui bordent l'Afrique méditerranéenne (OZENDA, 1977). Il correspond sensiblement au quadrant Nord - orientale du Sahara algérien et du Sahara tunisien. Il s'étend de la limite Nord (Laghouat- Biskra) jusqu'à 1000 km vers l'intérieur (TOUTAIN, 1979). QUEZEL (1965), en se basant sur la végétation, signale que le Sahara septentrional peut être divisé en deux parties : Une portion Nord - oriental, dont la pluviosité est comprise entre 50 et 100 mm par an, est centrée sur les marges sahariennes de la dorsale du M'Zab. Elle est limitée grossièrement par la dépression des chotts jusqu'à la région de Still, tout en s'avancant sur une distance de cinquantaine (50) de kilomètres au Sud d'El-Goléa (El-Menia). En laissant derrière son étendue les régions de l'Oued Righ et d'Ouargla, pour remonter vers le Nord en longeant les lisières du grand Erg occidental. Une portion du Sud- orientale, au contraire de la portion Nord – orientale décrite et qui est dotée de précipitations inférieures à 50 mm, et occupant le restant du territoire du Sahara septentrional. Quant à la limite Sud, FREDERIC et QUÉZEL (2018) notent qu'il est possible de retenir quelques végétaux pérennes, comme *Cornulaca monacantha Delile* (Amaranthaceae), souvent choisi comme bio-indicateur saharien, bien qu'il pénétré assez

nettement sur les sables en région sahélienne. Mais cette limite méridionale se détermine surtout par le développement d'un tapis dense d'espèces annuelles au passage de la zone sahélienne et notamment le fameux cramcram (*Cenchrus biforus* Roxb.), graminée épineuse dont les fruits s'accrochent très facilement aux vêtements ou au pelage des animaux.

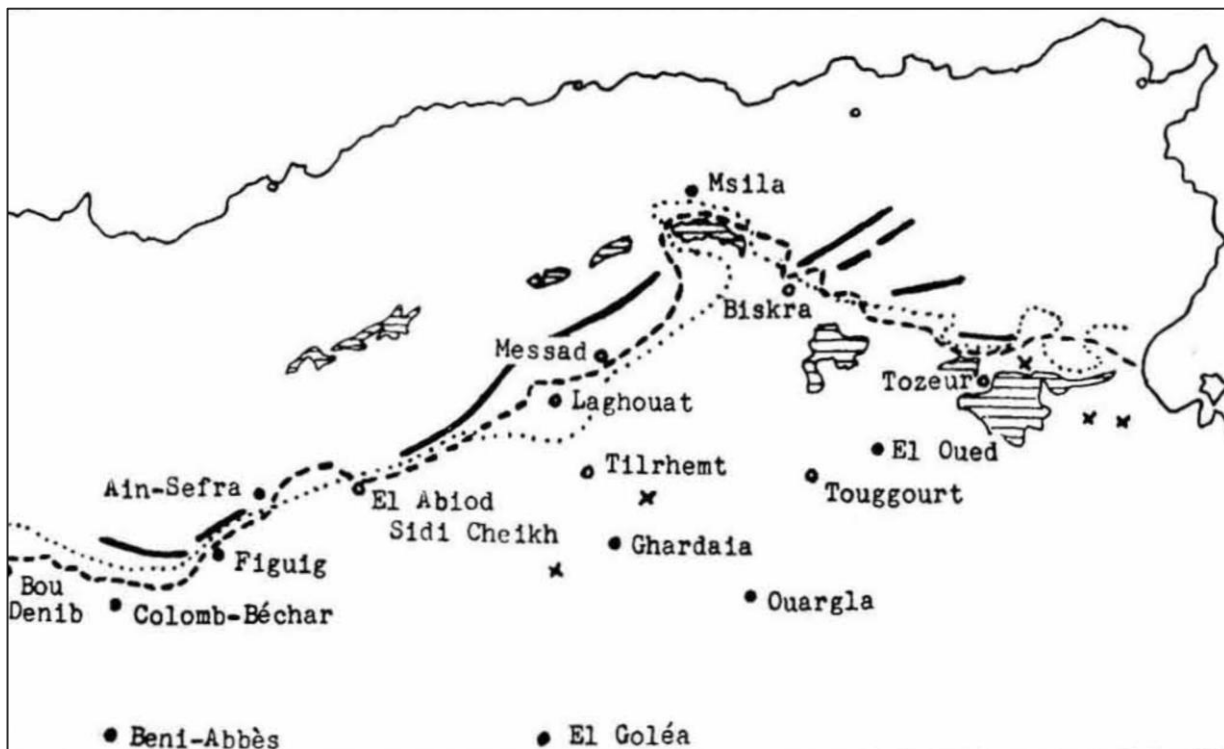


Figure 1.- Limites du Sahara septentrional (OZENDA,1991)

I.1.3.- Géologie

La structure géologique du Sahara est un vaste bouclier continental relativement stable qui a persisté durant l'ensemble des époques géologiques (OZENDA, 1983). Le Sahara est constitué tout d'abord par des roches extrêmement anciennes, représentant le socle antécambrien, qui répond localement au grand bouclier africain où apparaissent essentiellement des gneiss et des micaschistes dont la métamorphisassent donne bien souvent naissance à des granites (QUEZEL, 1965).

I.1.4.- Hydrologie

Le Sahara se caractérise par la présence de deux types de sources hydriques, celles d'origine superficielle et d'autres issues du sous-sol. Au Sahara septentrional le bassin sédimentaire constitue un vaste bassin hydrogéologique d'une superficie de 780 000 km², avec un maximum d'épaisseur de 4000 à 5000 m (CASTANY, 1982). Les potentialités du Sahara algérien en matière de ressources en eau, sont évaluées à 5 milliards de m³ par l'A.N.R.H (2005).

I.1.5.- Sol

On sait que le sol est le produit d'altération par différents agents atmosphériques (pluies, gel, vent, etc.) ou biologiques (racines, microorganismes, etc.). Au Sahara, le facteur de formation des sols est essentiellement le vent. Il s'y ajoute l'ampleur des variations thermiques, notamment, l'amplitude journalière de la température. L'eau n'intervient qu'accessoirement et surtout par le phénomène de ruissellement et d'évaporation. Mais le lessivage du sol qui joue un rôle si important sous le climat humide, n'intervient pas dans ce milieu (OZENDA, 1958). Ces sols sont peu évolués et dépourvus d'humus. Ces sols présentent des différences de comportement quant à la capacité de rétention de l'eau ; la conductibilité thermique et la salinité, caractères importants pour leur utilisation pour les végétaux. Le sol ou la couverture pédologique, forme la couche superficielle meuble qui recouvre la roche-mère, son épaisseur varie de quelques centimètres à quelques mètres. Il est pour la plante un support et un milieu nutritif (POUGET, 1980).

I.1.6.- Géomorphologie

Les aspects du Sahara sont extrêmement variés. Il est distingué différentes formes, caractérisés par la présence de regs, de hamada et d'ensemble dunaire (DERUAU, 1967). LELUBRE (1952) admet que, s'il y est une région du globe, où les formes de relief sont particulièrement nettes et visibles, c'est bien le Sahara et si les processus morphogénétiques (vent, eau, etc.) à l'œuvre dans ce milieu sont caractéristiques, rien n'est étonnant à ce que les formes qui en résultent le soient aussi. Les principales formes géomorphologiques sahariennes sont les formations sableuses, les nebkas, les barkhanes, les ergs, les sebkhas, les dayas, les lits d'oued, les regs et les hamadas.

I.1.6.1.- Formations sableuses

Le sable est un élément essentiel du paysage saharien. Cependant, les dunes sont loin de recouvrir la totalité du Sahara, mais se localisent généralement dans de vastes régions ensablées appelées les ergs (LELUBRE, 1952). Les sols sableux qui renferment les cordons dunaires (erg) et les autres types des zones ensablées sont les plus représentés dans les régions Sahariennes (CHEHMA, 2006). Les cordons dunaires peuvent être définis comme étant de grandes rides atteignant plusieurs dizaines de mètres de haut, orientées généralement nord-sud dans les deux grands ergs oriental et occidental (OZANDA, 1977). D'après GARDI (1973), les dunes peuvent avoir des formes différentes en fonction de la direction dominante du vent.

I.1.6.2.-Nebka

La nebka est une dune d'abri, forme mineure et éphémère due à l'accumulation du sable derrière un obstacle, buisson, touffe ou simple caillou. Ses dimensions sont modestes (traîne de quelques centimètres à quelques mètres de long) (COUDE-GAUSSSEN, 2002). D'après FABRE (2004), la Nebka est une flèche de sable disposée à l'aval d'une touffe d'herbe, plus un petit amas en forme de croissant à l'amont de celle-ci.

I.1.6.3.- Barkhane

Orthographié en anglais : Barchan. Ce terme, venu du Turkestan, désigne d'une dune isolée, en forme de croissant, dont la convexité est tournée vers la direction d'où vient le vent. La pente au vent est douce, la pente sous le vent raide et la crête au sommet sont aiguës (Sif). Les barkhanes se développent souvent sur des regs nus et indiquent la direction du vent dominant. Elles peuvent avancer de 5 à 10 m par an (FABRE, 2004). La Barkhane est la dune mobile la plus étudiée. Cette dune sans végétation se caractérise par sa forme en croissant, opposant un corps large et haut à des cornes latérales, s'effilant dans le sens du vent (COUDE-GAUSSSEN, 2002).

I.1.6.4.- Erg

Les ergs sont les grands massifs de dunes, ils occupent environ 20% de la surface du Sahara. Les ergs vifs sont formés de grandes rides parallèles, hautes de 50 à 80 m souvent frangés de siouf. Il n'est pas rare de trouver des alignements de plusieurs dizaines de kilomètres de long (TOUTAIN, 1979). En Algérie il existe deux principaux ergs : Erg Oriental et Erg Occidental (OZANDA, 1977).

I.1.6.5.- Sebkha

Les Sebkhas sont des dépressions endoréiques, de tailles très diverses, saisonnièrement occupées par des étendues d'eau salée (COUDE-GAUSSSEN, 2002). D'après BEUCHER (1975), la Sebkha est une dépression fermée caractérisée par la présence de dépôts de sels et l'absence de végétation.

I.1.6.6.- Daya

Dépressions souvent de tailles modestes (quelques dizaines de mètres de diamètre, quelques décimètres ou mètres de profondeur) à la surface des Hamadas ou autres zones plates. L'eau des pluies y entraîne des produits d'altération, de l'herbe et quelques buissons peuvent y survivre (FABRE, 2004). Dans ces dépressions fermées, à fond argilo-sableux, se rassemblent les eaux de ruissellement après les pluies (BEUCHER, 1975).

I.1.6.7.- Lits d'Oued

Ce terme général donné pour un cours d'eau temporaire, quelle que soit son importance, désigne souvent un lit desséché où l'eau n'a plus coulé depuis de nombreuses années (FABRE, 2004).

I.1.6.8.- Reg

Surface plane couverte d'une mince couche de sable ou de graviers souvent éolisés (FABRE, 2004).

I.1.6.9.- Hamada

C'est un plateau en général rocheux. Les hamadas sont des surfaces rocheuses, à topographie très monotone, souvent plates à perte de vue, où la roche peut affleurer en blocs ou en dalles (MONOD, 1992).

I.2.- Climat saharien

Le climat, en raison de ses composantes, tels que la température, les précipitations, le vent et l'humidité relative de l'air, contrôle nombreux phénomènes biologiques et physiologiques. La répartition géographique des végétaux et des animaux et, la dynamique des processus biologiques, sont foncièrement conditionnés par le climat (BOUDY, 1952).

I.2.1.- Pluviosité

La pluviosité est le caractère essentiel du fait que plus la moyenne est faible, plus la distribution dans le temps est et aléatoire ; de sorte que les deux facteurs conjuguent leurs effets peuvent aggraver les conditions de vie (OZENDA, 1982). Le régime pluviométrique au Sahara septentrional, caractérisé par des pluies qui apparaissent pendant la saison froide, de septembre à mars; avec une moyenne de 100-200 mm par an et souvent loin d'être atteinte, est variable d'une année à l'autre. Cette périodicité joue un rôle capital dans l'individualisation de la végétation (QUEZEL et SANTA, 1962). La pluie est certainement l'élément le plus important pour caractériser le Sahara. Elle conditionne à elle seule l'apparition et l'existence d'une région désertique. En examinant la répartition et la fréquence des différentes hauteurs de pluie au Sahara, DUBIEF (1963) montre, sur une bonne partie du Sahara l'existence de saisons pluvieuses. En relation avec la pluviosité, il a défini plusieurs types de sécheresses :

- Une sécheresse météorologique correspondante à un laps de temps pendant lequel il ne tombe aucune pluie, si petite soit-elle ;

- Une sécheresse efficace, pastorale ou agricole, coïncide avec le temps qui s'écoule entre deux pluies utiles capables de régénérer un pâturage, ou permettant la culture sans irrigation ;
- Une sécheresse apparente, c'est celle au cours de laquelle un mois est sec, s'il reçoit moins de 0,05 mm de pluie ;
- Une sécheresse réelle englobe toutes les périodes sans pluies d'une année.

Les sécheresses sont importantes pour la faune, la flore et le sol. Lorsque la sécheresse dure plus d'un an, les pluies d'été disparaissent ainsi que la végétation. Ce sont les sécheresses qui gouvernent la biogéographie de la flore au Sahara. Les phases sans pluie utile du point de vue pastoral ou de sécheresse efficace, sont beaucoup plus étendues. La disponibilité de l'eau, est le point crucial dans cette région. Les organismes vivants doivent être aptes à l'emmagasiner et à l'utiliser avec le maximum de rendement lorsqu'elle est rare.

I.2.2.- Température

Le climat thermique du Sahara est relativement uniforme ; dès la partie septentrionale, où se rencontrent des étés brûlants qui ne sont guère plus durs que ceux qui s'observent dans la partie centrale et même soudanaise (OZENDA ,1983). Le Sahara présente un fort maximum de température, de l'ordre de 40°C. Pendant, la période critique, allant de juillet à août. Parfois, elles peuvent aller au-delà de 50°C. À In Salah, en 1931, il est noté 45 jours consécutifs dont la moyenne des maximums était de 48°C., avec une pointe à 53°C (OZENDA, 1983). Par contre en hiver s'observent des minima de l'ordre de -10° C. dans certaines régions (TOUTAIN, 1979). Certes c'est la température du sol qui règle la germination des graines et le développement des plantules; toutefois, elle varie considérablement avec la nature du substrat (QUEZEL et SANTA, 1962). La température du sol en surface peut dépasser 70°C. Cependant, en profondeur, les températures vont diminuer rapidement et s'équilibrer. Il ne peut geler normalement que dans la partie Nord du Sahara et même en montagne (MONOD, 1992). En milieu aride, les effets des températures sont toujours difficiles à isoler de ceux des précipitations, car ce sont deux facteurs limitant l'activité générale des insectes. La température représente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 1984). Les températures sont fraîches la nuit dans le nord du sahara et torrides dans la journée. Au sud, elles sont très chaudes, aussi bien la nuit que le jour (OULD EL HADJ, 2004).

I.2.3.- Vent

La zone de basse pression permanente de l'équateur constitue une zone d'appel des masses d'air des deux hémisphères. En contre partie, à la hauteur des tropiques se forme une zone de haute pression due à l'accumulation de l'air revenant de l'équateur. L'existence de terre et de mer qui réagissent différemment à l'échauffement solaire, provoque l'émiettement de la zone de haute pression en cellules anticycloniques distinctes, une sur l'Atlantique à la hauteur des Açores, l'autre sur le Sahara central. Dans ces cellules s'organisent des vents de moyennes latitudes vers l'équateur dans les couches inférieures et dans la partie orientale de l'Équateur vers les moyennes latitudes (OULD EL HADJ, 2004). Malgré les apparences, le Sahara n'est pas à proprement parler un pays venteux, mais un pays où, par suite de sa dénudation, il est plus facilement senti le vent (DUBIEF, 1952). C'est un phénomène continu du désert où il joue un rôle considérable en provoquant une érosion intense grâce aux particules minérales qu'il transporte et, en contrepartie une sédimentation se traduisant par la formation de dunes. Des vents de 100 km à l'heure sont des phénomènes courants et l'air peut rester obscurci des journées entières par des vents de sable. Si le vent en lui même n'a rien d'exceptionnel dans le désert, ses effets sont frappants. Le vent est une grande contrainte pour certaines cultures au Sahara. Le sirocco, vent très chaud et sec du sud-ouest, chargé de sable, souffle parfois pendant plusieurs jours et tue les plantes les plus délicates des oasis. Il accumule aussi le sable autour de certains végétaux et les enterre. S'ils ne sont pas dégagés, ils succombent (DUBIEF, 1951).

I.2.4.- Insolation

Selon SELTZER (1946), le rythme diurne et annuel des phénomènes météorologiques est étroitement lié au mouvement apparent du soleil. La lumière, facteur essentiel intervient dans l'entretien du rythme biologique. Son action est en relation avec sa durée journalière, mais aussi avec les variations lunaires et saisonnières (LE BERRE, 1989). La lumière agit par son intensité, sa longueur d'onde, son degré de polarisation, sa direction et sa durée (DAJOZ, 1982). Le Sahara reçoit une quantité de lumière relativement très forte, le nombre d'heures annuelle de soleil est de l'ordre de 3000 à 3500 heures (OZENDA, 1983). Les durées d'insolations sont évidemment très importantes au Sahara, variant de 9 à 10 heures par jour. Le désert est avant tout le pays du soleil. Elles varient assez notablement d'une année à l'autre et même suivant les périodes de l'année envisagée (DUBIEF, 1959). La forte luminosité est un facteur favorable pour l'assimilation chlorophyllienne, mais elle a en revanche un effet desséchant car elle augmente la température (OZENDA, 1983).

I.3.- Flore

La flore saharienne apparaît comme très pauvre si l'on compare, le petit nombre des espèces qui habitent ce désert à l'énormité de la surface qu'il couvre. Les caractères physiologiques de la végétation désertique révèlent une réduction très nette du tapis végétal. On compte environ 300 espèces pour 150.000 sur la marge Nord du Sahara et 400 espèces sur sa marge Sud (DEMANGEOT, 1981). L'étude de cette flore présente pourtant un intérêt considérable, car elle est très variée dans sa composition systématique. Elle compte presque autant de familles que dans la flore européenne. Elle réunit en outre, des éléments géographiques de provenance très différente qui posent ainsi des problèmes biogéographiques de premier ordre (OZENDA, 1958). La flore du Sahara septentrional, représentée en large partie par l'élément saharo indien (trois quarts de l'ensemble) est relativement homogène et les pénétrations méditerranéennes font d'elle l'une des régions les plus riches du Sahara (QUEZEL, 1978). Les caractères biologiques spéciaux du Sahara, l'existence des vastes espaces impropres à la vie et constituant des barrières à la dissémination des espèces, font que l'endémisme est particulièrement développé dans les régions qui sont géographiquement isolées. Il est dénombré dans le Sahara septentrional 162 espèces endémiques (OZENDA, 1958). Le tableau 1, fait ressortir le nombre des genres d'espèces et d'espèces endémiques de quatorze familles les plus importantes de cette flore. La composition systématique de la flore saharienne, en tenant compte de l'appartenance des espèces, non pas à un élément géographique, mais à un groupe systématique faisant intervenir la famille, la tribu ou le genre laisse paraître trois familles prédominantes dont en tête les Graminées avec 35% de ces trois familles, les Légumineuses et les Crucifères à deux ne représentent que les 35 à 40% des familles. Cependant, une attention particulière est portée aux Chénopodiacées, aux Crucifères et aux Zygophyllacées ayant une prédominance au Sud (OZENDA, 1983).

Tableau 1.- Nombre de genres, d'espèces et espèces endémique pour quatorze familles les plus importantes de la flore saharienne (QUEZEL, 1978)

Familles	Genres	Espèces	Espèces endémique
Aizoacées	11	11	-
Asclépiadacées	11	23	04
Borraginacées	17	43	04
Caryophyllacées	22	73	13
Chénopodiacées (Amaranthaceae)	23	64	-

Composée (Asteraceae)	80	164	13
Crucifère (Brassicaceae)	44	73	12
Graminée (Poaceae)	74	204	19
Labiacée (Lamiaceae)	16	36	07
Légumineuse (Fabaceae)	30	156	22
Liliacée	07	08	02
Ombellifère (Apiaceae)	18	35	13
Scrofulariacée (Plantaginaceae)	-	49	04
Zygophyllacée	07	27	09

Trois familles principales, sont mieux représentées surtout dans la lisière nord du Sahara septentrional à savoir : Graminées, Composés et Légumineuses, cependant une attention faite aux Chenopodiacées, Crucifères et Zygophyllacées (OZANDA,1977). Au Sahara, comme partout ailleurs, la végétation est le plus fidèle témoin du climat (GARDI,1973). Par conséquent l'absence de végétation sur de grandes étendues est le caractère le plus simple du paysage saharien, le tapis végétal est discontinu et très irrégulier, les plantes utilisent surtout les emplacements où le ravitaillement en eau se trouve un peu moins défavorable qu'ailleurs (OZENDA,1991). Les plantes sahariennes, présentent des modifications morphologiques qui leurs permettent de supporter l'hostilité du milieu, parmi ces modifications, il faut citer : formation de tige et feuilles charnues, disparition des feuilles ou réduction de leur surface et la capacité de survivre à l'état de graine plusieurs années de sécheresse (OZENDA, 1977). Les végétaux sahariens dans un milieu hostile et pour vivre dans ce milieu il faut adapter des modifications morphologiques spéciales (PEYRE DE FABREGUES, 1989 cité par CORRIRA, 2005). Cette adaptation se manifeste par :

- Un appareil aérien des plantes réduit au maximum pour minimiser les pertes dues à l'évapotranspiration (absence de feuilles et présence d'épines);
- Un cycle biologique des plantes annuelles très court ;
- Des plantes vivaces pourvues de puissantes racines et capables de rester très longtemps en vie ralentie ;
- Une répartition diffuse des plantes : il n'est pas rare de voir des dizaines, voire une centaine de mètres qui séparent deux individus.

En dépit de la dureté des conditions auxquelles sont soumis les êtres qui vivent dans le milieu désertique, les espaces complètement dépourvus de vie, ou espaces abiotiques sont relativement restreints. En dehors de ces espaces particuliers, la végétation existe, mais son importance est fonction directe de la quantité d'eau disponible. Le problème d'adaptation au climat désertique est donc en premier lieu celui de la subsistance pendant ces longues périodes sèches. Cette fin unique est obtenue par des moyens extrêmement variés. Une partie des plantes raccourcissent leur cycle de développement de manière à supprimer toutes leurs parties aériennes pendant la période de sécheresse, qu'elles traversent alors, soit sous forme de graines, soit sous forme d'organes souterrains tels les bulbes et les rhizomes. D'autres, au contraire, maintiennent leurs parties aériennes mais présentent un ensemble de dispositifs anatomiques qui ont pour effet de leur assurer une meilleure alimentation en eau et de diminuer leurs pertes par évaporation, (OZENDA, 1991).

Le mode d'adaptation à la sécheresse des plantes sahariennes permet de différencier deux catégories (OZENDA, 1991).

I.3.1.- Plantes annuelles

Plantes éphémères, appelées encore acheb, n'apparaissant qu'après la période des pluies et effectuent tout leur cycle végétatif avant que le sol ne soit desséché. La longueur de ce cycle est très variable d'une espèce à une autre et est généralement d'un à quatre mois (OZENDA, 1991). Ce sont des Thérophytes dont les graines ont un pouvoir germinatif qui peut être conservé pendant longtemps et passent la saison défavorable sous forme de graines (RICHARD, 1985 ; FAYE, 1997).

I.3.2.- Plantes vivaces

Plantes permanentes, où l'adaptation met en jeu, à côté de phénomènes physiologiques encore mal connus, un ensemble d'adaptations morphologiques et anatomiques qui consistent surtout en un accroissement du système absorbant et réduction de la surface évaporante. Ce type de végétation est moins sujet aux variations saisonnières (GAUTHIER-PILTERS, 1969).

I.3.3.- Interaction sol végétation et influence des facteurs édaphiques

Selon HALITIM (1988), les facteurs édaphiques qui interviennent sur la répartition de la végétation sont la texture, la salure, la teneur et le niveau de concentration du calcaire et du gypse, l'hydromorphie, la réserve en eau utile et la teneur en matière organique. Toutefois, LE HOUEROU (1959) utilise le terme de groupe écologique pour montrer la liaison existante entre un ensemble d'espèces vis à vis d'un facteur du milieu et présentant entre elles des corrélations

positives. La mise en évidence des rapports sols végétations montre que cette dernière est très sensible aux variations édaphiques concernant la morphologie et le chimisme du profil, mais que le degré d'évolution du sol se manifeste assez peu dans la composition du tapis végétal, sauf bien entendu, lorsque cette évolution se marque par des modifications physiques ou chimiques importantes du profil. Ce sont finalement les facteurs susceptibles de modifier le bilan d'eau sol, comme pente, position topographique, texture structure, profondeur, chimisme,... qui manifestent une action prépondérante sur la composition et la structure de la végétation; à l'intérieure d'un climat donné (LE HOUEROU, 1959).

I.3.3.1.- Groupements zonaux

Caractérisant la végétation directement soumise à l'influence des facteurs édaphiques déterminants (salure, nappe ...) qui masquent l'action des autres facteurs climatiques (POUGET, 1980). Ce sont des groupements forestiers et steppiques qui correspondent à une végétation naturelle fortement influencée par le climat, mais aussi par les autres facteurs écologiques, édaphiques et anthropiques, représentant en fait la grande majorité des groupements, ils se différencient tout d'abord selon les bioclimats étages et sous étages bioclimatiques, généralement en concordance avec les étages et sous étages de végétation. Dans chaque bioclimat, les groupements s'ordonnent ensuite dans chacune des variantes et sous-variantes thermiques selon des séries exprimant la dynamique de la végétation sur des substrats comparables (POUGET, 1980).

I.3.3.2.- Groupements du Sahara septentrional

Au Sahara septentrional en particulier l'hétérogénéité du substrat détermine l'apparition des groupements végétaux parfaitement individualisables mais qu'il est bien difficile d'intégrer dans un complexe d'unité supérieure, parce que là se retrouve côte à côte dans un complexe indissociable des espèces Psammophiles où Gypsophiles (OZENDA, 1983). Dans ce cas seul, une analyse précise basée sur l'individualisation des groupes écologiques peut rendre compte de la nature de l'association (QUEZEL, 1955).

I.3.3.3.- Groupements halophiles et halogypsophiles

La végétation des terrains salins et gypso-salins du Sahara septentrional est relativement variée et plus riche du point de vue floristique (QUEZEL, 1955) parmi lesquelles il faut citer les associations telles que l'association hyper halophile de *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.B. (Amaranthaceae) qui localise les Sebkhass asséchées en été; l'association halogypsophiles de *Zygophyllum album* Linné (Zygophyllaceae) et *Traganum nudatum* Delile (Amaranthaceae)

l'association de *Suaeda vermiculata* Forsk. et *Salsola foetida* Linné (Amaranthaceae) qui est liée aux sables limoneux fortement chargés en gypse.

2.3.3.4.- Végétation hygrophile

Les points d'eau non salés ne sont pas très fréquents au Sahara. Les quelques sources qui apparaissent sont peuplées par une végétation hygrophile ; d'ailleurs peu nombreuse. Parmi les espèces les plus fréquentes, se remarquent *Samolus valerandi* Linné (Primulaceae), *Juncus maritimus* Desf. (Juncaceae) et quelque pied de *Tamarix gallica* Linné (Tamaricaceae) (QUEZEL, 1955). Ils comprennent des groupements aquatiques des eaux des oueds permanents ou mares permanentes ou temporaires, fontinaux ou palustres. Leur composition est essentiellement la même dans toutes les parties du Sahara (OZENDA, 1982).

I.3.3.5.-Végétation psammophile

La végétation des sables du Sahara est relativement bien connue. GUINOCHET (1951) décrit quelques associations pour l'étage méditerranéen saharien inférieur. Ces associations peuvent se distinguer d'après leurs exigences édaphiques. Ainsi, on retrouve l'association à *Calligonum comosum* L'Herit (Polygonaceae) et *Anthyllis sericea* Maire var. *bennonia* (Fabaceae) pour les placages sablonneux et les macro-dunes ; les associations à *Retama retam* (Forsk.) Webb. et Berth. (Fabaceae) et *Arthrophytum schmittianum* Pomel. (Amaranthaceae) pour les oueds sablonneux et les dayas ; les associations à *Traganum nudatum* var. *obtusatum* Del. (Amaranthaceae), *Retam retam* (Forsk.) Webb. et Berth. (Fabaceae) et *Suaeda mollis* (Desf.) Del. (Amaranthaceae) pour les steppes sablonneuses à nappe phréatique profonde.

I.3. 4.- Végétation saharienne proprement dite

La répartition des végétaux à la surface du globe est conditionnée par trois facteurs principaux : l'eau, la température et la lumière. Lorsque ces facteurs sont suffisamment remplis, le tapis végétal atteint son plein développement (OZENDA, 1958). Toutefois, la richesse du monde végétal du Sahara est assez variable. Il y existe une grande diversité spécifique suivant les lieux. Ainsi, la répartition des différentes espèces en fonction de la géomorphologie de la zone fait ressortir des densités de végétations (qualifiées de diffuses) très inégales suivant les milieux. Elles sont plus denses dans les dépressions tels que les lits d'oueds et les dayas. Elles sont plus lâches mais toujours présentes sur les plateaux ou sur les dunes (UNESCO, 1960 ; OZENDA, 1958). Suivant leurs affinités biologiques et leurs exigences vis à vis du milieu ambiant, la composition des groupements végétaux est sensiblement constante. Concernant la géomorphologie se distinguent différents types de végétation : la végétation des ergs, la végétation des regs, la

végétation des hamadas et sols rocheux, la végétation des dépressions, la végétation des sols salés et la végétation des oasis.

I.3.4.1.- Végétation des ergs

Le milieu est essentiellement caractérisé par la dominance d'*Aristida pungens* Desf. De Winter (Poaceae) associé à une végétation arbustive formée par *Ephedra alata* Dec. (Ephedraceae), *Retama retam* (Forsk.) Webb. Et Berth. (Fabaceae), *Genista saharae* Cosson. et Dur. (Fabaceae) et *Calligonum azel* Maire. (Polygonaceae) (MAIRE, 1926). Parmi les plantes herbacées, *Cyperus conglomeratus* Rottb. (Cyperaceae) et *Moltkia ciliata* (Forsk) Johmst (Boraginaceae) sont les plus abondantes, pouvant être accompagnées par une graminée endémique *Danthonia fragilis* Guinet et Sauvage (Poaceae) (GUINET, 1954). Dans les accumulations sableuses peu épaisses, d'autres *Aristida* sont accompagnées d'espèces de sols rocailleux comme *Cotula cinerea* Del (Asteraceae) et *Euphorbia guyoniana* Boss. et Remt (Euphorbiaceae) (QUÉZEL, 1954).

I.3.4.2.- Végétation des regs

Il se note le développement d'un groupement très diffus dominé par *Haloxylon scoparium* Pomel (Amaranthaceae), des Chénopodiacées arbustives, des Asclépiadacées *Pergularia tomentosa* Linné et la présence de quelques plantains et végétaux bulbeux en cas d'ensablement superficiel. Il y a apparition des *Aristida* (*A. plumosa* (L.) Munro, *A. obtusa* (Del.) Nees) (Poaceae), des Lilaceae. Par contre dans les regs argilo-sableux dominant les espèces, tels que *Cornulaca monacantha* Delile (Amaranthaceae), *Randonia africana* Coss (Resedaceae) *Hyoscyamus musticus* Linné (Solanaceae) et *Z. album* Linné (OZENDA, 1983). Les regs sont généralement nus dans le Sahara central, où ils constituent le milieu le plus pauvre et ils peuvent être considérés même comme abiotique sur les vastes étendus.

I.3.4.3.- Végétation des hamadas et sols rocheux

Sur les plateaux horizontaux ou peu accidentés, la flore est caractérisée par une végétation bien étalée que celle du reg, même après les pluies. Parmi les plantes vivaces existant, il faut citer *Anabasis articulata* Moq. (Amarantaceae), accompagnées des plantes annuelles de genres *Erodium* (Geraniaceae), *Lifago* (Asteraceae), *Convolvulus* (Convolvulaceae), *Fagonia* (Zygophyllaceae), des géophytes bulbeuse (*Urginea*) et la steppe à *Haloxyloum scoparium* Pomel. (Amarantaceae). La végétation des pentes et des falaises très variées renferme une forte proportion d'espèces rares et endémiques comme *Aristida adscensionis* Linné. (Poaceae), *Moricandia suffruticosa* (Desf.) Coss. et Dur. (Brassicaceae), *Lotus roudairea* Bonnet. (Fabaceae) et *Senecio*

flavus (Decne.) Sch. Bip. (Asteraceae) (OZENDA, 1983).

I.3.4.4.- Végétation des dépressions

Dans les dayas et les dépressions fermées, le groupement caractéristique est l'association de *Pistacia atlantica* Desf. ssp. (Anacardiaceae) à *Zizyphus lotus* (L.) Desf. (Rhamnaceae), accompagnée des Composées de genres *Launea* (Asteraceae), *Anvillea* (Asteraceae), *Bubonium* (Asteraceae), des Papilionacées, et association d'*Haloxylum scoparium* Pomel (Amarantaceae) et de *Rantherium adpressum* Coss. et Dur (Asteraceae) avec *Euphorbia guyoniana* Boss. et Rennet (Euphorbiaceae) (HAMDI-AISSA *et al.*, 2005). Au niveau des lits d'oued et les vallées, c'est l'association de *Panicum turgidum* Forsk (Poaceae) et *Vachellia raddiana* (Savi) Brennan. (Fabaceae) qui domine (OZENDA, 1983).

I.3.4.5.- Végétation des sols salés

Sur les sols salés un peu secs s'établit une steppe caractérisée par la présence de plantes halophiles: Chénopodiacées vivaces telles *Salsola foetida* Del. (Amarantaceae), *Traganum nudatum* Del. (Amarantaceae), *Salsola sieberi* C. Presl. (Amarantaceae), et Zygophyllacées comme *Z. Album*. Lorsque le terrain est plus humide, la formation du Tamarix domine; par contre dans les points où la salure diminue, les espèces qui indiquent une salure faible, demeurent compatibles avec la plupart des cultures. La steppe est essentiellement composée d'*Atriplex halimus* Linné (Amarantaceae) (OZENDA, 1983).

I.3.4.6.- Végétation des oasis

Dans les oasis on peut observer d'après OZENDA (1991), des groupements rudéraux et messicoles, comprenant des plantes sahariennes et des espèces adventices, accidentellement introduites par l'homme.

Chapitre II : Matériel et méthodes

Chapitre II.- Matériel et méthodes

Le chapitre II est consacré à la description des principales méthodes et techniques utilisées pour la caractérisation de la flore spontanées des régions d'études. Les différents indices écologiques et traitements statistiques appliqués sont également exposés.

II.1.-Principe adopté

La démarche consiste à effectuer périodiquement des sorties d'observations sur terrain et d'analyses visuelles, des différents paysages et topographies existants au niveau des zones d'étude. La présente investigation cherche à mettre en relief l'influence de quelques paramètres environnementaux et écologiques sur la distribution spatiale et biogéographique de la végétation de quelques zones du Sahara septentrional algérien. La méthodologie adoptée repose sur la présentation et la classification bioclimatique des zones d'études.

II.2.- Présentation des zones d'étude

Les facteurs qui caractérisent les régions sont édaphiques et climatiques.

II.2.1.- Présentation de la zone de Ouargla

La zone de Ouargla est l'une des principales Oasis du sud algérien, se trouvant à 157 m d'altitude, à 800 km au sud-est d'Alger, à 5°20' E de longitude et 31°58' N de latitude (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975). Elle est limitée au nord par les régions de Djelfa et d'El Oued, à l'est par la Tunisie, au sud par les régions de Tamanrasset et d'Illizi, et à l'ouest par la région de Ghardaïa (ANONYME, 1995). La zone de Ouargla, d'une superficie de 163 233 km², se trouve dans le bassin versant de l'Oued M'ya dont les extrémités sont représentées à l'ouest par Bamendil et Mekhadma, au nord par Bour El Haïcha, à l'est par Sidi Khouiled et Hassi Ben Abdellah et au sud par Béni Thour, Aïn Beïda et Rouissat. Le relief est caractérisé par une prédominance de dunes, et revêt un aspect tabulaire aux strates parallèles. D'après l'origine et la structure des terrains, se distingue trois zones (PASSAGER, 1957): à l'ouest et au sud, des terrains calcaires et gréseux forment des terrains déshérités où poussent exceptionnellement quelques touffes d'*Aristida pungens* Desf De Winter (Poaceae) à l'est, se trouve une zone pauvre en points d'eau, caractérisée par le synclinal d'Oued M'ya ; à l'est et au centre, le grand Erg Oriental occupe près de trois quarts de la surface totale. Toutefois, le réseau hydrographique de la région de Ouargla se constitue essentiellement de trois grands éléments hydrologiques, l'oued M'ya, l'oued N'Sa, et l'oued M'Zab. Ces deux derniers oueds participent dans une certaine mesure à l'alimentation en eau des nappes phréatiques malgré la faiblesse des précipitations et de leur caractère orageux (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975). Cette zone fait partie des deux grands ensembles aquifères du Sahara septentrional,

qui sont le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT). Les sols sahariens ont en général une mauvaise structure, faute d'humus suffisant et parfois d'excès d'ions Na^+ qui ont tendance à disperser les colloïdes (DUBOST, 1991).

Le sol de la cuvette de Ouargla est sableux, à structure particulière. Comme la majorité des sols sahariens, les sols de Ouargla sont bien aérés, pauvres en fractions organiques et à pH alcalin (KAFI *et al.*, cité par HANNACHI ET KHITRI, 1991). Le taux de salinité est très important à cause de la remontée des eaux de la nappe phréatique et des eaux d'irrigation chargées en sels. Ils présentent des différences de comportement quant à la capacité de rétention en eau, la salinité et la conductibilité thermique (DEMANGEOT, 1981). La région se caractérise par trois types de sols : des sols sal-sodiques, des sols hydromorphes et des sols à minéraux bruts (HALILAT, 1993).

Pour ce qui est de Ouargla, sur le plateau, les sols présentent une surface graveleuse, formant un reg à graviers ou pierreux, un reg à pierres et des voiles éoliens, cet horizon de surface surmonte une croûte calcaire à dolomie, très dure, de 30 cm, ensuite un horizon calcaire, nodulaire, moins dur entre 35 et 60 cm puis, au delà de 60 cm, un horizon pétrogypsiqne à 57 % de gypse. Sur le glacis, à 140 m d'altitude, le sol est constitué d'un matériau meuble, exclusivement détritique, hérité de l'altération des grès à sable rouge du miopliocène. C'est le sol le plus pauvre en gypse de la région lequel atteint jusqu'à 8 m de profondeur, il ne présente aucun niveau d'encroûtement (HAMDI AISSA et GIRARD, 2000). Les sols de la région de Ouargla sont caractérisés aussi, par un pH alcalin, une activité biologique faible et une forte salinité (DAOUD et HALITIM, 1994). La distribution de la salinité dans le profil pédologique est caractérisée par une augmentation de bas en haut. Les horizons de surface présentent toujours les plus fortes valeurs de la conductivité électrique (DJILI *et al.*, 2003).

Les facteurs climatiques jouent un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants. En effet, ces derniers ne peuvent se maintenir et prospérer que lorsque les conditions climatiques du milieu sont favorables. Il est possible de distinguer parmi les facteurs climatiques la lumière et la température en tant que facteurs énergétiques, les précipitations comme facteurs hydrologiques et les vents en tant que facteurs mécaniques (RAMADE, 1984). Les régions sahariennes connaissent des déficits pluviométriques importants. La pluviométrie est partout faible et accuse une très forte variabilité annuelle, saisonnière et régionale. Les températures sont élevées. Le climat est aride à hyperaride avec des amplitudes thermiques importantes (MATE, 2000).

Les caractères du climat saharien sont dus tout d'abord à la situation en latitude, au niveau du tropique, ce qui entraîne de fortes températures et au régime des vents qui se traduit par des courants chauds et secs. Ouargla fait partie des différentes régions sahariennes, dont les limites sont en de çà des isohyètes 100 à 130 mm et se confondent avec celles du désert, c'est-à-dire avec celles du territoire

caractérisé par un appauvrissement considérable de la faune et de la flore naturelles (OZENDA, 1991)

Il est noté d'importantes amplitudes thermiques entre les températures minimales et les températures maximales, ce qui constitue l'une des caractéristiques climatiques de la région (tab. 2). La température moyenne oscillant entre 5,05°C pour le mois de janvier (mois le plus froid) et 28,36°C pour le mois de juillet (mois le plus chaud). Les moyennes des températures maximales et minimales pour la même période sont respectivement de 36,05°C et 11,82°C.

Dans la région de Ouargla, les précipitations proviennent essentiellement des perturbations orageuses, courtes et violentes. Elles se caractérisent par des écarts interannuels et inter mensuels importants et parfois des intensités génératrices de crues. La plupart des précipitations se produisent durant l'hiver, bien que certains hivers soient pratiquement secs. Les précipitations sont très faibles, irrégulières et quantitativement insignifiantes. Le mois de janvier constitue le mois le plus pluvieux avec une moyenne de 26,13 mm et juillet le plus sec avec une moyenne de 0,35 mm (tab. 2).

L'humidité est en fonction de la température de l'air et du vent. Les vents du nord et du nord-est amènent généralement l'air humide et ceux du sud et du sud-ouest la sécheresse (GRINEV, 1969). Pour la région de Ouargla, le taux d'humidité relative varie d'une saison à l'autre, mais il reste toujours faible, où il atteint son maximum au mois de janvier avec un taux de 60,67 %, et une valeur minimale au mois de juillet avec un taux de 27,54 % (tab. 2).

Ouargla est une région ventée où les vents soufflent du nord-est et du sud. Les vents les plus fréquents en hiver sont les vents d'ouest, tandis qu'au printemps les vents du nord-est et de l'ouest dominant, en été ils soufflent du nord-est et en automne du nord-est et sud-ouest (DUBIEF, 1963). Le vent agit comme facteur favorisant d'une façon accentuée l'évaporation notamment lorsque sa vitesse dépasse 15 à 17 km/h. Il agit soit directement par une action mécanique sur le sol et les végétaux, soit indirectement en modifiant l'humidité et la température (OZENDA, 1991). Concernant l'étude climatique pour la période précitée, il s'avère que le mois le plus venté est mai avec une vitesse moyenne de 10,29 m/s et décembre constitue le mois le moins venté avec une vitesse moyenne de 7,11 m/s. (tab. 2).

La région de Ouargla est caractérisée par sa forte insolation avec un minimum de 213 heures au mois de décembre et un maximum de 329 heures en juillet pour la décennie (2001-2011) (tab. 2). Elle occasionne une élévation des températures et une forte évaporation (COTE, 1996). Selon ROUVILLOIS BRIGOL (1975), 138 jours de l'année présentent un ciel totalement clair et dégagé.

Tableau 2.- Caractéristiques climatiques de la région de Ouargla (2001-2011) (O.N.M. Ouargla, 2012)

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin.	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
TM(C°)	18,60	21,19	24,82	30,03	34,79	40,07	43,74	42,70	37,44	31,98	23,95	19,34
Tm (C°)	5,05	6,86	11,21	15,30	19,98	24,86	28,36	27,70	23,64	17,87	10,31	6,20
T(M+m) /2	11,82	14,03	18,02	22,66	27,39	32,47	36,05	35,20	30,54	24,93	17,13	12,77
Précipitation (mm)	26,13	1,26	8,21	11,85	2,4	1,28	0,35	7,12	6,17	7,93	5,94	6,48
Humidité (%)	60,67	51,85	45,15	39,64	35,56	30,29	27,54	30,80	40,90	47,96	57,21	60,51
Vent (m /s)	7,49	8,46	9,08	10,16	10,29	10,01	9,65	8,94	9,33	8,06	7,34	7,11
Insolation (h)	244,28	239,08	262,00	281,41	295,20	279,57	329,45	327,55	267,48	260,01	246,81	213,32

T : température

M : moyenne mensuelle des températures maxima

m : moyenne mensuelle des températures minima

(M+m)/2 : moyenne mensuelle des températures maxima et minima.

II.2.2.- Présentation de la zone de Ghardaïa

La Wilaya de Ghardaïa se situe au centre de la partie nord du Sahara, à 600 km au sud d'Alger. Elle occupe une position centrale reliant les hauts plateaux avec le Sahara. Elle est comprise entre 32° 20' latitude nord et 0° 40' et 2° 30' longitude est (BENYOUCEF, 1991) et son altitude moyenne est de 530 m. Limitée du côté nord par la région de Laghouat (200 km), du nord-est par la région de Djelfa (300 km), de l'est par la région de Ouargla (200 km), au sud par la région de Tamanrasset (1470 km), du sud-ouest par la région d'Adrar (400 km), et de l'ouest par la région d'El-Bayadh (350 km) (DPAT, 2005).

Les sols de la vallée sont profonds, possédant une texture moins grossière que celle des sols des plateaux, mais ils sont influencés par des actions d'hydromorphie et d'halomorphie. Pour ce qui est des sols des plateaux, ils se caractérisent par des affleurements de dalle gréseuse et gréso-calcaire. La surface du sol est présente des cailloux détritiques et de sable grossier le tout couvert par une couche de sable éolien de 3 à 5 cm d'épaisseur. Les sols de cette catégorie se distinguent par une profondeur texture est souvent grossière (70 à 80% de sable fin et grossier) (KHADRAOUI, 2007). Les principales ressources en eau souterraine exploitée dans ces zones est celle de la nappe du continental intercalaire. Quant à la nappe phréatique, dont son réservoir en eau est limité et conditionné aux pluies, qui tombent dans la région (KHADRAOUI, 2005). La température au Sahara est relativement uniforme. Dans la partie septentrionale se rencontrent des étés brulants qui ne sont

que guères plus dures que ceux qui s’observent dans la partie centrale et même soudanaise à Ghardaïa. La période des chaleurs commence à partir du mois de mai et s'étale jusqu'à septembre. Le mois de juillet reste le mois le plus chaud (34,9°C). Le maximum absolu a atteint 42,29° C (juillet). Le mois le plus froid est janvier, avec une température moyenne de 11,69°C (tab. 3). Les pluies sont rares et irrégulières d’un mois à un autre et suivant les années, les valeurs moyennes des précipitations obtenues à Ghardaïa de la période allant de 2001 à 2011 sont regroupées dans le tableau 2. Le mois le plus pluvieux est septembre avec 21,46 mm. Les précipitations sont caractérisées essentiellement par leur rareté ainsi que par leur irrégularité entre les mois et d’une année à l’autre. L'humidité relative de l’air à Ghardaïa est très faible, le maximum était de 57,7 % (décembre) et le pourcentage le plus faible est obtenu en juillet soit 23,3 % (tab. 3). Dans la région de Ghardaïa les vents d’hiver soufflent du nord-ouest, ils sont froids et humides. Les vents d’été qui viennent du nord-est sont forts et chauds, ils sont les plus fréquents et, ont une action indirecte en activant l’évaporation et en augmentant la sècheresse (ZERGOUN, 1994). Les vents de sable soufflent du sud-est et ils sont très fréquents (20 jours en moyenne par an) durant les mois de mars, avril et mai (BENYOUCEF, 1991). La plus forte vitesse de vents est enregistrée à Ghardaïa en 2011 au mois de mars soit 4,02 m/s (tab. 3). La vallée de Oued M’Zab reçoit une quantité de lumière solaire relativement très importante. Le maximum est atteint au mois de juillet avec une durée d’insolation de 348 heures et le minimum au mois de janvier soit 201 heures.

Tableau 3.- Caractéristiques climatiques de la zone de Ghardaïa (2001-2011) (O.N.M. Ghardaïa 2012)

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin.	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
TM(C°)	18,14	21,87	25,16	28,12	29,24	37,23	42,29	40,9	35,3	30,8	24,7	16,9
Tm (C°)	5,24	7,72	10,72	14,28	16,39	25,12	27,7	27,1	21,8	15,56	10,3	6,75
T(M+m) /2	11,69	14,79	17,94	21,2	22,81	31,17	34,9	34	28,5	23,18	17,5	11,82
Précipitation (mm)	12,96	1,81	6,13	8,33	1,35	1,97	3,10	9,44	21,46	9,55	5,12	6,99
Humidité (%)	46,5	42	50,5	40,7	35,5	33,5	23,3	25,4	31,5	57,5	53,2	57,7
Vent (m /s)	2,19	3,97	4,02	3,77	3,97	3,52	3,44	2,75	3,13	2,16	3,13	3,11
Insolation (h)	258	201	254	283	325	332	348	326	248	267	251	240

T : température

M : moyenne mensuelle des températures maxima

m : moyenne mensuelle des températures minima

(M+m)/2 : moyenne mensuelle des températures maxima et minima.

II.2.3.- Présentation de la zone d'Oued Righ

La vallée d'Oued Righ fait partie de l'ensemble de bassin du bas-Sahara avec une superficie de 600.00 km². Elle se situe au sud-est du pays, plus précisément au nord est du Sahara sur la limite nord du grand erg oriental, et la bordure sud du massif des Aurès. La vallée de l'oued Righ est une vaste dépression allongée dans les sens S-N, entre EL Goug (32°54' de latitude nord) et Oum El Thiour (34°9'). Cette région dépressionnaire est bordée à l'ouest par le plateau Mio-pliocène, à l'est par les grands alignements dunaires de l'erg oriental, au nord par Ziban et au sud par les Oasis d'Ouargla. La largeur de la zone varie entre 15 et 30 km suivant les endroits. La vallée d'oued Righ est scindée administrativement en 5 grandes daïras, dont les daïras d'El Mghaier et djamaa qui font parties de la wilaya d'El-Oued et les daïras de Meggarine, de Touggourt et de Temacine rattachées à la willaya d'Ouargla (DUBOST, 2002).

La région d'Oued Righ à une morphologie hétérogène, elle se présente comme une dépression (large fossé) orientée du sud vers le nord, composée d'une véritable mer de sable et de dunes qui s'étendent sur sa plus grande partie et quelques plaines composées de sable et d'alluvions. Elle région est connue sous le nom du bas Sahara, à cause de sa basse altitude notamment dans la zone du chott au nord où les altitudes sont inférieures au niveau de la mer (ANONYME, 2001).

Les sols de la région sont caractérisés essentiellement à la surface par des apports éoliens sableux. Ce sont des sols généralement meubles et bien aérés en surface, en majorités salés ou très salés. La nappe phréatique influe sur ces sols, et il est observé parfois un horizon hydromorphe ou un encroûtement gypso-calcaire. La texture des sols est très grossière par endroits et la teneur en sable fin et grossier peut dépasser 90 %. La détermination de la composition granulométrique des agrégats de certains profils a été perturbée par la présence importante de gypse. La très mauvaise structure des sols s'explique surtout par la texture grossière et la très faible teneur en matière organique, moins de 0,5% (SOGETHA-SOGREAH, 1970 cité par BERGUIGA *et al.*, 2012).

Le matériau parental des sols de l'Oued Righ est d'origine mixte alu-colluviale et éolienne. Les alu-colluvions proviennent de l'érosion du niveau encrouté datant du quaternaire ancien ou du Mio-pliocène (LACOSTE et SALANON, 2006). Les phases successives d'érosion et de comblement du fond de la vallée sont responsables de l'hétérogénéité de la texture constatée dans les horizons profonds (SOGETHA-SOGREAH, 1970).

Dans la région d'Oued Righ, l'alternance des couches imperméables et des couches aquifères d'une part, et l'existence d'un fossé de subsistance d'autre part, ont permis la formation de nappes souterraines superposées. Sur toute l'étendue de la région d'Oued Righ, les trois nappes ont été reconnues. Une nappe libre (phréatique) et deux nappes capitales (la nappe du complexe terminal et

la nappe du continental intercalaire) (ANRH, 2006). Sur le plant climatique à Oued Righ, les températures accusent des écarts journaliers et saisonniers importants avec de fortes variations saisonnières (28.2°C en juillet et 4.63 °C en janvier). La température maximale enregistrée est de 42.21 °C en mois de juillet, tandis que le minimum absolu est de 4,6 °C en janvier (tab. 4). La pluviométrie de la région de l'Oued Righ est très irrégulière et se concentrent entre les saisons automnales et printanières. Par contre, il y a un faible ou absence totale de précipitations durant le reste de l'année. La pluviométrie accuse un maximum de 26.13 mm pendant le mois de janvier (tab. 4). La région de l'Oued Righ est caractérisée par une faible humidité relative de l'air (ALLAM, 2008). Selon GRINEV (1969) l'humidité est en fonction de la température de l'air et du vent. Les vents du Nord et du Nord-Est amènent généralement l'air humide et ceux du Sud et du Sud-Ouest la sécheresse. L'humidité relative moyenne varie entre 29.4 % en juillet et 65.18 % en décembre (tab. 4). C'est au printemps que les vents sont les plus fréquents et les plus violents dans la région de l'Oued Righ avec des vitesses qui varient entre 2.2 à 3.83 m/s. Les vents deviennent importants à partir d'avril à juillet. Pendant cette période, le sirocco souffle violement et provoque l'entraînement des matériaux sableux sans cohésion (tab. 4). Pour la durée d'insolation dans la zone de l'Oued Righ devient très importante à partir de mars jusqu'à octobre avec une durée moyenne annuelle de 281.66 heures/mois. Pour la durée d'insolation dans la zone de l'Oued Righ devient très important à partir de mars (229.1) jusqu' en juillet (363.63).

Tableau 4.- Caractéristiques climatiques de la zone d'Oued Righ (2004-2013) (O.N.M. de Touggourt, 2014)

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin.	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
TM(C°)	17,48	19,26	24,4	28,81	33,56	38,61	42,21	41,81	35,667	30,3	23,11	16,2
Tm (C°)	4,63	5,94	10,4	13,97	19,08	23,92	28,2	26,41	22,54	17,1	9,75	8,35
T(M+m) /2	10,9	14,3	17,4	20,8	23,6	30,2	33,1	35,1	27,7	24,7	14,3	11,6
Précipitation (mm)	26,13	1,26	8,21	11,85	2,4	1,28	0,35	7,12	6,17	7,93	5,94	6,48
Humidité (%)	64,35	53,56	46,53	42,58	36,76	32,2	29,4	32,45	43,5	49,16	57,51	65,18
Vent (m /s)	2,36	2,89	3,56	3,83	3,83	3,45	2,96	3,06	2,82	2,44	2,28	2,2
Insolation (h)	250,5	238,75	229,1	291,84	327,32	313,6	363,63	337,6	277,4	265,75	253,11	231,4

T : température

M : moyenne mensuelle des températures maxima

m : moyenne mensuelle des températures minima

(M+m) /2 : moyenne mensuelle des températures maxima et minim

II.3.- Synthèse bioclimatique des zones d'étude

Les éléments climatiques n'agissent jamais indépendamment les uns des autres. A cet effet, certains auteurs, notamment les écologues et les climatologues, ont cherché à représenter le climat par des formules intégrant ses principales variables. Les formules les plus utilisées combinent les précipitations et les températures.

II.3.1.- Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1953)

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson, consiste à placer en abscisse les mois de l'année, en ordonnée les températures (à gauche) et les précipitations (à droite) avec l'échelle 1°C = 2mm de précipitations. A vu des figures 2-4, les climats de Ouargla, de l'Oued Righ et de Ghardaïa sont caractérisés par une sécheresse permanente où les précipitations sont toujours inférieures au double des températures.

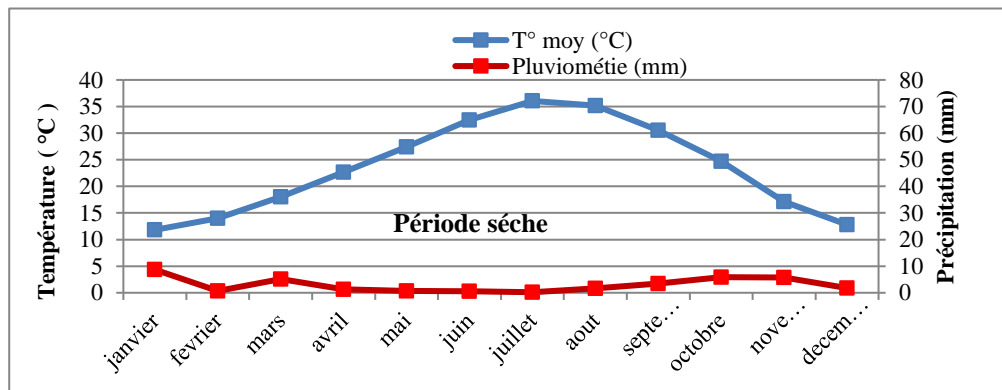


Figure 2.- Diagramme Ombrothermique de la région de Ouargla (2001-2011)

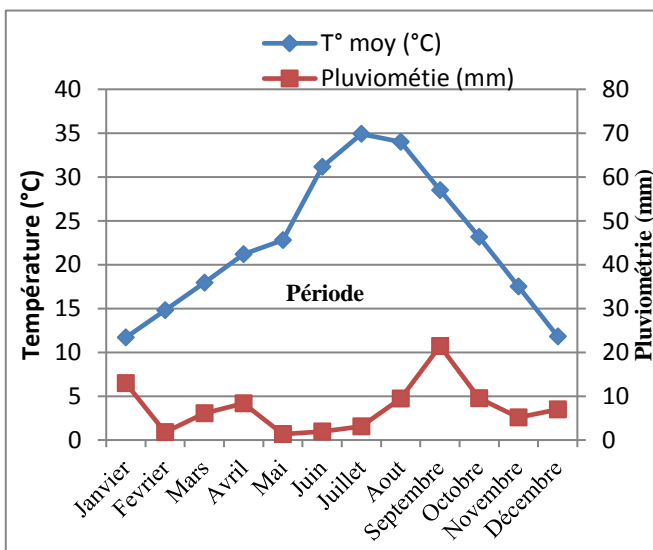


Figure 3.- Diagramme Ombrothermique de la région d'Oued Righ (2003-2013)

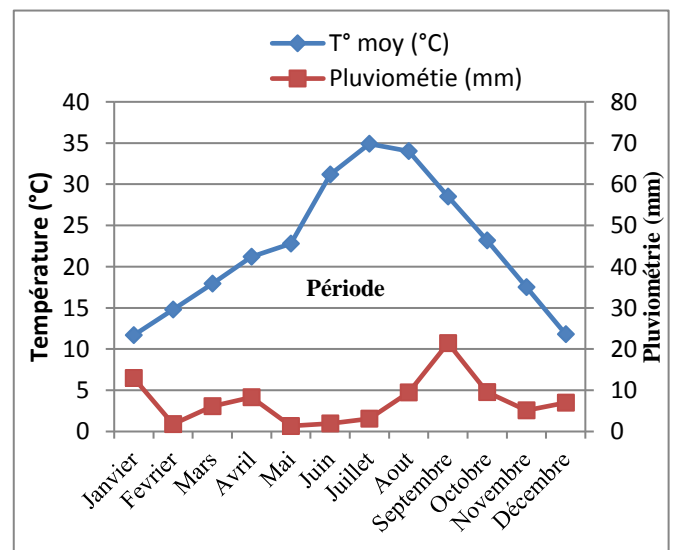


Figure 4.- Diagramme Ombrothermique de la région de Ghardaïa (2001-2011)

II.3.2.- Climagramme d'Emberger

Le climagramme d'Emberger permet de connaître l'étage bioclimatique d'une région. Pour classer le bioclimat la zone de Ouargla, la zone de l'Oued Righ et celui de Ghardaïa, il est utilisé la formule suivante : $Q3 = 3,43P/M-m$, adaptée pour l'Algérie par STEWART (1969) (LE HOUEROU, 1995).

$Q3$ = quotient pluviométrique d'Emberger.

P : pluviométrie moyenne annuelle en mm.

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C.

m : moyenne des minima du mois le plus froid en °C.

D'après la figure 5, la zone de Ouargla, la zone Oued Righ et la la zone de Ghardaïa sont caractérisées par un climat saharien à hiver doux et les quotients thermiques ($Q3$) sont respectivement 3.17, 4.22 et 7.58, avec des moyennes des maxima du mois le plus chaud de 43.74, 42 .21 et 42.29.

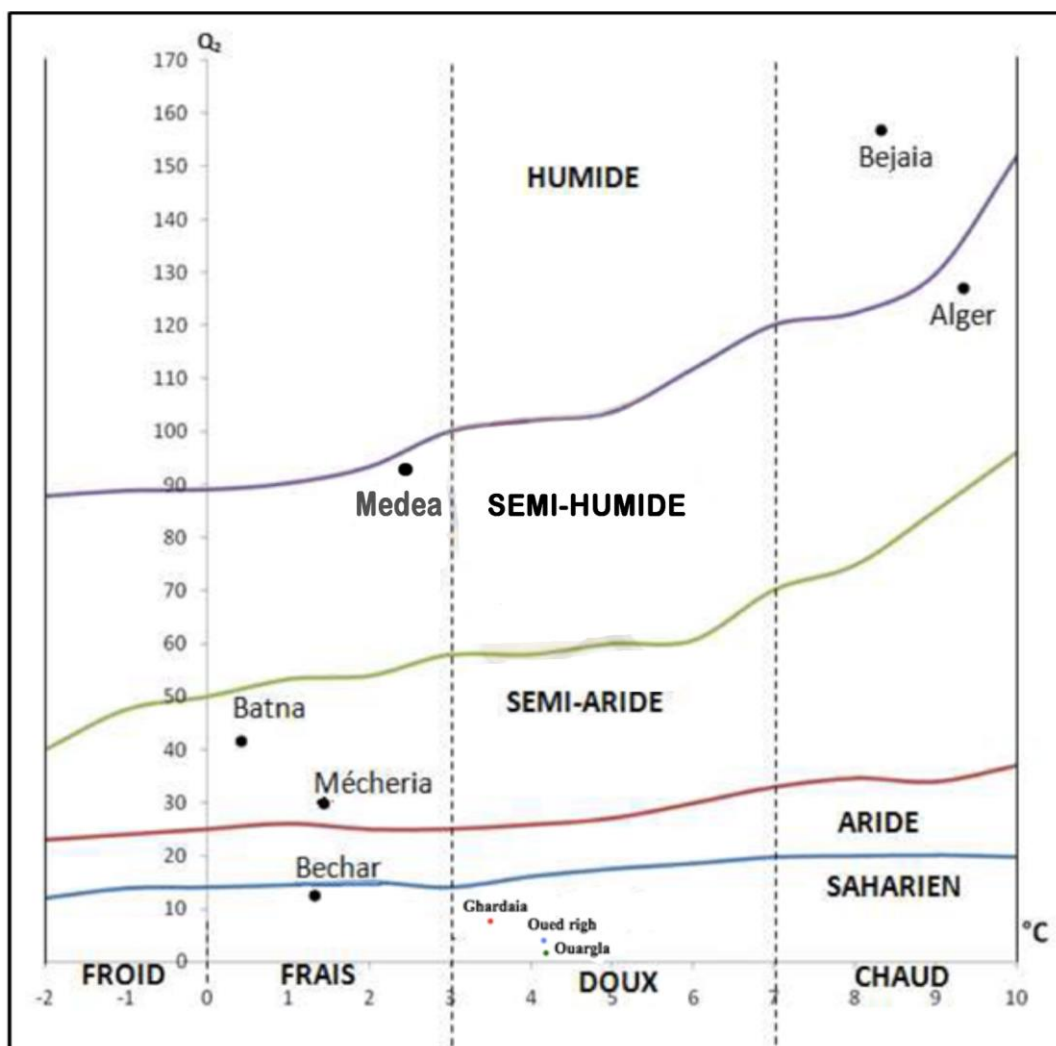


Figure 5.- Climagramme d'Emberger appliqué aux différentes zones d'études au Sahara

Septentrional

II.4.- Choix des stations des zones d'étude

Le choix des stations d'étude a été effectué selon la méthode de GOUNOT (1969). Les critères de choix des stations sont basés sur les facteurs écologiques les plus discriminants de la végétation, notamment la géomorphologie et le sol (fig. 6). Suite à plusieurs sorties de prospection dans les régions du Sahara septentrional algérien, trois zones représentatives des différents biotopes ont été retenues. La première zone se localise dans la zone de Ghardaïa englobant les biotopes, Hamadas, lits d'Oueds à fond rocailleux et le reg. La deuxième se situe dans la région de Ouargla. Elle englobe les biotopes, sols sableux, lits d'Oueds à fond sableux, reg et sebkha. La troisième est située dans la région d'Oued Righ regroupant les biotopes des cordons dunaires, de sebkha et de regs.

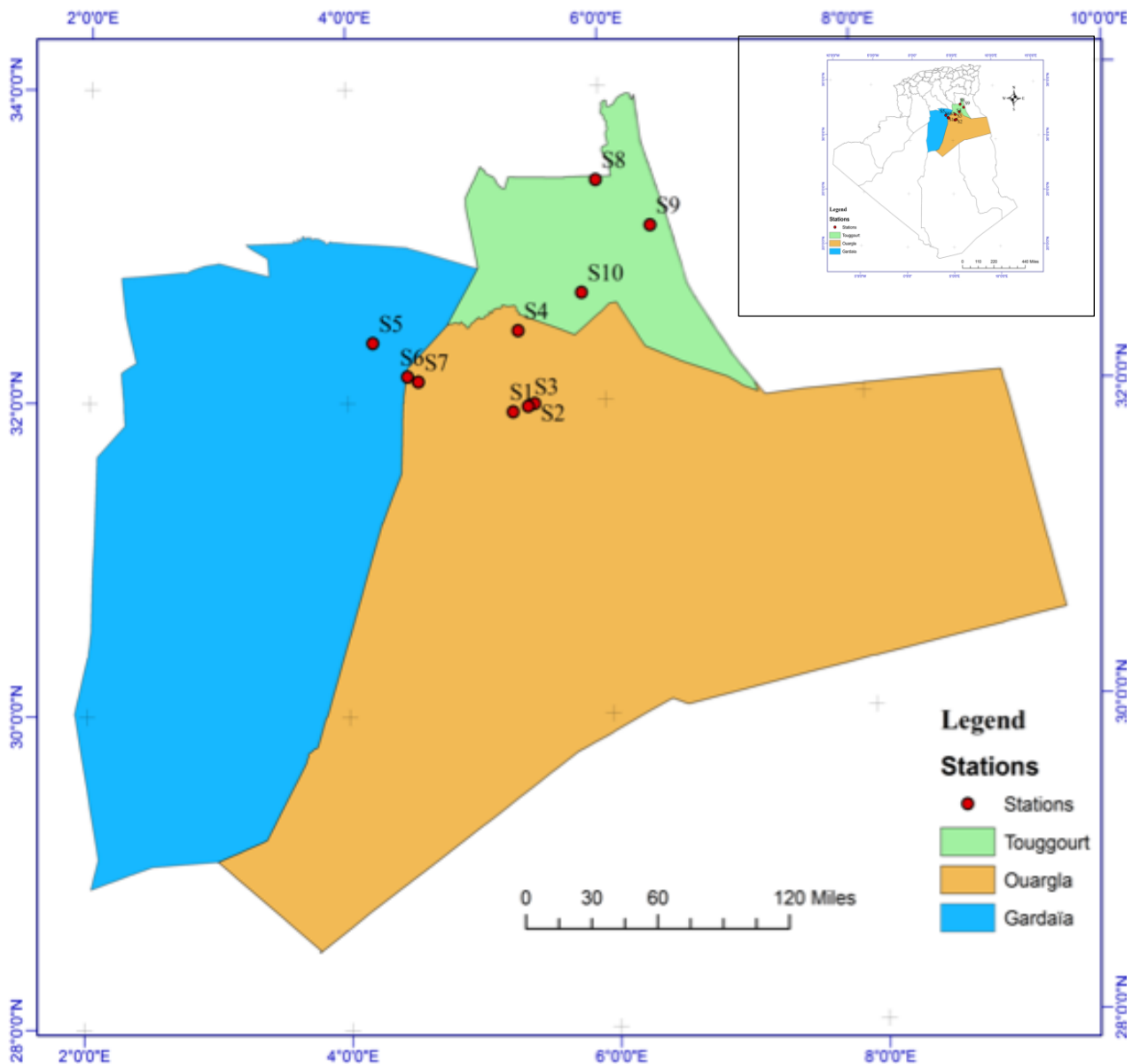


Figure 6.- Localisations des zones d'étude (INCT, 2019).

II.4.1.- Stations de la zone d'Ouargla

Le choix des stations d'étude est dicté par la nature du milieu, selon la géomorphologie de la zone de Ouargla 4 stations sont choisies : Sebekha de Bamendil, Reg Hassi Ben Abdellah, Erg Sidi Khouiled et Oued N'sa.

II.4.1.1.- Sebekha de Bamendil (S1)

La station de Sebekha de Bamendil est située dans une dépression saline ($31^{\circ} 56' N$, $05^{\circ}17' E$), à une altitude de 130 m, à une distance de 4 km de la cuvette Ouargla. Elle couvre une surface de 3 ha environ. Au nord, elle est limitée par Bamendil et au sud par la route nationale numéro 49. La palmeraie de Mekhadma représente la limite ouest par contre à l'est, la sebkha de Bamendil est bordée par une route secondaire. La station se caractérise par une végétation spontanée halotolérante tels que *Tamarix aphylla* Vahl. (Tamaricaceae) et *Zygophyllum album* L. (Zygophyllaceae) (fig. 7).

II.4.1.2.- Reg Hassi Ben Abdellah (S2)

La station de Reg de Hassi Ben Abdellah est située sur un plateau à fond graveleux ($31^{\circ} 59' N$, $05^{\circ} 27' E$) à une altitude de 145 m. Elle est distante d'environ 3 km de Sidi Khouiled et à 2 km de Hassi Ben Abdellah. Sa large surface illimitée est bordée au nord par des terrains de mise en valeur, au sud par l'erg Touil et à l'ouest par une route secondaire. La station est caractérisée par une végétation spontanée herbacée et arbustive clairsemée et dispersée. (fig. 8).

II.4. 1.3.- Erg Sidi Khouiled (S3)

Situé sur un massif dunaire, l'erg de Sidi Khouiled est constitué de nebkhas, de microdunes et de voiles éoliens faisant partie de l'erg El-Touil ($31^{\circ}58'N$, $05^{\circ}24' E$). La station se trouve à une altitude de 139 m, à environ 10 km de Ouargla et 3 km de Sidi Khouiled. Elle est limitée au nord par l'ancienne agglomération de Sidi khouiled et au sud par la palmeraie de Chott. Cet espace est une véritable mer de sable. La hauteur des dunes varie entre 2 et 200 m. La station se caractérise par une végétation spontanée et arbustive à physionomie clairsemée et dispersée (fig. 9).

II.4. 1.4.- Oued N'sa (S4)

Située au sein d'un lit d'oued à fond sableux ($32^{\circ} 27' N$, $5^{\circ} 20' E$), la station d'Oued N'Sa se trouve à 237 m d'altitude. Elle est située à environ 70 km d'Ouargla, limitée au nord par la daïra d'El Hadjira et au sud par N'Goussa. La station est caractérisée par une végétation arborée, arbustive et herbacée à caractère spontané (fig.10).



Figure 7.- Vue de la station Sebka de Bamendil à Ouargla (original)



Figure 8.- Vue de la station Reg Hassi Ben Abdellah à Ouargla (original)



Figure 9.- Vue de la station Erg Sidi Khouiled à Ouargla (original)

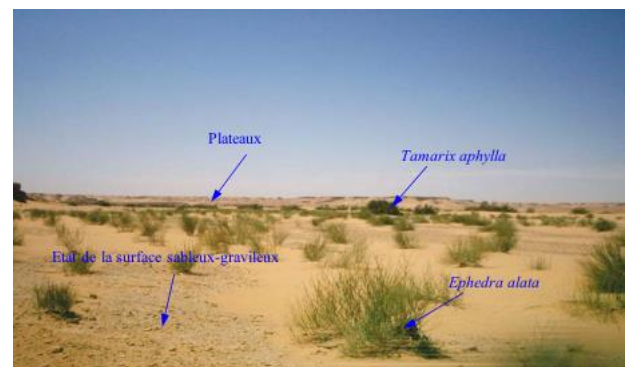


Figure 10.- Vue de la station Oued N'sa à Ouargla (original)

II.4.2.- Stations de la zone de Ghardaïa

Selon la géomorphologie de la zone de Ghardaïa, 3 stations sont choisies Oued M'Zab à Zelfana, le Reg et la Hamada entre les zones de Ouargla et de Ghardaïa.

II.4.2. 1- Oued M'Zab (S5)

La station est située au sein d'un lit d'Oued à fond sableux (32° 23' N, 4° 12' E), à une altitude de 345 m. Elle est située à 120 km de Ouargla, limitée au nord par l'agglomération de Zelfana et à l'ouest par une route principale de la daïra. Représentée par un milieu naturel ayant un aspect d'une steppe arborée, cette station abrite une végétation spontanée arborée, arbustive et herbacée (fig. 11)

II.4.2.2- Reg (S6)

La station est située à 140 km de Ouargla sur un plateau à fond graveleux (32°10'N, 04°28'E) à une altitude de 305m, limitée au nord par la daïra de Metelili et à l'ouest par une route principale

qui relie la zone de Ouargla et la zone de Ghardaïa. La station est caractérisée par une végétation spontanée herbacée et arbustive clairsemée et dispersée (fig.12).

II.4.2.3- Hamada (S7)

La station est située sur un plateau à fond rocailleux (32° 08' N; 004°33'E) à une altitude de 260 m, distante d'environ 80 km de la zone de Ouargla et 110 km de la wilaya de Ghardaïa, au nord se retrouve la route nationale (RN 49) et à l'est la cuvette de Ouargla. La station est caractérisée par une végétation spontanée herbacée clairsemée et dispersée (fig. 13).

II.4.3.- Stations de la zone d'Oued Righ

Sebkha de Djamaa, Reg et les Cordons dunaires sont les 3 stations retenues pour la zone d'Oued Righ.

II.4.3.1.- Sebkha de Djamaa (S8)

Situe sur une dépression saline entre Touggourt et Djmaa (33° 24' N, 05° 58' E) à 58 m d'altitude, distante d'environ 40 km de Touggourt. La station est caractérisée par une végétation spontanée halotolérante tels que *Aeluropus littoralis* (Gouan) Parl (Poaceae) et *Phragmites communis* Trin. Ar. (Poaceae) (fig. 14).

II.4.3.2- Reg (S9)

Station localisée sur une vaste étendue, plate, légèrement ondulée dont la couche superficielle argilo–limoneuse est protégée contre l'érosion par une couverture gravillonneuse continue, situe entre Touggourt et Taibet (33°06'N, 06°23'E) à une altitude de 109 m, distante d'environ 40 km de Touggourt. Ce plateau est un paysage diversifié en espèces végétales dans la zone d'études (fig.15)

II.4.3.3.- Cordons dunaires (S10)

La station est à 60 km entre Touggourt et El Hadjira (32°41' N, 05°50'E) à une altitude de 103 m. Cet écosystème typiquement saharien constitue physiquement des immenses formations meubles de sables vifs qui peuvent surmonter le niveau de base de plusieurs centaines de mètres par l'effet des vents (KHERRAZE *et al.*,2010) (fig. 16)

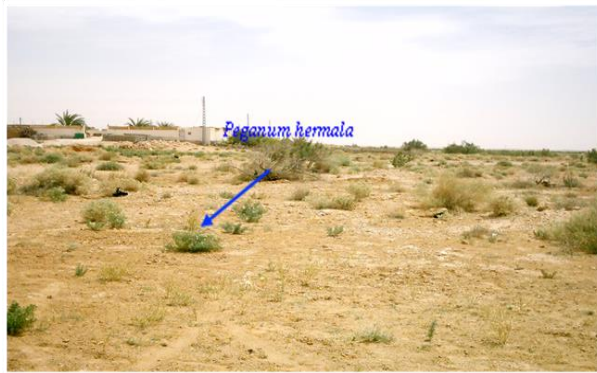


Figure 11.- Vue de la station Oued M'Zab à Ghardaïa (Original)



Figure 12.- Vue de la station Reg à Ghardaïa (Original)

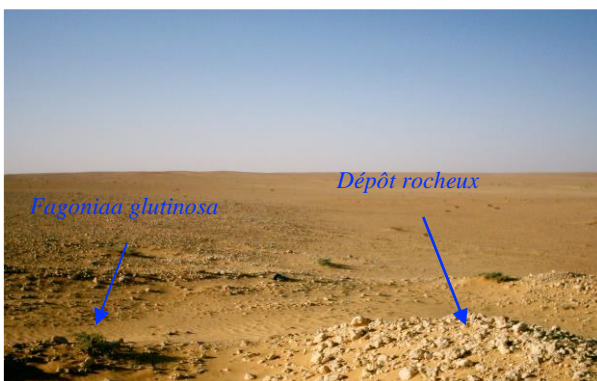


Figure 13.- Vue de la station Hamada à Ghardaïa (Original)

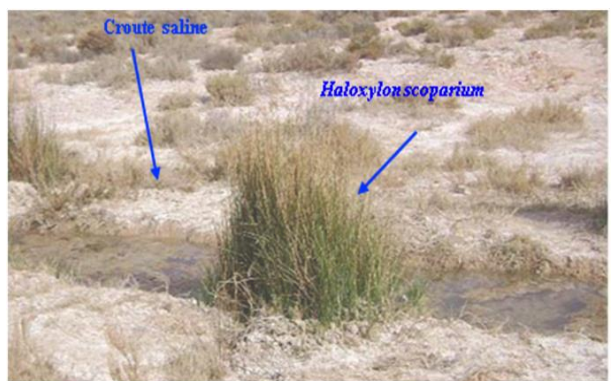


Figure 14.- Vue de la station Sebkha de Djamaa à Oued Righ (Original)



Figure 15.- Vue de la station Reg à Oued Righ (Original)



Figure 16.- Vue de la station Cordon dunaire à Oued Righ (Original)

II.5.- Étude floristique

L'étude de la flore porte sur l'échantillonnage floristique, la constitution d'un herbier, et le traitement des résultats par des méthodes statistiques et l'application d'indices écologiques, de structure et de composition.

L'objectif de l'échantillonnage est d'obtenir une image instantanée de la structure de la flore spontanée (VOISIN, 1986). Des relevés phytoécologiques sont effectués sur l'ensemble de l'aire de répartition des plantes spontanées dans les régions d'études. Le choix des relevés repose sur un échantillonnage tenant compte de la structure de la végétation où le critère d'homogénéité floristico-écologique reste privilégié. La réalisation du relevé se fait par la méthode d'échantillonnage subjective et s'effectue en utilisant la méthode de l'aire minimale sur le terrain. L'aire minimale représente la surface minimale au-delà de laquelle il n'est enregistré plus de nouvelles espèces même si l'on augmente la surface (GOUNOT, 1969). C'est une méthode qui consiste à établir la liste d'espèces nouvelles qui apparaissent par des doublons successifs de la surface. Il est supposé arriver à une surface (n) à partir de laquelle il n'y a plus d'espèces nouvelles qui apparaissent. Certains auteurs tels que GOUNOT (1969) et DJEBAILAI (1984) s'accordent à dire que l'aire minimale allant de 60 à 100 m² est suffisamment représentative dans les formations méditerranéennes. Pour les zones arides comme, c'est le cas des régions d'étude, pour compenser en grande partie l'absence de certaines espèces végétales, il est possible prendre des aires très vastes, par exemple de 50 à 1000 mètres de côté (VOISIN, 1980). Dans notre cas, compte tenu de l'aspect clairsemé de la végétation (caractéristiques de la végétation saharienne), et pour avoir la meilleure représentativité floristique, nous avons opté pour la multiplication de relevés dans le sens où on a choisi 4 micro-stations de 100 m². Des échantillons représentatifs de chaque espèce, sont récoltés durant toute la période d'étude. Ils sont préparés et conservés pour la détermination. L'identification des espèces recensées a été facilitée par la consultation de plusieurs références comme (QUEZEL et SANTA, 1962 et 1963 ; OZENDA 1983, MÉDAIL et QUÉZEL, 2018).

II.5.2.- Type biologique

Lorsqu'on s'intéresse à la végétation, une première approche peut se faire sans tenir compte de la composition floristique, mais en s'intéressant à la physionomie de la végétation. Cette approche a longtemps été utilisée avant que d'autres, plus précises, ne viennent la remplacer (OZENDA, 1982). La notion de formation végétale s'appuie sur les particularités d'aspect des principaux végétaux qui la composent. Il sera donc cherché ici à classer les principaux végétaux en fonction de leur physionomie. Pour cela, il est utilisé le plus souvent la classification de RAUNKIAER (1934). Elle s'appuie sur la morphologie générale du végétal et notamment sur la position des bourgeons de renouvellement par rapport au sol. Ces bourgeons sont les organes qui permettent de passer la mauvaise saison.

II.5.3.- Élément phytogéographique

La vaste région désertique est située entre l'Holarctic, dont fait partie la région méditerranéenne, et la Palaeotropis. Elle s'étend de la côte atlantique du Sahara occidental, en traversant l'Afrique, le Proche et le Moyen Orient jusque dans le Sind (nord-ouest de l'Inde), d'où le terme de région saharo-sindienne. Cette région est actuellement rattachée par tous les biogéographes à l'Holarctis, et recouvre l'ensemble du Sahara septentrional et central (OZENDA, 1991). La flore du Sahara Algérien comprend donc un élément saharo-sindien largement prédominant dans le nord et dans le centre, auquel s'ajoutent des pénétrations méditerranéennes dans le Sahara septentrional. Il faut distinguer ainsi dans l'ensemble saharo-sindien, un sous-groupe saharien constitué d'espèces dites endémiques du Sahara. Plusieurs éléments phytogéographiques d'origines différentes existent et s'adaptent aux conditions du milieu saharien (OZENDA, 1991).

II.5.4.- Exploitations des indices écologiques

Les indices écologiques sont nombreux et généralement dépendants les uns des autres. L'application des indices écologiques permettent de mieux caractériser la flore des différentes zones d'étude.

II.5.4.1- Indices écologique de composition

Comme indices de composition il est choisi d'utiliser la richesse totale, le taux de recouvrement, la densité, le coefficient d'abondance dominance et le coefficient de sociabilité.

II.5.4.1.1.- Richesse Floristique

II.5.4.1.1.1.- Richesse totale

Selon DAGET ET POISSONET (1991), la notion qui rend compte de la diversité de la flore, c'est-à-dire du nombre de taxons inventoriés dans la station examinée, n'implique aucun jugement de valeur sur la production ou les potentialités de la végétation. Elle est indépendante de la richesse totale de la végétation. Il s'agit de la flore :

Raréfiée : moins de 5 espèces sur cette station,

Très pauvre : de 6 à 10 espèces,

Pauvre : de 11 à 20 espèces,

Moyenne : de 21 à 30 espèces,

Assez riche : de 31 à 40 espèces,

Riche : de 41 à 50 espèces,

Très riche : de 51 à 75 espèces,

Exceptionnellement riche : plus de 75 espèces.

II.5.4.1.1.2.- Recouvrement

Les mesures du recouvrement sont effectuées pour tous les individus de la station, en projetant verticalement sur le sol, les organes aériens des plantes (RAMADE, 2008).

II.5.4.1.1.3.- Densité

Les mesures de la densité sont exprimées en nombre d'individu par unité de surface (relevé de 100 m²) (GOUNOT, 1969).

II.5.4.1.1.4.- Coefficient d'abondance-dominance de Braun-blانquet

Il s'agit du coefficient d'abondance-dominance défini par Braun-blانquet (1951). L'abondance d'une espèce permet d'estimer le degré de présence de celle-ci. Elle quantifie le nombre des individus de cette espèce sur une surface de référence, plantes très rares, rares, très fréquentes, fréquentes et assez fréquentes. Alors que la dominance d'une espèce est le degré de couverture représente la place occupée par la plante. C'est à dire la valeur approximative de recouvrement de ses parties aériennes. Le coefficient d'abondance-dominance prend en considération la liaison existante entre ces deux critères. L'échelle de BRAUN- BLANQUET (1951) varie entre 5 et r (LACOSTE et SALANON, 2001 ; GLANDE *et al.*, 2003).

5 : recouvrement supérieur à 75 % du quadra

4 : recouvrement compris entre 50 et 75 %

3 : recouvrement compris entre 25 et 50 %

2 : recouvrement compris entre 5 et 25 %

1 : recouvrement inférieur à 5 % (peu abondant)

+ : très peu abondant

II.5.4.1.1.5.-Coefficient de sociabilité

La sociabilité entre individus est estimée en fonction de l'échelle de sociabilité de Braun-Blanquet (1951) exprime également de 1 à 5 (GOUNOT, 1969 ; GLANDE *et al.*, 2003).

L'échelle qualitative suivante :

1 : individus isolés

2 : individus formants de petits groupes

- 3: individus formants des troupes
- 4: individus formants des petites colonnes
- 5: peuplements compacts (BRAUN-BLANQUET, 1951).

Selon RAMEAU (1988), l'indice de sociabilité est subjectif par rapport à celui de l'abondance- dominance. La sociabilité est souvent en relation avec le type biologique des espèces et ne possède, de ce fait, qu'une valeur informative moindre comparée à celle de l'indice d'abondance-dominance.

II.5.4.2.-Indices écologiques de structure

Dans cette partie l'indice écologique de structure appliquée aux espèces végétales c'est le type de répartition.

II.5.4.2 .1.-Type de répartition

On appelle distribution des individus la façon dont ils se répartissent dans l'espace. Il est considéré ici la répartition à l'échelle d'une biocénose donnée. La connaissance préalable des caractéristiques des populations est indispensable à toute étude de dynamique. Dans le but de faire ressortir le mode de distribution des végétaux dans les stations d'étude à travers le Sahara, il est fait appel au calcul de la variance permettant de préciser le type de répartition appliqué aux espèces végétales (LACOSTE et SALANON, 2001).

II.5.4.2 .1.1.- Répartition régulière ou uniforme

La répartition est régulière ou uniforme lorsque les individus sont situés à égale distance les uns des autres. Cette répartition régulière est rare, car la répartition est souvent perturbée par l'hétérogénéité du milieu. Ce type de répartition ne se rencontre que lorsqu'il existe une compétition intense entre les individus (LACOSTE et SALANON, 2001)

II.5.4.2 .1.2.- Répartition au hasard

La répartition au hasard correspond à une distribution au hasard des individus. Comme la répartition régulière, elle est plutôt rare et se trouve chez les populations qui n'ont aucune tendance au regroupement et qui vivent dans des milieux homogènes (LACOSTE et SALANON, 2001).

II.5.4.2 .1.3.- Répartition en agrégats ou contagieuse

Une répartition en agrégats lorsque les individus sont regroupés. C'est la répartition la plus fréquente. Elle peut être due soit au comportement de recherche de voisinage des semblables, soit à des variations dans les caractéristiques du milieu qui amènent les individus à se grouper dans les zones les plus favorables (LACOSTE et SALANON, 2001)

II.5.5.- Études statistiques

Afin de pouvoir répondre aux attentes concernant la compréhension des interactions entre les différents facteurs écologiques des écosystèmes arides, et la distribution spatiale et biogéographique de la flore spontanée en fonction des facteurs des milieux, il est réalisé une analyse multidimensionnelle soit l'analyse factorielle des correspondances (AFC) qui vise, à structurer, à résumer et synthétiser les données en vue de comprendre le phénomène étudié. Les résultats de l'analyse factorielle des correspondances se présentent essentiellement sous forme d'une suite de graphes. Les projections des individus et des variables figurent simultanément sur les mêmes graphiques. Deux individus proches sur la représentation sont semblables vis-à-vis de toutes les variables. Plus les variables se situent près du centre du graphique, moins elles sont discriminantes et inversement (VILAIN, 1999). La forme graphique de l'analyse factorielle des correspondances réunit à la fois les points caractéristiques des variables observées et les points représentatifs des individus observés (DAGNELIE, 1975). L'avantage de la méthode est qu'elle donne la possibilité de traiter aussi bien les données qualitatives que quantitatives après transformation. Elle permet de décrire les relations entre les espèces floristiques et les variables du milieu d'une part, et entre les espèces elles même d'autre part.

II .6.-Études pédologiques

Chaque relevé floristique s'accompagne d'un relevés pédologiques, à une profondeur comprise entre 0 et 30 cm de la surface à l'aide de la tarière. Ils sont par la suite analysés pour déterminer les caractéristiques physico-chimiques en utilisant des procédés standards (BAIZE, 2000). Ceci permet d'avoir une vision à la fois biologique et physico-chimique des échantillons de sol. De cette manière, il semble être possible d'étudier et d'élucider les relations sol-végétation en ce milieu aride. Les études analytiques de sol au niveau de chaque station, permettent de donner une idée globale sur les exigences édaphiques de la végétation dans son propre habitat (BAAMEUR, 2006).

II.6.1.- Choix de l'emplacement des Solums

Sur le terrain s'effectue le choix de l'emplacement. Il est possible d'apprécier l'homogénéité et la représentativité des unités géomorphologiques et pédologiques. Il est tenu compte du type de formation végétale, tout en essayant de rester à l'intérieur d'un même groupement floristique, que ce soit d'après les espèces dominantes et surtout avec un peu d'habitude, d'après les espèces caractéristiques de tel milieu (POUGET, 1980).

II. 6.2.-Méthodes d'analyses pédologiques

Après séchage à l'air libre, les échantillons sont tamisés. Les mailles des tamis sont de 2 mm environs. Les analyses physico-chimiques concernent la granulométrie, la conductivité électrique, le pH, le calcaire total (CaCO₃), le gypse (CaSO₄, 2H₂O), l'azote total, la teneur de la matière organique (M.O.), et le bilan ionique.

II .6.2.1.-Granulométrie

L'analyse granulométrique permet de quantifier pondéralement les particules et définir la texture des sols. Dans la présente étude, la méthode de tamisage de 100 à 200 μ sur des échantillons de la terre fine inférieure à 2 mm est utilisée (AUBERT, 1978).

II.6.2.2.-Dosage du calcaire total

Le dosage du calcaire total est basé sur la réaction caractéristique du carbonate de calcium au contact de l'acide chlorhydrique.



Il s'agit de comparer entre le volume de CO₂ dégagé par le contacte d'HCl avec un certain poids connu du sol à analyser et celui dégagé par le contact d'HCl avec CaCO₃ pur et sec en quantité connue. Ceci dans les mêmes conditions de température et de pression (AUBERT, 1978 ; AFNOR, 1999).

II.6.2.3.-Dosage de gypse

La méthode chimique par dosage, des ions de SO₄²⁻sont libérés après une attaque aux carbonates d'ammonium et précipitation sous forme de chlorure de barium (COUTINET, 1965 ; VIELLEFON, 1979).

II. 6.2.4.-Matière organique

Le dosage de la matière organique est effectué à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique DR /2000 (HACH, 1991).

II. 6.2 .5.- Conductivité électrique

La conductivité électrique se mesure par un conductimètre sur des extraits dont le rapport terre/eau est de 1/5 (AUBERT, 1978 et AFNOR, 1999).

II.6.2.6.-pH

Le pH est apprécié par la méthode électrométrique sur des extraits dont le rapport terre/eau est de 1/5 (AUBERT, 1978 ; AFNOR, 1999 ; MORAND, 2001).

II. 6.2 .7.-Azote total

Il est déterminé par la méthode de KJELDHAL. Cette méthode permet de transformer l'azote des composés organiques en azote ammoniacal par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur. Cette technique se déroule en trois étapes dont la minéralisation des composés organiques, la distillation et le dosage (AFNOR, 1999).

II. 6.2.8.-Bilan ionique

Effectué sur des extraits dont le rapport terre/eau est de 1/5. Il consiste à analyser les anions SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^{2-} et les cations Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ et K^+ (COUTINET, 1965; AUBERT, 1978; GHARROCHA, 1995).

Chapitre III : Résultats et discussion

Chapitre III.- Résultats et discussion

Le présent chapitre est consacré à la présentation des résultats d'études floristique, phytoécologique et édaphique, mais aussi leur exploitation statistique.

III.1.- Étude floristique

Il est traité les données de l'inventaire floristique réalisé dans les 3 zones d'étude réparties en station et par biotope.

III.1 .1.- Flore spontanées dans les zones d'étude au Sahara Septentrional

Les relevés floristiques effectués dans les zones étudiées, ont permis de faire ressortir 107 espèces végétales qui caractérisent le paysage floristique, car leur adaptation aux conditions extrêmes de xéricité mérite une attention particulière. Il est recensé 94 genres appartenant à 39 familles botaniques regroupées dans trois classes dont celles des Monocotylédones, des Dicotylédones et des Saccovulées (Chlamidospermes). Les deux premières classes (Monocotylédones et Dicotylédones) se répartissent dans le sous-embanchement des Angiospermes. La troisième classe appartient au sous-embanchement des Gymnospermes. Parmi les Monocotylédones du sous-embanchement Angiospéremes figurent 3 familles. Il s'agit des Poaceae renfermant 8 genres et 11 espèces, des Lialiaceae avec les espèces *Androcymbium punctatum*, *Asphodelus tenuifolius* et *Dipcadi serotinum* ; et les Palmaceae ou Arecaceae (*Phoenix dactylifera*). Les espèces de cette classe, sont au nombre de 15 soit 14,01 % de la flore recensée (tab. 5).

Tableau 5 : Inventaire des espèces spontanées dans les zones d'études d'Ouargla, Ghardaïa et Oued Righ (V. : Vivaces ; A. : Annuelle ; S/Emb.: Sous Embanchement; Gymn.: Gymnospermes; Sacco. : Saccovulées, X : Présence)

S/Emb	Classes	Familles	Espèces	Code	Zones					
					Ouargla		Ghardaïa		Oued Righ	
					V.	A.	V.	A.	V.	A.
Angiospermes	Monocotylédones	Amrylidaceae	<i>Pancreas saharae</i> Goss.Ex Batt.et Trab.	PSA				X		
		Apiaceae	<i>Ammodaucus leucotrichus</i> Coss. et Dur.	ALE				X		
		Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	NOL	X		X			
		Ascelpiadaceae	<i>Pergularia tomentosa</i> Linn.	PTO	X		X			
		Liliaceae	<i>Androcymbium punctatum</i> (Schelet)	APU		X		X		
			<i>Asphodelus tenuifolius</i> Cavan.	ATE		X		X		
			<i>Dipcadi serotinum</i> (L.) Medick.	DES				X		
		Palmaceae	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	PDA	X					
Poaceae	<i>Aeluropus litoralis</i> (Gouan) Parl	ALI	X				X			

Dicotylédones		<i>Cymbopogon schoenanthus</i> (L.) Spreng.	CSC			X				
		<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	CDA		X				X	
		<i>Danthonia forskahlii</i> (Vahl) R. B.	DFO		X					
		<i>Panicum turgidum</i> Forsk.	PAN						X	
		<i>Phalaris minor</i> Retz.	PMI						X	
		<i>Phragmites communis</i> Trin. Ar.	PCO	X				X		
		<i>Stipagrostis ciliata</i> (Desf.) De Winter	SCI				X			
		<i>Stipagrostis obtusa</i> (Del.) Nees	SOB		X		X			
		<i>Stipagrostis plumosa</i> (L.) Munro	SPL		X		X		X	
		<i>Stipagrostis pungens</i> Desf. De Winter	SPU	X		X		X		
		Amaranthaceae								
			<i>Agathophora alopecuroides</i> (Del.) Fenzl.	AAL				X		X
			<i>Anabasis articulata</i> Moq.	AAR	X		X		X	
			<i>Atriplex halimus</i> L.	AHA					X	
			<i>Cornulaca monacantha</i> Del.	CMO	X		X		X	
			<i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.) Marsch.	HST	X				X	
			<i>Haloxylon scoparium</i> Pomel	HSC			X			
			<i>Salsola baryosma</i> (Schult.) Dandy	SBA			X		X	
			<i>Salsola longifolia</i> Forssk.	SLO			X			
			<i>Salsola tetragona</i> Del.	STE	X		X			
			<i>Salsola vermiculata</i> L.	SVE		X				
			<i>Sueda fruticosa</i> Forsk. ex J.F. Gmel.	SFR	X				X	
			<i>Traganum nudatum</i> Del.	TNU	X		X			
		Asteraceae								
			<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i> Pomel.	ACY						X
			<i>Anvillea radiata</i> Coss. et Durr.	ARA		X				
			<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.	AHE				X		
			<i>Atractylis serratuloides</i> Sieber.	ASE				X		X
			<i>Bubonium graveolens</i> (Forsk.) Maire	BGR		X		X		
			<i>Calendula aegyptiaca</i> Rupr.	CAE				X		
			<i>Carduncellus eriocephalus</i> Boiss.	CER		X		X		
			<i>Cenataurea dimorpha</i> Viv.	CDI				X		X
			<i>Chamomilla pubescens</i> (Desf.) Alavi	CPU				X		
			<i>Cotula cinerae</i> Del.	CCI						X
			<i>Echinops spinosus</i> Bove ex DC.	ESP				X		
			<i>Ifloga spicata</i> (Vahl.) C.H. Schultz	ISP		X				X
			<i>Launaea resedifolia</i> L.	LRE		X				X
		<i>Perralderia coronopifolia</i> Coss.	PCOR				X			
		<i>Pulicaria crispa</i> (Forsk.) Benth	PCR		X		X			
		<i>Rhanterium adpressum</i> Coss. et Dur	RAD	X		X				
	Boraginaceae									
		<i>Sonchus maritimus</i> L.	SMA					X		
		<i>Spitzelia coronopifolia</i> Sch. Bip.	SCO				X			
		<i>Echium humile</i> (Desf.) Jah.	EHU		X		X		X	
		<i>Megastoma pusillum</i> Coss. et Dur.	MPU						X	

		<i>Moltkia ciliata</i> (Forsk.)	MCI		X				X
Brassicaceae		<i>Diplotaxis harra</i> (Forssk.) Boiss.	DHA		X				
		<i>Farsetia hamiltonii</i> Royle	FHA				X		
		<i>Malcolmia aegyptiaca</i> Spr.	MAE		X				X
		<i>Moricandia arvensis</i> (L.)DC.	MAR				X		
		<i>Oudneya africana</i> R.Br.	OAF	X		X		X	
		<i>Savignya longistyla</i> Boiss. et Rent.	SLO		X		X		
		<i>Zilla macroptera</i> Coss.	ZMA	X		X			
		<i>Zilla spinosa</i> Coss.	ZPI			X			
Campanulaceae		<i>Campanula bordesiana</i> Maire.	CBO				X		
Capparidaceae		<i>Cleome arabica</i> L.	CAR		X		X	X	
Caryophyllaceae		<i>Pteranthus chloranthus</i> Forssk .	PCH				X	X	
		<i>Paronychia argentea</i> Lamek.	PAR					X	
Cistaceae		<i>Helianthemum lippii</i> L .	HLI		X		X	X	
Convolvulaceae		<i>Convolvulus supinus</i> Coss. et Kral.	CSU		X		X		
		<i>Cressa. cretica</i> L.	CCR					X	
Cucurbitaceae		<i>Colocynthis vulgaris</i> (L.) Schrad.	CVU		X		X	X	
Euphorbiaceae		<i>Euphorbia guyoniana</i> Boss .et Remt	EGU	X		X		X	
		<i>Euphorbia calyprata</i> Coss et Dur	ECA				X		
		<i>Euphorbia cornuta</i> Pers.	ECO				X		
Fabaceae		<i>Argyrolobium uniflorum</i> Jaub. et Spach	AUN		X				
		<i>Astragalus gombo</i> Coss. et Dur	AGO		X		X	X	
		<i>Astragalus mareoticus</i> Del.	AMA					X	
		<i>Astragalus gyzensis</i> Del.	AGY					X	
		<i>Retama retam</i> (Forssk.) Webb. Et Berth.	RRE	X		X		X	
		<i>Genista saharae</i> Cosson. et Dur	GSA	X		X		X	
		<i>Psoralea plicata</i> Del.	PPL				X		
		<i>Trigonella anguina</i> Del.	TAN				X		
Frankeniaceae		<i>Frankenia pluviculenta</i> L.	FPL		X		X		
Geraniaceae		<i>Erodium glaucophyllum</i> (L .) L'Her.	EGL		X		X	X	
		<i>Monsonia heliotropioides</i> (Cav.) Boiss.	MHE		X				
Juncaceae		<i>Juncus rigidus</i> Desf.	JRI	X				X	
Labiaceae		<i>Salvia aegyptiaca</i> L .	SAE				X		
Malvaceae		<i>Malva aegyptiaca</i> L.	MAEG					X	
Mimosaceae		<i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. ex Del.	ANI			X			
Mollygonaceae		<i>Mollugo nudicaulis</i> Lam.	MNU					X	
Nyctaginaceae		<i>Boerhavia diffusa</i> L.	BDI					X	
Orobanchaceae.		<i>Cistanche phelypaea</i> (L.) Cont.	CPH					X	
Plantaginaceae		<i>Plantago ciliata</i> Desf.	PCI		X		X	X	
Plombaginaceae		<i>Limoniastrum guyonianum</i> Dur.	LGU	X		X		X	
Polygonaceae		<i>Emex spinosa</i> Camp.	ESPI				X	X	
		<i>Calligonum comosum</i> L'Herit.	CCO	X		X		X	

		Resedaceae	<i>Reseda villosa</i> Coss.	RVI					X	
			<i>Randonia africana</i> Coss.	RAF	X		X		X	
		Rhamnaceae	<i>Zizyphus lotus</i> (L.) Desf.	ZLO			X		X	
		Rosaceae	<i>Neurada procumbens</i> L.	NPR		X		X		X
		Solanaceae	<i>Datura stramonium</i> L .	DST		X		X		
			<i>Solanum nigrum</i> L .	SNI				X		
		Tamaricaceae	<i>Tamarix articulata</i> Vahl .	TAR	X		X		X	
			<i>Tamarix gallica</i> L.	TGA					X	
		Thyméliaceae	<i>Thymelea microphylla</i> Coss. et DR.	TMI	X		X		X	
		Zygophyllaceae	<i>Fagonia glutinosa</i> Del.	FGL		X		X		X
			<i>Fagonia microphylla</i> Pomel.	FMI		X				
			<i>Peganum harmala</i> L.	PHA				X		
			<i>Zygophyllum album</i> L.	ZAL	X		X		X	
		Gymn .	Sacco.	Ephedraceae	<i>Ephedra alata</i> Dec.	EAL	X		X	
Totaux	3	39	107		26	32	27	45	25	32
					58		72		56	
					54,20		67,28		52,33	
Fréquence			100%							

Pour les Angiospermes, il est noté dans la classe des Dicotylédones 91 espèces (85,04%) regroupées dans 81 genres. Dans le tableau 5, le sous-embanchement des Gymnospermes n'est représenté que par une seule espèce *Ephedra alata* absente dans la zone d'Oued Righ soit 1,07% de la flore inventoriée.

Les 107 espèces inventoriées semblent représentatives des régions d'études. LE HOUEROU (1995) a noté 2630 espèces dans les zones arides de l'Afrique du Nord. Dans le Sahara, il existe 1200 espèces dont seulement, 500 espèces sont inventoriées par OZENDA (1983) dans le Sahara Septentrional. Il est à remarquer que dans les zones d'études, le milieu naturel connaît actuellement une dégradation due essentiellement aux changements climatiques, au surpâturage et à la mauvaise gestion des ressources phytogénétiques (OULED HADJ *et al.*, 2007). Pour BOUMLIK (1995) le sous-embanchement des Saccovulées, représenté par l'espèce *Ephedra alata*, est un groupe en voie de disparition.

Il ressort que les 107 espèces inventoriées sur le terrain appartiennent à 39 familles botaniques dont 23 familles ne sont représentées que par une seule espèce ; soit 21,49 % de l'effectif total. Parmi les familles les mieux représentées se rencontrent les Asteraceae avec 18 espèces (16,82 % de total des espèces), les Amaranthaceae avec 12 espèces (11,21 % de total des espèces). Les Poaceae avec 11 espèces présente 10,28% de l'ensemble des espèces, suivi par les Fabaceae et les Brassicaceae avec 8 espèces chacune (7,47 % de la flore totale). Zygophyllaceae présentée par 4 espèces soit 3,73 %, les Liliaceae, Borginaceae et les Euphorbiaceae avec 2,8 % du totale (3 espèces dans chaque famille). Pour les Caryophyllaceae, les Convolvulaceae, les Geraniaceae, les Polygonaceae, les Resedaceae, les Solanaceae, les Tamaricaceae, seules deux espèces sont représentées par famille ; soit 1,86 % du totale de la flore dénombre (fig. 17).

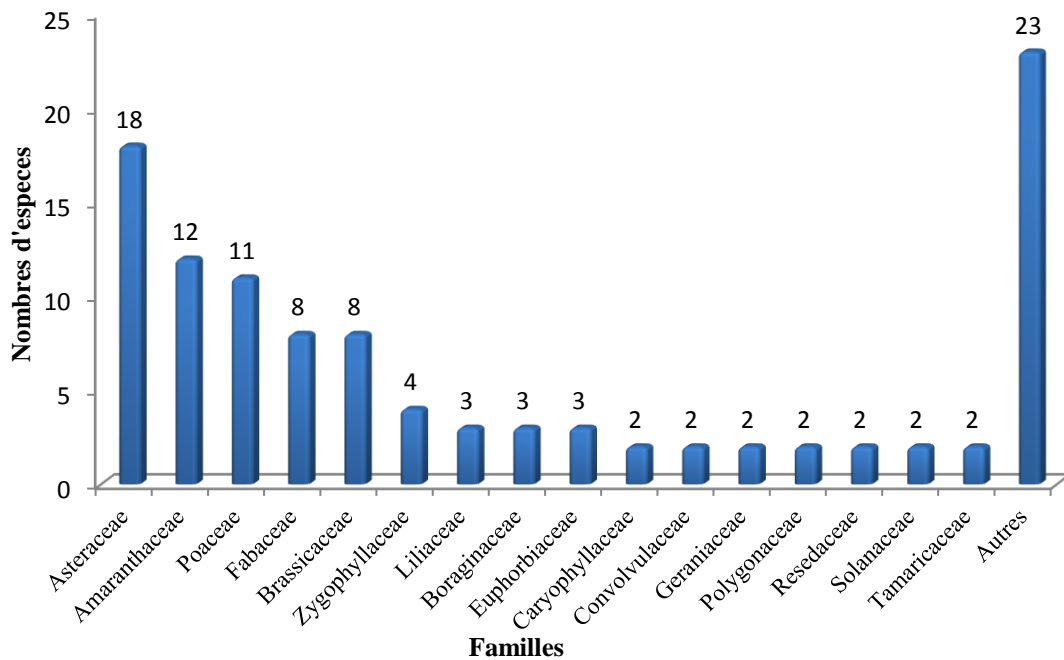


Figure 17.- Nombre d'espèces par famille des zones d'étude

La majorité des espèces identifiées dans les régions d'études, est rapporté par QUEZEL et SANTA (1962); OZENDA (1983; 2004); LE HOUEROU (1995); MATE (2006); CHEHMA (2005); MEDAIL et QUEZEL (2018). OZENDA (1991) note que les herbes (Poaceae), les légumineuses (Fabaceae) et les composés (Asteraceae) sont les familles prédominantes dans les sites d'étude. MONOD (1992) indique que dans la flore désertique, il y a peu près partout la dominance des Astéracée, des Poaceae, des Fabaceae et des Chénopodiacée. Les graminées, les Légumineuses et les Composées sont partout les familles prédominantes, même dans la partie méridionale. Partout, dans les régions d'étude, il y a la dominance des Astéracée, des Poaceae, des Fabaceae et des Amaranthaceae. Pour OZENDA (1983), même dans la partie méridionale du Sahara. LEBRUN (2001) a retenu trois caractéristiques principales pour la végétation du Sahara : Une grande pauvreté en espèces ; une faible couverture du sol, conséquence d'une extrême rareté des individus ; une extrême monotonie de la végétation sur des espaces gignates que si les conditions édaphiques demirent constantes.

Considérant la répartition temporelle de cette flore spontanée dans les trois zones d'études, des 107 espèces recensées, il est noté que 64,48 % sont des annuelles et 35,51 % des espèces vivaces. Au cours des différentes sorties sur terrain, ce sont les herbes ou les « achem » qui sont les plus abondants que les arbres, les arbustes ou les buissons dans chaque région d'étude (fig. 18). Cette inégalité dans la répartition saisonnière des plantes est directement liée à leur mode d'adaptation à la sécheresse (OZENDA, 1991) et à leur dépendance directe des précipitations (BOUDET *et al.*, 1983

; CISSE, 1986 ; CARRIERE, 1989 et GROUZI, 1992). Les éphémérophytes (acheb) sont fort capricieuses, elles n'occupent que sporadiquement et fugacement le terrain et que seules demeurent constamment les espèces vivaces (BARRY *et al.*, 1981 et MACKENZIE *et al.*, 2000).

L'importance des éphémères est due à la période d'échantillonnage choisie qui est favorable au développement des éphémères. Les herbes n'apparaissent que pendant une brève période de l'année, quand les conditions deviennent favorables, et les vivaces présentent des modifications morphologiques qui leur permettent de supporter l'insuffisance d'humidité et les longues périodes de sécheresse (UNESCO, 1960). D'après QUEZEL et SANTA (1962) et OZENDA, (2004), les herbes n'apparaissent que pendant une brève période de l'année, quand les conditions deviennent favorables, et les vivaces présentent des modifications morphologiques qui leur permettent de supporter l'insuffisance de l'humidité et les longues périodes de sécheresse. L'apparition des éphémères est rapide, presque brutale, dès qu'il pleut, le sol se couvre de plantules qui ne présentent aucune adaptation morphologique à la sécheresse. Le mode de dispersion des plantes désertiques est en fonction d'adaptations particulières des plantes, comme l'hygrochésie (déhiscence provoquée par l'humectation du fruit : *Aizoon*, *Zygophyllum*), l'hétéroplastie du mésocarpe de *Tribulus terrestris* L. qui ne présente qu'une germination à la fois (MONOD, 1973). Toutefois l'inégalité de répartition entre les éphémères et les vivaces est due aussi à l'adaptation à la sécheresse (OZENDA, 1983).

La flore spontanée recensée dans la zone de Ouargla détient 54,20 % de la flore totale avec 58 espèces, appartenant à 27 familles botaniques dont 19 familles ne sont représentées que par une seule espèce soit 33,33% de l'effectif total. Les Amaranthaceae sont les mieux représentés avec 7 espèces soit 12,06 % de l'effectif total. Les Poaceae avec 7 espèces (12,06 %), suivi par les Asteraceae avec 7 espèces (12,06 %), les Brassicaceae avec 5 espèces (8,62 %), et les Fabaceae représentée par 4 espèces (6,89%), les Zygophyllaceae avec 3 espèces (5,26%) puis les Boraginaceae et les Liliaceae avec 3 espèces pour chacune (5,26%). Parmi les 58 espèces recensées dans cette zone durant la période d'études 44,82% sont des espèces vivaces et 55,17 % sont des espèces annuelles. Dans la classe des Monocotylédones les espèces vivaces sont au nombre de quatre. Il s'agit de *Aeluropus littoralis*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Phragmites communis*, et *Stipagrostis pungens*. Les autres essences végétales sont des Angiospermes. Le tableau 1 laisse apparaître 22 plantes vivaces et 27 plantes annuelles. Chez les Amaranthaceae se rencontrent plus de plantes vivaces. Dans cette famille, des 7 espèces récoltées, 6 sont des vivaces. Ce sont des espèces tels que *Anabasis articulata*, *Cornulaca monacantha*, *Halocnemum strobilaceum*, *Salsola tetragona*, *Sueada fruticosa* et *Traganum nudatum*. Pour les Poaceae sur les 7 espèces recensées 4 sont des éphémères (*Cynodon dactylon*, *Danthonia forskahali*, *Stipagrostis obtusa* et *Stipagrostis plumosa*). Pour les Asteraceae, ce

sont les annuelles qui dominent sur les 7 espèces récentes, 6 sont des éphémères (*Anvillea radiata*, *Carduncellus eriocephalus*, *Bubonium graveolens*, *Ifloga spicata*, *Launaea resedifolia*, et *Pulicaria crispa*). Des familles comme les Apocynaceae (*Nerium oleander*), Asclepiadaceae (*Pergularia tomentosa*), Capparidaceae (*Cleome amblyocarpa*), Joncaceae (*Juncus rigidus*), Plombaginaceae (*Plantago ciliata*), Polygonaceae (*Calligonum comosum*), Resedaceae (*Randonia africana*), Rhamnaceae (*Zizyphus lotus*), Tamaricaceae (*Tamarix articulata*) Thyméliaceae *Thymelea microphylla* et Ephedraceae (*Ephedra alata*), ne renferment qu'une seule espèce vivace (fig.19). Le type de végétation de la vallée de l'oued Mya varie selon la géomorphologie de la zone.

La zone de Ghardaïa, reste la zone la plus riche en espèces spontanées. L'inventaire floristique réalisé a permis de comptabiliser 72 espèces soit 67,28 % de l'effectif total des trois régions. Les espèces appartiennent à 32 familles botaniques. 22 familles ne sont représentées que par une seule espèce (30,55%). Les Asteraceae représentées avec 16,66 % du totale avec 12 espèces, suivi par les Amaranthaceae avec 8 espèces (11,11 %). Les Brassicaceae sont représenté par 6 espèces (8,33%) suivies par les Poaceae et les Fabaceae avec 5 espèces chacune (6,94%). Par ailleurs les Liliaceae, les Zygophyllaceae et les Euphorbiaceae représentent 4,16 % du totale chacune (3 espèces) et en dernière position se retrouvent les Solanaceae et les Polygonaceae avec 2 espèces chacune (2,77 %). De point de vue temporel, sur les 72 espèces récentes dans cette région d'étude, 37,50 % sont des espèces vivaces et 62,50 % sont des espèces annuelles. Dans cette région les annuelles dominent par les Asteraceae avec 11 espèces (*Artemisia herba-alba*, *Atractylis serratuloides*, *Bubonium graveolens*, *Carduncellus eriocephalus*, *Calendula aegyptiaca*, *Cenataurea dimorpha*, *Chamomilla pubescens*, *Echinops spinosus*, *Perralderia coronopifolia*, *Pulicaria crispa* et *Spitzelia coronopifolia*). Tandis que pour les Amaranthaceae, ce sont les vivaces qui dominent tels que *Anabasis articulata*, *Cornulaca monacantha*, *Haloxylon scoparium*, *Salsola baryosma*, *Salsola longifolia*, *Salsola tetragona* et *Traganum nudatum*. Pour les Brassicaceae, les deux types d'espèces sont égaux (50% pour chacun).

La zone de l'Oued M'zab par sa richesse floristique offre par excellence les meilleures zones de parcours. QUEZEL et SANTA (1962), DOUADI (1992) et SALAHOU-ELHADJ (2001), constatent que la flore du M'zab se compose de plantes herbacées et d'arbustes appartenant tous à la flore saharienne. ZERGOUN (1994) note 25 familles et 73 espèces. Les familles les mieux représentées sont les Poacées qui regroupent à elles seules 50% de l'ensemble des espèces recensées. Parmi les arbres, QUEZEL et SANTA (1963), OZENDA (1983), ZERGOUN (1994) et CHEHMA (2006), remarquent que la flore du M'Zab regroupe une gamme d'espèces partagées entre plusieurs familles dont la plus représentée est celle des Poaceae comme *Phragmites communis* et *Cynodon dactylon*, suivi par les Asteraceae comme *Sonchus maritimus* et *Atractylis delicatula*. Se rencontre également *Artemisia herba alba*, *Bubonium graveolens*, *Colocynthis vulgaris*, *Cymbopogon*

schoenanthus, *Marrubium desertis*, *Matricaria pubescens*, *Capparis spinosa*, *Euphorbia guyoniana*, *Peganum harmala* et *Zizyphus lotus* (ALLAL-BENFEKIH, 2006).

À l'issue des prospections réalisées, dans la zone de l'Oued-Righ il est dressé une liste floristique comportant 56 espèces végétales appartenant à 27 familles et genres différents, dont 19 familles ne sont représentées que par une seule espèce soit 30,55% de l'effectif totale. Les Poaceae, les Amaranthaceae et les Asteraceae sont les familles les plus notées représentées avec 12,5% de l'effectif total avec 7 espèces pour chacune, suivis par les Fabaceae soit 8,9% (5 espèces), les Polygonaceae et les Tamaricaceae avec 2 espèces (3,57%). Ces espèces sont réparties entre 44,64 vivaces et 57,14 annuelles. Sur 7 espèces, les Poaceae notés dans la zone de l'Oued-Righ, se retrouvent 4 espèces annuelles (*Cynodon dactylon*, *Panicum turgidum*, *Phalaris minor* et *Stipagrostis plumosa*). En revanche, pour les Amaranthaceae ce sont les espèces vivaces qui dominent et une seule annuelle parmi les sept espèces notées. Il s'agit de *Agathophora alopecuroides*, contrairement aux Asteraceae ou sur les 7 espèces recensées se retrouve une seule espèce vivace (*Sonchus maritimus*).

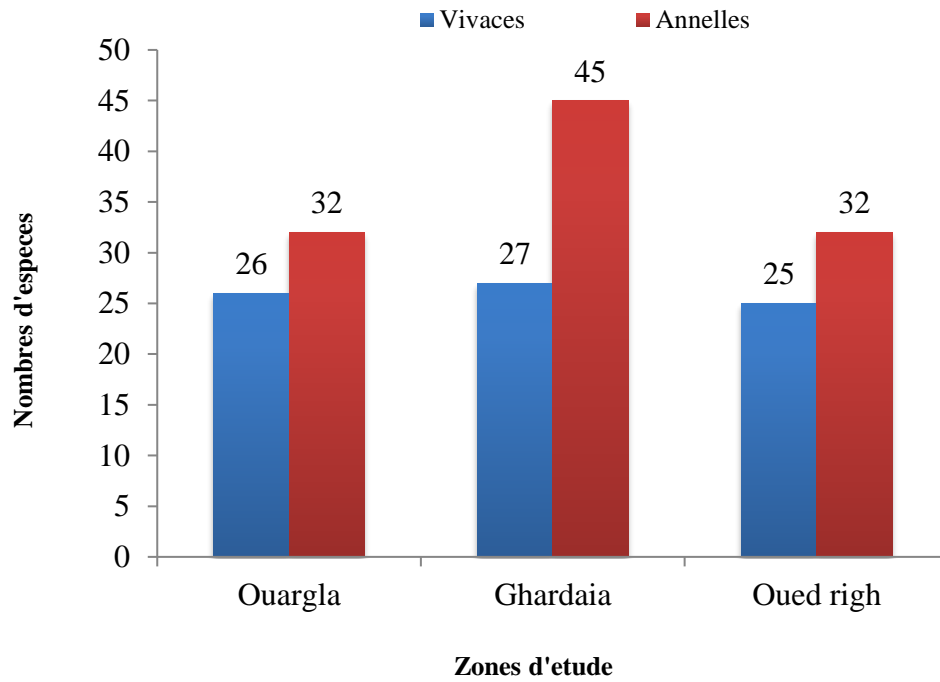


Figure 18. - Répartition des espèces par catégories biologiques dans les zones d'étude

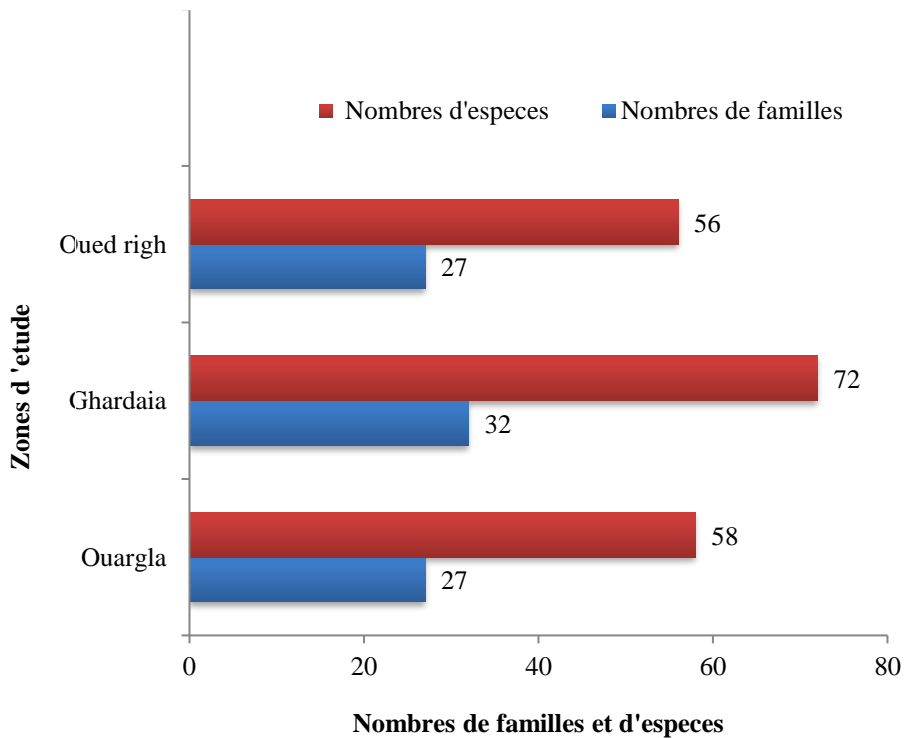


Figure 19.- Richesses floristiques des zones d'étude

Dans le Sahara septentrional algérien, c'est la pluie qui favorise la répartition de la flore. Elle entraîne ou non le développement des végétaux (BAAMEUR *et al.*, 2015). Mais les diagrammes ombrothermiques (fig. 2 à 4) des zones d'étude, montrent que plus ou moins les périodes sans pluie utile du point de vue pastoral ou de sécheresse efficace, sont beaucoup plus étendues. Donc la disponibilité de l'eau, est le problème qui subsiste dans cette région. La flore à cet effet doit être capable d'emmagasiner et à l'utiliser avec le maximum de rendement l'eau lorsqu'elle est rare (BAAMEUR *et al.*, 2015). La répartition des végétaux et parfois même le nombre d'espèces végétales dans un site, demeurent influencés par le facteur hydrique (BAAMEUR, 2006). La répartition des végétaux et parfois même le nombre d'espèces végétales dans un site, demeurent influencés par le facteur hydrique. En cas de sécheresse, certaines espèces annuelles demeurent sous forme de graine dans le sol (BAAMEUR *et al.*, 2015). Les plantes pérennes ne pouvant survivre que dans des zones de réserve hydrique où subit un ralentissement important de développement qui peut être une simple quiescence. Le facteur hydrique est un facteur discriminatoire majeur. Ses variations ont un caractère d'autant plus imprévisible sur la répartition de la flore lorsque l'on se place dans les zones de plus grandes aridités. Dans ces régions, pour les essences spontanées la pluviosité est le facteur le plus important. C'est un facteur discriminant très notable, il paraît à lui seul capable de fournir une explication suffisante au changement d'effectifs dans les différents biotopes colonisés (BAAMEUR *et al.*, 2015)

III .1.2.- Flore spontanée des différents biotopes

Les résultats resumés dans le tableau 6 montrent que dans les biotopes du Sahara septentrional pour la présente étude, dont les lits d'Oueds, les Regs, les Sebchas, les sols sableux et les Hamadas, ont une richesse floristique différente en fonction des habitats écologiques. A cet effet, les lits d'Oued, marqués par la présence d'eau, sont les plus riches en espèces végétales. Sur les 107 espèces enregistrées dans les trois régions d'études 58 espèces équivalentes à 54,28% sont localisés dans les lits d'oueds. Cette flore se répartie en 27 familles botaniques et 55 genres dont 18 familles qui représente (31,03%) n'ont qu'un représentant sur les 58 espèces. Les Asteraceae (17,24%) avec 6 espèces viennent avant les Brassicaceae (13,79%) avec 8 espèces et les Poaceae (6,89%) avec 4 espèces, suivis par les Fabaceae (5,77%) avec 3 espèces, les Euphorbiaceae (3,44%), les Geraniaceae (3,44%), et les Solanaceae (3,44%), totalisent chacune 2 espèces. Cette richesse floristique est entretenue essentiellement par la disponibilité en eau qui permet le développement des espèces végétales annuelles qui représentent 75,86% des espèces inventoriées (tab. 6).

Les plaines de gravier représenté par les regs renferment 49 espèces végétales soit 45,79% des espèces recensées. Elles sont réparties entre 25 familles et 18 genres dont 15 familles ne sont représentées que par une seule espèce. Les Amaranthaceae (11,86%) arrivent largement en tête des

compositions floristiques avec 7 espèces, suivis par les Poaceae avec 5 espèces (10,20%) et les Brassicaceae représentée par l'association de *Malconia aegyptic*, *Oudneya africana*, *Savignya longistyla* et *Zilla macroptera* avec 6,89%. Les Asteraceae, avec 6,89%, sont présentées par l'association de *Cenataureadimorpha*, *Cotula cinerae*, *Carduncellus eriocephalus* et *Launaea resedifolia*. Les Fabaceae (6,12%) représentés par l'association de *Astragalus gombo*, *Retama retam* et *Genista saharae*. De même, les Boraginaceae (6,12%) représentés par l'association de *Echium humile*, *Megastoma pusillum*, et *Moltkia ciliata*. Toutefois les Polygonaceae (4,08%) par *Emex spinosa* et *Calligonum comosum* de même pour les Tamaricaceae par l'association de *Tamarix articulata* et *Tamarix gallica*. Les Zygophyllaceae (4,08%) sont représentées par l'association de *Fagonia glutinosa* et de *Zygophyllum album*. L'ensemble des essences végétales rencontrées dans le reg est réparti entre 55,10 % Vivaces et 44,89 % éphémères.

Les sols sablonneux sont représentés par l'erg (zone de Ouargla) et les cordons dunaires (zone de l'Oued-Righ) où le recouvrement végétal devient extrêmement faible. Ils viennent en troisième position après les lits d'oueds et les regs avec 30 espèces et 29 genres et une proposition de 28,03 (30x100/107) du totale de la flore inventoriée dans les différents biotopes. Les espèces sont regroupées en 19 familles qui sont respectivement les Asteraceae (13,33%) avec les espèces *Anacyclus cyrtolepidioides*, *Atractylis serratuloides*, *Ifloga spicata*, *Sonchus maritimus*. Les Poaceae (6,66%) avec *Stipagrostis pungens* et *Phalaris minor*, les Amaranthaceae (6,66%) avec *Cornulaca monacantha* et *Agathophora alopecuroides*, les Polygonaceae (6,66%) avec *Emex spinosa* et *Calligonum comosum*. Les Resedaceae (6,66%) représentés par *Reseda villosa* et *Randonia africana*, les Zygophyllaceae (6,66%) représenté par *Fagonia glutinosa* et *Zygophyllum album*. La 15 famille restante soit 43,33% du totale sont représentées par une seule espèce. Elles se répartissent entre 46,66% vivaces et 53,33% annuelles.

Cependant sur les terrains plats à fond caillouteux représentés par El Hamada, qui se trouve dans la zone de Ghardaïa, abritent 25 espèces soit 23,36% du total. Elles appartiennent à 15 familles et 25 genres dont 9 familles (36%) sont représentées par une seule espèce, les Asteraceae (20%) par les espèces *Atractylis serratuloides*, *Cenataureadimorpha*, *Cotula cinerae*, *Rhanterium adpressum* et *Spitzelia coronopifolia*, suivis par les Amaranthaceae (12%) par l'association de *Haloxylon scoparium*, *Salsola longifolia* et *Traganum nudatum*, avec une part égales les Poaceae (8%) avec *Cymbopogon schoenanthus* et *Stipagrostis obtusa*, les Liliaceae (8%) avec *Asphodelus tenuifolius* et *Dipcadi serotinum*, les Boraginaceae (8%) avec *Echium humile* et *Megastoma pusillum*, les Fabaceae avec (8%) avec *Psoralea plicata* et *Trigonella anguina*. Cet habitat renferme 40% d'espèces vivaces contre 60% d'éphémères.

Quant à la Sebkha qui représente les dépressions salins, 15 espèces sont inventoriées soit 14,01% du totale pour l'ensemble de la zone d'étude. Ces espèces sont regroupées en 16 genres appartenant à 10 familles. Les plus importantes sont les Amaranthaceae (26,66%) avec les espèces *Anabasis articulata*, *Atriplex halimum*, *Halocnemum strobilaceum* et *Traganum nudatum*. Les Poaceae (20%) sont représentées par *Aeluropus littoralis*, *Cynodon dactylon* et *Phragmites communis*, les Asteraceae (6,66). Les Boraginaceae représentent 6,66% devant les Convolvulaceae (6,25%), les Fabaceae (6,66%), les Juncaceae (6,66%), les Mollugoaceae (6,66%), les Tamaricaceae (6,66%) et les Zygophyllaceae (6,66%) avec une seule espèce chacune. les Convolvulaceae (6,25%), les Fabaceae (6,66%), les Juncaceae (6,66%), les Mollugoaceae (6,66%), les Tamaricaceae (6,66%) et les Zygophyllaceae (6,66%) avec une seule espèce pour chacune. Quinze (15) espèces vivaces sont enregistrées dans la Sebkha, qui présentent 60% pour seulement 40% d'éphémères (fig.20).

Tableau 6.- Répartition des espèces spontanées inventoriées selon les biotopes (V.: Vivaces ; A.:Annuelle; Freq. : Frequence; Sacco. Saccovulées; X: présence).

Classes	Familles	Espèces	Biotopes des zones d'études											
			Seb .		Reg		Sol S		Ham.		Lit O.			
			V.	A.	V.	A.	V.	A.	V.	A.	V.	A.		
Monocotylédones	Amrylidaceae	<i>Pancreatium saharae</i> Goss.Ex Batt.et Trab.									X			
	Apiaceae	<i>Ammodaucus leucotrichus</i> Coss. et Dur.											X	
	Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.											X	
	Asclepiadaceae	<i>Pergularia tomentosa</i> Linn.											X	
	Liliaceae	<i>Androcymbium punctatum</i> (Schelet)				X								
		<i>Asphodelus tenuifolius</i> Cavan.									X		X	
		<i>Dipcadi serotinum</i> (L.) Medick.									X			
	Palmaceae	<i>Phoenix dactylifera</i> L.					X							
	Poaceae	<i>Aeluropus littoralis</i> (Gouan) Parl	X											
		<i>Cymbopogon schoenanthus</i> (L.) Spreng.									X			
		<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.		X										
		<i>Danthonia forskahlii</i> (Vahl) R. B.												X
		<i>Panicum turgidum</i> Forsk.			X									
		<i>Phalaris minor</i> Retz.							X					
		<i>Phragmites communis</i> Trin. Ar.	X											
<i>Stipagrostis ciliata</i> (Desf.) De Winter					X									
<i>Stipagrostis obtusa</i> (Del.) Nees					X					X		X		
<i>Stipagrostis plumosa</i> (L.) Munro					X								X	
<i>Stipagrostis pungens</i> Desf. De Winter			X		X						X			
Amaranthaceae	<i>Agathophora alopecuroides</i> (Del.)Fenzl.				X		X							
	<i>Anabasis articulata</i> Moq.	X		X								X		
	<i>Atriplex halimus</i> L.	X		X										

Dicotylédones		<i>Cornulaca monacantha</i> Del.			X		X					
		<i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.)Marsch.	X									
		<i>Haloxylon scoparium</i> Pomel							X			
		<i>Salsola baryosma</i> (Schult.) Dandy			X							
		<i>Salsola longifolia</i> Forssk.							X			X
		<i>Salsola tetragona</i> Del.			X							
		<i>Salsola vermiculata</i> L .										X
		<i>Sueda fruticosa</i> Forsk. ex J.F. Gmel.	X									
		<i>Traganum nudatum</i> Del.			X				X		X	
	Asteraceae		<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i> Pomel.						X			
			<i>Anvillea radiata</i> Coss. et Durr.									X
			<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.									X
			<i>Atractylis serratuloides</i> Sieber.						X		X	
			<i>Bubonium graveolens</i> (Forsk.)Maire									X
			<i>Calendula aegyptiaca</i> Rupr.									X
			<i>Carduncellus eriocephalus</i> Boiss.				X					
			<i>Cenataurea dimorpha</i> Viv.				X				X	
			<i>Chamomilla pubescens</i> (Desf.) Alavi									X
			<i>Cotula cinerae</i> Del.				X			X		
			<i>Echinops spinosus</i> Bove ex DC.									X
			<i>Ifloga spicata</i> (Vahl.) C.H.Schultz		X				X			X
			<i>Launaea resedifolia</i> L .				X					
			<i>Perralderia coronopifolia</i> Coss									X
			<i>Pulicaria crispa</i> (Forsk.)Benth									X
			<i>Rhanterium adpressum</i> Coss . et Dur							X		X
			<i>Sonchus maritimus</i> L.						X			
			<i>Spitzelia coronopifolia</i> Sch. Bip.								X	
	Boraginaceae		<i>Echium humile</i> (Desf.) Jah.		X		X			X		X
			<i>Megastoma pusillum</i> Coss. et Dur.				X			X		
			<i>Moltkia ciliata</i> (Forsk.)				X		X			
	Brassicaceae		<i>Diploaxis harra</i> (Forssk.) Boiss.									X
			<i>Farsetia hamiltonii</i> Royle									X
			<i>Malcolmia aegyptiaca</i> Spr.				X					X
			<i>Moricandia arvensis</i> (L)DC.									X
			<i>Oudneya africana</i> R.Br.			X		X				X
			<i>Savignya longistyla</i> Boiss. et Rent.				X				X	X
			<i>Zilla macroptera</i> Coss.			X						X
			<i>Zilla spinosa</i> Coss.									X
	Campanulaceae		<i>Campanula bordesiana</i> Maire.								X	
	Capparidaceae		<i>Cleome arabica</i> L.			X						X
	Caryophyllaceae		<i>Pteranthus chloranthus</i> Forssk .				X				X	
			<i>Paronychia argentea</i> Lamek.			X		X				
Cistaceae		<i>Helianthemum lippii</i> L.				X				X	X	
Convolvulaceae		<i>Convolvulus supinus</i> Coss. et Kral.									X	
		<i>Cressa cretica</i> L.		X								

	Cucurbitaceae	<i>Colocynthis vulgaris</i> (L.) Schrad.				X						X
	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia guyoniana</i> Boss .et Remt			X		X			X		
		<i>Euphorbia calyptrata</i> Coss et Dr										X
		<i>Euphorbia cornuta</i> Pers.										X
	Fabaceae	<i>Argyrobium uniflorum</i> Jaub. et Spach.										X
		<i>Astragalus gombo</i> Coss. et Dur.			X							X
		<i>Astragalus mareoticus</i> Del.		X				X				
		<i>Astragalus gyzensis</i> Del.						X				
		<i>Retama retam</i> (Forssk.) Webb. Et Berth.			X			X				
		<i>Genista saharae</i> Cosson. et Dur.			X		X					X
		<i>Psoralea plicata</i> Del.								X		
		<i>Trigonella anguina</i> Del.								X		X
	Frankeniaceae	<i>Frankenia pluverulenta</i> L.										X
	Geraniaceae	<i>Erodium glaucophyllum</i> (L.) L'Her.			X		X					X
		<i>Monsonia heliotropioides</i> (Cav.) Boiss.										X
	Juncaceae	<i>Juncus rigidus</i> Desf.	X		X							
	Labiaceae	<i>Salvia aegyptiaca</i> L.										X
	Malvaceae	<i>Malva aegyptiaca</i> L.					X					
	Mimosaceae	<i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. ex Del.						X				
	Mollygonaceae	<i>Mollugo nudicaulis</i> Lam		X								
	Nyctaginaceae	<i>Boerhavia diffusa</i> L.				X						
	Orobanchaceae.	<i>Cistanche phelypaea</i> (L.) Cont.						X				
	Plantaginaceae	<i>Plantago ciliata</i> Desf.				X		X				X
	Plombaginaceae	<i>Limoniastrum guyonianum</i> Dur.			X		X				X	
	Polygonaceae	<i>Emex spinosa</i> Camp.				X		X				
		<i>Calligonum comosum</i> L'Herit.				X		X				X
	Resedaceae	<i>Reseda villosa</i> Coss.						X				
		<i>Randonia africana</i> Coss.				X		X				
	Rhamnaceae	<i>Zizyphuslotus</i> (L.) Desf.			X						X	
	Rosaceae	<i>Neurada procumbens</i> L.				X		X		X		X
	Solanaceae	<i>Datura stramonium</i> L.										X
		<i>Solanum nigrum</i> L.										X
	Tamaricaceae	<i>Tamarix articulata</i> Vahl.	X		X		X				X	
		<i>Tamarix gallica</i> L				X						
	Thyméliaceae	<i>Thymelea microphylla</i> Coss. et DR.			X				X		X	
	Zygophyllaceae	<i>Fagonia glutinosa</i> Del.				X		X				X
		<i>Fagonia microphylla</i> Pomel.										X
		<i>Peganum harmala</i> L.										X
		<i>Zygophyllum album</i> L.	X		X		X					
Sacco.	Ephedraceae	<i>Ephedra alata</i> Dec.			X						X	
Totaux	39	107	9	6	27	22	14	16	10	15	14	44
			15	49	30	25	58					
Freq .		100%	14,01	45,79	28,03	23,36	54,28					

En considérant la fréquence relative des différentes essences végétales selon les biotopes étudiés, il se remarque que les lits d'Oued avec 54,28% de plantes recensées, offrent des conditions favorables pour l'installation de certaines espèces végétales dans cette zone aride où le seul facteur limitant le développement de la flore demeure l'eau. La richesse et la diversité des lits d'Oueds sont dues essentiellement aux conditions édaphiques favorables et propices au développement et au maintien d'une végétation spontanée (BENHOUHOU *et al.*, 2005). Dans la présente étude, les éphémères représentent dans les lits d'Oueds 58,97% de la flore recensée (107 espèces) (fig. 21). Avec 45,79% des plantes spontanées échantillonnées, le reg s'avère dans la présente étude le second habitat après les lits d'oued, offrant des conditions d'installation de certaines espèces. Sur les dunes de sable, une végétation Psamophile s'installe constituée par 30 espèces soit (28,03%) du total inventorié formant 30 genres et 15 familles botaniques.

Cependant, les Hamadas (23,36%) viennent en quatrième position avec une végétation clairsemée. La Sebka (14,01%), ne permettent que l'installation de quelques espèces. Bien que les plantes vivaces et annuelles soient fréquentes, les 3 habitats réunis renferment moins d'espèces que les lits d'oued et le reg. Les zones d'études comme partout dans le Sahara a une flore particulière. Les plantes de ces régions, présentent une particularité de se défendre contre la sécheresse bien que l'on peut noter leur absence sur de très grandes surfaces. Néanmoins, dans quelques biotopes privilégiés offrant des conditions de développement à la flore comme, c'est le cas des lits des Oueds, ou quelques flancs de dunes, dans les sillons des massifs montagneux que tapissent les hamadas, il existe un tapis végétal assez fourni et généralement herbeux et parsemé d'arbres (BAAMEUR *et al.*, 2015) (fig. 20).

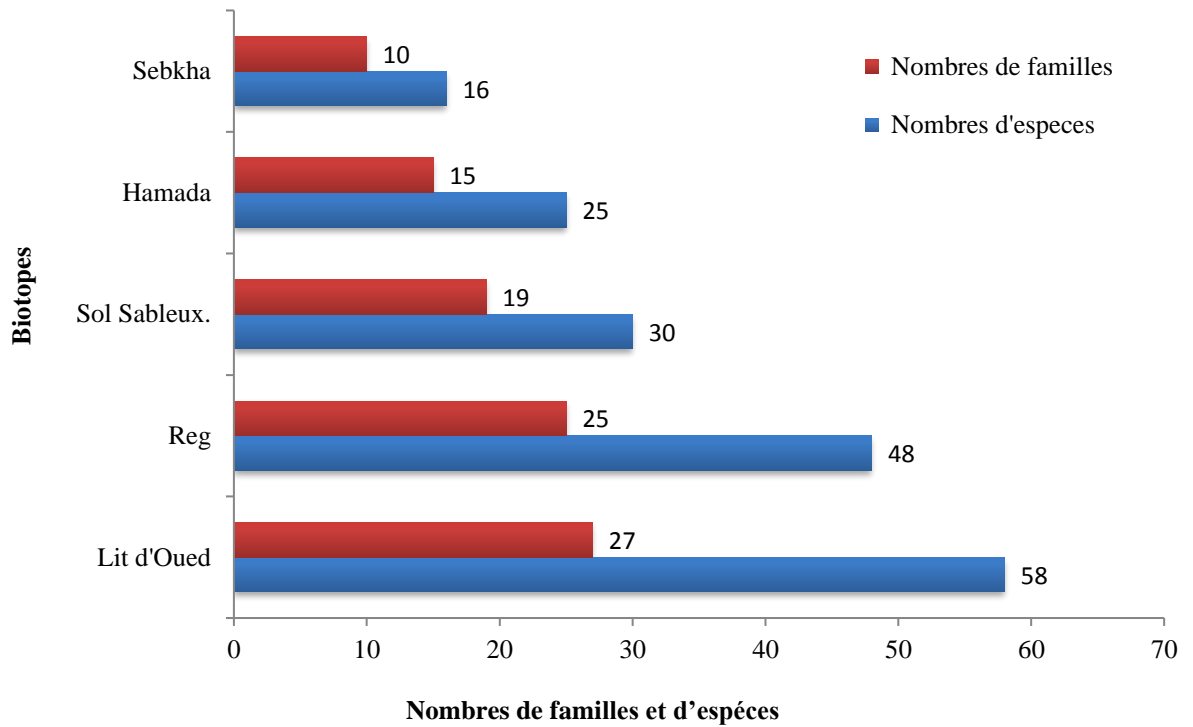


Figure 20.- Richesses floristiques des biotopes

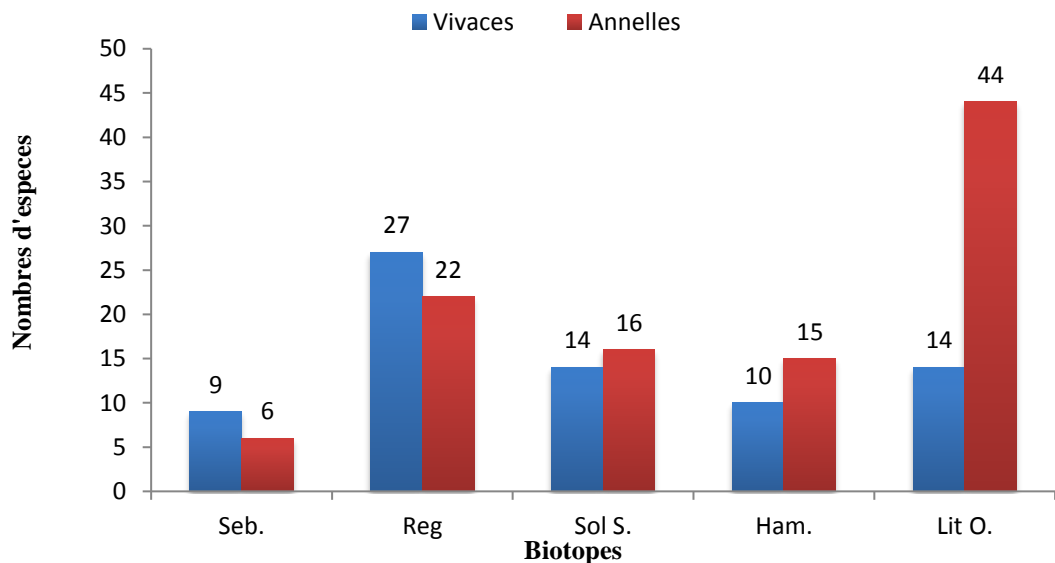


Figure 21.- Répartition des espèces par catégories biologiques dans les biotopes d'étude.

En considérant la fréquence relative des différentes essences végétales selon les biotopes étudiés, il est remarqué que les lits d'Oueds avec 54,28% des plantes récoltées, offrent des conditions favorables pour l'installation de certaines espèces végétales dans cette zone aride où le seul facteur limitant le développement de la flore demeure l'eau. La richesse et la diversité des lits d'Oueds sont dues essentiellement aux conditions édaphiques favorables et propices au développement et au maintien d'une végétation spontanée (BENHOUHOU *et al*, 2005). Les Lits d'oueds sont les parcours

les plus riches en arbres de très grandes tailles (*Tamarix gallica*, *Tamarix articulata*, *Zizyphus lotus* et des *Retama retam*) ceci confirme les travaux de SCHIFFERS (1971), BARRY et al (1985) et OZENDA (1991).

QUEZEL (1955 et 1978) cité par TEOFIL et WOJTERSKI (1985) note la présence de 77 espèces dans l'Oued M'Zab. Dans la présente étude, les éphémères représentent dans les lits d'Oueds sont de 58,97% de la flore recensée (107 espèces). HADJAMAR et LAAMECHE (2005) ont recensés dans l'Oued M'Zab 44 espèces appartenant à 20 familles dont 31 éphémères et 13 vivaces. CHEHMA et al. (2005) rapportent pour les différents lits d'Oued prospectés 52 espèces réparties entre 19 vivaces et 33 éphémères. D'après CAPOT-REY, (1952); cette richesse est essentiellement due au fait que les lits d'Oueds constituent un milieu favorable, relativement pourvu en eau et en alluviaux ramenés par les crues, même irrégulières, qui traversent ces zones.

Avec 45,79% des plantes spontanées échantillonnées, le reg s'avère dans la présente étude le second habitat après les lits d'oued, offrant des conditions d'installation de certaines espèces. Cette richesse est plus importante par rapport aux résultats trouvés par CHEHMA et al. (2005) qui note 12 espèces pour Ouargla. Ceci est dû probablement à l'aire de prospection plus importante adoptée lors de la présente étude. Cependant, la richesse obtenue dans les Regs des régions d'études diffère de celle obtenue par OZENDA (1983) qui signale que la végétation du reg est lâche et pauvre mais bien au contraire diversifiée et importante. Sur les dunes de sable, une végétation Psamophile s'installe, constituée de 30 espèces forment 30 genres et 15 familles recensées dans les biotopes des sols sableux (28,03%).

Bien que dans les Hamadas (23,36%) viennent en quatrième position avec une végétation clairsemée. SAHKI et BOUTAMMINE (2004) ont rapporté que les Hamada plateaux pierreux entre lesquels s'accumulent les sables et autres poussières argilo-limoneuses permettant le développement d'une végétation parfois luxuriante selon la saison et l'abondance des pluies. Les espèces recensées sont mentionnées par OZENDA (1983) sur le même type de biotope. De même, LACOSTE et SALANON (2001) notent que le genre *Fagonia* est particulièrement caractéristique de la végétation de la Hamada au Sahara septentrional. AZZI et BOUCETTA (1992) ont rapporté que la végétation des Hamadas est moins étalée que celle du reg même après les pluies, elle ne peut développer que dans les fissures ensablées vu que la majeure partie de la superficie est occupée par une roche compacte.

La Sebkhia (14,01%), ne permettent que l'installation de quelques espèces. Les espèces et les familles enregistrées dans ce milieu humide salé sont mentionnées par OZENDA (1983), HADJAJDI et al. (2005) et CHEHMA (2005). Dans les milieux salés, les facteurs édaphiques et biotiques contrôlent la répartition des halophytes (UNGAR, 1998, BOUZID, 2003). La majorité des

espèces végétales inventoriées dans le chott sont soit des hydrophytes (*Juncus maritimus*, *Phragmites communis*) soit des espèces à affinité halophyte (*Salicornia fruticosa*, *Suaeda vermiculata*). CHENCHOUNI (2011), signale le même constat à propos de la présence de ces deux catégories de végétaux dans le lac Ayata (Oued Righ). D'après VIENNOT-BOURGIN (1960) ; la flore des sols salins toujours pauvre et se caractérise par la prédominance des espèces spécialisées (halophytes) appartenant principalement à la famille des Amaranthacées. Le Chott montre une richesse floristique faible par rapport aux autres sites. OZENDA (1983) signale que les communautés végétales des sols salés sont généralement pauvres et caractérisées par la prédominance d'espèces qui s'adaptent à des sols salés. Les espèces se répartissent ainsi suivant la salinité et l'humidité du sol. Cette flore peu diversifiée est adaptée aux conditions qui règnent (climat et sol).

Bien que les plantes vivaces et annuelles soient fréquentes, les 3 habitats réunis renferment moins d'espèces que les lits d'oued et le reg. Les régions d'études comme partout dans le Sahara, ont chacune une flore particulière. Les plantes de la zone, présentent une particularité de se défendre contre la sécheresse. Bien que l'on puisse noter leur absence sur de très grandes surfaces, néanmoins dans quelques biotopes privilégiés offrant des conditions de développement à la flore comme c'est le cas des lits des

Oueds, ou quelques flancs de dunes, dans les sillons des massifs montagneux que tapissent les hamadas, il existe un tapis végétal assez fourni et généralement herbeux et parsemé d'arbres (BAAMEUR, 2006).

III.1.3.- Flores spontanées des stations d'étude

Les résultats de dénombrement des cortèges floristiques issus de l'échantillonnage subjectif, par l'utilisation de la méthode de l'aire minimale des 10 stations d'étude, à travers les zones géographiques du Sahara septentrional est-algérien montrent que la station d'Oued M'Zab dans la zone du Ghardaïa est la plus fournie en espèces végétales spontanées. Elle abrite 42 espèces représentant 39,25% de la flore totale regroupée en 37 genres et 24 familles. Dix sept entre elles sont représentées par une seule espèce (19,04%). Les autres familles dont les Asteraceae (19,04%) sont représentées par l'association de *Artemisia herba-alba*, *Bubonium graveolens*, *Calendula aegyptiaca*, *Chamomilla pubescens*, *Echinops spinosus*, *Perralderia coronopifolia*, *Pulicaria crispa* et *Rhanterium adpressum* ; les Brassicaceae (11,90%) par l'association de *Farsetia hamiltonii*, *Moricandia arvensis*, *Oudneya africana*, *Zilla macroptera*, *Zilla spinosa*. Les Poaceae (7,14%) par l'association de *Stipagrostis pungens*, *Stipagrostis obtusa* et *Stipagrostis plumosa* ; les Euphorbiaceae (7,14%) par l'association de *Euphorbia guyoniana*, *Euphorbia calyptrata*, et *Euphorbia cornuta* ; les Fabaceae (4,76%) par l'association de *Astragalus gombo* et *Trigonella anguina*. Les Solanaceae (4,76%) par l'association de *Datura stramonium* et *Solanum nigrum*. Les Zygophyllaceae (4,76%)

par l'association de *Fagonia glutinosa* et *Peganum harmala*. Ces 24 familles botaniques renferment 23,80% de vivaces et 76,19% d'éphémères. La diversité floristique semble être attribuée à l'humidité relative qui règne dans le fond de la vallée (BAAMEUR, 2006).

Les 37 espèces de la station de l'Oued N'Sa recensées dans la zone de Ouargla, représentent 37,83% de la flore totale, se répartissent en 34 genres et 22 familles dont : les Liliaceae, les Apocynaceae, les Capparidaceae, les Cistaceae, les Cucurbitaceae, les Euphorbiaceae, les Frankeniaceae, les Geraniaceae, les Plombaginaceae, les Polygonaceae, les Rhamnaceae, les Rosaceae, les Solanaceae les Tamaricaceae, les Thymeliaceae, les Zygophyllaceae et les Ephedraceae sont représentées par une seule espèce (soit 45,94% du nombre total des familles). Puis également se retrouve la famille des Asteraceae (13,51%) par l'association de *Anvillea radiata*, *Bubonium graveolens*, *Ifloga spicata*, *Pulicaria crispa*, *Rhanterium adpressum* et *Sonchus maritimus*. Viennent ensuite les Brassicaceae (13,51%) par l'association de *Diplotaxis harra*, *Malcolmia aegyptiaca*, *Oudneya africana*, *Savignya longistyla* et *Zilla macroptera*. Les Poaceae avec 10,81% par l'association de *Stipagrostis obtusa*, *Stipagrostis plumosa*, *Stipagrostis pungens* et *Danthonia forskhahlii*, les Amaranthaceae avec 8,10 % par l'association d '*Anabasis articulata*, *Salsola vermiculata* et *Traganum nudutaum*. Par ailleurs, les Fabaceae (8,10%) par l'association d'*Argyrolobium uniflorum*, *Astragalus gomboe* et *Genista saharae*. Ceux-ci donnent un total de 37,83% de vivaces contre 64,86% d'éphémères.

En troisième position vient la station des cordons dunaires dans la zone de l'Oued-Righ soit 29,90 % avec 32 espèces et 32 genres appartenant à 19 familles (12 sont représentées par un seul genre soit 3,12% pour chaque famille, la famille des Asteraceae et la plus nombreuse avec l'association de *Anacyclus cyrtolepidioides*, *Atractylis serratuloides*, *Cotula cinerae*, *Ifloga spicata* et *Sonchus maritimus*. Dans cette station les plantes annuelles arrivent en tête avec 62,5% et les vivaces n'ont que 37,5%.

En quatrième position c'est la station de reg d'Oued-Righ avec 28 espèces (26,16%), représentées par 27 genres et 16 familles botaniques. Ainsi arrivent en tête les Poaceae avec 14,28% par l'association de *Cynodon dactylon*, *Panicum turgidum*, *Phalaris minor*, *Stipagrostis plumosa*, et *Stipagrostis pungens* et les Amaranthaceae à 14,28% par une association de *Anabasis articulata*, *Atriplex halimus*, *Cornulaca monacantha*, et *Salsola baryosma* soit 42,85% vivaces et 57,14% éphémères.

Concernant la station de reg dans la zone de Ouargla vient en cinquième position avec 25 espèces et 23,36% représentée par 23 genres appartenant à 17 familles botaniques dont les Liliaceae, les Cistaceae, les Euphorbiaceae, les Geraniaceae, les Plantagenaceae, les Plombaginaceae, les Polygonaceae, les Resedaceae, les Rosaceae et les Ephedraceae, sont représentés par une seule espèce

(5,88%). Les espèces sont réparties entre 48% vivaces et 52% éphémères%.

Pour la station de Hamada dans la zone de Ghardaia 25 espèces sont notées avec une portion de 23,36% et 25 genres et 16 familles botaniques dans 11 familles sont représentées par une seule espèce soit 4% du total des familles recensées. Ainsi arrivent en tête les Asteraceae (20%) avec l'association de *Atractylis serratuloides*, *Cenataurea dimorpha*, *Cotula cinerea*, *Pulicaria crispa*, *Sonchus maritimus*, puis les Amaranthaceae 12% par les espèces *Haloxylon scoparium*, *Salsola longifolia*, *Traganum nudatum*, alors que les Poaceae, les Liliaceae et les Fabaceae représentent 8% pour chacune du total des familles notées dans cette station. Les différentes espèces de la hamada se regroupent en 20% de vivaces et 80% d'éphémères (tab. 7).

La station de reg dans la zone de Ghardaia représente 19,26% du total inventorié dans les différentes stations. Elle abrite 21 espèces et 18 genres végétaux appartenant à 12 familles botaniques. Les Liliaceae, les Brassicaceae, les Euphorbiaceae, les Plombaginaceae, les Polygonaceae, les Resedaceae les Zygophyllaceae et les Ephedraceae, sont représentées par une seule espèce (4,76% du nombre total des familles). Les espèces sont partagées en 61,90% vivaces contre 38,09% annuelles.

Pour les dépressions salines, la station de Sebkha de Djamaa dans la zone de l'Oued-Righ, abrite 13 espèces et 13 genres (12,21%) avec 9 familles botaniques. Les mieux représentées sont les Amarantaceae (30,76%) avec les espèces *Anabasis articulata*, *Atriplex halimus*, *Halocnemum strobilaceum*, *Sueada fruticosa*. Les Poaceae (15,38%) avec *Aeluropus littoralis* et *Phragmites communis*, sont les moins représentés suivis par les Asteraceae, les Boraginaceae, les Convolvulaceae, les Fabaceae, les Molluginaceae, les Tamaricaceae et les Zygophyllaceae qui représentent 53,86% du total des familles inventoriées. Les espèces sont 61,53% vivaces contre 38,46% annuelles.

Huit (8) espèces végétales (7,47% du total inventorié) représentées par 8 genres et 5 familles, sont échantillonnées, à Sebkha de Bamendil dans la zone de Ouargla. Les Poaceae avec 37,5% par l'association de *Aeluropus littoralis*, *Cynodon dactylon* et *Phragmites communis* ; arrivent en tête, puis les Amaranthaceae à 25% par une association de *Halocnemum strobilaceum* et *Sueada fruticosa*. Les Joncaceae avec 12,5% se hissent en troisième position par *Juncus rigidus* et les Tamaricaceae avec 12,5% par *Tamarix articulata*. Toutefois, la flore halophile la plus répandue dans le site d'étude reste *Zygophyllum album* (Zygophyllaceae) avec une fréquence de 12,5%. La végétation dans ce type de biotopes est à 87,5% des Vivaces.

La zone de Ouargla est la moins fournie en espèces végétales pour les formations éoliennes (dunes de sable) avec 8 espèces. 7,47 % de la flore totale représentées par la station de Sidi Khouiled. Elles se regroupent en 8 genres et 8 familles dont les Poaceae par *Stipagrostis pungens*, les Palmaceae

par *Phoenix dactylifera*, les Brassicaceae par *Oudneya africana*, les Amaranthaceae par *Cornulaca monacantha*, les Euphorbiaceae par *Euphorbia gyoniana*, les Fabaceae par *Retama retam*, les Resedaceae par *Randonia africana* et enfin les Zygophyllaceae par *Zygophyllum album*. Ces espèces

sont à 100 % des plantes vivaces.

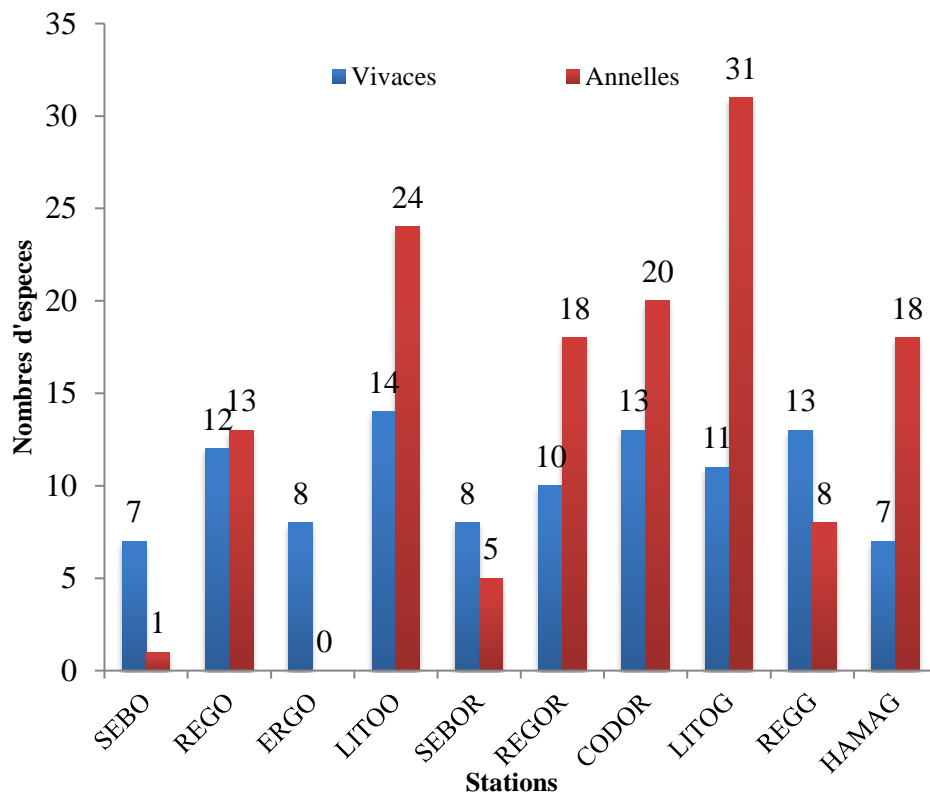


Figure 22.- Répartition des espèces par catégories biologiques dans les stations d'étude

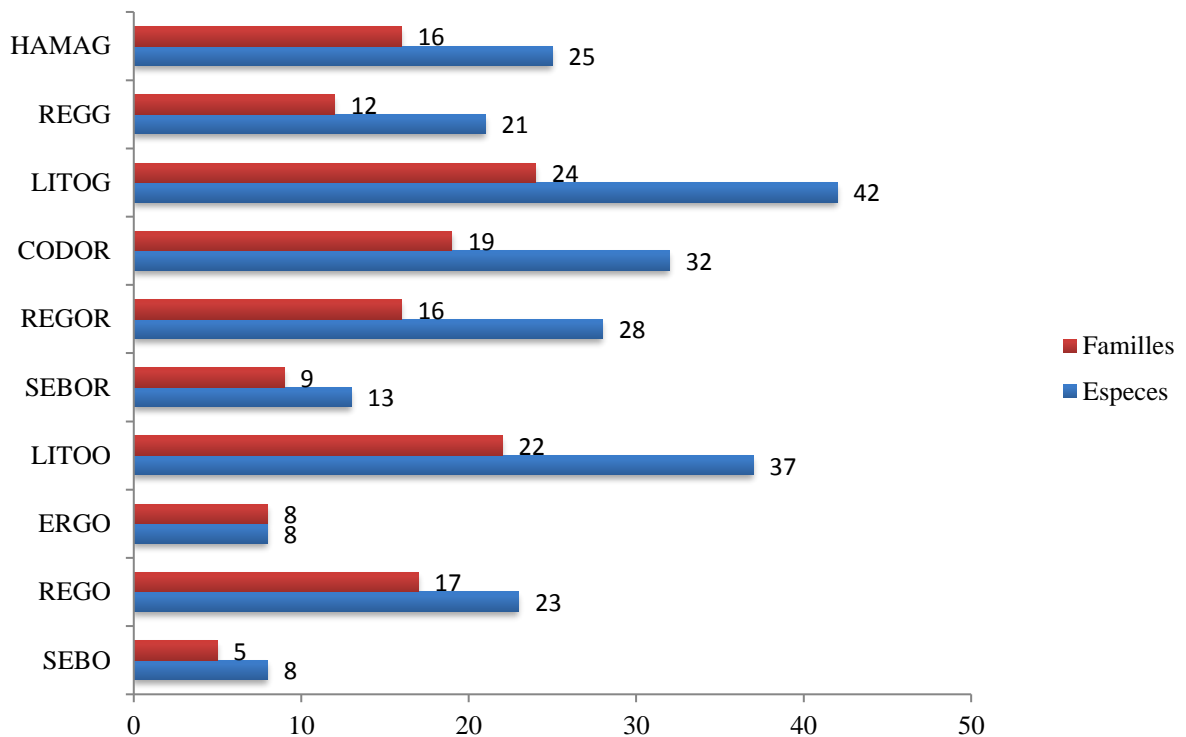


Figure 23.- Richesses floristiques dans les stations d'étude

Tableau 7.- Inventaires des différentes espèces selon les stations d'étude

Classes	Familles	Espèces	Stations d'étude																			
			Ouargla								Oued Righ								Ghardaïa			
			SEBO		REGO		ERGO		LITOO		SEBOR		REGOR		CODOR		LITOG		REGG		HAMAG	
			V.	A.	V.	A.	V.	A.	V.	A.	V.	A.	V.	A.	V.	A.	V.	A.	v.	A.	V.	A.
Monocotylédones	Amrylidaceae	<i>Pancratium saharae</i> Goss.Ex Batt.et Trab.																			X	
	Apiaceae	<i>Ammodaucus leucotrichus</i> Coss. et Dur.															X					
	Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.						X								X						
	Asclepiadaceae	<i>Pergularia tomentosa</i> Linn.														X						
	Liliaceae	<i>Androcymbium punctatum</i> (Schelet)				X														X		
		<i>Asphodelus tenuifolius</i> Cavan.							X													X
		<i>Dipcadi serotinum</i> (L.) Medick.																				X
	Palmaceae	<i>Phoenix dactylifera</i> L.				X																
	Poaceae	<i>Aeluropus littoralis</i> (Gouan) Parl.	X								X											
		<i>Cymbopogon schoenanthus</i> (L.) Spreng.																				X
		<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.		X										X								
		<i>Danthonia forskahlii</i> (Vahl) R. B.								X												
		<i>Panicum turgidum</i> Forsk.												X								
		<i>Phalaris minor</i> Retz.														X						
		<i>Phragmites communis</i> Trin. Ar.	X								X											
		<i>Stipagrostis ciliata</i> (Desf.) De Winter																			X	
<i>Stipagrostis obtusa</i> (Del.) Nees					X				X								X		X		X	
<i>Stipagrostis plumosa</i> (L.) Munro					X				X				X		X		X		X			
<i>Stipagrostis pungens</i> Desf. De Winter				X		X			X			X			X		X		X			
Amaranthaceae		<i>Agathophora alopecuroides</i> (Del.)Fenzl.													X				X			
	<i>Anabasis articulata</i> Moq.							X		X		X						X				
	<i>Atriplex halimus</i> L.									X		X										
	<i>Cornulaca monacantha</i> Del.			X		X						X						X				
	<i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.)Marsch.	X								X												
	<i>Haloxylon scoparium</i> Pomel																				X	
	<i>Salsola baryosma</i> (Schult.) Dandy												X									
	<i>Salsola longifolia</i> Forssk.															X					X	

Dicotylédones		<i>Salsola tetragona</i> Del.			X														X				
		<i>Salsola vermiculata</i> L .							X														
		<i>Sueda fruticosa</i> Forsk. ex J.F. Gmel.	X							X													
		<i>Traganum nudatum</i> Del.							X										X		X		
	Asteraceae		<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i> Pomel.																X				
			<i>Anvillea radiata</i> Coss. et Durr.							X													
			<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.																X				
			<i>Atractylis serratuloides</i> Sieber.																X		X	X	
			<i>Bubonium graveolens</i> (Forsk.)Maire							X									X				
			<i>Calendula aegyptiaca</i> Rupr.																X				
			<i>Carduncellus eriocephalus</i> Boiss.			X													X				
			<i>Cenataurea dimorpha</i> Viv.									X											X
			<i>Chamomilla pubescens</i> (Desf.) Alavi																X				
			<i>Cotula cinerae</i> Del.									X		X									X
			<i>Echinops spinosus</i> Bove ex DC.																X				
			<i>Ifloga spicata</i> (Vahl.) C.H.Schultz							X	X			X									
			<i>Launaea resedifolia</i> L .			X						X											
			<i>Perralderia coronopifolia</i> Coss																	X			
			<i>Pulicaria crispa</i> (Forsk.)Benth							X										X			
			<i>Rhanterium adpressum</i> Coss . et Dur							X									X			X	
			<i>Sonchus maritimus</i> L.										X										
			<i>Spitzelia coronopifolia</i> Sch. Bip.																				X
	Boraginaceae		<i>Echium humile</i> (Desf.) Jah.			X					X				X				X	X			
			<i>Megastoma pusillum</i> Coss. et Dur.									X		X									
			<i>Moltkia ciliata</i> (Forsk.)			X						X		X									
	Brassicaceae		<i>Diplotaxis harra</i> (Forssk.) Boiss.							X													
			<i>Farsetia hamiltonii</i> Royle																	X			
			<i>Malcolmia aegyptiaca</i> Spr.							X			X										
			<i>Moricandia arvensis</i> (L)DC.																	X			
			<i>Oudneya africana</i> R.Br.		X	X	X				X		X						X				
			<i>Savignya longistyla</i> Boiss. et Rent.							X											X	X	
			<i>Zilla macroptera</i> Coss.		X			X											X				
			<i>Zilla spinosa</i> Coss.																X				
	Campanulaceae		<i>Campanula bordesiana</i> Maire.																				X
	Capparidaceae		<i>Cleome arabica</i> L.							X			X						X				
	Caryophyllaceae		<i>Pteranthus chloranthus</i> Forssk .										X										X
			<i>Paronychia argentea</i> Lamek.										X										
	Cistaceae		<i>Helianthemum lippii</i> L.		X					X			X						X				X

		<i>Peganum harmala</i> L.																X				
		<i>Zygophyllum album</i> L.	X		X		X			X				X					X			
Sacco.	Ephedraceae	<i>Ephedra alata</i> Dec.			X				X										X			
Totaux	39	107	7	1	12	13	8	0	14	24	8	5	12	18	13	20	11	31	13	8	7	18
			8		25		8		38		13		28		33		42		21		25	
Fréquence			7,47		23.36		7.47		34.57		12.14		26.16		29.90		39.25		19.62		23.26	

(SEBO. : Sebkhâ de Ouargla ; REGO.: Reg de Ouargla de; ERGO. : Erg de Ouargla ; LITOO. : Lit d'Oued de Ouargla; SEBOR. : Sebkhâ de l'Oued-Righ ; REGOR. : Reg d'Oued-Righ ; CODOR. : Cordon dunaire de l'Oued-Righ ; LITOG. : Lit d'Oued de Ghardaïa ; REGG.: Reg de Ghardaïa ; HAMAG. : Hamada de Ghardaïa ; V. : Vivaces; A. : Annuelle; Sacco. : Saccovulées)

III.2.- Études biologiques et biogéographiques

Il paraît judicieux l'étude des formes biologiques et l'élément biogéographique des espèces spontanées à travers les différentes zones d'études.

III.2.1.- Études biologiques

Les types biologiques de RAUNKIAER (1934) des espèces végétales spontanées inventoriées dans les différentes zones d'étude sont consignés dans le paragraphe suivant.

III.2.1.1.- Études biologiques dans les zones d'études

Les différentes formes biologiques renseignent sur les formes de croissance et donc la réponse des végétaux aux conditions locales du milieu. Dans la présente étude, la répartition bio-floristique de la flore spontanée inventoriée dans les différentes zones d'études est consignée dans le tableau 8. Les résultats laissent apparaître que les Thérophytes sont les mieux représentés avec 44 espèces soit 41,12% du total échantillonné, une prédominance assez significative car elle exprime la faiblesse de la pluviométrie et sa durée dans l'année (2 mois). En seconde position, arrivent les Chaméphytes avec 31 espèces (28,97%), puis les Hémicryptophytes (11,21%) et les Phanérophytes (11,21%) avec 12 espèces respectivement pour chaque groupe. Les Cryptophytes sont représentées par 7 espèces (6,54%); à la fin figurent les parasites (0,93%) par seulement une espèce (fig.24).

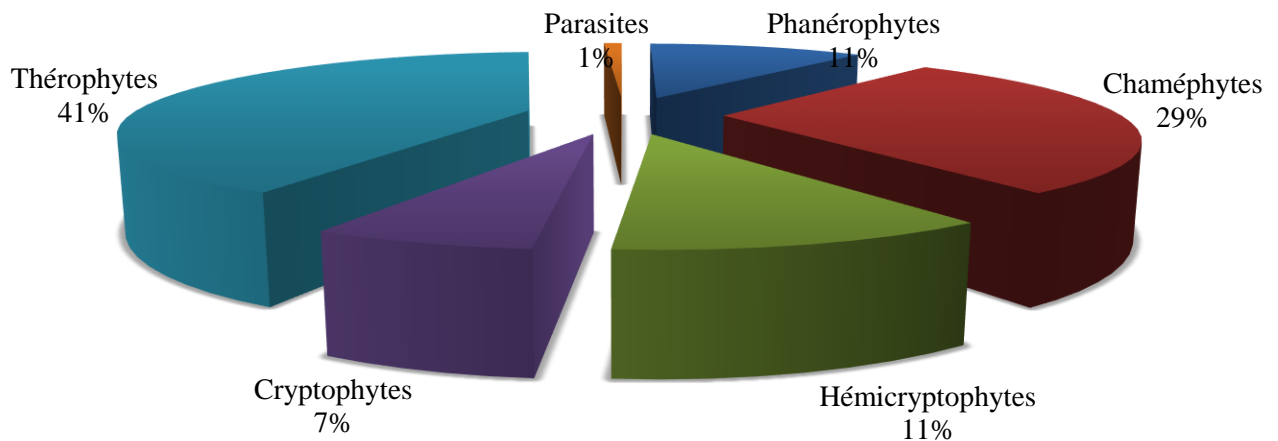


Figure 24.- Spectre biologique globale

L'étude de la répartition des types biologiques à travers les zones prospectées, font ressortir que la zone d'Ouargla est à 37,93% composées par des Thérophytes, suivis par 31,03% des Chaméphytes et respectivement par les Phanérophytes (13,79%), des Hémicryptophytes (10,34%) et des Cryptophytes (6,89%) (tab.8).

Dans la zone de Ghardaïa, toujours les Thérophytes sont les plus représentées 40,27 du totale

inventoriées devant les Chaméphytes (30,55%) et à part égales respectivement les Phanérophytes (12,5%) et les Héli-cryptophytes (12,5%), en dernière position c'est le groupe des Cryptophytes (4,16%) (tab.8).

Pour la zone d'Oued Righ, la dominance est aux Thérophytes avec 41,07% du total inventorié, suivi par les Chaméphytes 30,55%, et à part égale les Phanérophytes 14,28% et les Héli-cryptophytes 14,28% devant respectivement les Cryptophytes 5,35% et les Parasites (1,78%) (fig .25).

Tableau 8: Types biologiques des espèces spontanées inventoriées dans les zones d'études (N.: Nombre ; P. : Pourcentage)

Types Biologiques	Zones					
	Ouargla		Ghardaïa		Oued Righ	
	N.	P.	N.	P.	N.	P.
Phanérophytes	8	13,79	9	12,5	8	14,28
Chaméphytes	18	31,03	22	30,55	13	23,21
Hémicryptophytes	6	10,34	9	12,5	8	14,28
Cryptophytes	4	6,89	3	4,16	3	5,35
Thérophytes	22	37,93	29	40,27	23	41,07
Parasites	0	0	0	0	1	1,78
Totaux	58	100	72	100	56	100

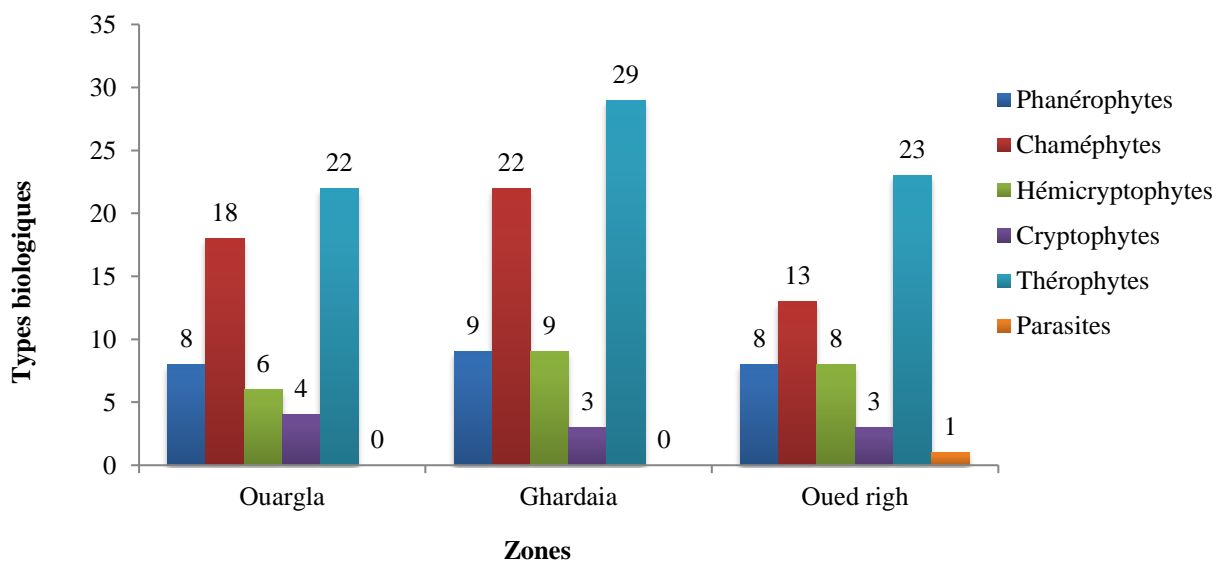


Figure 25. - Répartition des types biologiques dans les zones d'étude

III.2.1. 2-Études biologiques dans les biotopes d'étude

Les biotopes étudiés présentent des répartitions différentes des spectres biologiques. Les thérophytes occupent une place importante dans tous les habitats écologiques. Il est noté que dans la Sebkhha la répartition des types biologiques est à 33,33% composée par des Thérophytes (tab.9), suivie par les Chaméphytes (25%) sont représentés par une part importante dans la famille des Asteraceae, les Cryptophytes 18,75%, puis par une part importante des Paceaeae, les Héli-Cryptophytes (12,5%) et les Phanérophytes (6,25%).

Les Thérophytes représentent (40,81%) des espèces inventoriées dans le reg, suivis par les Chaméphytes qui participent avec (29,16%) devant les Phanérophytes (16,66%), les Héli-Cryptophytes (12,5%) et les Cryptophytes (2,08%).

Sur les sols sableux, les Thérophytes dominent avec (43,33%), suivies respectivement par les Phanérophytes (23,33%), les Chaméphytes (20%), les Héli-Cryptophytes (6,66%). Les Cryptophytes et les Parasites montrent le même pourcentage de taxons (3,33%) du total inventorié.

Pour le biotope Hamada dans la zone du Ghardaïa, ce sont les Thérophytes qui sont les mieux représentés avec 48% du total des espèces, suivis respectivement par les Chaméphytes (24%), les Héli-Cryptophytes (16%) les Cryptophytes (8%), les Phanérophytes (4%) (tab .9).

Dans les lits d'oueds 46,55% des espèces végétales inventoriées dans ce biotope sont des Thérophytes, suivies par les 31,03% des Chaméphytes. Les Phanérophytes représentent 12,06%, les Héli-Cryptophytes représente 10,34%, aucune espèce Cryptophytes ni parasites n'est notée dans ce biotope (fig. 26).

Tableau 9 : Types biologiques des espèces spontanées inventoriées dans les biotopes d'étude (N : Nombre ; P. :Pourcentage)

Types Biologiques	Biotopes									
	Sebekha		Reg		Sol sableux		Hamada		Lit d'Oued	
	N.	P.	N.	P.	N.	P.	N.	P.	N.	P.
Phanérophytes	1	6,25	8	16,66	7	23,33	1	4	7	12,06
Chaméphytes	4	25	14	29,16	6	20	6	24	18	31,03
Hémicryptophytes	2	12,5	6	12,5	2	6,66	4	16	6	10,34
Cryptophytes	3	18,75	1	2,08	1	3,33	2	8	0	0
Thérophytes	5	33,33	20	40,81	13	43,33	12	48	27	46,55
Parasites	0	0	0	0	1	3,33	0	0	0	0
Totaux	15	100	49	100	30		25	100	58	100

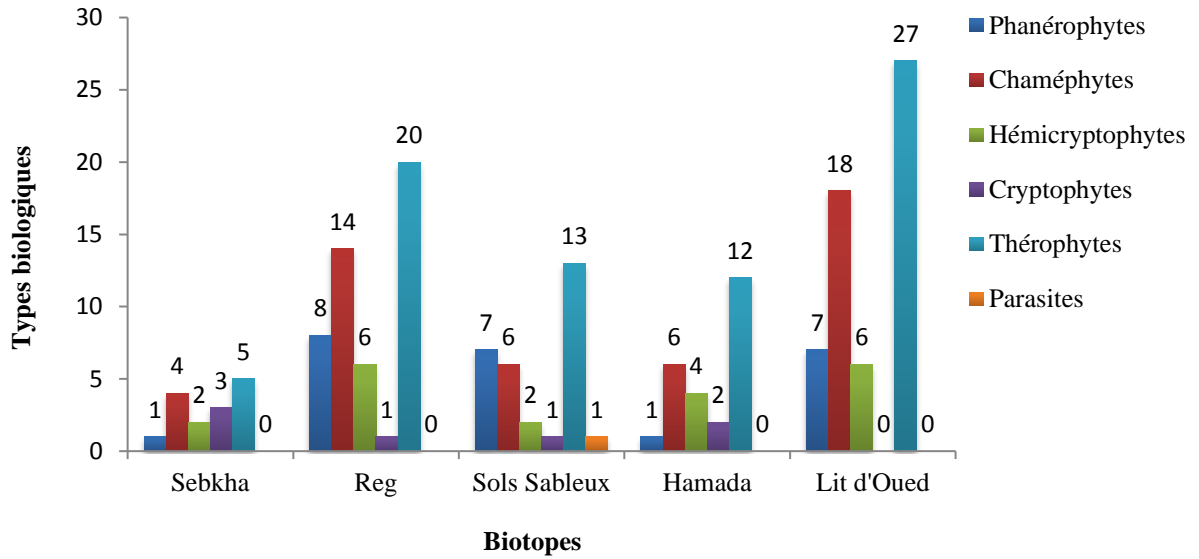


Figure 26. - Répartition des types biologiques dans les biotopes d'étude

Il est bien établi que les conditions du milieu influencent d'une manière ou d'une autre le développement des espèces végétales, le spectre biologique serait assez révélateur du climat local qui façonne la structure de la végétation (OULD MOHAMED VALL *et al.*, 2011). Une importante domination des Thérophytes est notée dans les différents biotopes étudiés dans la plus importante et signaler dans les lits d'oueds et les regs, une Thérophytisation qui peut être expliquée d'une part par l'étendue des surfaces à inondation saisonnière, favorables au développement des plantes annuelles ayant une germination et une croissance rapides et d'autre part par la capacité de ces espèces à coloniser des milieux nouvellement créés par dépôts de sable après être arrosés par les précipitations saisonnières. Leur présence dans les milieux arides est liée à leur stratégie d'adaptation. Cette thérophytisation représente le stade ultime de la dégradation des habitats xériques. Elle est souvent liée aux perturbations environnementales par le pâturage (QUEZEL, 2000). Le phénomène est considéré par DAGET (1980) comme une stratégie d'esquive des périodes défavorables, aussi il a démontré que le taux de thérophytes et son augmentation au fil du temps pourrait être un indicateur d'une augmentation de la sécheresse climatique ou de la dégradation de l'habitat. Les thérophytes sont prépondérants dans les trois régions d'études. Ceci est en accord avec les conditions climatiques arides (100-400 mm) qui y régissent. Selon LACOSTE et SALANON (2001), dans les zones arides et semi- arides méditerranéennes, ce sont les Thérophytes qui dominent. D'après GOMAA (2012), cette catégorie de plante a des exigences écologiques faibles. Elles colonisent divers types d'environnements. FLORET *et al.*, (1992) signale que plus un système est influencé par l'homme (surpâturage, culture), plus les héliophytes y prennent de l'importance. NEFFAR *et al.*, (2013) montrent que les thérophytes ont une importance écologique limitée pour les programmes de réhabilitation et de restauration dans les pâturages arides en raison de leur court cycle de vie qui ne dure que quelques semaines dans des conditions sévères.

En ce qui concerne les Chaméphytes qui occupent la deuxième position dans les spectres biologiques dans tous les habitats écologiques étudiés, sont plus notées dans les lits d'oueds. Les Regs sont généralement bien adaptés aux conditions des milieux arides. Ils peuvent développer diverses formes d'adaptation à la sécheresse qui se traduisent par la réduction de la surface foliaire et par le développement d'un puissant système racinaire. Pour les Chaméphytes, AIDOUD (2005) note qu'elles ont une bonne adaptation à la sécheresse. EL-BANA *et al.*, (2002) signalent que le pourcentage élevé des Chamaephytes peut être lié à leur capacité à résister à la sécheresse et à la salinité.

Quant aux Phanérophytes, leur présence en nombre est faible dans le milieu saharien. Elles se localisent dans tous les biotopes, mais moins nombreux dans les Sebkha et les Hamadas. Ils occupent la deuxième position dans les spectres biologiques dans les regs qui sont les milieux les plus favorables à leur développement puisqu'ils ont un système racinaire qui leur permet de rechercher l'eau le long des fissures rocheuses, et la troisième position dans les lits d'oueds et les sols sableux. Pour la rareté des Phanérophytes OZENDA (1964) signale, que la strate arborée de la zone aride est très disséminée et dispersée dans l'espace. MONOD (1973), note que le caractère commun à l'ensemble des déserts, et bien la rareté des arbres, les phanérophytes dominant parfois par leur recouvrement et jouent de ce fait, un rôle déterminant dans la mise en place d'un cortège floristique spécifique (LE COMPTE-BARBET, 1975 ; LE COMPTE-BARBET, 1975).

Les Hémicryptophytes qui présentent le même nombre que les Phanérophytes dans la présente étude sont moins représentées dans les Sebkha et les sols sableux. Elles sont considérées par MONOD (1992) comme des plantes vivaces arido-passives pour résister à la sécheresse en limitant leur croissance ou en la supprimant temporairement. De plus, FLORET *et al.* (1990) observent dans le sud de la France que ce type biologique est très fréquent sur les sols à conditions hydriques favorables. Dans la présente étude, ce type biologique est caractérisé par une dominance des espèces qui appartiennent à la famille des Asteraceae.

Les types biologiques qui sont faiblement représentés comme les parasites se développent seulement dans les sols sableux dans la zone d'Oued Righ. Ces plantes ne sont pas capables de faire la photosynthèse. Elles vivent en parasites sur d'autres plantes chlorophylliennes. Les Cryptophytes, sans moins notées dans les milieux secs comme le reg et les sols sableux et aucune espèce Cryophyte n'est notée dans les lits d'oueds. Cette variation est directement liée au cycle de la plante et le mode d'adaptation des espèces au désert (OZENDA, 1991), qui dépend des conditions climatiques (GARDI, 1973 ; POUPON, 1980). La détermination du spectre biologique de la végétation permet de connaître les relations qui mettent en évidence les dépendances entre la distribution des types biologiques et les facteurs de l'environnement (ELLENBERG, 1967 ; FLORET, 1990).

III.2.2-Étude biogéographique

Les éléments biogéographiques des espèces végétales spontanées inventoriées dans les différentes zones d'étude sont exposés.

III.2.2.1- Étude biogéographique dans les zones d'études

Le spectre phytogéographique global (fig,27) montre une diversité très importante des éléments phytogéographiques dans les régions d'études. Une prépondérance de l'élément Saharo-Sindien, avec 42 espèces, soit (39,25%). L'élément endémique et méditerranéen occupent également la deuxième position avec 14 espèces soit 13,09%, suivies par l'élément Cosmopolite qui compte 9 espèces soit (8,41%). L'élément Saharo-arabique présente le même nombre que l'élément Saharo-méditerranéen avec 7 espèces soit (6,54%), les autres éléments qui sont faiblement représentés, correspondent à l'élément endémique nord de l'Afrique, tropicale avec 4 espèces également soit 3,73% et endémique-saharien et méditerranéo- Saharo-sindien avec 3 espèces également soit 2,80%.

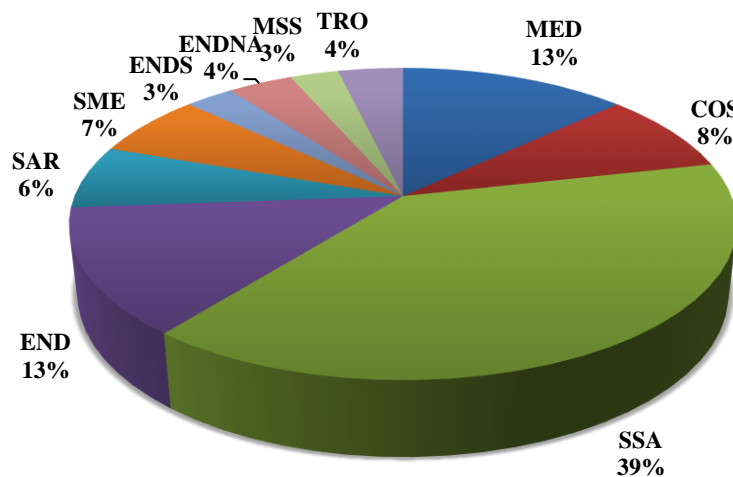


Figure 27.- Spectre phytogéographique globale

(MED: Méditerranéenne, COS: Cosmopolite, SSA: Saharo-sindien, END : Endémique, SAR : Saharo-Arabique, SME : Saharo-Méditerranéenne, ENDS : Endémique-Saharienne, ENDNA : Endémique Nord de l'Afrique MSS : Méditerranéo- Saharo-sindien, TRO : Tropical)

A vu de tableau 10, dans la zone d'Ouargla, la distribution des éléments phytogéographiques révèle que les espèces spontanées sont majoritairement d'origine Saharo-Sindienne dominant avec 23 espèces soit (39,66%). L'élément Endémique et méditerranéenne occupent également la deuxième positions avec 7 soit 12,06%, suivies par l'élément Saharo méditerranéenne avec 6 espèces et un pourcentage de 10,34. L'élément Cosmopolite et l'élément endémique nord de l'Afrique viennent en troisième positions également avec 4 espèces soit 6,89%. Pour les éléments faiblement présentésse trouvent, l'élément endémique -Saharien présent par les espèces et l'élément

méditerranéo- Saharo-sindien par l'espèce. Aucune espèce tropicale n'est notée dans cette région (fig.27).

L'élément Saharo-Sindien présente 38,88% avec 28 espèces de la flore spontanée recensée dans la région du Ghardaïa (fig. 27), suivi par l'élément Endémique avec 11 espèces soit 15,27%.

L'élément méditerranéen 12,5% avec 9 espèces, tandis que l'élément endémique nord de l'Afrique présente 6,94% avec 5 espèces. L'élément Saharo-arabique et Saharo-méditerranéen présentent également 5,55% et 4 espèces de la flore inventoriées dans cette zone du Sahara septentrionale. Les éléments cosmopolites, Méditerranéo- Saharo-sindien, Tropicale et Endémique – Saharienne sont faiblement représentés.

Les éléments Saharo-Sindiens dominent dans la zone d'Oued-Righ avec 22 espèces, soit 39,28%, l'élément méditerranéenne vient en deuxième position avec 14,28% et 8 espèces devant l'élément endémique qui comprend 7 espèces soit 12,5% et l'élément cosmopolite avec 5 espèces soit 8,92%, tandis que l'élément Saharo-arabique et l'élément Saharo-méditerranéenne présente également 7,14% et 4 espèces du totale de la flore recensée dans cette région. (fig.28).

Les 3 régions d'étude du Sahara septentrional suivent presque la même allure de spectres phytogéographiques. Il se retrouve respectivement l'élément saharo-sindien, méditerranéen et endémique majoritairement en tête des 10 éléments phytogéographiques. Les éléments qui sont faiblement représentés, se retrouvent l'élément Saharo-arabique, l'élément endémique-saharienne et l'élément méditerranéo-saharo-sindien dans la région d'Ouargla. Dans la région la zone de Ghardaïa se retrouvent les éléments : endémique nord africain, Saharo-arabique, Saharo-méditerranéen, cosmopolite, méditerranéo- Saharo-sindien et tropicale, et pour les éléments cosmopolites, Saharo-arabique, Saharo-méditerranéenne, endémique nord africain, méditerranéo-Saharo-sindien, endémique –saharienne et tropicale dans la zone d'Oued Righ (tab. 10).

Tableau 10 : Éléments biogéographiques des espèces spontanées inventoriées dans les zones d'études (N. : Nombre ; P. : Pourcentage)

Élément biogéographiques	Zones					
	Ouargla		Ghardaïa		Oued Righ	
	N.	P.	N.	P.	N.	P.
Méditerranéenne	7	12,06	9	12,5	8	14,28
Cosmopolite	4	6,89	3	4,16	5	8,92
Saharo-sindien	23	39,66	28	38,88	22	39,28
Endémique	7	12,06	11	15,27	7	12,5
Saharo-arabique	4	6,89	4	5,55	4	7,14
Saharo-Méditerranéenne	6	10,34	4	5,55	4	7,14
Endémique -Saharienne	2	3,44	2	2,77	1	1,78
Endémique Nord African	4	6,89	5	6,94	2	3,57
Méditerranéo- Saharo-sindien	1	1,72	3	4,16	2	3,57
Tropicale	0	0	3	4,16	1	1,78
Totaux	58	100	72	100	56	100

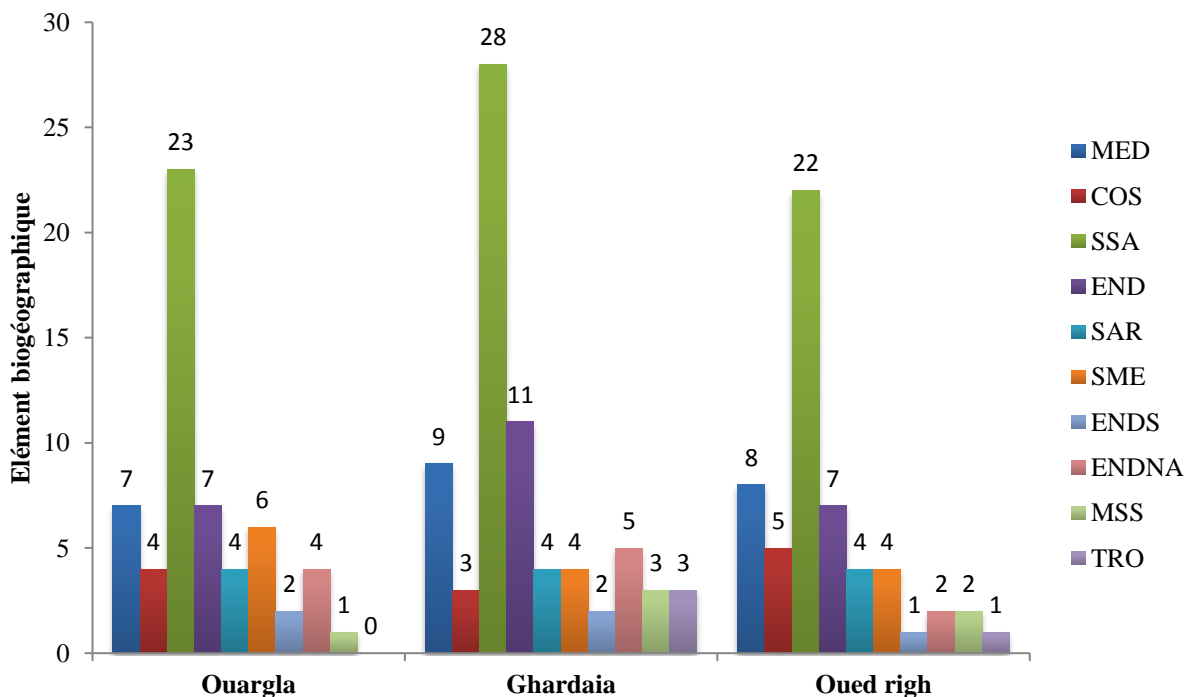


Figure 28. - Répartition des éléments biogéographiques dans les zones d'étude

III.2.2.2- Étude biogéographique dans les biotopes d'étude

D'après les résultats récapitulés dans le tableau 11, sur les 15 espèces répertoriées dans la Sbekha, 4 espèces végétales sont d'origine Saharo-sindienne soit 26,66%. L'élément méditerranéen et l'élément cosmopolite sont présents avec 3 espèces (20%). Les éléments Saharo-arabique, Saharo-méditerranéen, endémique nord africain et tropicale ne sont présents qu'avec 1 seule espèce (6,66%) dans ce biotope humide (fig. 29).

Dans les Regs (fig. 29) la prédominance des espèces Saharo-sindiennes est à 44,89% avec 22 espèces, suivis par l'élément endémique avec 16,32% (6 espèces). Toutefois, l'élément méditerranéen, Saharo-méditerranéen et Saharo-arabique sont présents à 8,16%, bien que l'élément endémique nord de l'Afrique ne représente que 6,12%.

Sur les sols sableux (fig. 29), les types phytogéographiques se caractérisent par la dominance des espèces Saharo-sindiennes avec 43,33%. L'élément Saharo-arabique et endémique est en deuxième position avec 13,33%, devant l'élément Saharo-méditerranéenne qui présente 10%. Les éléments faiblement représentés sont les cosmopolites, méditerranéenne, endémique-Saharienne et endémique nord africain. Aucune espèce d'origine méditerranéo- Saharo-sindienne et tropicale n'est signalée dans ce biotope.

Dans les Hamadas (fig. 28), la répartition des types phytogéographiques montrent que la dominance est toujours avec les éléments Saharo-Sindiens avec 28%, l'élément endémique vient en deuxième position avec 24% devant les éléments méditerranéennes (20%) alors que l'élément tropical présente 12% devant les éléments endémiques nord-africains qui présentent 8%, l'élément Saharo-arabique enregistre un taux similaire à celle de l'élément méditerranéo- Saharo-sindien (4%).

Avec la présence de sept types phytogéographiques, les lits d'oueds se caractérisent par la dominance de l'élément Saharo-Sindien avec (44,82%). L'élément endémique est en deuxième position avec 13,79%, suivi par l'élément méditerranéen avec un pourcentage de 12,06% l'espèce d'origine endémique nord africain présente 8,62%. L'élément cosmopolite et l'élément Saharo-méditerranéen, viennent en cinquième position également avec 5,17%. Les Saharo-arabique, endémique-saharienne, méditerranéo-Saharo-sindien ne présentent que 3,44%, et aucune espèce n'est signalée dans cet habitat (fig. 29).

Tableau 11: Éléments biogéographiques des espèces spontanées inventoriées dans les biotopes d'études (N.: Nombre ; P. : Pourcentage)

Élément biogéographiques	Biotopes									
	Sebkha		Reg		Sol sableux		Hamada		Lit d'Oued	
	N.	P.	N.	P.	N.	P.	N.	P.	N.	P.
Méditerranéen	3	20	4	8,16	2	6,66	5	20	7	12,06
Cosmopolite	3	20	2	4,08	2	6,66	0	0	3	5,17
Saharo-sindien	4	26,66	22	44,89	13	43,33	7	28	26	44,82
Endémique	0	0	8	16,32	4	13,33	6	24	8	13,79
Saharo-arabique	1	6,66	4	8,16	4	13,33	1	4	2	3,44
Saharo-Méditerranéen	1	6,66	4	8,16	3	10	0	0	3	5,17
Endémique –saharien	0	0	0	0	1	3,33	0	0	2	3,44
Endémique nord africain	1	6,66	3	6,12	1	3,33	2	8	5	8,62
Méditerranéo- Saharo-sindien	0	0	2	4,08	0	0	1	4	2	3,44
Tropical	1	6,66	0	0	0	0	3	12	0	0
Totaux	15	100	49	100	30	100	25	100	58	100

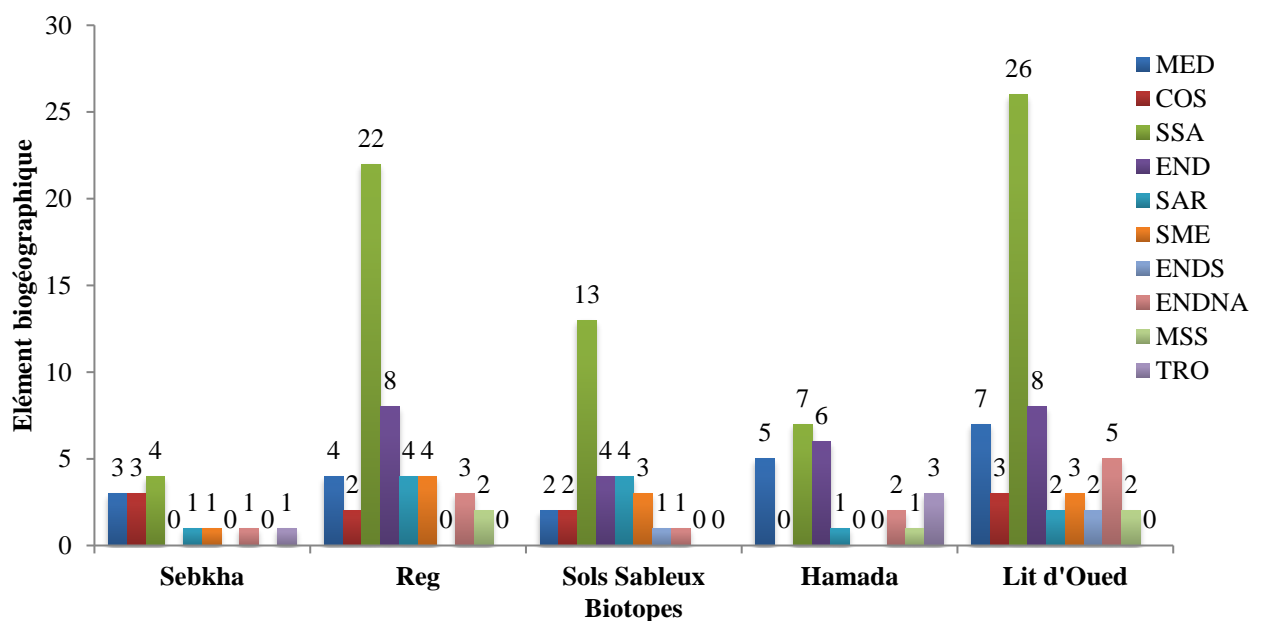


Figure 29. - Répartition des éléments biogéographiques dans les biotopes

D'après la figure 27, le milieu d'étude est diversifié sur le plan phytogéographique. Cette diversité est liée d'après QUEZEL (1995) à deux séries majeures de causes : les changements climatiques qui provoquent la migration des flores et le transport à longue distance par les vents et les oiseaux. Les modifications climatiques qu'a subi l'Afrique méditerranéenne depuis le Miocène ont provoqué la migration de la flore tropicale (MALEY, 1980 ; QUEZEL, 1960, 1983). Cette flore est actuellement adaptée aux conditions des régions sahariennes (BENSAID *et al.*, 1996). L'élément Saharo-Sindien domine dans les trois régions et les 5 biotopes d'étude. Cet élément occupe une place prépondérante dans la flore du Sahara septentrional (OZENDA, 1991). Cela est dû au fait que la zone d'étude se trouve dans le Sahara algérien qui est une partie de la zone phytogéographique saharo-sindienne (ZOHARY, 1973), suivi par les éléments endémiques, et l'élément méditerranéen. QUEZEL (1978) note que la flore du Sahara septentrional est relativement homogène, et les pénétrations méditerranéennes font de cette zone l'une des régions les plus riches du Sahara. L'endémisme y est élevé du fait des vastes espaces impropres à la vie pour le Sahara. Les Cosmopolite, Saharo-arabique, Saharo-Méditerranéen, Endémique –Saharien, Endémique nord africain, Méditerranéo- Saharo-sindien et les Tropicaux sont faiblement représentés. Selon QUEZEL (1978), la flore de l'Afrique méditerranéenne est phytogéographiquement diverse suite aux changements climatiques intervenus depuis le Miocène, ce qui a provoqué la migration de la flore tropicale (QUEZEL, 1983). Cette flore est actuellement adaptée aux conditions des régions sahariennes. Les relations phytogéographiques ont une influence significative sur la diversité des espèces car elles déterminent en grande partie le stock d'espèces disponibles dans le passé et le présent pour habiter la région (ABDEL-WAHAB *et al.*, 2008).

III.3-Analyse statistique

Un traitement numérique appliqué aux espèces végétales des différentes zones géographiques et biotopes du Sahara septentrional est discuté dans la partie suivante.

III-3-1- Analyse factorielle des correspondances

Pour l'interprétation de l'analyse factorielle des correspondances il faut se baser sur les espèces et les relevés à forte contribution relative. Il convient de ne fonder l'interprétation d'un axe que sur les éléments qui apportent à cet axe les plus fortes contributions suffisantes pour expliquer le maximum de l'inertie de cet axe.

III-3- 1-1-Analyse factorielle des correspondances appliquée aux espèces végétales des différentes régions géographiques du Sahara septentrional

Les traitements numériques portent sur l'analyse des échantillons consignés dans la matrice espèces-régions du tableau 5 donnant les fréquences de 107 espèces fois 3 zones géographiques du Sahara

septentrionale. Les résultats de la contribution des différentes régions à la formation des axes factorielles sont présentés dans le tableau 12.

Tableau 12 : Contribution des zones géographiques à la formation des différents axes

Axes	Axe 1	Axe 2
Ouargla	0	69,0
Ghardaïa	43 ,4	18,1
Oued Righ	56 ,6	12 ,9

Pour la formation de l'axe 1, la zone de l'Oued-Righ contribue pour 56 ,6%. Elle est suivie par la zone de Ghardaïa avec 43,4%, par ailleurs, la zone d'Ouargla participe pour 69,0% à la formation de l'axe 2 (tab. 12).

La figure 30 donne une représentation de la projection des régions sur le plan factoriel 1 et 2. La position des espèces végétales traduit les affinités et la corrélation entre les régions et la flore spontanée. En fonction des axes 1 et 2, il ya 7 groupes A, B, C, D, E, F et G. Dans le groupe A situe dans le quadrant I se trouve les 25 espèces propices à la zone de Ghardaïa. Il s'agit de *Cymbopogon schoenanthus* (CSC), *Stipagrostis ciliata* (SCI), *Dipcadi serotinum* (DSE) ,*Pancratium saharae* (PSA), *Ammodaucus leucotrichus* (PSA), *Haloxylon scoparium* (HSC), *Salsola longifolia* (SLO) , *Artemisia herba-alba* (AHE), *Calendula aegyptiaca* (CAE), *Chamomilla pubescens*(CPU),*Echinops spinosus* (ESP), *Perralderia coronopifolia* (PCOR), *Spitzelia coronopifolia* (SCO), *Farsetia hamiltonii* (FHA) ,*Moricandia arvensis* (MAR), *Zilla spinosa* (ZSP), *Campanula bordesiana* (CBO), *Euphorbia guyoniana* (EGU),*Euphorbia calyprata* (ECA), *Psoralea plicata*(PPL), *Trigonella anguina* (TAN), *Salvia aegyptiaca*(SAE) , *Acacia nilotica* (ANI), *Solanum nigrum* (SNI) et *Peganum harmala* (PHA) .

Les espèces communes aux trois zones prospectées Ouargla, Ghardaïa et Oued Righ, forment le groupe B. Il s'agit des espèces comme *Stipagrostis pungens* (SPU), *Anabasis articulata* (AAR), *Cornulaca monacantha* (CMO), *Echium humile* (EHU), *Oudneya africana*(OAF) ,*Cleome arabica* (CAR), *Helianthemum lippii*(HLI), *Colocynthis vulgaris*(CVU), *Euphorbia guyoniana* (EGU), *Astragalus gombo*(AGO), *Retama retam*(RRE), *Genista saharae* (GSA), *Erodium glaucophyllum*(EGL), *Plantago ciliata*(PCI), *Limoniastrum guyonianum* (LGU), *Calligonum comosum* (CCO),*Randonia africana*(RAF), *Neurada procumbens* (NPR), *Tamarix articulata* (TAR), *Thymelea microphylla* (TMI), *Fagonia glutinosa* (FGL) et *Zygophyllum album* (ZAL).

Dans le quadrant II se retrouve le groupe C qui englobe les espèces végétales propres à la zone d'Oued Righ. Ce sont *Panicum turgidum* (PTU), *Phalaris minor* (PMI), *Atriplex halimus* (AHA),

Anacyclus cyrtolepidioides (ACY), *Cotula cinerae (CCI)*, *Sonchus maritimus (SMA)*, *Megastoma pusillum (MPU)*, *Paronychia argentea (PAR)*, *Cressa cretica (CCR)*, *Astragalus mareoticus (AMA)*, *Astragalus gyzensis (AGY)*, *Malva aegyptiaca (MAEG)*, *Mollugo nudicaulis (MNU)*, *Boerhavia diffusa (BDI)*, *Cistanche phelypaea (CPH)*, *Reseda villosa (RVI)* et *Tamarix gallica (TGA)*.

Les espèces du groupe D qui se retrouve à l'opposé du groupe A dans le quadrant III, forment les plantes communes entre la région d'Ouargla et de Ghardaïa. Il s'agit des espèces comme *Stipagrostis obtusa (SOB)*, *Androcymbium punctatum (APU)*, *Asphodelus tenuifolius (ATE)*, *Nerium oleander (NOL)*, *Pergularia tomentosa (PTO)*, *Salsola tetragona (STE)*, *Traganum nudatum (TNU)*, *Bubonium graveolens (BGR)*, *Carduncellus eriocephalus (CER)*, *Pulicaria crispa (PCR)*, *Rhanterium adpressum (RAD)*, *Savignya longistyla (SLO)*, *Zilla macroptera (ZMA)*, *Convolvulus supinus (CSU)*, *Frankenia pluviculenta (FPL)*, *Datura stramonium (DST)* et *Ephedra alata (EAL)*.

Les espèces *Aeluropus littoralis (ALI)*, *Cynodon dactylon (CDA)*, *Phragmites communis (PCO)*, *Halocnemum strobilaceum (HST)*, *Sueda fruticosa (SFR)*, *Ifloga spicata (ISP)*, *Launaea resedifolia (LRE)*, *Moltkia ciliata (MCI)*, *Malcolmia aegyptiaca (MAE)* et *Juncus rigidus (JRI)* de groupe E dans le quadrant IV représente les espèces communes entre les régions d'Oued Righ et Ouargla.

Le groupe F du quadrant IV rassemble, les espèces propices à la zone de Ouargla, tels que *Danthonia forskhahlii (DFO)*, *Phoenix dactylifera (PDA)*, *Salsola vermiculata (SVE)*, *Anvillea radiata (ARA)*, *Diplotaxis harra (DHA)*, *Argyrolobium uniflorum (AUN)*, *Monsonia heliotropioides (MHE)* et *Fagonia microphylla (FMI)*.

Quant au groupe G du quadrant II, se retrouvent sept espèces communes entre les régions d'Oued Righ et Ghardaïa. Ce sont *Agathophora alopecuroides (AAL)*, *Salsola baryosma (SBA)*, *Atractylis serratuloides (ASE)*, *Cenataurea dimorpha (CDI)*, *Emex spinosa (ESPI)*, *Pteranthus chloranthus (PCH)* et *Zizyphus lotus (ZLO)*.

Il convient de dire que l'axe 1 représente une barrière de séparation zonale des taxons de gauche (région de Ghardaïa) vers la droite (région d'Oued Righ). La zone de Ouargla se présente comme une zone d'intersection au centre (fig. 30). La contribution à l'inertie totale des axes principaux est regroupée dans le tableau 13.

Tableau 13 : Contribution à l'inertie totale des axes principaux 1 et 2

Axes	1	2
Contribution à l'inertie totale	60,38	39 ,61

La somme des contributions cumulées à l'inertie totale est de 99,99% (tab. 13). Pour l'interprétation des résultats, les deux axes 1 et 2 suffisent.

L'axe 1 contribue pour 60,38% à l'inertie totale. Cet axe est orienté principalement par des valeurs de contribution de *Panicum turgidum*, *Phalaris minor*, *Atriplex halimus*, *Anacyclus cyrtolepidioides*, *Sonchus maritimus*, *Megastoma pusillum*, *Paronychia argentea*, *Cressa cretica*, *Astragalus gyzensis*, *Malva aegyptiaca*, *Mollugo nudicaulis*, *Boerhavia diffusa*, *Cistanche phelypaea*, *Reseda villosa* et *Tamarix gallica*. Chacune de ces espèces contribue à l'inertie de l'axe 1 avec un taux égal à 0,814%. L'axe 2 participe avec 39,61 dans l'inertie totale. Les espèces contribuant à l'inertie de cet axe factoriel sont : *Danthonia forskhahlii*, *Phoenix dactylifera*, *Salsola vermiculata*, *Anvillea radiata*, *Diploaxis harra*, *Argyrolobium uniflorum*, *Monsonia heliotropioides* et *Fagonia microphylla* avec 1% pour chacune.

Le traitement numérique par l'analyse factorielle des correspondances, a permis une vision globale des relations existant entre les régions et les espèces spontanées au niveau du Sahara septentrionale. Il apparaît dans les 3 régions prospectées que la disjonction des espèces est due à l'Eco-éthologie des espèces inventoriées, les plantes se répartissent en fonction du milieu peuplé. Chaque espèce se développe dans son propre environnement.

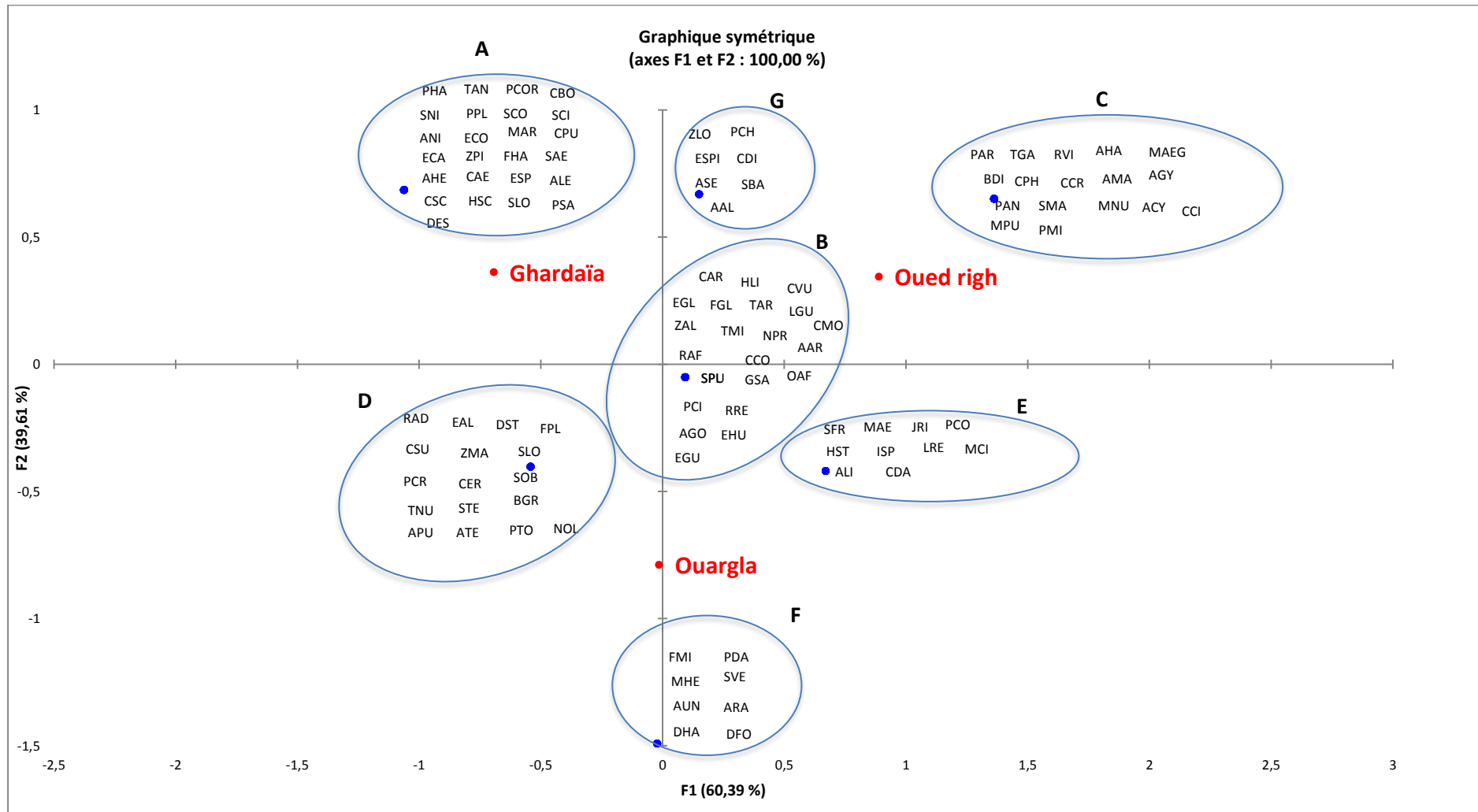


Figure 30. - Carte factorielle des espèces spontanées dans les zones géographiques de Sahara septentrional

III.3.1.2- Analyse factorielle des correspondances appliquée aux espèces végétales des différents biotopes

Le traitement numérique a porté sur l'analyse des échantillons, consignés dans la matrice espèces-biotopes du tableau 14 donnent des fréquences de 107 taxons fois 5 habitats biologiques. Le tableau 14, donne les résultats de la contribution des différents biotopes du Sahara septentrional algérien, à la formation des axes factoriels.

La contribution des biotopes d'études à la formation des axes 1 et 2 est présentée dans le (tab. 14). Pour l'axe 1, les contributions sont de 75,8% pour Sebkhha et de 10,5% pour les lits d'oueds. Ce sont les Regs, les sols sableux et les Hamadas qui contribuent à la formation de l'axe 2 avec respectivement 4,9%, 43,6%, et 36,2%.

Tableau 14 : Contribution des biotopes à la formation des différents axes

Biotopes	Axes	
	Axe 1	Axe 2
Sebhka	75,8	14,4
Regs	00	4,9
Sols sableux	2,4	43,6
Hamada	11,3	36,2
Lits d'oueds	10,5	0,08

La représentation graphique sur la figure 31, montre que selon les axes factoriels 1 et 2; les lit d'Oued et El Hamada se retrouvent dans le quadrant I et à l'opposé de Sebkhha qui se situe dans le quadrant II. Les biotopes des regs et sols sableux se réunissent dans le quadrant IV. Au vu de la répartition des différentes espèces selon les biotopes, il y a formation de 11 ensembles répartis en A, B, C, D, E, F, G H, I, J et k. Cinq groupes abritent des espèces propres à chaque biotope, 7 groupes sont intermédiaires contenant des espèces communes entre les différents biotopes.

Au lot A du quadrant I, certaines espèces sont attachées au lit d'oued. Il s'agit de *Danthonia forskhahlii* (DFO), *Ammodaucus leucotrichus* (ALE), *Nerium oleander* (NOL), *Pergularia tomentosa* (PTO), *Salsola vermiculata* (SVE), *Anvillea radiata* (ARA), *Artemisia herba-alba* (AHA), *Bubonium graveolens* (BGR), *Calendula aegyptiaca* (CAE), *Chamomilla pubescens* (CPU), *Echinops spinosus* (ESP), *Perralderia coronopifolia* (PCOR), *Pulicaria crispa* (PCR), *Diploaxis harra* (DHA), *Farsetia hamiltonii* (FHA), *Moricandia arvensis* (MAR), *Zilla spinosa* (ZSP), *Convolvulus supinus* (CSU), *Euphorbia calyptata* (ECA), *Euphorbia cornuta* (ECO), *Argyrolobium uniflorum*

(AUN), *Frankenia pluverulenta* (FPL), *Monsonia heliotropioides* (MHE), *Salvia aegyptiaca* (SAE), *Datura stramonium* (DST), *Solanum nigrum* (SNI), *Fagonia microphylla* (FMI) et *Peganum harmala* (PHA). Ces espèces sont caractéristiques des biotopes lits d'Oueds.

Dans le quadrant I se trouve le groupe B qui rassemble les espèces propres au Hamada. Il s'agit de *Cymbopogon schoenanthus* (CSC), *Dipcadi serotinum* (DES), *Pancratium saharae* (PSA), *Haloxylon scoparium* (HSC), *Spitzelia coronopifolia* (SCO), *Campanula bordesiana* (CBO), *Psoralea plicata* (PPL) et *Acacia nilotica* (ANI).

Le groupe C se localise dans le quadrant II et englobe les espèces propices aux biotopes Sebkhass tels que *Aeluropus littoralis* (ALI), *Cynodon dactylon* (CDA), *Phragmites communis* (PCO), *Halocnemum strobilaceum* (HST), *Sueda fruticosa* (SFR), *Cressa cretica* (CCR), *Mollugo nudicaulis* (MNU), ce sont des espèces dites halophiles. À l'opposé dans le quadrant IV se retrouve le groupe D qui est formé par les espèces inventoriées sur les sols sableux dont *Phalaris minor* (PMI), *Phoenix dactylifera* (PDA), *Anacyclus cyrtolepidioides* (ACY), *Sonchus maritimus* (SMA), *Astragalus gyzensis* (AGY), *Malva aegyptiaca* (MAEG), *Cistanche phelypaea* (CPH) et *Reseda villosa* (RVI).

Le groupe E se localise dans le quadrant II au centre entre les biotopes lits d'oueds et les sols sableux. Dans ce groupe se retrouvent des espèces inventoriées seulement dans les biotopes des regs. Ce sont les espèces comme *Panicum turgidum* (PTU), *Stipagrostis ciliata* (SCI), *Androcymbium punctatum* (APU), *Salsola baryosma* (SBA), *Salsola tetragona* (STE), *Carduncellus eriocephalus* (CER), *Launaea resedifolia* (LRE), *Boerhavia diffusa* (BDI) et *Tamarix gallica* (TGA).

Pour le groupe intermédiaires se retrouve le groupe F formé par des espèces à la fois dans les biotopes Regs, lits d'oueds et sols sableux comme *Stipagrostis pungens* (SPU), *Oudneya africana* (OAF), *Genista saharae* (GSA), *Erodium glaucophyllum* (EGL), *Plantago ciliata* (PCI), *Limoniastrum guyonianum* (LGU), *Calligonum comosum* (CCO) et *Fagonia glutinosa* (FGL).

Les espèces *Agathophora alopecuroides* (AAL), *Cornulaca monacantha* (CMO), *Emex spinosa* (ESPI), *Moltkia ciliata* (MCI), *Paronychia argentea* (PAR), *Retama retam* (RRE), *Randonia africana* (RAF), forment le groupe G qui rassemble les espèces communes entre les regs et les sols sableux.

Le groupe H est formé par des espèces recensées à la fois dans les biotopes lits d'oueds et regs notamment *Stipagrostis plumosa* (SPL), *Atractylis serratuloides* (ASE), *Malcolmia aegyptiaca* (MAE), *Zilla macroptera* (ZMA), *Cleome arabica* (CAR), *Colocynthis vulgaris* (CVU), *Euphorbia guyoniana* (EGU), *Astragalus gombo* (AGO), *Zizyphuslotus* (ZLO), *Neurada procumbens* (NPR) et *Ephedra alata* (EAL).

Traganum nudatum (TNU), *Megastoma pusillum* (MPU), *Pteranthus chloranthus* (PCH),

Helianthemum lippii (HLI), *Thymelea microphylla* (TMI), *Stipagrostis obtusa* (SOB), *Cenataurea dimorpha* (CDI) forment le groupe I, représenté par les espèces communes entre les biotopes regs, lits d'oueds et Hamada.

Quant aux plantes inventoriées à la fois dans les Hamadas et les lits d'oueds, elles sont rassemblées dans le groupe J. Il s'agit de *Asphodelus tenuifolius* (ATE), *Salsola longifolia* (SLO), *Rhanterium adpressum* (RAD) et *Trigonella anguina* (TAN). Toutefois, les espèces *Atriplex halimus* (AHA) et *Juncus rigidus* (JRI) forment le groupe K qui englobe les espèces communes entre les Sebekhas et les Regs.

La contribution des biotopes d'études à l'inertie totale pour l'axe 1 et pour l'axe 2, totalisent 58,71%, ce qui est suffisant pour une interprétation correcte des résultats (tab. 15)

Tableau 15 : Contribution à l'inertie totale des axes principaux 1 et 2

Axes	1	2
Contribution à l'inertie totale	32 ,41	26 ,30

Les espèces participant à l'inertie de l'axe 1 sont *Aeluropus littoralis* (ALI), *Cynodon dactylon* (CDA), *Phragmites communis* (PCO), *Haloxylon scoparium* (HSC), *Sueda fruticosa* (SFR), *Cressa cretica* (CCR), *Astragalus mareoticus* (AMA) , *Mollugo nudicaulis* (MNU), *Tamarix articulata* (TAR) et *Zygophyllum album* (ZAL) avec 0,829% chacune. Celles qui participent à la formation de l'axe 2 sont essentiellement *Stipagrostis pungens* (SPU), *Oudneya africana* (OAF), *Genista saharae* (GSA), *Erodium glaucophyllum* (EGL), *Plantago ciliata* (PCI), *Limoniastrum guyonianum* (LGU), *Calligonum comosum* (CCO), *Fagonia glutinosa* (FGL). Les autres espèces participent plus faiblement.

La flore spontanée située dans les quadrants I, semblent propres aux habitats humides selon les périodes de l'année. C'est le cas des biotopes lits d'oueds et Hamadas. Dans le quadrant IV se rencontrent essentiellement des plantes des milieux relativement secs comme les sols sableux, les regs centralisent entre les sols sableux et les lits d'oueds. Par ailleurs, la Sebka se trouve isolée dans le quadrant II et englobe les espèces dites halophiles propices aux habitats humides et salines. Il convient de dire que le long de l'axe 2 s'établit un gradient de sécheresse décroissant allant de haut vers le bas. Ce sont les affinités écologiques qui dictent la répartition des espèces végétales dans les quadrants. La position de chaque espèce dépend d'un ensemble de facteurs écologiques du milieu (OULED EL HADJ *et al.*, 2007). La position des biotopes les unes par rapport aux autres et les espèces caractéristiques pour chacune d'elles laissent apparaître l'affinité existant entre les différents composants de ces biotopes (BAAMEUR *et al.*,2015).

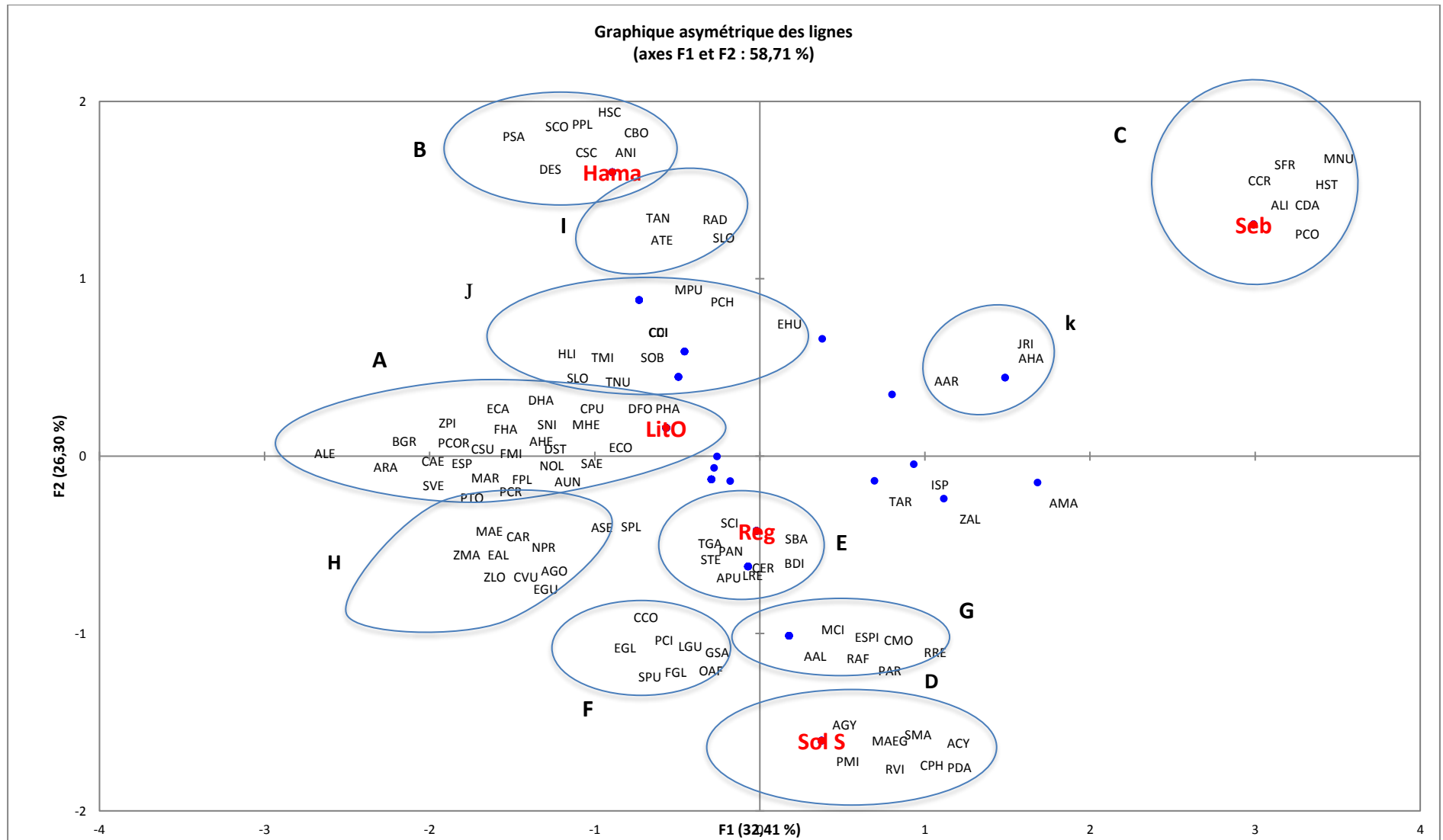


Figure 31 - Carte factorielle des espèces spontanées dans les différents biotopes

III.4.- Analyse écologique des espèces spontanées des différents milieux sahariens

Dans cette partie les résultats font l'objet d'analyses à travers des indices écologiques.

III.4.1- Indices écologiques de composition

Il paraît plus judicieux l'usage d'indices écologiques pour mieux caractériser la flore spontanée des régions zones d'études du Sahara septentrional. Cette étude concerne la richesse totale de la flore spontanée à travers les différentes régions et biotopes, la densité et le taux de recouvrement, l'abondance dominance, la sociabilité, le mode de distribution.

III-4-1- 1- Richesse totale

La richesse totale dans les différents zones et biotopes d'études, sera traitée.

III-4-1- 1- 1-Richesse totale dans les différentes zones d'étude

Pour une première approche de la composition floristique d'un habitat donné consistant à étudier sa biodiversité spécifique. Elle est traditionnellement appréciée par la richesse totale. Les résultats de la richesse totale dans les différentes régions à travers les 10 stations, montrent que les trois régions sont classées comme très riches selon l'échelle de DAGET et POISSONET (1991). Il se retrouve en première position la région de Ghardaïa avec 72 espèces végétales échantillonnées, avec 27 éphémères et 45 vivaces. La répartition des espèces rencontrées dans cette région varie selon les stations étudiées. Le lit d'oued est classée riche et diversifiée avec 42 espèces. La hamada et le reg sont moyennement riches avec respectivement 25 et 21 espèces. En seconde position arrive la région d'Ouargla avec 58 espèces réparties entre 26 vivaces et 32 éphémères dont le lit d'oued N'sa est classée assez riche avec 37 espèces. Le Reg de Hassi ben Abdellah est moyennement riche avec 25 espèces. Avec seulement 8 espèces, l'erg de Sidi khouiled et la Sebkha de bamendil, sont classés pauvres, avec 25 vivaces et 32 éphémères. La région d'Oued Righ se place en troisième rang du point de vue richesse totale, soit 56 plantes spontanées. Avec un état de flore assez riche dans les cordons dunaires comptent 32 espèces végétales, dont les regs présentent 28 espèces et la Sebkha 13 espèces. Il est à souligner que la richesse totale dans les différentes stations va de 8 espèces pour les Sebkhas et les Ergs à 42 dans les lits d'oueds. L'écart qui se retrouve entre ces richesses totales peut être dû aux conditions édaphiques et hydriques des différentes stations (tab. 16).

Tableau 16 : Richesses totales dans les zones d'étude

Richesse totale	Ouargla								Ghardaïa						Oued Righ					
	SEBO		REGO		ERGO		LITOO		LITOG		REGG		HAMG		SEBOR		REGOR		CODOR	
	V.	A.	V.	A.	V.	A.	V.	A.	V.	A.	V.	A.	V.	A.	V.	A.	V.	A.	V.	A.
	7	1	12	13	8	0	15	22	10	32	13	8	8	17	8	5	12	16	12	29
S /Totale	8		25		8		37		42		21		25		13		28		32	
Diversité	Très pauvre		Moyenne		Très pauvre		Assez riche		Riche		Moyenne		Moyenne		Pauvre		Moyenne		Assez riche	
Total	58								72						56					
Diversité	Très riche								Très riche						Très riche					

(SEBO. : Sebkhha de Ouargla ; REGO.: Reg de Ouargla de; ERGO. : Erg de Ouargla ; LITOO. : Lit d'Oued de Ouargla; SEBOR. : Sebkhha de l'Oued-Righ ; REGOR. : Reg d'Oued-Righ ; CODOR . : Cordon dunaire de l'Oued-Righ ; LITOG. : Lit d'Oued de Ghardaïa ; REGG.: Reg de Ghardaïa ; HAMAG. : Hamada de Ghardaïa)

III-4-1- 1- 2- Richesses totales des biotopes d'étude

La richesse totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent (RAMADE, 1984). Le tableau 17 représente la richesse floristique dans les biotopes d'étude. La répartition de la richesse totale des biotopes est différente, les lits d'oueds ayant des réserves hydriques importantes ne peuvent qu'abriter une flore luxuriante. Ils sont très riches avec 58 espèces végétales réparties entre 14 vivaces et 44 éphémères. Les Regs sont riches avec 49 espèces dont 27 vivaces et 22 éphémères. Les sols sableux et les hamadas sont moyennement riches avec respectivement 30 espèces réparties entre 14 vivaces et 16 éphémères, 25 espèces dont 10 vivaces et 15 éphémères. Alors que les Sebkhhas qui sont classés pauvres il n'est noté que 15 espèces dont 9 vivaces et 6 éphémères.

Tableau 17 : Richesses totale dans les biotopes d'étude

Richesse totale	Biotopes									
	Sebkha		Reg		Sols sableux		Hamada		Lit d'Oued	
	V.	A.	V.	A.	V.	A.	V.	A.	V.	A.
	9	6	27	22	14	16	10	15	14	44
Total	15		49		30		25		58	
Diversité	Pauvre		Riche		Moyenne		Moyenne		Très riche	

De cette répartition, il apparaît que les lits d'Oueds et les regs sont les biotopes les plus riches en espèces, avec des distributions variables, dans les lits d'oueds. Ce sont les espèces annuelles qui dominent, contrairement aux regs où ce sont les espèces pérennes qui dominent. Cette richesse totale de ces dépressions est liée à leurs caractéristiques particulières. Les lits d'Oueds et les regs sont les milieux où l'eau s'accumule quelque temps après chaque pluie (GUINOCHET et QUEZEL, 1954). Ce sont les milieux les plus alimentés en eau et sont riches en substrat argilo-sableux (OZENDA, 1991). La richesse totale se rencontre dans les lits d'oued est essentiellement due au fait que ces derniers constituent un milieu favorable relativement pourvu en eau et en alluviaux ramenés par les crues, même irrégulières, qui traversent ces zones (CAPOT et REY, 1952). Les déserts se caractérisent par l'extrême disparité des densités de peuplement ; un massif avec 500 espèces pouvant voisiner avec un reg infiniment plus étendu et où le nombre des espèces descendra à 20, 10 ou zéro (MONOD, 1973).

Les Hamadas et les sols sableux sont moyennement riches avec une supériorité des espèces annuelles. Ces derniers, qui représentent les sables sahariens non fixés (dunes et ergs) contiennent, selon QUEZEL (1965), un assez petit nombre d'espèces végétales. Bien que les sebkhas sont classées pauvres. CHEHMA (2005) annonce que les sols salés apparaissent avec un état de flore raréfiée avec 2 familles et 2 espèces vivaces. Cette différence des richesses émane essentiellement de la nature de chaque biotope. HUETZ (1970) rapporte que la sélection des plantes par la sécheresse est à l'origine d'une certaine pauvreté en espèces de la flore des régions arides surtout les milieux secs. Parmi les caractères communs à l'ensemble des déserts, on trouve la rareté des arbres et la prédominance de certaines formes biologiques, en particulier les arbustifs et buissonnants (MONOD, 1992).

III-4-2- Densité et taux de recouvrement

La densité et les taux de recouvrement linéaire et par unité de surface constituent les principaux paramètres descriptifs de la végétation. Ces paramètres de structure se trouvent bien corrélés entre eux.

III-4-2- 1-Densité et taux de recouvrement dans les stations d'étude

Les valeurs enregistrées dans les différentes stations des régions étudiées, montrent que dans la zone de Ouargla, c'est au niveau de la station de Oued N'sa que la densité des espèces végétales est la plus élevée (18 pieds /100 m²). Elles sont suivies respectivement par la station du reg de Hassi Ben Abdellah (16 pieds /100 m²), sur l'Erg de Sidi khouiled (12 pieds /100 m²), et enfin vient la station Sebkhha de Bamendile (10 pieds /100 m²).

Dans la zone de Ghardaïa c'est la station de Oued M'Zab qui vient en premier lieu (20 pieds /100 m²), suivi par la station de reg (15 pieds /100 m²), en dernière position c'est la station du Hamada (13 pieds /100 m²). A l'Oued Righ, la station du Reg présente la densité des espèces la plus élevée (20 pieds /100 m²), suivi par la station du cordon dunaire (10 pieds /100 m²), la station de Sebkhha (10 pieds /100). Ces fluctuations sont dues essentiellement aux types de sols des différentes stations étudiées (tab. 18).

Tableau 18 : Taux de recouvrement et densités des espèces végétales vivaces des stations étudiées

	Ouargla				Ghardaïa			Oued Righ		
	SEBO.	REGO.	ERGO.	LITOO.	LITOG.	REGG.	HAMG.	SEBOR.	REGOR.	CODOR.
Taux de Recouvrement	8,50	12,03	10,28	20,55	23,55	10,50	5,56	10,65	9,35	21,38
Densité (Pieds/100m²)	10	16	12	18	20	15	13	10	20	10

(SEBO. : Sebkhha de Ouargla ; REGO.: Reg de Ouargla de; ERGO. : Erg de Ouargla ; LITOO. : Lit d'Oued de Ouargla; SEBOR. : Sebkhha de l'Oued-Righ ; REGOR. : Reg d'Oued-Righ ; CODOR. : Cordon dunaire de l'Oued-Righ ; LITOG. : Lit d'Oued de Ghardaïa ; REGG.: Reg de Ghardaïa ; HAMAG. : Hamada de Ghardaïa)

En effet, il est noté que à Ghardaïa le lit d'oued de M'Zab, avec un taux de recouvrement de 23,55% vient en premier position suivi par le reg 10,50%, et la Hamada 5,56%. Dans la région d'Ouargla. C'est toujours les lits de oueds qui représentent le taux de recouvrement le plus élevés 20,55% suivis respectivement par le reg 12,03%, l'erg 10,28% et enfin la Sebkhha avec 8,50%.

Par contre, ce sont les cordons dunaires qui représentent le taux de recouvrement le plus élevées 21,38%, suivies par les Sebkhha 10,65% en suite le reg avec 9,35% dans la zone de l'Oued-Righ. D'une façon générale, il se remarque que le recouvrement est très variable d'une station à l'autre (fig. 32). Cela est directement lié à la diversité floristique, à la densité des espèces et aux conditions édapho-climatiques du milieu (BOUDET, 1978 ; FORTI *et al.*, 1987 et SAADANI et EL GHEZAL, 1989).

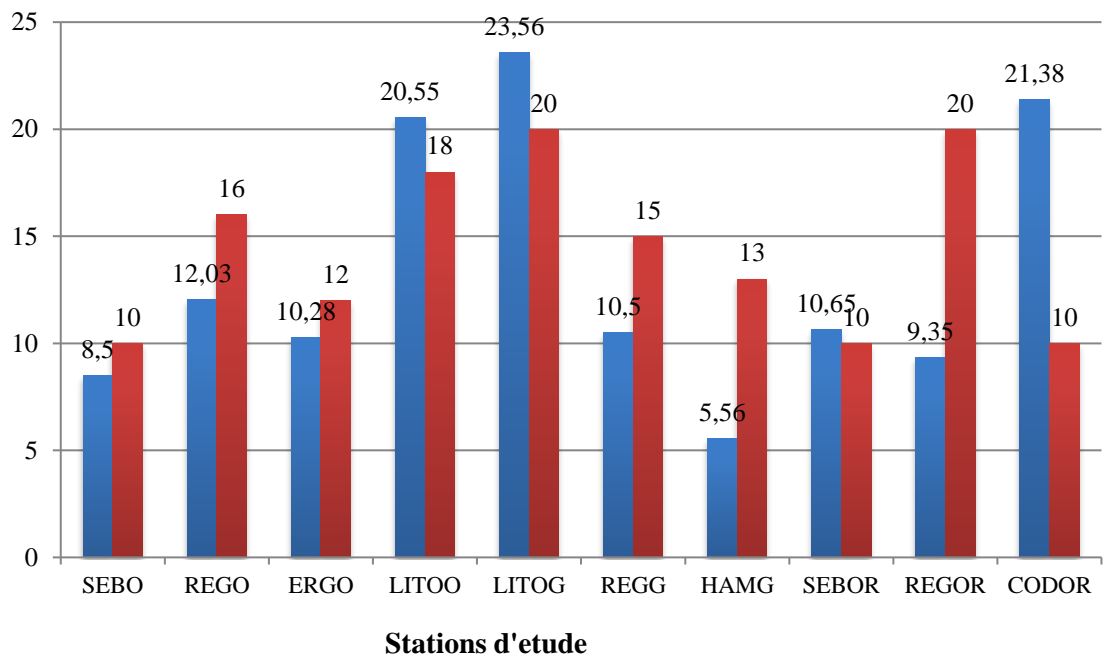


Figure 32.-Densités et recouvrements des plantes vivaces dans les stations

III-4-2- 2-Densité et taux de recouvrement dans les biotopes

Les résultats relatifs aux densités et aux taux de recouvrement de plantes des différents biotopes sont regroupés dans le tableau 19.

Tableau 19 : Taux de recouvrement et densités des plantes des biotopes étudiées.

	Biotopes				
	Sebkhha	Reg	Sol sableu	Hamada	Lit d'Oued
Taux de Recouvrement	9,57	10,69	15,83	5,56	22,05
Densité (pieds/100m²)	10	18	11	13	19

Les valeurs enregistrées pour les différents biotopes montrent que la densité des espèces au niveau des lits de Oueds présentent la valeur la plus élevée (19 pieds /100 m²), suivie par les regs (18

pieds /100 m²), les sols sableux (11pieds /100 m²), les Hamadas (13 pieds /100 m²), et enfin viennent les sols salés (10 pieds /100 m²) (fig.33).

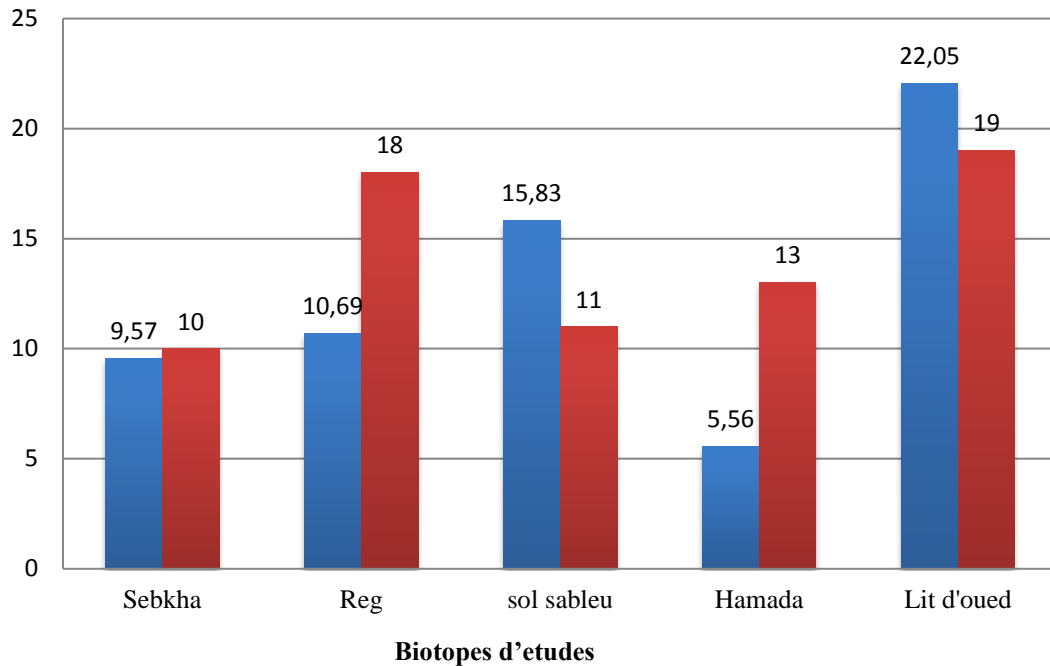


Figure33.- Densités et recouvrements des plantes vivaces dans les biotopes

Concernant les taux de recouvrement des différents biotopes des zones étudiées (fig. 33), il faut noter que ce sont les lits d'Oueds, avec un taux de recouvrement de 22,05%, qui viennent en première position. Ils sont suivis par les sols sableux (15 ,83%) puis les regs (10,69%), les sols salés (9,57%) et puis les hamadas (5,56%). Pour LE HOUEROU (1990), la végétation est disposée, sur un mode diffus, sur les substrats sableux et sur un mode contracté, sur les substrats squelettiques ou argileux. Cette disproportion entre les densités et les recouvrements peut s'expliquer par la différence de taille des espèces occupant les différents biotopes étudiés, du fait que parmi les espèces inventoriées, il y a des touffes, des arbustes et même des arbres qui présentent des recouvrements totalement différents. Les lits d'Oueds sont les biotopes les plus riches en arbres (*Tamarix gallica*, *Tamarix articulata*, *Zizyphus lotus* et des *Retama retam*) de très grandes tailles, (OZENDA, 1990)

III-4-3- Abondance dominance des espèces vivaces dans les différentes stations d'étude

Les résultats sur l'abondance dominance des espèces vivaces du tableau 20 laissent apparaître que dans la zone de Ouargla à la station du sebkha, les espèces *Halocnemum strobilaceum*, *Tamarix articulata*, *Zygophyllum album*, durant la période d'étude, demeurent les espèces les plus dominantes. Elles couvrent ainsi plus de 1/2 à 1/4 de la surface prospectée. Ces espèces sont suivies par l'espèce *Aeluropus littoralis* à un recouvrement moindre soit 1/4 de la surface.

Les espèces *Phragmites communis*, *Juncus rigidus* représentent des individus à recouvrement faible, et l'espèce *Sueda fructicosa* individu à recouvrement très faible. Tandis qu'à la station du reg de Hassi Ben Abdellah, *Retama retam*, *Limoniastrum guyonianum* restent les espèces dominantes couvrant près de 1/2 à 1/4 de la surface échantillonnée. Elle est secondée respectivement par *Stipagrostis pungens*, *Cornulaca monacantha*, *Oudneya africana* et *Randonia africana*, *Ephedra alata* avec un recouvrement moins de 1/4 de la surface. Les espèces *Salsola tetragona*, *Zilla macroptera*, *Calligonum comosum* et *Zygophyllum album* ont un recouvrement faible, et *Euphorbia guyoniana* présente par un seul pied. Par ailleurs, c'est *Stipagrostis pungens* qui a la plus dominante avec un recouvrement de 1/2 à 1/4 de la surface dans la station de Sidi Khouiled. Il faut noter aussi la présence de *Cornulaca monacantha* et *Retama retam* avec un recouvrement de 1/4 de la surface. *Randonia africana* a un recouvrement faible, et *Phoenix dactylifera*, *Oudneya africana* et *Zygophyllum album*. Elles restent des espèces à taux de recouvrement très faible. A la station d'Oued N'Sa, les espèces *Anabasis articulata*, *Oudneya africana* et *Euphorbia guyoniana* couvrent moins de 1/4 de la surface. Mais *Stipagrostis pungens*, *Nerium oleander*, *Traganum nudatum* présentent un recouvrement faible. Toutefois, certains végétaux de la station ont un recouvrement très faible, comme *Rhanterium adpressum* et *Genista saharae*.

Néanmoins, dans la zone de l'Oued-Righ à la station du Sebka, les espèces *Aeluropus littoralis*, *Phragmites communis*, *Halocnemum strobilaceum*, *Sueda fructicosa*, *Tamarix gallica* et *Zygophyllum album*, domine avec un recouvrement de 1/4 de la surface échantillonnée. Elles arrivent devant les espèces *Anabasis articulata* et *Atriplex halimus* à recouvrement faible. Les espèces *Stipagrostis pungens*, *Cornulaca monacantha*, *Oudneya africana*, *Retama retam* et *Tamarix articulata*, couvrent moins de 1/4 de la surface dans la station de reg devant les espèces à recouvrement faible tel que *Anabasis articulata*, *Atriplex halimus*, *Euphorbia guyoniana* et *Zizyphus lotus*, bien que *Salsola baryosma* a un recouvrement très faible. Dans la station des cordons dunaires les espèces *Calligonum comosum*, *Randonia africana* et *Tamarix gallica* couvrent 1/4 de la surface prospectée. Il faut noter aussi la présence des espèces comme *Oudneya africana*, *Euphorbia guyoniana*, *Retama retam*, *Genista saharae*, *Limoniastrum guyonianum* avec un recouvrement faible. Ils restent des espèces à taux de recouvrement très faible tels que *Sonchus maritimus*, *Paronychia argentea*, *Genista saharae*, *Juncus rigidus*, *Reseda villosa* et *Zygophyllum album*.

Dans la station d'Oued M'Zab à Ghardaïa, les espèces *Rhanterium adpressum*, *Oudneya africana*, *Zilla macroptera* et *Zilla spinosa* durant la période d'étude, demeurent les espèces les plus dominantes. Elles couvrent ainsi plus de 1/4 de la surface prospectée. Certaines espèces sont à recouvrement faible. Il s'agit de *Stipagrostis pungens*, *Nerium oleander*, *Pergularia tomentosa*, *Salsola longifolia* *Euphorbia guyonian*, *Thymelia microphylla* et *Tamarix Articulata*. Les espèces

Retama retam et *Limoniastrum guyonianum* couvrant près de 1/2 à 1/4 de la surface échantillonnée dans la station du reg et les espèces *Stipagrostis pungens*, *Anabasis articulata* et *Ephedra alata*. Elles couvrent ainsi plus de 1/4 de la surface prospectée, devant les espèces à recouvrement faible tels que *Cornulaca monacantha*, *Salsola tetragona*, *Calligonum comosum* et *Randonia africana*. Les espèces *Traganum nudatum*, *Euphorbia guyoniana*, *Genista saharae* et *Zygophyllum album* ce sont des individus à recouvrement très faible. Les espèces *Haloxylon scoparium*, *Rhanterium adpressum*, couvrent le 1/4 de la surface échantillonnée de la station de hamada el Atchane. Elles sont, de ce fait, les plus dominantes. Viennent en suite *Traganum nudatum* à recouvrement faible. Les espèces *Salsola baryosma*, *Thymelea microphylla* ayant des taux très faibles de recouvrement.

L'abondance, dominance des espèces, reflétées par une composition différente d'une station à une autre peut s'expliquer par le changement d'un ou plusieurs facteurs écologiques, ainsi l'affirme GAUSSEN (1954) en mettant l'accent sur le rôle joué par le sol dans la répartition spatiale de la végétation. Il faut noter la dominance des espèces *Anabasis articulata*, *Oudneya africana*, *Euphorbia guyoniana*, et *Rhanterium adpressum*, *Oudneya africana*, *Zilla macroptera* et *Zilla spinosa* durant la période d'étude dans les lits d'Oueds. Pour les sols sableux, c'est *Stipagrostis pungens* qui a la plus dominante dans la zone de Ouargla et *Calligonum comosum*, *Randonia africana* et *Tamarix gallica* dans la zone de l'Oued Righ. Les sols sablonneux sont essentiellement caractérisés par la dominance de *Stipagrostis pungens* (DAJOZ, 1970 et DEJBAILI, 1984). MONOD (1973) ne signale qu'une seule graminée saharienne du sable, *Stipagrostis pungens*. Elle peut héberger plus de cinquante espèces d'insectes. Pour MAIRE (1933) au Sahara septentrional les pieds des dunes ont une végétation relativement abondante, où domine l'espèce *Stipagrostis pungens*.

BARRY et al. (1985) notent dans les sols salés, l'abondance-dominance de *Tamari aphylla* et *Zygophyllum album*. Par ailleurs, ce sont *Halocnemum strobilaceum*, *Tamarix articulata*, *Zygophyllum album* qui domine dans la sebkha de Ouargla et *Aeluropus litoralis*, *Phragmites communis*, *Halocnemum strobilaceum*, *Sueda fruticosa*, *Tamarix gallica* et *Zygophyllum album* dans la région de l'Oued-Righ (KOULL, 2015). Les espèces *Haloxylon scoparium*, *Rhanterium adpressum* s'imposent comme des espèces dominantes dans la station de Hamada el Atchane El-Atchane. Elles sont, de ce fait, les plus dominantes. MAIRE (1933) admet que sur les fissures des hamadas, plateaux rocheux plus ou moins tabulaires, ruissellement et le vent accumulent du sable avec un peu d'argile, ce qui permet le développement d'un achem assez abondant après les pluies. L'abondance-dominance varie pour les mêmes espèces d'une station à une autre. Cette variation semble provenir essentiellement de l'aptitude de l'espèce à l'adaptation aux conditions édapho-climatiques propres à chaque biotope. Pour ce qui est des taux de recouvrement des différentes stations étudiées, exception faite pour les sols sableux (CHEHMA et al., 2005).

III.4. 4- Sociabilité des espèces vivaces dans les différentes stations étudiées

L'analyse des données de la sociabilité consignées dans tableau 20, révèle dans la station de sebkha dans la zone de Ouargla, les espèces *Phragmites communis* vivent en petites colonies, les espèces *Aeluropus littoralis* forment des troupes, *Juncus rigidus*, et *Tamrix articulata* des espèces qui forment des petits groupes, les individus *Halocnemum strobilaceum*, *Sueda fruticosa* et *Zygophyllum album* vivent isolées. Cependant, dans la station de reg de Hassi Ben Abdellah, c'est plutôt *Oudneya africana*, *Euphorbia guyoniana*, *Retama retam* et *Limoniastrum guyonianum*, qui forment des petits groupes. Certaines espèces se retrouvent isolés comme *Stipagrostis pungens*, *Cornulaca monacantha*, *Salsola Tetragona*, *Zilla macroptera*, *Calligonum comosum*, *Randonia africana*, *Zygophyllum album* et *Ephedra alata*. A la station de l'erg de Sidi Khouiled, les espèces comme *Stipagrostis pungens*, *Cornulaca monacantha* forment des groupes restreint alors que *Phoenix dactylifera* *Salsola tetragona*, *Oudneya africana*, *Euphorbia guyoniana*, *Retama retam*, *Randonia africana* et *Zygophyllum album* vivent isolées. Une sociabilité plus visible à la station d'Oued N'Sa dans la zone de Ouargla où il est à remarquer que les espèces *Stipagrostis pungens*, *Limoniastrum guyonianum*, *Calligonum comosum* et *Tamarix articulata* formant des petits groupes. Les espèces comme *Nerium oleander*, *Anabasis articulata*, *Traganum nudatum*, *Rhanterium adpressum*, *Oudneya africana*, *Zilla macroptera*, *Euphorbia guyoniana*, *Genista saharae*, *Thymelea microphylla* et *Ephedra alata* vivent en pieds isolés.

La sociabilité dans la zone d'Oued righ semble plus remarquable à la station de la sebkha où *Phragmites communis* forment de petites colonies, les espèces *Sueda fruticosa*, *Tamraix gallica* et *Zygophyllum album*, vivent en petits groupes, devant les espèces *Aeluropus littoralis*, *Anabasis articulata*, *Atriplex halimus*, *Halocnemum strobilaceum*, se trouve isolées. Bien que dans les regs le *Stipagrostis pungens* et *Zizyphuslotus* vivent en petits-groupes, les les individus qui vivent isolées sont *Anabasis articulata*, *Atriplex halimus*, *Cornulaca monacantha*, *Salsola baryosma*, *Oudneya africana*, *Euphorbia guyoniana*, *Retama retam* et *Tamarix articulata*. Sur les sols Sableux, la sociabilité se lâche et les espèces *Euphorbia guyoniana*, *Retama retam*, *Tamarix gallica* et *Zygophyllum album* se regroupent en petites colonnes, et les espèces *Sonchus maritimus*, *Oudneya africana*, *Paronychia argentea*, *Genista saharae*, *Juncus rigidus*, *Limoniastrum guyonianum*, *Calligonum comosum*, *Reseda villosa*, *Randonia africana* vivent en pieds isolées.

A Oued M'Zab dans la région de Ghardaïa, une sociabilité remarquable des plantes vivaces inventoriées, les espèces *Stipagrostis pungens* et *Tamarix articulata* forment des troupes. Les autres espèces inventoriées dans cette station vivent sous la forme de pieds isolés tels que *Nerium oleander*, *Pergularia tomentosa*, *Salsola longifolia*, *Rhanterium adpressum*, *Oudneya africana*, *Zilla macroptera*, *Paronychia argentea*, et *Thymelea microphylla*. Les espèces *Stipagrostis pungens*,

Anabasis articulata, *Cornulaca monacantha*, *Salsola tetragona*, *Traganum nudatum*, *Euphorbia guyoniana*, *Retama retam*, *Genista saharae*, *Limoniastrum guyonianum*, *Calligonum comosum*, *Randonia africana*, *Zygophyllum album* et *Ephedra alata* vivent isolé dans la station de reg. La sociabilité dans la station de Hamada El Atchane est nulle et toutes les espèces végétales inventoriées vivent plus où moins isolées tels que *Cymbopogon schoenanthus*, *Haloxylon scoparium*, *Traganum nudatum*, *Rhanterium adpressum*, *Acacia nilotica* et *Thymelea microphylla*.

L'estimation globale du mode de répartition spatiale et du degré de dispersion des espèces, est notable dans les lits d'Oueds et à Sebkhha de Bamendil. Ceci semble être dû à une corrélation avec la présence d'eau. *Phragmites communis* considéré comme cosmopolites, vit en colonie dans les Sebkhha et *Tamarix articulata*, paraît être sociable dans les lits d'oueds. Cette sociabilité varie aussi pour une même espèce selon les conditions du milieu et les processus écologiques. Les espèces comme *Stipagrostis pungens*, *Cornulaca monacantha*, *Oudneya africana* apparaient tantôt isolées ou parfois vivent en association. Cependant, les espèces tels que *Ephedra alata*, *Zygophyllum album*, *Anabasis articulata*, *Salsola tetragona*, vivent sur tous les biotopes isolés.

L'analyse d'indice de sociabilité des différentes espèces inventoriées dans les trois zones étudiées a travers les 10 stations, montre qu'à l'Oued M'Zab, *Tamarix articulata* et *Stipagrostis pungens* forment des troupes, et à la station de Oued N'Sa, *Stipagrostis pungens*, *Limoniastrum guyonianum*, *Calligonum comosum* et *Tamarix articulata* aussi forment des petits groupes. Sur les sols salés de la région de Ouargla et de l'Oued-Righ ce sont de petites colonnes, *Sueda fructicosa*, *Tamraix gallica* et *Zygophyllum album*, vivent en petits groupes. Néanmoins, la plupart des espèces échantillonnées vivent en pieds isolées. Cette préférence de vie isolée est due essentiellement à la pauvreté du milieu aride n'offrant pas de conditions propices à la réunion d'espèces sauf dans les milieux humides. C'est le cas pour la sebkhha et le lit d'Oued, où se manifeste le comportement des individus recherchant le voisinage de leurs semblables. C'est le cas pour l'espèce *Tamarix articulata* fréquente sur les terrains salés (OZENDA, 1983). Pour QUEZEL (1955), cette espèce se retrouve sur les bords de points d'eaux et constitue une espèce sociable dans les lits d'Oueds et les Sebkhhas.

La sociabilité sur les Regs se lâche, les espèces *Oudneya africana*, *Euphorbia guyoniana*, *Retama retam* et *Limoniastrum guyonianum* forment des petits groupes dans les zones de Ouargla et de Ghardaia les espèces vivent isolées. Les plantes qui réussissent à se développer entre les cailloux ou dans quelques fissures de la roche, sont parfois des Poaceae (*Aristida* ou *Salsola*). C'est *Fagonia glutinosa* rampant dont les feuilles agglutinent des graines de sable chargé de les protéger d'une transpiration excessive. Sur les sols sableux, *Stipagrostis pungens* et *Cornulca monacantha* sont les plus sociables dans la station de Sidi Khouiled tandis que les espèces *Euphorbia guyoniana*, *Retama retam*, *Tamarix gallica* et *Zygophyllum album* se regroupent en petites colonnes sur les cordons dunaires à oued-Righ.

La sociabilité est différente dans la station de Hamada El Atchane où aucune espèce inventoriée ne vit en sociabilité. HUETZ (1970), signale que les Hamadas sont très hostiles à la vie végétale et les touffes de végétation restent très espacées. Il est à remarquer aussi que la sociabilité diffère pour la même espèce d'un biotope à l'autre. DAJOZ (1985), précise que le regroupement des individus d'une population est souvent la manifestation de comportements variés telles que la défense contre les prédateurs et la protection contre le froid et le vent. OZENDA (1964), note que la sociabilité dépend beaucoup plus du mode de propagation propre à l'espèce que des conditions du milieu.

Tableau 20 : Abondance-dominance et sociabilité des espèces vivaces spontanées inventoriées dans les stations d'étude.

Espèces	Stations d'étude																			
	Ouargla								Oued Righ						Ghardaïa					
	SEBO.		REGO.		ERGO.		LITOO.		SEBOR.		REGOR.		CODOD.		LITOG.		REGG.		HAMAG.	
	AD.	S.	AD.	S.	AD.	S.	AD.	S.	AD.	S.	AD.	S.	AD.	S.	AD.	S.	AD.	S.	AD.	S.
<i>Aeluropus littoralis</i> (Gouan) Parl	2	3							2	1										
<i>Cymbopogon schoenanthus</i> (L.) Spreng.																			1	1
<i>Phragmites communis</i> Trin. Ar.	1	4							2	4										
<i>Stipagrostis pungens</i> Desf. De Winter			2	1	3	2	1	2			2	2			1	3	2	1		
<i>Phoenix dactylifera</i> L.					+	1														
<i>Nerium oleander</i> L.							1	1							1	1				
<i>Pergularia tomentosa</i> Linn.															1	1				
<i>Anabasis articulata</i> Moq.							2	1	1	1	1	1					2	1		
<i>Atriplex halimus</i> L.									1	1	1	1								
<i>Cornulaca monacantha</i> Del.			2	1	1	2					2	1					1	1		
<i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.)Marsch.	3	1							2	1										
<i>Haloxylon scoparium</i> Pomel																			2	1
<i>Salsola baryosma</i> (Schult.) Dandy											+	1								
<i>Salsola longifolia</i> Forssk.															1	1			+	1
<i>Salsola tetragona</i> Del.			1	1		1											1	1		
<i>Sueda fructicosa</i> Forsk. ex J.F. Gmel.	+	1							2	2										
<i>Traganum nudatum</i> Del.							1	1									+	1	1	1
<i>Rhanterium adpressum</i> Coss . et Dur							+	1							2	1			2	1
<i>Sonchus maritimus</i> L.													+	1						
<i>Oudneya africana</i> R.Br.			2	2	+	1	2	1			2	1	1	1	2	1				
<i>Zilla macroptera</i> Coss.			1	1			1	1							2	1				
<i>Zilla spinosa</i> Coss.															2	1				

III-4-1- 5- Distribution des espèces spontanées dans les stations d'études

Dans cette partie du Sahara septentrional Est algérien de l'étude de la structure horizontale de la végétation à travers l'examen visuel de la distribution des espèces dans les différentes stations, il se remarque que la répartition est différente d'une espèce à l'autre et d'une station à l'autre ((tab.21).

Dans la zone de Ouargla, il ressort que la station de Sebkhha de Bamendil, la distribution des espèces vivaces inventoriées est à 57,14% de type contagieux. Elle est représentée par *Aeluropus littoralis*, *Phragmites communis*, *Juncus rigidus* et *Tamarix articulata*. La répartition au hasard est à 42,85% avec *Halocnemum strobilaceum*, *Sueada fruticosa* et *Zygophyllum album*. Pour la station du reg de Hassi Ben Abdellah, la distribution de la flore spontanée est à 83,33% hasardeuse, avec *Stipagrostis pungens*, *Cornulaca monacantha*, *Salsola tetragona*, *Zilla macroptera*, *Retama retam*, *Limoniastrum guyonianum*, *Calligonum comosum*, *Reseda villosa*, *Randonia africana*, *Zygophyllum album* et *Epherda alata*. Cependant, 16,66% de la flore adopte une distribution de type contagieux représentée par *Oudneya africana* (Brassicaceae) et *Euphorbia guyoniana* (Euphorbiaceae). Mais par contre à la station de l'Erg de Sidi Khouiled, elle est à 87,5% hasardeuse par les espèces tels que *Stipagrostis pungens*, *Phoenix dactylifera*, *Salsola tetragona*, *Oudneya africana*, *Euphorbia guyoniana*, *Retama retam*, *Randonia africana* et *Zygophyllum album*, et 12,5% contagieuse par *Cornulaca monacantha*. Quant à l'Oued N'sa, 85,71% des espèces inventoriées tendent vers une distribution au hasard et 14,28% adoptent une distribution contagieuse, des espèces tel que *Stipagrostis pungens* et *Tamarix articulata*.

Dans la région de Ghardaïa à la station de Oued M'zeb, la distribution des plantes rappelle celle de la station de l'Oued N'Sa où la distribution des espèces est à 72,72% de type hasardeuse . Il se recontre *Pergularia tomentosa*, *Salsola longifolia*, *Rhanterium adpressum*, *Oudneya africana*, *Zilla macroptera*, *Zilla spinosa*, *Euphorbia guyoniana* et *Thymelea microphylla*. Pour 27,27% de type groupé, ce sont *Stipagrostis pungens*, *Nerium oleander* et *Tamarix articulata*, ceci et due essentiellement aux types de sols favorables au regroupement des plantes. La distribution est à 84,61% de type au hasard dans le reg de Ghardaïa et 15,38% de type regroupe par les espèces *Euphorbia guyoniana* et *Randonia africana*. Dans la station de Hamada El Atchane, la distribution des espèces est à 100% au hasard.

Sur la Sbekha d'Oued Righ la répartition de la végétation et à 50% au hasard représente par les espèces telque *Anabasis articulata*, *Atriplex halimus*, *Sueda fruticosa* et *Zygophyllum album* et 50% contagieuse par les espèces *Aeluropus littoralis*, *Phragmites communis*, *Halocnemum strobilaceum* et *Tamarix gallica*. Sur les sols sableux de cette partie du Sahara les espèces inventoriées adoptent une distribution à 76,92% au hasard tel que *Sonchus maritimus*, *Oudneya africana*, *Paronychia argentea*, *Euphorbia guyoniana*, *Retama retam*, *Genista saharae*,

Limoniastrum guyonianum, *Calligonum comosum*, *Reseda villosa*, *Tamarix gallica* et *Zygophyllum album* devant 23,07% de types groupées tels que *Juncus rigidus*, *Randonia africana* et *Tamarix gallica*. Cependant, toutes les espèces inventoriées sur le reg adoptent une a distribution à 100% au hasard.

La distribution de la flore spontanée dans cette zone aride est généralement au hasard, ou contagieuse. Aucune espèce n'adopte une distribution régulière à cause de l'hétérogénéité du milieu. FRANÇOIS (2000) précise que la répartition régulière est rare. Elle est souvent perturbée par l'hétérogénéité du milieu. Ce type de répartition ne se rencontre que lorsqu'il existe une compétition intense entre les individus. Tandis que la distribution au hasard est observée chez les populations qui n'ont aucune tendance au regroupement et qui vivent dans des milieux homogènes (tab.21). La dominance de la distribution au hasard des différentes espèces à travers la zone est due peut-être au mode de dispersion des différentes espèces inventoriées et à la pauvreté du milieu aride ne favorisant pas l'association des espèces. La répartition des espèces et leur réunion en groupement sont essentiellement sous la dépendance de la disponibilité en eau et de caractères physiques du sol ainsi que la topographie (OZENDA, 1982). Les écosystèmes secs possèdent des couvertures végétales ouvertes. Ces couvertures discontinues sont la conséquence soit de l'insuffisance de l'eau dans le sol, due à la faiblesse des précipitations totales, soit du froid qui empêche les prélèvements hydriques par les végétaux dans le sol. Toutefois, sécheresse et froid peuvent se combiner (MAINGUET, 1995).

Tableau 21 : Distribution des espèces spontanées inventoriées dans les stations d'étude.

Espèces	Stations d'étude																													
	Ouargla												Oued Righ									Ghardaïa								
	SEBO			REGO			ERGO			LITOO			SEBOR			REGOR			CODOR			LITOG			REGG.			HAMAG.		
	H.	R.	C.	H.	R.	C.	H.	R.	C.	H.	R.	C.	H.	R.	C.	H.	R.	C.	H.	R.	C.	H.	R.	C.	H.	R.	C.	H.	R.	C.
<i>Aeluropus littoralis</i> (Gouan) Parl			X												X															
<i>Cymbopogon schoenanthus</i> (L.) Spreng.																												X		
<i>Phragmites communis</i> Trin. Ar.			X												X															
<i>Stipagrostis pungens</i> Desf. De Winter				X				x				x			X									X	X					
<i>Phoenix dactylifera</i> L.								x																						
<i>Nerium oleander</i> L.												x												X						
<i>Pergularia tomentosa</i> Linn.																						X								
<i>Anabasis articulata</i> Moq.									X				X			X											X			
<i>Atriplex halimus</i> L.													X			X														
<i>Cornulaca monacantha</i> Del.					x				X							X											X			
<i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.)Marsch.	X														X															
<i>Haloxylon scoparium</i> Pomel																													X	
<i>Salsola baryosma</i> (Schult.) Dandy																X														
<i>Salsola longifolia</i> Forssk.																						X						X		

Chapitre III - 5 Études pédologiques

Dans le Sahara septentrional, la pluviosité est aléatoire et la période sèche couvre toute l'année (fig. 3, 4, 5). Dans ces conditions, la présente étude, concernant l'écologie de la flore spontanée, fait appel à la relation sol-végétation. Le choix du sol dans la distribution des végétaux se justifie car c'est un paramètre stable servant de support, et dans le but de faire ressortir l'effet de la composition du sol sur le végétal en milieu saharien ; différents sols sont retenus, il s'agit de rechercher la relation pouvant exister entre une plante et le sol en cette zone aride lorsque l'eau n'est plus un facteur limitant. Les résultats d'analyses des différentes stations d'études sont rassemblés dans le tableau 22.

Dans la zone de Ouargla le sol de la station de Sebkha de Bamendil (SEBO) présente une texture sablonneuse et une teneur en calcaire total CaCO_3 faible de 6,29 % (LAMBERT, 1975). C'est un sol à tendance gypseux qui présente une teneur maximum de 53,28 %. Mais c'est un sol où la teneur en matière organique MO semble très faible 0,32% (MORAND, 2001). La teneur en azote reste faible avec 0,007 %. La nappe phréatique affleure presque en surface (45cm). Elle influe sur la salinisation du sol où une salinité extrêmement prononcée existe et peut atteindre en termes de CE 12,5 dS/m ; sols extrêmement salés selon AUBERT (1978) ; qui précise que la conductivité électrique est proportionnelle à la quantité des sels ionisables, elle constitue un bon indicateur du degré de minéralisation de la solution du sol. Le pH est de 9,50 ce qui explique le sol très fortement alcalin (MORAND, 2001).

Pour le sol de la station de l'erg de Sidi Khouiled (ERGO), les analyses physico-chimiques montrent qu'il y existe une texture sablonneuse, ayant une teneur en calcaire total CaCO_3 faible 5,23 % selon la classification de LAMBERT (1975). Cependant, ce sol révèle une concentration en gypse de 35,68%, ce qui le classe dans la catégorie des sols extrêmement gypseux avec une très faible teneur en matière organique MO de 0,17%. Avec une conductivité électrique de 6,5 dS/m, d'où un sol classé comme extrêmement salé. Le pH est légèrement alcalin 7,74 selon la classification de MORNOD (2001).

D'après le tableau 22 nous constatons que l'analyse granulométrique du solum de la station du reg de Hassi Ben Abdellah (REGO) indique une texture sablonneuse, une teneur en calcaire total CaCO_3 faible de 0,18% ; le taux de gypse de 17,3% classe le sol dans la catégorie des sols extrêmement gypseux en suivant la classification de BARZANJI (1973). Par contre la teneur en matière organique MO très faible 0,2% révèle une grande carence en matière organique du sol selon l'échelle définie par MOROND (2001). Toutefois, la teneur en azote reste très faible 0,007 avec un pH légèrement alcalin 7,62%; l'indice CE de 7,5 dS/cm montre que le sol est extrêmement salé (MORNAN, 2001) .

Tableau 22 : Analyses physico-chimiques des sols des stations d'étude

Paramètre (Unité)		Stations d'études										
		Ouargla				Oued righ			Ghardaïa			
		SEBO	REGO	ERGO	LITOO	SEBOR	REGOR	CODOR	LITOG	REGG	HAMAG	
Épaisseur (cm)		0-35	0-35	0-35	0-35	0-35	0-35	0-35	0-35	0-35	0-35	
Texture		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
Argiles		2,20	0,20	1,20	2,70	1,80	2,19	1,25	2,38	0,18	1,89	
Limons		6,30	17,30	12,50	16,80	6,30	15,29	13,25	13,7	18,03	14,67	
Sables		91,50	82,50	86,30	80,50	91,90	82,52	85,50	83,92	81,79	83,44	
CaCO ₃ Total (%)		6,29	0,18	5,23	6,80	6,35	7,35	4,23	6,17	6,25	2,50	
Gypse (%)		53,28	17,3	35,68	25,5	60,28	18,50	36,30	23,3	18,25	22,27	
Matière Organique (%)		0,32	0,20	0,17	0,80	0,35	0,53	0,20	0,95	0,60	0,15	
Azote total (%)		0,007	0,007	0	0,0014	0,006	0,007	0	0,00	0,0014	0,007	
CE (dS/m) 1/5		12,5	7,50	6,50	6,5	5,60	0,95	5,60	6,80	5,30	4,54	
pH		9,50	7,62	7,74	7,08	7,25	7,30	7,02	6,9	7,80	7,08	
Bilan ionique (cmol+/kg)	Anions	Cl-	1	0,5	0,5	0,54	0,6	0,7	0,5	5	0,6	1,5
		SO ₄ ²⁻	2,82	2,56	4,1	0,53	3,25	0,45	3,2	0,67	0,40	1,30
		HCO ₃ ⁻	0,5	1,5	1	0,30	0,5	0,29	0,9	0,30	0,25	0
		CO ₃ ²⁻	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	0
	Cations	Na ⁺	0,63	0,75	0,84	0,59	0,73	0,74	0,80	8,46	10,80	0,38
		K ⁺	0,15	0,06	0,07	0,20	0,16	0,08	0,08	5,13	0,15	0,03
		Mg ⁺⁺	1,5	1,4	1,1	1,50	1,6	1,5	1,3	4,30	1,25	0,2
		Ca ⁺⁺	2	1,6	1,4	4,60	1,9	3,4	1,3	5,50	6,11	0,9

(SEBO. : Sebka de Ouargla ; REGO.: Reg de Ouargla de; ERGO. : Erg de Ouargla ; LITOO. : Lit d'Oued de Ouargla; SEBOR. : Sebka de l'Oued-Righ ; REGOR. : Reg d'Oued-Righ ; CODOR . : Cordon dunaire de l'Oued-Righ ; LITOG. : Lit d'Oued de Ghardaïa ; REGG.: Reg de Ghardaïa ; HAMAG. : Hamada de Ghardaïa)

La texture du solum d'Oued N'Sa (LITOO), à travers l'analyse granulométrique, montre que le sol est de type sablonneux et possède une teneur en calcaire total CaCO_3 qui ne dépasse guère les 6,80%. Le taux de gypse semble élevé avec 25,5% (BARZANJI, 1973 In ABDESSALAM, 1999). Cependant, la teneur en matière organique MO dans le sol se situe autour de 0,8 % avec une teneur faible en azote (0,0014 %). Pour une conductivité électrique de 6,5 dS/cm, le sol est extrêmement salé : le pH est à tendance légèrement alcalin 7,8.

Pour les sols salés d'Oued Righ, la station de Sebekha (SEBOR) présente une texture sablonneuse et une teneur en calcaire total CaCO_3 faible de 6,35 %. C'est un sol à tendance extrêmement gypseuse qui présente une teneur maximum de 60,28%. Mais c'est aussi un sol où la teneur en matière organique MO semble très faible 0,35%. Il se caractérise par une salinité très élevée avec une CE de 5,60 dS/cm et un pH 7,25 d'où un sol neutre. Une teneur en azote qu'est très faible 0,006 % avec faciès géochimique sulfaté calcique.

Les résultats des analyses physico-chimiques du solum du reg à Oued Righ (REGOR) montrent qu'il présente une texture sablonneuse. Une teneur en calcaire total CaCO_3 de 7,35% caractérise le sol. Le sol de cette station, avec 18,50 % de gypse, est de type à tendance gypseux, la teneur en matière organique MO très faible est estimée à 0,53%. Cependant la teneur en azote reste faible avec 0,007 %. Un pH neutre autour de 7,30 caractérise le sol. L'indice CE est de 0,95 dS/cm, le sol est, de ce fait, peu salé.

Quant au sol de la station des cordons dunaires à l'Oued Righ (CODOR), les analyses physico-chimiques montrent qu'il présente une texture sablonneuse, une teneur en calcaire total 4,23%. Ces sols révèlent une concentration en gypse de 36,30%. De très faibles teneurs en matière organique 0,20% et avec une valeur de conductivité électrique de 5,60 dS/m. Ce sont des sols très salins avec un pH neutre 7,02 et possèdent un faciès géochimique sulfaté calcique.

Dans la région de Ghardaïa, l'analyse granulométrique du sol de la station d'Oued M'Zab (LITOG) montre que la texture est sablonneuse et a une teneur en calcaire CaCO_3 de 6,17%. Néanmoins, le taux de gypse est élevé 23,3%, la teneur en matière organique MO semble très faible 0,95% et le pH tend vers la neutralité 6,9. Sa conductivité électrique de 6,80 dS/m, le classe dans le groupe des sols extrêmement salés. Le faciès géochimique est sulfaté calcique.

L'analyse granulométrique du sol de la station de Hamada El Atchane (HAMAG) indique une texture sablonneuse. Le sol est non calcaire d'une teneur de 2,50%. Le taux de gypse peut aller jusqu'à 22,27% avec une teneur en matière organique MO très faible de l'ordre de 0,15%. La teneur en azote reste très faible 0,007. En se référant à l'échelle de salure pour un extrait 1/5, il est possible

de qualifier ce sol de très salin avec une valeur de la conductivité électrique de 4,54 dS/cm . Le pH neutre affiche une valeur de 7,08. La concentration de la solution de l'extrait aqueux est très faible sauf pour SO₄ ce qui donne un faciès géochimique sulfaté calcique.

L'analyse granulométrique du solum de la station de reg de Ghardaïa (REGG) révèle une texture sableuse, une teneur en calcaire total CaCO₃ faible 6,25 % et le sol de cette station avec 18,25% de gypse donne une tendance gypseuse. Sa teneur en matière organique MO est d'ailleurs très faible 0,60 %. Cependant la teneur en azote reste aussi très faible avec un pH autour de 7,80, classe le sol dans la catégorie des sols légèrement alcalin. L'indice CE est de 5,30 dS/cm. Le sol reste donc très salé.

L'étude analytique des dix stations prospectées dans les zones d'études, laisse remarquer qu'elles ont une texture sablonneuse (tab. 22). Ce sont donc des sols très perméables favorisant ainsi le développement et l'installation des espèces psammophytes, hygrophytes et halophytes. HALITIM (1988) note que les sols des zones arides de l'Algérie présentent une grande hétérogénéité en se composant essentiellement de sols minéraux bruts, peu évolués, halomorphes ou hydromorphes. La fraction minérale est constituée dans sa quasi-totalité de sable, la fraction organique, très faible, ne permet donc pas une bonne agrégation. POUGET (1980) confirme qu'à l'intérieur du faciès dégradé et/ou plus dégradé, la teneur en argile est faible. Son état est dû à la dégradation du sol. Ses sols squelettiques sont très peu fertiles et leur rétention en eau est très faible (DAOUD et HALITIM, 1994).

L'estimation de la teneur en gypse indique que la plupart des sols analysés sont extrêmement gypseux. La valeur la plus élevée est enregistrée à Sebeka d'Oued Righ 60,28 % et la plus faible au reg de Sidi khouiled 17,3 %. La teneur en calcaire la plus élevée est enregistrée dans la station de reg a L'Oued Righ 7,35% et la plus faible à erg de sidi khouiled à Ouargla 0,17%. Dans le Sahara septentrional algérien, la teneur en calcaire est très faible et concentrée surtout dans les sols alluvionnaires (DJILI et *al.* 1999). D'après HALITIM (1988) plus de 95 % des sols des régions arides algériennes sont, en effet, soient calcaires, gypseux, ou sal-sodiques. HAMDI-AISSA et *al.* (2005), travaillant sur les sols salés, rapportent que la sebkha est une unité géomorphologique qui comporte plus d'un type de sol : le Solonchak gleyique–gypsique, à horizon gypsique présente des conditions hydromorphes diffèrent du Solonchak gypsique à horizon gypsique.

Les sols sahariens sont généralement peu évolués et dépourvus d'humus (HALITIM, 1985). La teneur en matière organique dans les stations d'études est très faible allant de 0,15 % sur les hamadas de Ghardaïa à 0,95 % à Oued M'Zab. Les sols sahariens sont réputés pour être, dans leur

ensemble, pauvres en matière organique MO et en éléments minéraux indispensables aux végétaux. La teneur en MO de ces sols est souvent inférieure à 0,1 % (ROGNON, 1994 ; DAOUD et HALITIM, 1994 ; HALILAT, 1998). Cette faible teneur résulte de la rareté de la végétation et de la faible biomasse. Selon POUGET (1980), la végétation exerce une influence directe sur le sol en lui fournissant la matière organique ; l'un de ses constituants essentiels, sous forme de litière, s'effectue par la décomposition sur place du système racinaire.

Les régions climatiques désertiques sont idéales pour l'extension des caractères de salinité des sols. Ainsi, les sols de la zone saharienne d'Algérie contiennent des quantités importantes de sels solubles. Leur accumulation est due à la rareté des pluies qui ne pénètrent pas profondément dans les sols pour provoquer une infiltration appréciable (HALILAT, 1998). Les différents solum analysés ont un pH légèrement alcalin, sauf la station de la Sebkha de Bamendil avec un pH fortement alcalin et la station d'Oued M'Zab qui a un pH neutre (Tab.22).

D'après DUCHAUFOR (1977), les sols sont généralement alcalins ($7,5 < \text{pH} < 8,5$). Selon DAOUD et HALITIM (1994) Les sols halomorphes ont un pH supérieur à 7, ils augmentent en corrélation avec le rapport $\text{Na}^+ / \text{C.E.C}$ et la distribution de la salinité, dans le profil pédologique, est caractérisée par une augmentation de bas en haut. Les horizons de surface présentent toujours les plus fortes valeurs de la conductivité électrique (DJILI et *al.*, 2003).

Chapitre III-6 -Relation sol-végétation

Dans la relation sol-végétation, le traitement numérique des données est fait à l'aide du logiciel (Xlstat, 2014), en utilisant une analyse de redondance (RDA), demeure fondamentale pour la compréhension des relations éventuelles qui s'établissent entre le sol et la diversité floristique. Celui-ci permet de réaliser un inventaire des principaux facteurs édaphiques qui marquent l'influence du sol sur la diversité floristique dans les zones étudiées. Les résultats de la (RDA) montrent que la corrélation entre les paramètres physico-chimiques du sol et la richesse floristique sont principalement expliquées par les deux premiers axes (55,21 % la variance totale) (tab.23). La teneur en gypse, le calcaire, la matière organique et la salinité sont des variables qui influencent fortement la distribution des espèces végétales dans les stations étudiées (tab.24).

La contribution des stations d'études à la formation des axes 1 et 2 est présentée dans le (tab. 25). Pour l'axe 1, c'est les lits d'Oueds de Ouargla et Ghardaïa qui contribue plus à la formation d'axe. Ce sont les Regs de Ouargla et de Ghardaïa et les Sebkas de l'Oued righ et de Ouargla qui contribuent plus à la formation de l'axe 2.

Tableau 23 : Valeurs propres et pourcentages d'inertie totale (RDA)

	F1	F2
Valeur propre	4,263	2,393
Inertie contrainte (%)	35,357	19,848
% Cumulé	35,357	55,205
Inertie totale	23,845	13,386
Cumulé (%)	23,845	37,231

Tableau 24 : Contribution des paramètres édaphique à la formation des axes 1 et 2

Paramètres édaphique	F1	F2
MO	0,763	-0,227
CaCO3	0,102	-0,546
Gypse	-0,547	-0,790
Azote	-0,289	-0,079
CE	-0,120	-0,423
pH	-0,483	-0,254

Tableau 25 : Contribution des stations à la formation des axes 1 et 2

Stations	F1	F2
SEBO	0,077	0,203
REGO	0,001	0,235
ERGO	0,058	0,002
LITOO	0,282	0,036
SEBOR	0,117	0,281
REGOR	0,000	0,037
CODOR	0,051	0,044
LITOG	0,385	0,036
REGG	0,021	0,120
HAMAG	0,009	0,007

L'ordination en (RDA), suivant l'axe factoriel 2, sépare nettement les sites qui ont une corrélation avec les caractères édaphiques du sol de ceux qui n'en ont pas, il sépare également les milieux humides des secs, tandis que l'axe factoriel 1 sépare les groupements végétatifs spécifiques de chaque station. Au vu des résultats, il se remarque la formation de trois groupes d'associations plante-sol A, B, et C.(fig.34).

Le groupe A, sur le côté positif de l'axe 1, abrite les espèces *Androcymbium punctatum* (APU), *Moltkia ciliata* (MCI), *Carduncellus eriocephalus* (CER), *Atractylis serratuloides* (ASE), *Cistanche phelypaea* (CPH), *Sonchus maritimus* (SMA), *Reseda villosa* (RVI), *Anacyclus cyrtolpidioides* (ACY), *Malva aegyptiaca* (MAEG), *Stipagrostis ciliata* (SCI), *Spitzziella coronopifolia* (SCO), *Paronychia argentea* (PAR), *Astragalus gyzensis* (AGY), *Phalaris minor* (PMI),

Panicum turgidum (PAN), *Salsola tetragona* (STE), *Launaea resedifolia* (LRE), *Megastoma pusillum* (MPU), *Haloxylon scoparium* (HSC), *Salsola baryosma* (SBA), *Boerhavia diffusa* (BDI), *Cymbopogon schoenanthus* (CSC), *Centaurea dimorpha* (CDI), *Campanula bordesiana* (CBO), *Pteranthus chloranthus* (PCH), *Calligonum comosum* (CCO), *Erodium glaucophyllum* (EGL), *Dipcadi serotinum* (DES), *Limoniastrum guyonianum* (LGU), *Pancreatium saharae* (PSA), *Acacia nilotica* (ANI), *Ephedra alata* (EAL), *Oudneya africana* (OAF), *Salsola longifolia* (SLO), *Trigonella anguina* (TAN), *Stipagrostis pungens* (SPU), *Stipagrostis plumosa* (SPL), *Neurada procumbens* (NPR), *Fagonia glutinosa* (FGL), *Astragalus gombo* (AGO), *Zilla macroptera* (ZMA), *Stipagrostis obtusa* (SOB), *Helianthemum lippii* (HLI), *Euphorbia guyoniana* (EGU), *Cotula cinerae* (CCI), *Psoralea plicata* (PPL), *Genista saharae* (GSA), *Traganum nudatum* (TNU) reparties principalement dans la Hamada à Ghardaïa (HAMDAG), le Reg à Ouargla (REGO) et le Reg à Oued righ (REGOR). Il se caractérise par des sols dont la teneur, en matière organique MO et en calcaire CaCO₃, semble proche et faible. Le côté négatif de l'axe 1, associe aux stations de reg de Ghardaïa (REGG.), des cordons dunaires de l'Oued Righ (CODOR) et de erg à Ouargla (ERGO). Des espèces dites psammophytes comme *Retama Retam* (RRE), *Randonia africana* (RAF) *Zygophyllum album* (ZAL), *Cornulaca moncantha* (CMO), *Agathophora alopecuroides* (AAL) et *Plantago ciliata* (PCI), *Phoenix dactylifera* (PDA), est corrèle négativement avec la teneur en azote, pH, CE et la teneur en gypse SO₄²⁻.

Le groupe B, sur le côté positif inférieur de l'axe 1, abrite les espèces *Anabasis articulata* (AAR), *Artemisia herba-alba* (AHE), *Echium humile* (EHU), *Ifloga spicata* (ISP), *Salsola vermiculata* (SVE), *Echinops spinosus* (ESP), *Calendula aegyptiaca* (CAE), *Euphorbia calyptrata* (ECA), *Monsonia heliostropioides* (MHE), *Peganum harmala* (PHA), *Ammodaucus leucotrichus* (ALE), *Danthonia forskahalii* (DFO), *Malcomia aegyptiaca* (MAE), *Chamomilla pubescens* (CPU), *Moricandia arvensis* (MAR), *Asphodelus tenuifolius* (ATE), *Zilla spinosa* (ZPI), *Zyziphus lotus* (ZLO), *Pergularia tomentosa* (PTO), *Euphorbia cornuta* (ECO), *Anvillea radiata* (ARA), *Pulicaria crispa* (PCR), *Diploaxis harra* (DHA), *Convolvulus spinus* (CSU), *Rhanterium adpressum* (RAD), *Thymelea microphylla* (TMI), *Fagonia microphylla* (FMI), *Solanum nigrum* (SNI), *Salvia aegyptiaca* (SAE), *Tamarix articulata* (TAR), *Argyrolobium uniflorum* (AUN) *Datura stramonium* (DST), *Cleome arabica* (CAR) *Farsetia hamiltonii* (FHA), *Bubonium graveolens* (BGR), *Trigonella anguina* (TAN), *Emex spinosa* (ESPI), *Perralderia coronopifolia* (PCOR), *Nerium oleander* (NOL), *Frankenia pluviculenta* (FPL), *Colocynthis vulgaris* (CVU), qui sont reparties essentiellement dans les lits de Oueds à Ghardaïa (LITOG) et Ouargla (LITOO); est corrèle positivement avec la teneur en matière organique MO et la teneur en Calcaire CaCO₃.

Le groupe C, localisé dans la partie positive de l'axe 1 et associé aux stations humides d'Oued righ (SEBOR) et Ouargla (SEBO), abrite les espèces hygrophytes et halophytes comme *Atriplex halimus* (AHA), *Juncus rigidus* (JRI), *Mollugo nudicaulis* (MNU), *Tamarix gallica* (TGA), *Astragalus mareoticus* (AMA), *Phragmites communis* (PCO), *Aeluropus littoralis* (ALI), *Halocnemum strobilaceum* (HST), *Cynodon dactylon* (CDA), *Sueda fruticosa* Forsk (SFR), *Cressa cretica* (CCR), *Anabasis articulata* (AAR), corrélées positivement avec la teneur en gypse SO_4^{2-} et la salinité pH et CE .

L'ordonnée RDA entre la composition floristique et les paramètres édaphiques mesurés a montré une corrélation claire entre les habitats étudiés et les critères du sol mesurés. Apparemment, la répartition de la végétation, tout le long de l'axe 1, révèle une répartition des espèces corrélées positivement, et respectivement, avec la teneur en calcaire et en matière organique pour les habitats alluviaux rocaillieux et sableux représentés par les lits d'Oueds, et du côté négatif ; à l'opposé ce sont les habitats humides, représentés par les sebkhas, qui ont corrélé positivement avec la teneur en gypse SO_4^{2-} et la salinité CE et pH, d'où leur caractère extrêmement salin et très salin.

Face à ces résultats de facteurs édaphiques et floristiques, nous percevons un gradient de salinité et d'humidité décroissant en fonction des stations d'étude. Chaque plante se répartie en association allant d'une flore Calci-neutrophile recherchant les sols alluviaux rocaillieux et sableux à une végétation gypso-hygro-halophile colonisant les sols sablonneux et salés. Cette différence édaphique est à l'origine de la différenciation des espèces ; ainsi les hydro-halophytes comme *Phragmites communis*, *Halocnemum strobilaceum* dans le premier cas et les gypso-halophytes comme *Zygophyllum album* dans le second.

Les associations végétales ne sont pas réparties au hasard et sont conditionnées par des facteurs édaphiques, climatiques et biotiques (GUINOCHET, 1973). La répartition des phytocénoses s'avère étroitement liée à l'ensemble des caractères physico-chimiques du sol, les facteurs édaphiques paraissent jouer un rôle déterminant dans l'implantation de certains types de communautés végétales (LACOSTE et SALANON, 2001). HADDAD (2011) note que la répartition spatiale des espèces spontanées se fait en fonction de la typologie, de la géomorphologie, de l'exposition, ainsi que de l'altitude du sol. Selon HALITIM (1988), parmi les facteurs édaphiques qui interviennent sur la répartition de la végétation, nous retrouvons la texture, la salure, ainsi que le niveau de concentration du calcaire. KOULL (2015) note que la salinité et l'hydromorphie sont les principaux facteurs qui influencent la distribution et la croissance des plantes des habitats halo-hydromorphes. La végétation semble structurée suivant le gradient de salinité et d'humidité du sol. Ce qui renforce aussi l'idée

D'OZENDA (1982) qui indique que la composition des groupements végétaux est essentiellement influencée par la nature du substrat. Ainsi pour HALITIM (1988) qui, en citant que la végétation peut être considérée comme un indice dans la lecture pédologique, explique aisément le caractère squelettique et discontinu des sols des régions arides. LEMÉE (1953) relie la richesse floristique des biotopes aux déterminismes édaphiques (texture et nature chimique du sol) ; ces biotopes hébergent une diversité et une richesse floristique très particulières, telles que les psammophytes qui occupent les biotopes ensablés et les halophytes se développant dans des biotopes plus ou moins salés. OZENDA (1983) rapporte que les dépressions sont les lieux où les apports éoliens et l'eau s'accumulent. Les gorges et les falaises sont, au contraire, relativement riches de nombreuses espèces (*Cynodon dactylon*, *Hernaria mauritanica*, *Dilpotaxi pitardiana*, *Bromus rubens*)

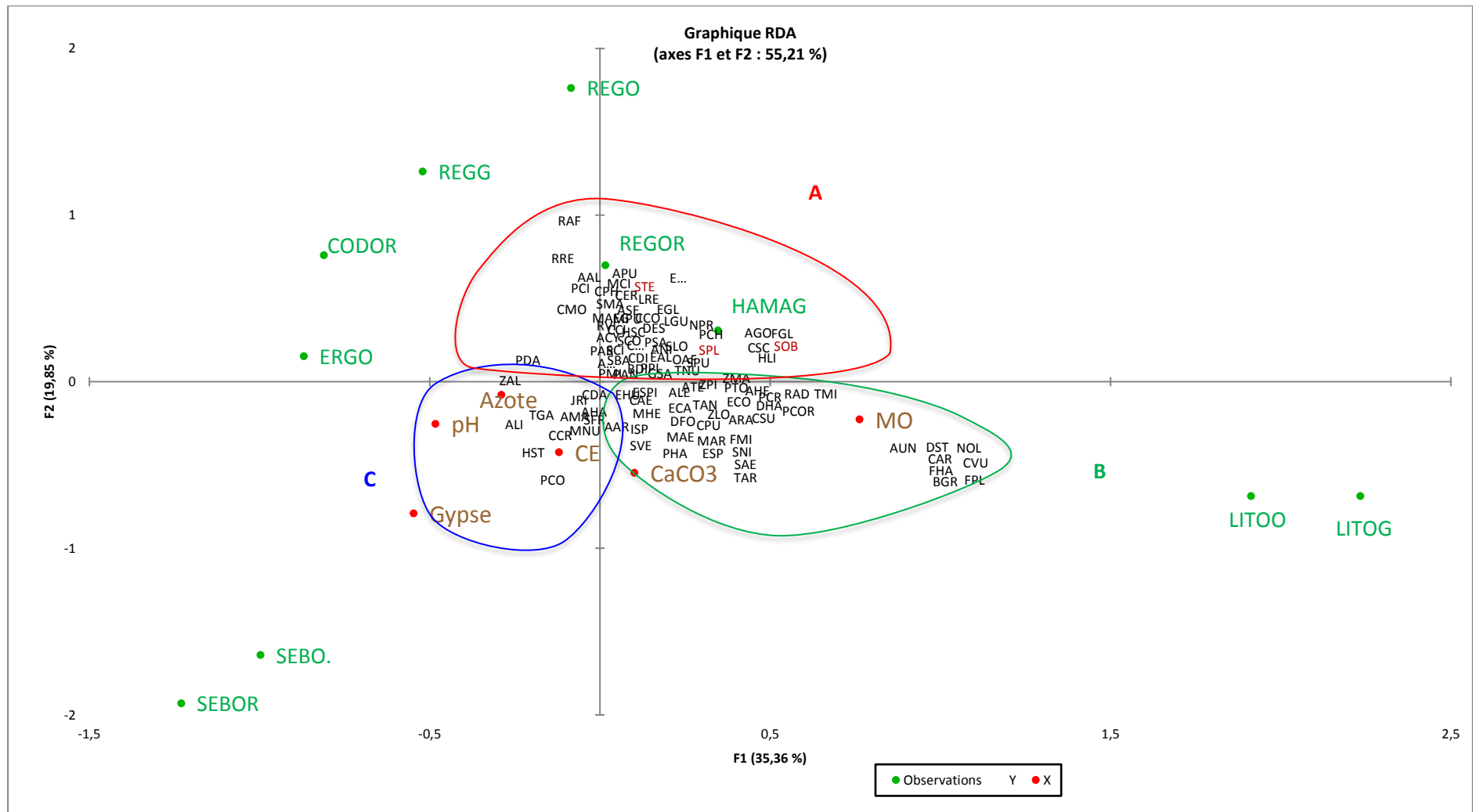


Figure 34.-Analyse de Redondance (RDA) montrant les relations entre les variables édaphiques, les stations et les espèces végétales.

Conclusion

Conclusion

Les investigations botanique et édaphique pendant trois ans, pour l'étude de l'écologie de la flore spontanée dans les zones d'Ouargla, Ghardaïa et Oued Righ à travers cinq biotopes et dix stations d'étude, met en évidence la présence de cent-sept (107) espèces qui caractérisent le paysage floristique du Sahara septentrional. Elles se répartissent entre trente-neuf (39) familles botaniques dont vingt-trois (23) familles ne sont représentées que par une seule espèce ; soit 21,49% de l'effectif total. Parmi les familles les mieux représentées se trouvent les Asteraceae avec dix-huit espèces (16,82% de total des espèces), les Amaranthaceae avec douze espèces (11,21% de total des espèces). Les Poaceae avec onze espèces (10,28%) de l'ensemble des espèces, sont suivis par les Fabaceae et les Brassicaceae avec huit espèces chacune (7,47% de la flore totale). Les Zygophyllaceae présentées par quatre espèces soit 3,73%, les Liliaceae, Boraginaceae et les Euphorbiaceae avec 2,8% du total (trois espèces dans chaque famille). Pour les Caryophyllaceae, les Convolvulaceae, les Geraniaceae, les Polygonaceae, les Resedaceae, les Solanaceae, les Tamaricaceae, seules deux espèces sont représentées par famille, soit 1,86% du total de la flore recensée.

Les herbes ou les « achem » sont avérées plus abondantes que les arbres, les arbustes ou les buissons dans chaque région d'étude. Cette inégalité dans la répartition saisonnière des plantes est directement liée à leur mode d'adaptation à la sécheresse. Parmi les cent-sept espèces inventoriées dans les trois régions d'étude soixante plantes sont éphémères et trente-huit sont vivaces. Le biotope le riche reste dans les lits d'Oueds avec cinquante-huit espèces soit 54,28% ; vient ensuite le Reg avec quarante-neuf espèces soit 44,85%, puis les sols sableux avec trente espèces soit 28,03%, devant la Hamada avec vingt-cinq espèces soit 23,36% et la Sebka avec quinze espèces soit 14,95% de la flore totale.

Pour le spectre biologique, les Thérophytes sont les mieux représentés avec quarante-quatre espèces soit 41,12% du total échantillonné, une prédominance assez significative car elle exprime la faiblesse de la pluviométrie et sa durée dans le temps. En seconde position, arrivent les Chaméphytes avec trente-et-une espèce (28,97%), puis les Héli-cryptophytes (11,21%) et les Phanérophytes (11,21%) avec douze espèces respectivement pour chaque groupe. Les Cryptophytes sont représentées par sept espèces (6,54%); à la fin figurent les Parasites (0,93%) avec seulement une espèce: Une importante dominance des Thérophytes dans les différents biotopes étudiés dans la plus importante est signaler dans les lits d'oueds et les regs. Cette Thérophytisation peut être expliquée d'une part par l'étendue des surfaces à inondation

saisonnière, propices au développement des plantes annuelles ayant une germination et une croissance rapide ; et d'autres part par la capacité de ces espèces à coloniser des milieux nouvellement créés par dépôts de sable après être arrosés par les précipitations saisonnières. Leur présence dans les milieux arides est liée à leur stratégie d'adaptation. Pour les Chaméphytes qui occupent la deuxième position dans les spectres biologiques dans tous les habitats écologiques étudiés, sont plus notés dans les lits d'Oued et les regs et sont généralement bien adaptés aux conditions des milieux arides car ils peuvent développer diverses formes d'adaptation à la sécheresse. Les adaptations se traduisent par la réduction de la surface foliaire et par le développement d'un puissant système racinaire. Ce phénomène de « Chaméphytie et Thérophytie » semble-t-il une stratégie adaptative face aux conditions défavorables. Le spectre phytogéographique global montre une diversité très importante des éléments phytogéographiques dans les régions d'études.

Une prépondérance de l'élément Saharo-Sindien, avec quarante-deux espèces, soit (39,25%). L'élément endémique et méditerranéen occupent également la deuxième position avec quatorze espèces soit 13,09%, suivi par l'élément Cosmopolite qui compte neuf espèces soit (8,41%). L'élément Saharo-arabique présente le même nombre que l'élément Saharo-méditerranéen avec sept espèces soit (6,54%), les autres éléments qui sont faiblement représentés, correspondent à l'élément endémique nord de l'Afrique, tropicale avec quatre espèces également soit 3,73% et endémique-saharien et méditerranéo- Saharo-sindien avec trois espèces également soit 2,80%. Il se remarque que les trois régions d'étude du Sahara septentrional suivent presque la même allure de spectre phytogéographique. Il s'y trouve respectivement l'élément saharo-sindienne, Méditerranéen et Endémique majoritairement en tête des neuf éléments phytogéographiques. Pour les autres éléments faiblement représentés, se retrouve l'élément Saharo-arabique, l'élément Endémique -Saharien et l'élément Méditerranéo- Saharo-sindien dans la région de Ouargla. Dans la région de Ghardaïa se trouve les éléments Endémiques Nord-Africain, Saharo-arabique, Saharo-Méditerranéen, Cosmopolite, Méditerranéo- Saharo-sindien et Tropicale, et les éléments Cosmopolites, Saharo-arabique, Saharo-Méditerranéen, Endémique Nord-Africain, Méditerranéo- Saharo-sindien, Endémique -Saharienne et Tropicale dans la région d'Oued righ .

Le traitement numérique par l'analyse factorielle des correspondances, a permis une vision globale des relations qui existent entre les régions et les espèces spontanées au niveau du Sahara septentrional. Il apparaît dans les trois régions prospectées que la disjonction des espèces est due

à l'Eco-éthologie des espèces inventoriées ou les plantes se répartissent en fonction du milieu peuplé. Chaque espèce se développe dans son propre environnement, la répartition de la végétation reste hétérogène d'un biotope à un autre.

La richesse totale appliquée aux différentes espèces végétales caractéristiques des différentes régions d'études, classe la région de Ghardaïa avec soixante-douze espèces végétales échantillonnées en premier rang, avec vingt-sept éphémères et quarante-cinq vivaces. La répartition des espèces rencontrées dans cette région varie selon les stations étudiées. Le lit d'Oued est classé riche et diversifié avec quarante-deux espèces. La hamada et le reg sont moyennement riches avec respectivement vingt-cinq et vingt-et-une espèce. En seconde position arrive la région d'Ouargla avec cinquante-huit espèces réparties entre vingt-sept vivaces et trente-deux éphémères dont le lit d'Oued N'sa est classée assez riche avec trente-sept espèces. Le Reg de Hassi ben Abdellah est moyennement riche avec vingt-cinq espèces. Avec seulement huit espèces, l'erg de Sidi khouiled et la Sebekha de bamendil, sont classés pauvres, avec vingt-cinq vivaces et trente-et-un éphémère. La région d'Oued Righ se place en troisième rang, du point de vue richesse totale, soit cinquante-six plantes spontanées. Avec un état de flore assez riche dans les cordons dunaires, il se compte trente-deux espèces végétales, les regs présentant vingt-huit espèces et la Sebka avec treize espèces. Il est à souligner que la richesse totale dans les différentes stations fluctue de huit espèces pour les Sebchas et les Ergs à quarante-deux dans les lits d'Oueds. L'écart qui se retrouve entre ces richesses totales peut être dû aux conditions édaphiques et hydriques des différentes stations. Cette différence de richesses résulte essentiellement de la nature de chaque biotope.

Toutefois, dans la zone de Ouargla la densité totale la plus élevée est enregistrée au niveau de la station de Oued N'sa avec dix-huit pieds par 100 m². Dans la zone de Ghardaïa, c'est la station de Oued M'Zab qui vient en premier lieu avec vingt pieds par 100 m². A l'Oued Righ, la station du Reg présente la densité des espèces la plus élevée avec vingt pieds par 100 m². Ces fluctuations sont dues essentiellement aux types de sols des différentes stations étudiées. Pour le taux de recouvrement, il est à noter qu'à Ghardaïa le lit d'Oued de M'Zab vient en première position, avec un taux de recouvrement de 23,55%. Dans la région d'Ouargla, ce sont les lits des Oueds qui représentent le taux de recouvrement le plus élevé avec 20,55%. Par contre, les cordons dunaires représentent le taux de recouvrement le plus élevées avec 21,38%, dans la zone de l'Oued-Righ. D'une façon générale, il se remarque que le recouvrement est très variable d'une station à l'autre. Une différence directement liée à la diversité floristique, à la densité des espèces et aux conditions édapho-climatiques du milieu. Cette disproportion entre les densités et les

recouvrements peut s'expliquer par la différence de taille des espèces occupant les différents biotopes étudiés.

Dans cette partie du Sahara septentrional, l'abondance-dominance des espèces vivaces varie pour les mêmes plantes d'une station à l'autre. Cette variation semble provenir essentiellement de l'aptitude de l'espèce végétale à s'adapter aux conditions édapho-climatiques propres à chaque habitat. Il faut noter que la dominance des espèces *Anabasis articulata*, *Oudneya africana*, *Euphorbia guyoniana*, et *Rhanterium adpressum*, *Zilla macroptera* et *Zilla spinosa* durant la période d'étude dans les lits d'Oueds. Sur les sols sableux, c'est *Stipagrostis pungens* qui est plus dominant dans la zone de Ouargla, et *Calligonum comosum*, *Randonia africana* et *Tamarix gallica* dans la zone de l'Oued Righ. Les sols sablonneux sont essentiellement dominés par l'espèce *Stipagrostis pungens*. Les espèces *Halocnemum strobilaceum*, *Tamarix articulata* et *Zygophyllum album* dominant dans la sebkha de Ouargla, les espèces *Aeluropus littoralis*, *Phragmites communis*, *Halocnemum strobilaceum*, *Sueda fructicosa*, *Tamarix gallica* et *Zygophyllum album* dans la Sebkha de la région de l'Oued-Righ. Les espèces *Haloxylon scoparium*, *Rhanterium adpressum* s'imposent comme des espèces dominantes dans la station de Hamada El-Atchane. Elles sont, de ce fait, les plus dominantes.

L'indice de sociabilité révèle que la plupart des espèces échantillonnées vivent en pieds isolés. Cette préférence de vie isolée est un facteur du milieu aride n'offrant pas de conditions propices au regroupement d'espèces sauf dans les milieux humides. Dans la station de l'Oued M'Zab, les espèces *Tamarix articulata* et *Stipagrostis pungens* forment des troupes. À la station de l'Oued N'Sa, les espèces *Stipagrostis pungens*, *Limoniastrum guyonianum*, *Calligonum comosum* et *Tamarix articulata* forment également des petits groupes. Dans la région d'Ouargla et de l'Oued-Righ, de petites colonnes se trouvent sur les sols sableux, ce sont *Sueda fructicosa*, *Tamarix gallica* et *Zygophyllum album*, qui vivent en petits groupes.

Toutefois, la distribution de la flore spontanée dans cette zone aride est généralement hasardeuse, mais elle reste, cependant, peut contagieuse. Aucune espèce n'adopte une distribution régulière à cause de l'hétérogénéité du milieu. La répartition et l'association de la végétation dans cette zone aride existe essentiellement en fonction d'une dépendance de la disponibilité en eau, des caractéristiques physico-chimiques du sol et la géomorphologie.

L'étude analytique des dix stations prospectées dans les zones d'études laissent remarquer qu'elles ont une texture sablonneuse. Ce sont donc des sols très perméables favorisant ainsi le

développement et l'installation des espèces psammophytes, hygrophytes et halophytes. L'estimation de la teneur en gypse indique que la plupart des sols analysés sont extrêmement gypseux, avec une valeur élevée enregistrée à Sebeka de l'Oued Righ 60,28%. La teneur en calcaire la plus élevée est enregistrée dans la station de reg a Oued right 7,35%. La teneur en matière organique dans les différentes stations, est très faible allant de 0,15% sur les hamadas de Ghardaïa à 0,95% à Oued M'Zab. Les différents solum analysés ont un pH légèrement alcalin, sauf la station de la Sebka de Bamendil avec un pH fortement alcalin et la station d'oued M'Zab qui a un pH neutre.

La relation pouvant exister entre une plante et le sol dans cette région du Sahara septentrional, lorsque l'eau n'est plus un facteur limitant, démontre donc que la flore spontanée se répartie en association, allant d'une flore Calci-neutrophile recherchant les sols alluviaux rocaillieux et sableux à une végétation gypso-hygro-halophile colonisant les sols sablonneux et salés. Néanmoins, le domaine de la végétation psamo- neutrophile est nettement perceptible. Cette différence édaphique est à l'origine de la différenciation des espèces; ainsi les hydro -halophyles comme *Phragmites communis*, *Halocnenum strobulaceum* dans le premier cas et les gypso-halophyles comme *Zygophyllum album* dans le second.

Perspectives

Pour parfaire la présente étude sur l'écologie de la flore spontanée dans le Sahara septentrional, il est indispensable d'augmenter le nombre de relevés par biotopes et stations dans les régions. La période d'échantillonnage doit s'étaler sur plusieurs années pour mieux comprendre la répartition spatio-temporelle des plantes éphémères et étudier ainsi les associations végétales, limiter les groupes végétatifs et les caractères pédologiques pour mieux comprendre les relations sol-végétation. Enfin, la compréhension de l'écologie de la végétation spontanée dans cette partie du Sahara septentrional est un support incontournable dans l'aménagement, la mise en valeur, le développement et la conservation de la biodiversité dans ce riche écosystème.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. A.N.R.H., 2006.- Ressources en eaux de la wilaya de Ouargla, 13 p.
2. ABD EL-WAHAB R.H., ZAGHLOUL M.S., KAMEL W.M. AND MOUSTAFA A.A., 2008.- Diversity and distribution of medicinal plants in North Sinai. Egypt. Afr. J. Environ. Sci. Technol., 2: 157-171.
3. ABDELGUERFI A. et LAOUAR M., 1999.- Auto écologie et variabilité de quelques légumineuses d'intérêt fourrager et/ou pastoral : possibilités de valorisation en région méditerranéenne. Pastagense Forragens, 20 : 81-112.
4. AFNOR, 1999.- Qualité des sols. Ed. AFNOR, vol. 1 et 2, Paris, 973 p.
5. AIDOUD A., 2005.- Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. Conférences, Université de Rennes, 11p.
6. ALLAL-BENFEKIH L., 2006. - Recherches quantitatives sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (*Orth. Oedipodinae*) dans le Sahara algérien. Perspectives de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides synthétiques. Thèse Doct., Science-Santé-Ecol. Univ., Limoges, 150p.
7. ALLAM A., 2008.- Etude de l'évolution des infestations du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* Linne, 1793) par *Parlatoria blanchardi* Targ. (*Homoptera Diaspididae* Targ. 1892) dans quelques biotopes de la région de Touggourt. Thèse de Magister, INA El- Harrach- Alger, 106 p.
8. ANONYME, 1995.- Plan de développement et d'aménagement de la Wilaya de Ouargla. Sous-direction de la planification et de l'aménagement du territoire, direction des services agricoles de Ouargla, 90 p.
9. ANONYME, 2001.- Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale. Ed. Direction générale des forêts, Doc. Polyc, Alger, 60 p.
10. AUBERT, G., 1978. - Méthodes d'analyse des sols. Ed. Centre régional de documentation pédagogique, Marseille, France. 191 p.
11. AZZI M., BOUCETTA T., 1992. - Contribution à l'étude du comportement alimentaire du dromadaire (*Camelus dromedrus*) en fonction de la saison (Hiver, Printemps) au Sahara Septentrional, (cas de la région de Ouargla). Mémoire d'ing d'État en Agronomie Saharienne. I. N. F. S. A. S., Ouargla, 63p.
12. BAAMEUR M., 2006.- Contribution à l'étude de la répartition biogéographique de la flore spontanée de la région de Ouargla (Sahara septentrional Est algérien). Mém. Mag., Univ. Ouargla, 100 p.

13. BAAMEUR M., ABDELGUERFI A., DADDI BOUHOUN M., SAADI H., OULD EL HADJ M.D., 2015.- Distribution study of some species of spontaneous Flora in two Saharan Regions of the North-East of Algeria (Ouargla and Ghardaïa). *International Journal of Biodiversity and Conservation*, Vol. 7(1) : 41-49.
14. BAAMEUR M., OULD EL HADJ MD., ARBAOUI H., ABDELGUERFI A. ,2019. - Diversity study of the spontaneous flora in Touggourt area (Sahara Septentrional Algerian). *International Journal of Biosciences*, Vol. 14, No. 2 : 350-360.
15. BAIZE D., 2000.- Guide des analyses courantes en pédologie (choix- expression - présentation- interprétation). I.N.R.A., Paris, 172 p.
16. BARREY J.P., CELLES J.C. et MUSSO J., 1985.-le Problème des divisions bioclimatiques et floristiques du Sahara algérien. Note IV : le plateau de Tadmait et ses alentours (Carte Ouargla). *Ecologia Mediterranea*, 11(2-3) :123-181.
17. BARRY J.P., CELLES J.C., MUSSA J., 1985. - Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. Note IV: Le plateau du Tadmait et ses alentours (Carte Ouargla) *Ecologia medit.*, XII (2-3) : 126-181.
18. BARRY J.P, CELLES J.C. et MANIERE R., 1981.- Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques du Sahara algérien. III - analyse de la végétation de la région de d'In Salah et de Tamanrasset (Sahara central et Sahara méridionale). *Naturalia monspelensia.*, sér. bot., (44) : 1- 48 et Cartes.
19. BENHOUBOU S., BOUCHENE N., SAHLI F ET YAOU ADAMO I., 2005.- Le cyprès du Tassili, caractérisation floristique et écologique. *Sécheresse*. 16 (1) : 61-66.
20. BENSALD S., AIT MOHAND L., ECHAIB B., 1996.- Evolution spatio-temporelle des peuplements d'*Acacia tortilis* (Forsk.) *Hayne raddiana* (Savi) Brenan dans les monts Ougarta (Sahara nord-occidental). *Sécheresse.*, 7 (3) : 173-178.
21. BENYOUCEF B., 1991.- Le M'Zab, Espace et Société. Ed. Aboudaoud, El Harrach, 290 p.
22. BOUALLALA M., 2013.- Étude floristique et nutritive spatio-temporelle des parcours camelins du Sahara Occidental algérien : Cas des régions de Béchar et Tindouf. Thèse doctorat, Université de Ouargla, 208p.
23. BOUDET G., 1978.- Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. IEMVT., Ministère de la coopération, 258 p.
24. BOUDET G., DIEYE K. et VALENZA J., 1983.- Environnement biotique. Le couvert herbacé. In : Systèmes de production d'élevage au Sénégal dans la région du Ferlo. ACC-

- GRIZA, (LAT), GERDAT, ORSTOM, Paris, Pp. 37-62.
25. BOUDY P., 1952.- Guide du forestier en Afrique du nord. Ed. Librairie agricole, Paris, 428 p.
26. BOUMLIK M., 1995. - Systématique des spermatophytes. Ed. Office Pub. Univ. (O.P.U.), Alger, 914 p.
27. BOUZID A., 2003.- Bioécologie des oiseaux d'eau dans les chotts d'Ain El Beida et Oum El Raneb (Région d'Ouargla). Thèse Magister, sci. agro., Inst. nati. agro., El Harrach, 136 p.
28. BRAUN BLANQUET J., 1951.- Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. C.N.R.S., Paris, 297p.
29. BARZANJI AF., 1973.- Gypsiferous soils of Iraq. Doctoral thesis. Ghent University, Belgium 250 p.
30. BUREAU P., et ROEDERES P., 1961 – Contribution à l'étude des sols gypseux de la partie sud du Golfe de Gabes. Bull. Ass. Fr .et. Sols, N° spec. : 150-176.
31. CAPOT-REY R., 1952.- Les limites du Sahara français. Ed: Inst. Rech. Sah., Alger.Tome VIII. : 23-47.
32. CAPOT-REY R., 1952.- Les limite du Sahara français. Ed. Inst. Rech. Sah.,Alger, T.8: 23-47.
33. CASTANY G., 1982.- Principes et méthodes de l'hydrogéologie. Ed. Dunod, Paris, 233 p.
34. CHEHMA S., 1995.-Contribution à l'inventaire des plantes spontanées et leur utilisation en médecine traditionnelle par la population de la Wilaya de Ghardaïa (Région Nord: oueds et dayas). Mémoire. Ing. Agro., INFS/AS, Ouargla, Algérie, Pp 23-56.
35. CHEHMA A., 2005.-Etude floristique et nutritive des parcours camelin du Sahara septentrional algérien. Cas des régions de Ouargla et Ghardaïa. Thèse Doct., Université Badji Mokhtar, Annaba, 178 p.
36. CHEHMA A., DJEBAR M.R., HADJAJI F., ROUABEH L. 2005.-Étude floristique spatiotemporelle des parcours sahariens du Sud-Est algérien. Sécheresse ; 16 : 275-285
37. CHEHMA A., 2006.-Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional Algérien. Laboratoire de protections des écosystèmes en zones arides et semi arides université, Univ. Ouargla, 140 p.
38. CHENCHOUNI H., 2012.- Diversity assessment of vertebrate fauna in a wetland of hot hyperarid lands. Arid Ecosyst .2:253–263.
39. CISSE A.M., 1986.-Dynamique de la strate herbacée des pâturages de la zone sud-sahélienne. Thèse PhD. Univ. Wageningen, 221 p.

40. COQUE R., 1962 – La Tunisie présaharienne (étude géomorphologique). Thèse Fac. Let., Armand colin, 488 p.
41. COTE M., 1996 – Paysages et patrimoine, Guide d'Algérie. Ed. Media-Plus, Constantine, Pp 239-262.
42. COTTERILL F.P.D., 1995.- Systematics, biological knowledge and environmental conservation, Biod and Cons., 4: 183-205.
43. COUDE GAUSSEN G.,2002.-Les formations superficielles des déserts chauds et de leurs marges in géologie de la préhistoire, Pp 125-44.
44. COUTINET S., 1965.- Méthodes d'analyses utilisables pour les sols salés, calcaires et gypseux. Analyse d'eaux. Agronomie tropicale. Ed. IRATCV, Paris Pp 1242-1253.
45. D.P.A.T., 2005. - Atlas de la Wilaya de Ghardaïa. Ed. El-Alamia, 142 P
46. DAGET P., et POISSONET J., 1991.- Prairies et pâturages, méthodes d'étude. Montpellier, France, Institut de Botanique, 354 p.
47. DAGET P., 1980.- On the biological types as an adaptive strategy. (Cases of) therophytes). In research of theoretical ecology, adaptive strategies. Paris, Pp 89-114.
48. DAGNELIE P., 1975.- Analyse statistique à plusieurs variables. Ed. Presses.agro., Gembloux, Pp 286-306.
49. DAJOZ R., 1970 . - Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 357 p.
50. DAJOZ R., 1982 .- Précis d'écologie. Gauthier-villars, Paris, 549 p.
51. DAJOZ R., 1985. - Précis d'écologie. Ed. Dunod. Paris, 505 p.
52. DAOUD Y., ET HALITIM A.,1994.- Irrigation et salinisation au Sahara Algérien. Sécheresse 5 (3) : 151-1 .
53. DAVIES J., POULSEN L., SCHULTE-HERBRÜGGEN B., MACKINNON K., CRAWHALL N., HENWOOD W.D., DUDLEY N., SMITH J. ET GUDKA, M., 2012.- Conserving dryland biodiversity. IUCN (International Union for the Conservation of Nature) 84 p.
54. DEMANGEOT J., 1981. - Les milieux naturels désertiques. Ed. Imprimerie Jouve,2ème édition, Paris, 261 p.
55. DERRUAU M. 1967.- Précis de géomorphologie. Edition : MASSON, Paris, 415 p.
56. DJEBAILI S., 1984. - Steppe algérienne. Phytosociologie et écologie. Ed. OPU, Ben Aknoun, 177 p.
57. Djili K., Daoud Y., Ayache N.,-1999. Analyse de la distribution verticale et spatiale du calcaire dans les sols de l'Algérie septentrionale. I.N.A.El Harrach, Alger, pp : 201- 213.

58. DJILI B., HAMDI-AISSA B. ET SOUCI L., 2005. - Biodiversité de la flore médicinale en relation avec des paramètres pédo-paysagiques dans la région de Guerrara (Sahara septentrional). Sém. Inter. Val. Plantes Médicinales dans les Zones Arides, Université Ouargla, 6 p.
59. DJILI K., DAOUD Y., GAOUAR A., BELJOUDI Z., 2003.-La salinisation secondaire des sols au Sahara. Conséquences sur la durabilité de l'agriculture dans les nouveaux périmètres de mise en valeur ». Sécheresse. Volume 14. Numéro 4 : 241-6.
60. DOUADI B., 1992.-Contribution à l'étude bioécologiques des peuplements orthoptérologiques dans la région de Guerrara. Développement ovarien chez *Acrotylus patruelis* (Harrich-Shaeffer,1838).Mém. d'Ing., INA, El Harrach, Alger, 75 p.
61. DREUX P. H., 1980. - Précis d'écologie. Ed. Presses universitaires, Paris, 231 p.
62. DUBIEF J., 1950.- Évaporation et coefficients climatiques au Sahara. Ed.: I. R. S., Tome VI, Alger : 13-43.
63. DUBIEF J., 1951.-Alizés, Harmattan et vents étésiens. Ed. Université d'Alger, T. 7, 236 p.
64. DUBIEF J., 1959.-Le climat du Sahara. Ed: Inst, Rech,Saha,Alger.Mémoire h.s.Tome I. 307p.
65. DUBIEF J., 1963.-Le climat du Sahara, Ed:Institut.RechSaha,Alger ;Mémoire h.s.Tome II, 307p.
66. DUBOST D., 1991. -Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes. Thèse doctorat, Univ. Tours, 545 p.
67. DUBOST D., 2002.-Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes. Ed. C.R.S.T.R.A., 423 p.
68. DUBUIS A., SIMONNEAU P., 1958.- Contribution à l'étude de la flore et la végétation de la région d'Hassi Messaoud. Trav .Sec.Ped.Agr.Bull., n° 4, Alger, 42p.
69. EL-BANA, M.I., A.A. KHEDR AND P. V AN HECKE AND J. BOGAERT., 2002.- Vegetation composition of a threatened hypersaline lake (Lake Bardawil), North Sinai. Plant Ecol., 163: 63-75.
70. ELLENBERG H., MUELLER-DOMBOIS D., 1967.- A key to Raunkiær plant life forms with revised subdivisions. Ber Geobot Inst ETH Stift Ru'bel Zurich, 37 : 56-73.
71. EMBERGER L.,1955.-Projet d'une classification biologique des climats. L'année biologique, 3 éme série, T. 31 : 255-294.
72. FABRE J., 2004.- Géologie du Sahara occidental et central. Ed. Musé Rooyal de l'Afrique central, 572 p.
73. FAYE B, 1997.- Guide de l'élevage du dromadaire. Libourne : Editions SANOFI. Santé

Nutrition animale, 126 p.

74. FLORET C., LE FLOC'H E. PONTANIER K., 1992.- Influence de l'évolution de l'occupation de l'espace sur le bilan d'eau régional (Tunisie). In: "L'aridité, une contrainte au développement", Le Floc'h, M. arouais, A. Cornet, J.C. Bille, Editions ORSTOM, Paris Collection Didactique à paraître
75. FLORET C.M.J., GALAN E., LEFLOC'H G., ORSHAN., ROMANE F.,-1990 ;- Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation. *Journal of Vegetation Science*, 1 : 71-80.
76. FLORET, C., PONTANIER, R., 1982. L'aridité en Tunisie pré-sharienne, climat, sol, végétation et aménagement. *Travaux et documents de l'ORSTOM*, 150 p.
77. FORTI M. LAVIE Y, BENJAMIN R W, BARKAI D et HAFETZ Y 1987. Regrowth of shrub grazed by sheep either in the summer or in the winter. Sub. Network of mediterranean pasture. 5th meeting. Montpellier, Pp: 102-105.
78. FRANÇOIS G., 2000 - La phytosociologie synusiale intégrée ; Guide méthodologique. Ed. Labo. Ecol. Vég. Phyto., Inst. Bot., Univ. Neuchâtel, 68 p.
79. FRONTIR S., et PICHOD-VIALE D., 1999 - Ecosystèmes, structure, fonctionnement, évolution. Ed. Dunod, 2ème édition, Paris : 114-138.
80. FURON R., 1964.- Le Sahara. Géologie. Ressources minérales. Ed. Payot, Paris, 313 p.
81. GARDI R., 1973.- The Sahara. 3rd ed. Kummerly and Fery, Paris, Pp. 49-51.
82. GAUSSEN H., 1955.- Détermination des climats par la méthode des courbes ombrothermiques, *C.r Acad.Sc.*, 240 p.
83. GAUTHIER P., -1977, Contribution à l'étude de l'écophysologie du dromadaire en été dans son milieu naturel. (Moyen et haute Mauritanie). Extrait du bulletin de l'I.F.A.N.série A. n°2.,
84. GHARROCHA H., 1995. - Méthodes pratiques dans l'étude des sols. Ed. O.P.U., Alger, 88p.
85. GHERHARD R., 1993.- Métabolisme des végétaux, physiologie et biochimie. Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes, Paris, 526 p.
86. GLAND F., CHRISTIANE F., PAUL M., JEAN D ET JEAN LOUIS H., 2003.-Ecologie. Approche scientifique pratique. 5^{ème} Ed. Lavoisier, Paris, 395p.
87. GOMAA N.H., .2012.- Composition and diversity of weed communities in Al-Jouf province, northern Saudi Arabia. *Saudi J Biol Sci.*, 19 : 369–376.
88. GOUNOT M.,1960.-Méthode d'étude quantitative de la végétation. Ed. Masson et Cie,Paris, 314p.
89. GRINEV E.I., 1969.-Irrigation, drainage et la productivité des palmeraies de l'Oued-Righ.

- Thème N°1 de la mission Soviétique à la station expérimentale de Sidi-Mehdi, Touggourt, 116 p.
90. LE FLOCH'H E., GROUZIS M., CORNET A. et BILLE J.C., Edts. ORSTOM. Paris, Pp. 267-282.
91. GROUZIS, M., 1992. -Germination et établissement des plantes annuelles sahéliennes. In : L'aridité, une contrainte au développement. Editions ORSTOM, Paris, 267-282.
92. GRUBB P.J., 1977.-The maintenance of species- richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Reviews*, 52 : 107-145.
93. GUBB A. S., 1913.- La flore saharienne : un aperçu photographique. Ed. Jourdan, Paris, 129 p.
94. GUINET PH., Sauvage CH., 1954.- Les hamadas sud marocaines. *Botanique. Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien, Série 2* : 75-167.
95. GUINOCHET M., 1951.- Contribution à l'étude phytosociologique du sud –Tunisien. *Bull. Soc. Hit. Nat. Afr. .Du N. T.* 42 : 131-153.
96. GUINOCHET M., 1973.-Phytosociologie. Ed. Masson, Paris, 227 p.
97. GUINOCHET M., QUEZEL P., 1954.- Reconnaissance phytosociologie autour du Grand Erg occidental. *Travaux de l'Institut de Recherche Saharienne, XII* : 11-27.
98. HACH C., 1991. -Spectrophotomètre DR/2000. *Méthodes d'Analyses*, Ed Hach Company, Allemagne, 523 p.
99. HADDAD A., 2011- Contribution à l'étude de la répartition spatiale de la végétation spontanée de la région de Biskra. *Mémoire de magister, Université de Biskra*, 153p.
- 100.HADJ AMAR H., LAAMECHE L., 2005.- Inventaire et caractérisation des plantes spontanées dans la vallée d'Oued M'zab. *Mémoire Ing. écol., université d'Ouargla*, 80 p.
- 101.HADJAIDJI F., HAMDI-AISSA B., SIBOUKEUR O., BENSETTI A., ET HACINI H., 2005.-Contribution à l'étude phyto-écologique de quelques espèces des plantes médicinales de la région d'Ouargla. *Séminaire inter. Val. Plantes Médicinales dans les Zones Arides, Université Ouargla*, 22 p.
- 102.HADJAIDJI-BENSEGHIER F., DERRIDJ A., 2013.- Relative importance of the exploitation of medicinal plants in traditional medicine in the Northeastern Sahara. *Emir. J. Food Agric.* 25 :657-665.
- 103.HALILAT M.T., 1993.- Étude de la fertilisation azotée et potassique sur le blé dur (variété Aldura) en zone saharienne (Région de Ouargla). *Thèse Magister, INFS Agronomie, Batna*, 132p.
- 104.HALIS Y., BENHADDYA M. L., BENSABA H., MAYOUF R., LAHCINI A., AND BELHAMRA M., 2012.- Diversity of halophyte desert vegetation of the different saline habitats

- in the valley of Oued Righ, Low Sahara Basin, Algeria. *Research journal of Environmental and earth Sciences*, 4: 308–315.
105. HALITIM A., 1988. - Sols des régions arides d'Algérie. Ed. OPU, Ben Aknoun, 330 p.
106. HAMDI-AÏSSA B. Et GIRARD M. C., 2000.- Utilisation de la télédétection en régions sahariennes pour l'analyse et l'extrapolation spatiale des pédopayasages. *Sécheresse*, 11 (3) : 179-188.
107. HAMDI-AÏSSA B., 2001.- Le fonctionnement actuel et passé de sols du nord Sahara (cuvette de Ouargla). Approches micro morphologique ; géochimique ; minéralogique et organisation spatiale. Thèse de doct, Inst. Nat. Agr., Paris –Grignon, 310 p.
108. HAMDI-AÏSSA B., OULD-EL-HADJ M. D., CHEHMA A., HADJAIDJI F., BEN SETTI A., HACINI H., MOKHTARA F., ET LEKHCHAKHECH E., 2005.- Contribution à l'étude des conditions édaphiques de la flore spontanée de la médecine traditionnelle de la région de Ouargla. *Sém. Inter. Val. Plantes Médicinales dans les Zones Arides*, Université Ouargla, 16 p.
109. HAMMICHE, V., MAIZA, K. 2006.- Traditional medicine in Central Sahara: Pharmacopoeia of Tassili N'ajjer. *J. Ethnopharmacol*, 105: 358–367.
110. HANNACHI S. et KHITRI O., 1991.- Inventaire et identification des cultivars de dattier de la cuvette de Ouargla. *Organisation de la variabilité. Mém. Ing. Agro., INFS/AS, Ouargla*, 58 pp.
111. HUETZ DE LEMPS A., 1970. - La végétation de la terre. Ed. Mason et Cie, Paris, 133 p.
112. INCT, 1956 - Carte d'Afrique 1/500 000 (Sahara) Ouargla NH-31-NE, Algérie.
113. INRAA., 2001.- La vallée d'Oued Righ : une problématique, une approche, une tentative de diagnostic, 13p.
114. KHACHAROV D. N., ET KOROVINE E.P., 1942.- La vie dans les déserts. Ed. Monod, Payot, Paris, 361p.
115. KHADRAOUI A., 2005.- Eau et sols en Algérie ; Gestion et impact sur l'environnement, Pp 29-32.
116. KHADRAOUI A., 2007.- Sols et hydraulique agricole dans les oasis algériennes (caractéristiques, contraintes et proposition d'aménagement). Ed. ISBN. Alger, pp :38-59.
117. KHERRAZE M., LAKHDARI K., KHERFI Y., BENZAOUI T., BERROUSSI S., BOUHANNA M ET SEBAA A., 2010- Atlas floristique de la vallée de l'Oued Righ par écosystème. Ed. C.R.S.T.R.A., 173p.
118. KHOUDA S., HAMMOU M. 2006.- Inventaire floristique dans les palmerais d'Oued Righ. Cas de Tougourt et Djamaa. Mémoire d'Ingénieur. Université Kasdi Merbah Ouargla (Algérie), 89 p.

- 119.KOULL N., 2015.- Etude phytoécologique spatiotemporelle des zones humides du Nord-est du Sahara septentrional algérien (Région de Ouargla et de l'Oued Righ). Thèse doct. Scien. Agro. Univ. Ouargla, 185p.
- 120.KOULL N., CHEHMA A., 2014.- Soil-Vegetation Relationships of Saline Wetlands in North East of Algerian Sahara, *Arid Land Research and Management*, 29 (1): 72–84.
- 121.LACOSTE A. ET SALANON R.,2001.-Elément de biogéographie et d'écologie. Ed. Nathan université, Paris, 318p.
- 122.LACOSTE A., et SALANON R., 2001.- Éléments de biogéographie et d'écologie. Ed. Nathan Université, Paris, 318 p.
- 123.LAKHCHAKHECHE E. ET MOKHTARA F., 2003. - Contribution à l'étude des relations sol-végétation dans l'écosystème de la cuvette de Ouargla. Mémoire. Ing.éco., Université Ouargla, 90 p.
- 124.LAMBERT J., 1975. - Analyse des sols et des végétaux. Laboratoire d'agriculture. Manuel d'information et des travaux pratiques. I.N.A. El Harrach, Alger, 114 p.
- 125.LATRECHE D., 1997. – Eaux et sols d'Algérie. Ed. ANRH, Alger, 60 p.
- 126.LAVERGNE S.W., THUILLER J., MOLINA M., DEBUSSCHE M., 2005.-Environmental and human factors influencing rare plant local occurrence, extinction and persistence : a 115-year study in the Mediterranean region. *J .Biogeography* . 32 : 799-811.
- 127.LE COMPTE-BARBET O., 1975.- Introduction à une étude de l'endémisme végétal au Maroc. CNRS. Trav. R. C. P., 249 III: 15-46.
128. LE HOUEROU H. N., 1994.- Forage halophytes and salt, tolerant fodder crops in the Mediterranean basin. V.r. squires et A.T. Ayoub (eds). *Halophytes as a resource for lives tock and for rehabilitation of degraded lands*, Kluwer. Academic publish, The Nether ands, Pp 127-137.
- 129.LE HOUEROU H.N.,1992.- An overview of vegetation and land degradation in world arid lands. In: *Degradation and restoration of arid lands: Dregne, H.E., eds., International Center for semi-arid land studies, Texas Technical University, Lubbock, 127-63.*
- 130.LE HOUEROU H.N., 1959.- Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale. Seconde Partie : La flore. Université d'Alger, Institut de recherches sahariennes, 281p.
- 131.LE HOUEROU H.N., 1995.- Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique.Diversité biologique. Développement durable et désertification. Options méditerranéennes. Série B. Étude et recherche (10). CIHEAM. Montpellier.396 p.

- 132.LE HOUEROU H.N., 2001.- Biogeography of the arid steppe and north of the Sahara. *Journal of Arid Environments*, 48 : 103-128.
- 133.LE HOUEROU HN.,1990.- Definitions and bioclimatic limits of the Sahara. *Sécheresse* 1:246-259.
- 134.LE HOUEROU, H.N.,1989.- Classification éoclimatique des zones aride (S.I.) de l'Afrique du Nord. *Ecologia Mediterranea*, 15: 95-144.
- 135.LE LUBRE M., 1952. Conditions structurales et formes de relief dans le Sahara. Ed: Inst. Rech. Saha., Alger, Tome VIII: 189 -190.
- 136.LEBRUN J.P., 1981.- Les bases floristiques des grandes divisions chorologiques de l'Afrique sèche. Edit. Bot. n°7. IEMVT, Maison Alfort, 483p.
- 137.LEMEE G., 1978 . - Précis d'écologie végétale. Masson et Cie, Paris, 285 p.
- 138.M.A.T. E., 2000 .- Rapport sur l'état de l'environnement en Algérie. 118 p.
- 139.MACKENZIE A., BALL A. et VIRDEE S., 2000.- L'essentiel en écologie. Ed : Berti, Paris, Pp 261-265.
140. MAIGNIEN D., 1969. -Manuel de prospection pédologique. Ed. O.R.S.T.O.M., Paris, 132 p.
141. MAINGUET M., 1995. - L'homme et la sécheresse. Ed. Masson, Paris, 335 p.
142. MAIRE R., 1933.-Etude sur la flore et la végétation du Sahara central. Ed. Typo-Litho, Alger, T.XI, 272 p.
143. MALEY G.,198.- Les changements climatiques de la fin du Tertiaire en Afrique : leur conséquence sur l'apparition du Sahara et de sa végétation in : Quaternary environment and prehistoric occupation in northern Africa, Pp 63-86.
144. MATE., 2006.- Ministère de l'Aménagement du Territoire ET de l'Environnement : Plan National d'Action pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD) Janvier 2006, 44 p.
- 145.MEDAIL F. et QUEZEL P., 2018.-Biogéographie de la fore du Sahara. Une biodiversité en situation extrême. IRD Éditions & Conservatoire et jardin botaniques de Genève, Marseille : 366 p.
- 146.MEDJBER T., 2014.- Étude de la composition floristique de la région du Souf (Sahara Septentrional Algerien). *Algerian journal of arid environment*, 4 : 53-59
- 147.MONOD T, 1992.-le désert. *Sécheresse*, 3 (1): 7-24.
- 148.MONOD T., -1973.-Les déserts. Ed. Horizons, Paris, 247p.
- 149.MORAND T., 2001. - Soil landscapes of the Wood burn 1: 1000 000 sheet. Ed. Department

of land water conservation, Sydne: 223-224.

150.NEFFAR S., CHENCHOUNI H., BEDDIAR A., REDJEL N., 2013.- Rehabilitation of degraded rangeland in drylands by Prickly pear (*Opuntia ficus-indica* L.) plantations: effect on soil and spontaneous vegetation. *Ecol Balkan* 5:63–83

151.NESSON C., 1978.- L'évolution des ressources hydrauliques dans les oasis du Bas Sahara algérien. Ed. CNRS, Paris : 7-100.

152.OHBA H., AMIROUCHE R., 2003.- Observation of the Flora of Tadmait and Tidikelt, Central Sahara, Algeria. *Journal of Japanese Botany*, 78: 104-11.

153.ONM., 2005.-Bulletin d'informations climatiques. Ed. Office nat. météo., Ouargla,5 p.

154.OULD EL HADJ M. D., 2004 . - Le problème acridien au Sahara algérien. Thèse Doc. Etat, INA, El Harrach, 276 p.

155.OULD EL HADJ M.D., HADJ MOHAMED M., ZABEIROU H., 2004.- Ethnopharmacologie des plantes spontanées médicinales de la région de Ouargla (Sahara septentrional Est algérien). *Tivista Italiana*, volume 30, Italie : 17-25.

156.OULD EL HADJ M.D, BAAMEUR M., MAHFOUD H.M.,2007.-Contribution à l'étude de la biogéographie spatiale de la flore spontanée à caractère médicinal de la région de Ouargla (Sahara, Est d'Algérie). *Recherches sur les plantes aromatiques et médicinales. Actes du congrès international*, Pp 9-17.

157.OULD EL HADJ M.D., HADJ MAHAMMED M., ZABEIRO H., CHEHMA A., 2003.- Importance des plantes spontanées médicinales dans la pharmacopée traditionnelle de la région d'Ouargla (Sahara septentrional Est algérien). *Ann. De l'INRAT, Tunisie*. 76 : 225-240.

158.OULD MOHAMED VALL A., OULD ISMAIL BOUMEDIANA A., OULD SOULE A., Mathieu G, LABAT JN., 2011- Contribution à l'étude de la flore de Mauritanie : Évaluation de la biodiversité floristique de l'Assaba (Açaba). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 2011, n° 33 (2), p. 53-64.

159.OZENDA P., 1958. - Flore du Sahara septentrional et central. C.N.R.S., Paris (France), 485 p.

160.OZENDA P., 1964.-Biogéographie végétale. Ed. DOIN. Editeurs, Paris, 360p.

161.OZENDA P., 1978.-Flore du Sahara septentrional et central. Ed. CNRS, Paris, 486p.

162.OZENDA P., 1983 – Flore du Sahara, 2^{ème} édition, CNRS, Paris, 622p.

163.OZENDA P., 1991.- Flore de Sahara 3rd, Ed. du CNRS, Paris, p. 662.

164.OZENDA P., 2004. -Flore et végétation du Sahara. 5th edition. C.N.R.S, p. 622.

165.PASSAGER P., 1957.-Ouargla (Sahara constantinois). *Etude géographique et médicale*,

- Arch. Inst. Pasteur, Alger, 35(2) : 99-200.
- 166.PERENNE S J., 1979.- Structure agraire et décolonisation les Oasis de l'Oued Righ (Algerie).Eb. Abou Nouas, Alger, 372p.
- 167.POUGET M., 1980. - Les relations sol-végétation dans les steppes Sud algéroises. ORSTOM, Paris, Pp 134-135.
- 168.POUPON H., 1980.- Structure and dynamics of the woody layer of a steppe in the north of Senegal. ORSTOM, Paris, 351 pages.
- 169.PYSEK P.D.M., RICHARDSON J., PERGL V., JAROSIK Z., SIXTOV A., WEBER E., 2008.- Geographical and taxonomic biases in invasion ecology. Trends in Ecology and Evolution, 23 : 237-244
- 170.QUEZEL P. ET SANTA S.,1962 .-Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. CNRS., T. 2, Paris, 1170p.
- 171.QUEZEL P., 1955 .-La végétation du Sahara, du Tchad à la Mauritanie. Ed. Gustav Fisher verlag, Stuggart , 328 p .
- 172.QUEZEL P., 1978.-Analyse of the flora mediterranean and saharan africa.Annals of the Missouri Botanical Garden : 497-535.
- 173.QUEZEL P., 1983.- Flore et végétation de l'Afrique du nord, leur signification en fonction de l'origine, de l'évolution et des migrations des flores et structures de végétation passées. Bothalia, 14: 411-416.
- 174.QUEZEL P., 1995. - La flore du bassin méditerranéen : origine, mis en place et endémisme. Ecologia Mediterranea., 21 : 19-39.
- 175.QUEZEL P., 2000.- Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ed. CNRS Paris, 171p.
- 176.QUEZEL P., SANTA S., 1963.- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. CNRS Paris, 2 vol., 1170 p.
- 177.RAMADE F., 1984.- Eléments d'écologie- Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
- 178.RAMEAU J. C., 1988.- Le tapis végétal, Structuration dans l'espace et dans le temps, réponses aux perturbations, méthodes d'étude et intégrations écologiques. ENGREF, Centre de Nancy. 120p.
- 179.RAUNKIAER C., 1934.- The Life forms of Plants and Statistical Plant Geography. Clarendon Press,Oxford, 632 p.
- 180.REYNOLDS, J.F., SMITH, D.M.S., LAMBIN, E.F., 2007. -Global desertification: building

- a science for dryland development. Science, 316 (5826), 847–851.
- 181.ROGNON P., 1994. - Biographie d'un désert : le Sahara. L'Harmattan. Paris (France).347p.
- 182.ROUABEH L., 2002. - Caractérisation floristique, spatio- temporelle des parcours camelin dans la région de Ouargla et de Ghardaïa. Mémoire Ing. agro, Université Ouargla,67 p.
- 183.ROUVILLOIS-BRIGOL M., 1975.- Le pays de Ouargla (Sahara algérien).Variation et organisation d'un espace rural en milieu désertique. Ed. Publications Univ., Paris, 316 p.
- 184.SAADANI Y et EL GHEZAL A. 1989.- Productivité et valeur nutritive comparée de *Acacia cyanophylla*, (Lindl), *Atriplex nummularia* (Lindl) et *Medicago arborea* (Lindl). Séminaire Maghrébin d'Agroforesterie. Jebel Oust – Tunisie, Pp : 23-27.
- 185.SAHKI A., BOUTAMMINE SAHKI R., 2004. - Le Hoggar, promenade botanique. Ed. Esope, Lyon, 311 p.
- 186.SALAHOU-ELHADJ B., 2001.- Inventaire et étude bioécologique de quelques prédateurs de la palmeraie de Berriane (Ghardaïa). Mém. Ing. Inst. Nat., Agro., El Harrach, Alger, 60 p.
- 187.SAMRAOUI B. ET DE BELAIR G. 1997.- The Guerbes-Sanhadja wetlands (N.E. ALGERIA) Part I: Overview. Ecologie 28 (3), 233-250.
- 188.SAMRAOUI B. ET DE BELAIR,1998.- Les zones humides de la Numidie orientale. Bilan des connaissances et perspectives de gestion. Rev. Synthèse, 90 p.
- 189.SCHIFFERS H., 1971.- Die Sahara und ihre randgebiete. Ed Weltforum Verlag-Munchen. 674 pages
- 190.SELTZER P., 1946. - Le climat de l'Algérie. Trav. Inst. Météo. et Phys. Du Globe (I.M.P.G.A.) de l'Algérie, Alger, 220 p.
- 191.SOGETHA-SOGREAH, 1970.-Participation à la mise en valeur de l'Oued-Righ. Etude agro- pédologique. Ministère des travaux publics et de la construction. Service des études scientifique, Alger, 201 p.
- 192.STEVENSON A.C., SKINNER J., HOLLIS G. E.,SMART M., 1988.- The El Kala Park and environs, Algeria: an ecological evaluation. Env. Conserv, Vol. 15, (4): 335-348.
- 193.TEOFIL W., WOJTERSKI I., 1985. - Guide de l'excursion internationale de phytosociologie en Algérie du nord. Ed. Goltoze druck- Gottingen /RFA/ Inst. Nat. Agro., El Harrach, 274 p.
- 194.TOUTAIN G.,1979.-Eléments d'agronomie Saharienne de la recherche au développement.Imp. JOUNE ; Paris276p.
- 195.TRABUT L., MARES R., 1906.- L'Algérie agricole en 1906. Ed J.Danguin.Tunis. 250 p.
- 196.UNESCO.1960.- Les Plantes Médicinales des Régions Arides. Recherches sur les Zones

Arides, Paris, 99p.

197. UNGARIA., 1998.- Are biotic factors significant in influencing the distribution of halophytes in saline habitats. *The Botanical review*, 64 : 176-199.

198. VIAL Y. ET VIAL M., 1974.- Sahara milieu vivant. Guide de voyageur naturaliste. Ed. Hatier, Paris, 332 p.

199. VIELLEFON J., 1979.- Contribution à l'amélioration de l'étude analytique des sols gypseux, Cah. ORSTOM, n°3: 195-223.

200. VIENNOT-BOURGIN G., 1960.- Rapport du sol et de la végétation, Masson et Cie, Editeurs librairess . Paris, 183p.

201. VILAIN M., 1999.- Méthodes expérimentales en agronomie: Pratique et analyse. Ed. Technique et documentation, Paris, 337p.

202. VOISIN J.F., 1980.- Réflexion à propos d'une méthode simple d'échantillonnage des peuplements orthoptères en milieu ouvert *Acrida*, T.6, (4) :153 -170.

203. YUCEF F., HAMDIAÏSSA B., BOUHADJA M., LAMINI K., 2014.- Sur l'origine des croutes gypseuses du Sahara septentrional algérien- cas de la région de Ouargla, *Algerian journal of arid environment*, 4 (2), 41-49.

204. ZERGOUN Y., 1994.- Bioécologie des Orthoptères dans la région de Ghardaïa – Régime alimentaire d'*Acrotylus patruelis* (Herrich-Schaeffer, 1838) (*Orthoptera- Acrididae*). Thèse Magister, Inst. Nati. Agro., El Harrach, 110 p.

205. ZERROUKI Z., 1996.- Contribution à l'inventaire des plantes spontanées et leur utilisation éventuelle en médecine traditionnelle par la population de Ouargla. Mém. Ing. agro., Inst. nati. form. supér. agro. saha., Ouargla, 108 p.

206. ZOHARY M., 1973.- *Geobotanical Foundations of the Middle East*. 1(2), Gustav Fischer Verlag Press, Stuttgart, Swets & Zeitlinger, Amsterdam.

Annexe

Annexe 1

Tableau 1 : Les principales familles botaniques dans les zones d'étude.

Familles	Zones d'études		
	Ouargla	Ghardaïa	Oued righ
Poaceae	7	5	7
Palmaceae	1	0	0
Liliaceae	2	3	0
Amrylidaceae	0	1	0
Apiaceae	0	1	0
Apocynaceae	1	1	0
Asclpiadaceae	1	1	0
Amaranthaceae	7	8	7
Asteraceae	7	12	7
Boraginaceae	2	1	3
Brassicaceae	5	6	2
Campanulaceae	0	1	0
Capparidaceae	1	1	1
Caryophyllaceae	0	1	1
Cistaceae	1	1	1
Convolvulaceae	1	1	1
Cucurbitaceae	1	1	1
Euphorbiaceae	1	3	1
Fabaceae	4	5	5
Frankeniaceae	1	1	0
Geraniaceae	1	1	1
Juncaceae	1	0	1
Labiaceae	0	1	0
Malvaceae	0	0	1
Mimosaceae	0	1	0
Mollygonaiceae	0	0	1
Nyctaginaceae	0	0	1
Orobancaceae.	0	0	1
Plantaginaceae	1	1	1
Plombaginaceae	1	1	1
Polygonaceae	1	2	2
Resedaceae	0	0	1
Rhamnaceae	0	1	1
Rosaceae	1	1	1
Solanaceae	1	2	0
Tamaricaceae	1	1	2
Thymeliaceae	1	1	1
Zygophyllaceae	3	3	1
Ephedraceae	1	1	0
Totale	27	32	27

Tableau2 : Les principales familles botaniques dans les différents biotopes d'étude.

Familles	Biotopes d'études				
	Seb.	Reg	Sol S.	Ham.	Lit O.
Poaceae	3	5	2	2	4
Palmaceae	0	0	1	0	0
Liliaceae	0	1	0	2	0
Amrylidaceae	0	0	0	1	0
Apiaceae	0	0	0	0	1
Apocynaceae	0	0	0	0	1
Asclpiadaceae	0	0	0	0	1
Amaranthaceae	4	7	2	3	4
Asteraceae	1	4	4	5	10
Boraginaceae	1	3	1	2	1
Brassicaceae	0	4	1	1	8
Campanulaceae	0	0	0	1	0
Capparidaceae	0	1	0	0	1
Caryophyllaceae	0	2	1	1	0
Cistaceae	0	1	0	1	1
Convolvulaceae	1	0	0	0	1
Cucurbitaceae	0	1	0	0	1
Euphorbiaceae	0	1	1	1	2
Fabaceae	1	3	4	2	3
Frankeniaceae	0	0	0	0	1
Geraniaceae	0	1	1	0	2
Juncaceae	1	1	0	0	0
Labiaceae	0	0	0	0	1
Malvaceae	0	0	1	0	0
Mimosaceae	0	0	0	1	0
Mollygonaceae	1	0	0	0	0
Nyctaginaceae	0	1	0	0	0
Orobanchaceae.	0	0	1	0	0
Plantaginaceae	0	1	1	0	1
Plombaginaceae	0	1	1	0	1
Polygonaceae	0	2	2	0	1
Resedaceae	0	1	2	0	0
Rhamnaceae	0	1	0	0	1
Rosaceae	0	1	1	1	1
Solanaceae	0	0	0	0	2
Tamaricaceae	1	2	1	0	1
Thymeliaceae	0	1	0	1	1
Zygophyllaceae	1	2	2	0	3
Ephedraceae	0	1	0	0	1
Totale	10	25	19	15	27

Tableau 3 : Les principales familles botaniques dans les différentes stations d'étude.

Familles	Stations d'études									
	SEBO	REGO	ERO	LITOO	SEBOR	REGOR	CODOR	LITOG	REGG	HAMAG
Poaceae	3	3	1	4	2	4	2	3	4	2
Palmaceae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Liliaceae	0	1	0	1	0	0	0	0	1	2
Amrylidaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Apiaceae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Apocynaceae	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Ascelpiadaceae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Amaranthaceae	2	2	1	3	4	4	1	1	5	3
Asteraceae	0	2	0	5	1	3	5	8	2	5
Boraginaceae	0	2	0	0	1	2	3	1	0	0
Brassicaceae	0	2	1	5	0	2	1	5	1	1
Campanulaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Capparidaceae	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
Caryophyllaceae	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
Cistaceae	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Convolvulaceae	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
Cucurbitaceae	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
Euphorbiaceae	0	1	1	1	0	0	1	3	1	1
Fabaceae	0	2	1	3	1	2	4	2	2	2
Frankeniaceae	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Geraniaceae	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1
Juncaceae	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Labiaceae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Malvaceae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Mimosaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mollygonaiceae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Nyctaginaceae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Orobancaceae.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Plantaginaceae	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
Plombaginaceae	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
Polygonaceae	0	1	0	1	0	0	2	1	1	0
Resedaceae	0	1	1	0	0	0	2	0	1	0
Rhamnaceae	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
Rosaceae	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Solanaceae	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0
Tamaricaceae	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0
Thymeliaceae	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
Zygophyllaceae	1	2	1	1	1	0	2	2	1	1
Ephedraceae	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
Totale	5	17	8	22	9	16	19	24	12	16

Annexe 2

Tableau 1 : Types biologiques, formes biologiques et type phytogéographique des différents espèces inventoriées.

Familles	Espèces	Types biologiques		Formes biologiques	Type phytogéographique
		V.	A.		
Poaceae	<i>Aeluropus littoralis</i> (Gouan) Parl	x		CRYP	MED
	<i>Cymbopogon schoenanthus</i> (L.)	x		HEME	TRO
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.		x	CRYP	COS
	<i>Danthonia forskahlii</i> (Vahl) R.		x	THER	SSA
	<i>Panicum turgidum</i> Forsk.		x	CHAM	SSA
	<i>Phalaris minor</i> Retz.		x	THER	COS
	<i>Phragmites communis</i> Trin. Ar.	x		CRYP	COS
	<i>Stipagrostis ciliata</i> (Desf.) De		x	THER	SSA
	<i>Stipagrostis obtusa</i> (Del.) Nees		x	THER	END
	<i>Stipagrostis plumosa</i> (L.) Munro		x	THER	SSA
	<i>Stipagrostis pungens</i> Desf. De	x		CRYP	SAR
Palmaceae	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	x		PHAN	SAR
Liliaceae	<i>Androcymbium punctatum</i>		x	CRYP	SME
	<i>Asphodelus tenuifolius</i> Cavan.		x	THER	MED
	<i>Dipcadi serotinum</i> (L.) Medick.		x	CRYP	MED
Amrylidaceae	<i>Pancratium saharae</i> Goss.Ex		x	CRYP	TRO
Apiaceae	<i>Ammodaucus leucotrichus</i> Coss.		x	THER	END
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	x		PHAN	MED
Ascelpiadaceae	<i>Pergularia tomentosa</i> Linn.	x		CHAM	SSA
Amaranthaceae	<i>Agathophora alopecuroides</i>		x	CHAM	SSA
	<i>Anabasis articulata</i> Moq.	x		CHAM	SSA
	<i>Atriplex halimus</i> L.	x		CHAM	COS
	<i>Cornulaca monacantha</i> Del.		x	CHAM	SSA
	<i>Halocnemum strobilaceum</i>	x		HEME	MED
	<i>Haloxylon scoparium</i> Pomel	x		CHAM	MED
	<i>Salsola baryosma</i> (Schult.)	x		CHAM	SSA
	<i>Salsola longifolia</i> Forssk.	x		CHAM	MED
	<i>Salsola tetragona</i> Del.	x		CHAM	SME
	<i>Salsola vermiculata</i> L .	x		CHAM	SME
	<i>Sueda fruticosa</i> Forsk. ex J.F.		x	CHAM	SAR
	<i>Traganum nudatum</i> Del.	x		CHAM	SSA
	Asteraceae	<i>Anacyclus cyrtolepidioides</i>	x		THER
<i>Anvillea radiata</i> Coss. et Durr.			x	CHAM	ENDS
<i>Artemisia herba-alba</i> Asso.		x		CHAM	MSS
<i>Atractylis serratuloides</i> Sieber.			x	THER	SSA
<i>Bubonium graveolens</i>			x	THER	SSA
<i>Calendula aegyptiaca</i> Rupr.			x	THER	SSA
<i>Carduncellus eriocephalus</i>			x	THER	SSA
<i>Cenataurea dimorpha</i> Viv.			x	HEME	SSA
<i>Chamomilla pubescens</i> (Desf.)			x	HEME	ENDNA
<i>Cotula cinerae</i> Del.			x	THER	SSA
<i>Echinops spinosus</i> Bove ex DC.			x	THER	SSA
<i>Ifloga spicata</i> (Vahl.)			x	THER	SSA
<i>Launaea resedifolia</i> L .			x	THER	MED
<i>Perralderia coronopifolia</i> Coss.			x	HEME	ENDS
<i>Pulicaria crispa</i> (Forsk.)Benth			x	CHAM	SSA
<i>Rhanterium adpressum</i> Coss . et		x		CHAM	ENDNA
Boraginaceae		<i>Sonchus maritimus</i> L.	x		CRYP
	<i>Spitzelia coronopifolia</i> Sch. Bip.		x	THER	END
	<i>Echium humile</i> (Desf.) Jah.		x	THER	ENDNA
	<i>Megastoma pusillum</i> Coss. et		x	THER	END
	<i>Moltkia ciliata</i> (Forsk.)		x	THER	SSA

Brassicaceae	<i>Diploaxis harra</i> (Forssk.) Boiss.		x	CHAM	SME
	<i>Farsetia hamiltonii</i> Royle		x	CHAM	SSA
	<i>Malcolmia aegyptiaca</i> Spr.		x	HEME	SSA
	<i>Moricandia arvensis</i> (L.)DC.		x	THER	MED
	<i>Oudneya africana</i> R.Br.	x		CHAM	END
	<i>Savignya longistyla</i> Boiss. et		x	THER	END
	<i>Zilla macroptera</i> Coss.	x		CHAM	ENDNA
	<i>Zilla spinosa</i> Coss.	x		CHAM	SSA
Campanulaceae	<i>Campanula bordesiana</i> Maire.		x	THER	END
Capparidaceae	<i>Cleome arabica</i> L.		x	THER	END
Caryophyllaceae	<i>Pteranthus chloranthus</i> Forssk .		x	THER	MSS
	<i>Paronychia argentea</i> Lamek.	x		THER	MED
Cistaceae	<i>Helianthemum lippii</i> L .		x	THER	SSA
Convolvulaceae	<i>Convolvulus supinus</i> Coss. et		x	THER	ENDS
	<i>Cressa. cretica</i> L.		x	THER	MED
Cucurbitaceae	<i>Colocynthis vulgaris</i> (L.)		x	THER	MSS
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia guyoniana</i> Boss .et	x		HEME	END
	<i>Euphorbia calyprata</i> Coss et		x	THER	END
	<i>Euphorbia cornuta</i> Pers.		x	THER	SSA
Fabaceae	<i>Argyrolobium uniflorum</i> Jaub. et		x	CHAM	SSA
	<i>Astragalus gombo</i> Coss. et Dur		x	HEME	END
	<i>Astragalus mareoticus</i> Del.		x	THER	SSA
	<i>Astragalus gyzensis</i> Del.		x	THER	SSA
	<i>Retama retam</i> (Forssk.) Webb.	x		PHAN	SSA
	<i>Genista saharae</i> Cosson. et Dur	x		PHAN	END
	<i>Psoralea plicata</i> Del.		x	CHAM	SAR
	<i>Trigonella anguina</i> Del.		x	THER	SSA
Frankeniaceae	<i>Frankenia pluvulenta</i> L.		x	THER	MED
Geraniaceae	<i>Erodium glaucophyllum</i> (L .)		x	THER	SME
	<i>Monsonia heliotropioides</i> (Cav.)		x	THER	SSA
Juncaceae	<i>Juncus rigidus</i> Desf.	x		HEME	COS
Labiaceae	<i>Salvia aegyptiaca</i> L .		x	CHAM	SSA
Malvaceae	<i>Malva aegyptiaca</i> L.		x	CHAM	MED
Mimosaceae	<i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. ex	x		PHAN	TRO
Mollygonaceae	<i>Mollugo nudicaulis</i> Lam.		x	THER	TRO
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia diffusa</i> L.		x	CHAM	SAR
Orobanchaceae.	<i>Cistanche phelypaea</i> (L.) Cont.		x	PARA	SME
Plantaginaceae	<i>Plantago ciliata</i> Desf.		x	THER	SSA
Plombaginaceae	<i>Limoniastrum guyonianum</i> Dur.	x		PHAN	ENDNA
Polygonaceae	<i>Emex spinosa</i> Camp.		x	THER	SAR
	<i>Calligonum comosum</i> L'Herit.	x		PHAN	SSA
Resedaceae	<i>Reseda villosa</i> Coss.		x	PHAN	ENDS
	<i>Randonia africana</i> Coss.	x		CHAM	SAR
Rhamnaceae	<i>Zizyphus lotus</i> (L.) Desf.	x		PHAN	MED
Rosaceae	<i>Neurada procumbens</i> L.		x	THER	SSA
Solanaceae	<i>Datura stramonium</i> L .		x	CHAM	COS
	<i>Solanum nigrum</i> L .		x	THER	COS
Tamaricaceae	<i>Tamarix articulata</i> Vahl .	x		PHAN	SSA
	<i>Tamarix gallica</i> L.	x		PHAN	SSA
Thyméliaceae	<i>Thymelea microphylla</i> Coss. et	x		CHAM	MED
Zygophyllaceae	<i>Fagonia glutinosa</i> Del.		x	THER	SSA
	<i>Fagonia microphylla</i> Pomel.		x	THER	SSA
	<i>Peganum harmala</i> L.		x	HEME	COS
	<i>Zygophyllum album</i> L.	x		CHAM	SME
Ephedraceae	<i>Ephedra alata</i> Dec.	x		PHAN	SSA

Annexe 3

L'échelle d'interprétation de quelques variables pédologiques est rapportée.

1. Échelle d'interprétation des valeurs de pH, rapport terre/eau (1/5) (MORAND, 2001)

pH	Classes
< 4.5	Extrêmement acide
4,5 – 5	Très fortement acide
5,1 – 5,5	Fortement acide
5,6 – 6	Moyennement acide
6,1 – 6,5	L'égèrement acide
6,6 – 7,3	Neutre
7,4 – 7,8	L'égèrement alcalin
7,9 – 8,4	Moyennement alcalin
8,9 – 9	Fortement alcalin
>9	Très fortement alcalin

2. Échelle d'interprétation des valeurs du calcaire totale (Ca CO₃) (LAMBERT, 1975)

Ça CO ₃ %	Classes	Réaction à Hcl
<2	Trace	Décelable
2-10	Faible	Faible
10-25	Moyen	Moyen
25-55	Forte	Vive
> 55	Très forte	Très vive

3. Échelle d'interprétation des valeurs de la conductivité électrique CE de l'extrait terre/eau (1/5) (AUBERT, 1978)

CE dS/m a 25°C	Degré de salinité
< 0.6	Sol non salé
0.6 ≤ CE ≤ 2	Sol peu salé
2 ≤ CE ≤ 2.4	Sol salé
2.4 ≤ CE ≤ 6	Sol très sale
>6	Sol extrêmement sale

4 - Classes de la matière organique (MORAOND, 2001).

M.O (%)	Caractérisation
0,5 – 1	Très faible
1–2	Faible
2–3	Moyen
3–5	Riche
>5	Très riche

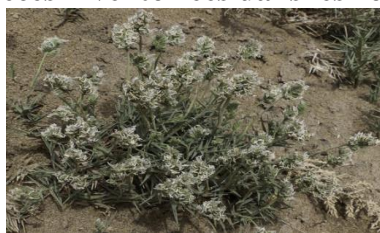
6 - Classes des sols gypseux (BARZANJI, 1973 In ABDESSALAM, 1999)

Gypse (%)	Nom de la classe
< 0,3	Non gypseux
0,3 - 10	Légèrement gypseux
10 - 15	Modérément gypseux : La croissance des racines est limitée
25 - 50	Extrêmement gypseux : La croissance des racines est inhibée ; n'est pas convenable pour l'agriculture irriguée

Annexe 4
Liste des espèces inventoriées dans les zones d'étude



Acacia nilotica (L.) Willd. ex Del



Aeluropus littoralis (Gouan) Parl



Agathophora alopecuroides (Del.) Fenzl .



Ammodaucus leucotrichus Coss. et Dur.



Anabasis articulata Moq.



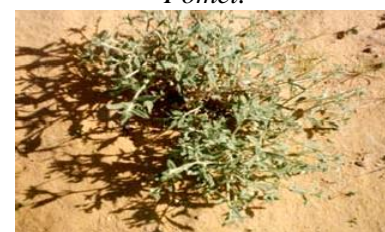
Anacyclus cyrtolepidioides Pomel.



Androcymbium punctatum (Schelet)



Anvillea radiata Coss. et Durr.



Argyrolobium uniflorum Jaub. et Spach.



Artemisia herba-alba Asso.



Asphodelus tenuifolius Cavan.



Astragalus gombo Coss. et Dur.



Astragalus gyzensis Del.



Astragalus mareoticus Del.



Atractylis serratuloides Sieber.



Atriplex halimus L.



Boerhavia diffusa L.



Bubonium graveolens (Forsk.) Maire .



Calendula aegyptiaca Rupr.



Calligonum comosum L'Herit.



Campanula bordesiana Maire.



Carduncellus eriocephalus Boiss.



Cenataurea dimorpha Viv.



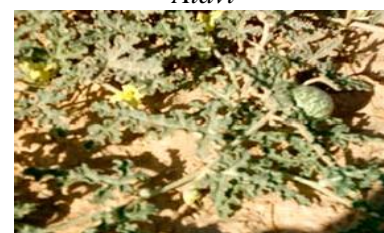
Chamomilla pubescens (Desf.)
Alavi



Cistanche phelypaea (L.) Cont



Cleome arabica L.



Colocynthis vulgaris (L.) Schrad.



Convolvulus supinus Coss. et
Kral.



Cornulaca monacantha Del.



Cotula cinerae Del.



Cressa cretica L.



Cymbopogon schoenanthus (L.)
Spreng.



Cynodon dactylon (L.) Pers.



Danthonia forskahlii (Vahl) R. B.



Datura stramonium L.



Dipcadi serotinum (L.) Medick.



Diplotaxis harra (Forssk.) Boiss.



Echinops spinosus Bove ex DC.



Echium humile (Desf.) Jah.



Emex spinosa Camp.



Ephedra alata Dec.



Erodium glaucophyllum (L.)
L'Her.



Euphorbia calyptрата Coss et Dr



Euphorbia cornuta Pers.



Euphorbia guyoniana Boss .et
Remt



Fagonia glutinosa Del.



Fagonia microphylla Pomel.



Farsetia hamiltonii Royle



Frankenia pluviculenta L.



Genista saharae Cosson. et Dur.



Halocnemum strobilaceum
(Pall.) Marsch.



Haloxylon scoparium Pomel



Helianthemum lippii L.



Ifloga spicata (Vahl.) C.H.Schultz



Juncus rigidus Desf.



Launaea resedifolia L.



Limoniastrum guyonianum Dur.



Malcolmia aegyptiaca Spr.



Malva aegyptiaca L.



Megastoma pusillum Coss. et Dur.



Mollugo nudicaulis Lam



Moltkia ciliata (Forsk.)



Monsonia heliotropioides (Cav.) Boiss.



Moricandia arvensis (L) DC.



Nerium oleander L.



Neurada procumbens L.



Oudneya africana R.Br



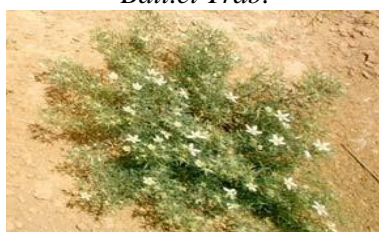
Pancratium saharae Goss.Ex Batt.et Trab.



Panicum turgidum Forsk



Paronychia argentea Lamek.



Peganum harmala L.



Pergularia tomentosa Linn.



Perralderia coronopifolia Coss



Phalaris minor Retz.



Phoenix dactylifera L.



Phragmites communis Trin. Ar.



Plantago ciliata Desf.



Psoralea plicata Del.



Pteranthus chloranthus Forssk .



Pulicaria crispa (Forsk.) Benth



Randonia africana Coss.



Reseda villosa Coss.



Retama retam (Forsk.) Webb. Et Berth.



Rhanterium adpressum Coss. et Dur



Salsola baryosma (Schult.) Dandy



Salsola longifolia Forssk.



Salsola tetragona Del.



Salsola vermiculata L.



Salvia aegyptiaca L.



Savignya longistyla Boiss. et Rent.



Solanum nigrum L



Sonchus maritimus L.



Spitzelia coronopifolia Sch. Bip.



Stipagrostis ciliata (Desf.) De Winter



Stipagrostis obtusa (Del.) Nees



Stipagrostis plumosa (L.) Munro



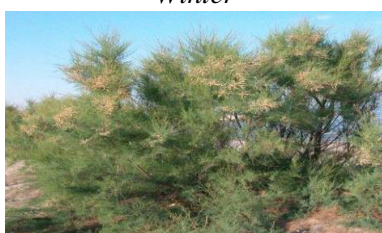
Stipagrostis pungens Desf. De Winter



Sueda fruticosa Forsk. ex J.F. Gmel.



Tamarix articulata Vahl.



Tamarix gallica L.



Thymelea microphylla Coss. et DR.



Traganum nudatum Del.



Trigonella anguina Del.



Zilla macroptera Coss.



Zilla spinosa Coss.



Zizyphus lotus (L.) Desf.



Zygophyllum album L.