

Remerciements

Nous tenons à remercier tout ceux qui nous ont dirigés dans notre travail, tout particulièrement notre encadreur Monsieur **HAMDI AISSA** qui a dirigé ce travail, et pour leur aide et ces conseils judicieux ainsi que.

Mr **CHEHMA. A**, pour son co-encadrement et ses aides précieuses.

Mr **DADDI BOUHOUN. M**, par sa présence comme président de jury.

Aux membres du jury qui nous ont fait honneur en examinant ce travail.

Mr **CHAABENA A** et Mr **SLIMANI. S**.

Sans toute fois oublier ;

- L'équipe de Laboratoire de protection des écosystèmes en zones aride et semi arides (université de Ouargla) (Zineb, M. **IDDER Med Abdelhak**, Yacine)
- L'équipe de **EPEG** (Ghardaia) (M. **MAKHLOUF**)
- L'équipe de Laboratoire pédagogique du département de biologie (université de Ouargla) (M. **BEGGARI, E. M. MESSETFE, N., Mme IDDER, S.**)
- L'équipe de Laboratoire de biogéochimie des milieux désertiques (ex. laboratoire d'analyses physico-chimiques) (université de Ouargla) (M. **DJILI, B., Mounaim, Rabia, Houria, Fouzia**)
- **CRSTRA** (Biskra) (M. et Mme Chalabi, Mlle Fifi)
- Centre de Formation professionnelle (Beni-Brahim, Ouargla) (M. **SBHI et M. DEROUCHE**)
- Eglise de Ouargla
- Centre de Documentation Saharienne (Ghardaia) (père Miguel et Mme **AFIFA**)
- **LTP Sud-Ouargla** (M. **HAFSI, M. MOUDJAHED, M. BEKELLI**)
- Nos amis étudiants : Redha, Tayeb, Yacine, Ismaïle, Messaoud, Toufik, Djalal, Ilyes, Zakj, Dalel, Saadia, Mahassen, Naoual, Ibtissem.

Et tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de ce modeste document.

الله

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE KASDI-MERBAH

OUARGLA



FACULTÉ DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat En biologie

Filière: Ecologie Végétale et Environnement

Option: Ecosystèmes Steppiques et Sahariens

THEME:

*Contribution à l'étude de l'influence des conditions édaphiques sur la distribution spatiale de *Zygophyllum album* dans la cuvette de OUARGLA.*

Présenté par :

- **CHAREF Samira**
- **CHEHMA Souad**

Soutenu publiquement devant le jury

Président M^r DADDI BOUHOUN M
Promoteur M^r HAMDY AISSA B
Co-promoteur M^r CHEHMA A.
Examineur M^{me} MEDJBER
Examineur M^r SLIMANI S

Maitre assistant chargé de cours
Maitre de conférence
Maitre de conférence
Maitre assistant chargé de cours
Maitre assistant

Année Universitaire 2005 -2006

Liste des Tableaux

Designations	p
Tableau (I) : Données climatiques de Ouargla, période 1990-2005 (ONM, 2006)	20
Tableau (II) : Le recouvrement et la densité moyennes dans la station (1)	32
Tableau (III) : Résultats des analyses de profil de station (1).	35
Tableau (IV) : Le recouvrement et la densité moyennes dans la station (2)	36
Tableau (V) : Résultats des analyses de profil de station (2).	39
Tableau (VI) : Le recouvrement et la densité moyennes dans la station (3)	40
Tableau (VII) : Résultats des analyses de profil de station (3)	43
Tableau (VIII) : Le recouvrement et la densité moyennes dans la station (4).	44
Tableau (IX) : Résultats des analyses de profil de station (4).	46
Tableau (X) : Le recouvrement et la densité moyennes dans la station (5).	47
Tableau (XI) : Résultats des analyses de profil de station (5).	50
Tableau (XII) : Les recouvrements et les densités moyennes de <i>Zygophyllum album</i> dans les 05 stations.	52
Tableau (XIII) : Résultats d'analyse granulométrique dans les 05 stations.	53
Tableau (XIV) : Résultats d'analyse d'humidité dans les 05 stations.	53
Tableau (XV) : Résultats d'analyse de CE dans les 05 stations.	54
Tableau (XVI) : Résultats d'analyse de teneur en gypse dans les 05 stations	54
Tableau (XVII) : Résultats d'analyse de teneur en calcaire dans les 05 stations.	55

--	--

Figure (22) : taux de sol nus dans la station (3).	41
Figure (23) : taux de recouvrement des espèces de station (3).	41
Figure (24) : profile pédologique de station (3).	41
Figure (25) : Variation de gypse dans la station (3).	43
Figure (26) : Profile salin de station (3).	43
Figure (27) : taux de sol nus dans la station (4).	45
Figure (28) : taux de recouvrement des espèces de station (4).	45
Figure (29) : Variation de gypse dans la station (4).	46
Figure (30) : Profile salin de station (4).	46
Figure (31) : taux de sol nus dans la station (5).	47
Figure (32) : taux de recouvrement des espèces de station (5).	47
Figure (33) : profile pédologique de station (5).	48
Figure (34) : Variation de gypse dans la station (5).	50
Figure (35) : Profile salin de station (5).	50
Figure (36) : Représentation sur plan factoriel (1-2) des relevés floristiques de densité	56
Figure (37) : Représentation sur plan factoriel (1-2) des relevés floristiques de recouvrement	57
Figure (38) : Représentation superposée des espèces et des stations sur plan factoriel (1-2) des relevés floristiques de densité.	58
Figure (39) : Représentation superposée des espèces et des stations sur plan factoriel (1-2) des relevés floristiques de recouvrement.	59
Figure (40) : Représentation superposée des espèces et des stations sur plan factoriel (1-2) des relevés floristiques de recouvrement.	60
Figure (41) : Cercle de corrélation des conditions édaphiques sur la base de l'ACP des variables (inertie des axes : axe 1 : 44.727678% axe 2 : 30.735952%)	61
Figure (42) : représentation des stations sur le plan principale (1-2) de l'ACP.	63

Liste des Figures :

Designations	p
Figure (1) : Les organes de <i>Zygophyllum album</i> .	13
Figure (2) : Carte des limites géographiques de la wilaya de OUARGLA.	17
Figure (3) : Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de Ouargla (1990-2005).	22
Figure (4) : L'étage bioclimatique de Ouargla selon le climagramme d'EMBERGER.	23
Figure (5) : Etat de surface de station (1)	24
Figure(6): Etat de surface de la station (2)	25
Figure(7): Etat de surface de la station (3)	25
Figure (8) : Etat de surface de la station (4)	25
Figure (9) : Etat de surface de la station (5)	26
Figure (10) : Carte de répartition des stations d'étude dans la cuvette du Ouargla.	27
Figure (11) : profile pédologique	29
Figure (12) : taux de sol nus dans la station (1).	33
Figure (13) : taux de recouvrement des espèces de station (1).	33
Figure (14) : profile pédologique de station (1).	33
Figure (15) : Variation de gypse dans la station (1).	35
Figure (16) : Profile salin de station (1).	35
Figure (17) : taux de sol nus dans la station (2).	37
Figure (18) : taux de recouvrement des espèces de station (2).	37
Figure (19) : profile pédologique de station (2).	37
Figure (20) : Variation de gypse dans la station (2).	39
Figure (21) : Profile salin de station (2).	39

Liste des abréviations

Za	<i>Zygophyllum album</i>
Lg	<i>Limoniastrum guyonianum</i>
Tg	<i>Tamarix gallica</i>
Tn	<i>Traganum nudatum</i>
Ea	<i>Ephedra alata</i>
Eg	<i>Euphorbia guyniana</i>
Rc	Recouvrement
D	Densité
CE	Conductivité électrique
GYP	Gypse
CAL	Calcaire
Hr	Humidité
SG	Sable grossier
SM	Sable moyen
SF	Sable fin
A L	Limon + argile
MO	Matière organique
E.P.EG	Etablissement public de production de gestion et de distribution d'eau Ghardaïa
CRSTRA	Centre de recherche technique des région aride

7.3. Station (3) Sebkhath SAFIOUNE II.....	40
7.3.1. Inventaire floristique de la station (3).....	40
7.3.2. La description des profil pédologique de la station (3).....	41
7.3.2.1. Morphologie de la station (3)	41
7.3.2.2. Etat de surface de la station (3).....	41
7.3.2.3. Description des horizons de la station (3).....	41
7.3.3. Etude analytiques du sol de la station (3).....	42
7.4. Station (4) SADRATA.....	44
7.4.1. Inventaire floristique de la station (4).....	44
7.4.2 La description de profil pédologique de la station (4).....	45
7.4.2.1. Morphologie de la station (4).....	45
7.4.2.2. Etat de surface de la station (4).....	45
7.4.2.3. Description des horizons de la station (4).....	45
7.4.3. Etude analytique du sol de la station (4).....	45
7.5. Station (5) SIDI KHOULED.....	47
7.5.1. Inventaire floristique de la station (5).....	47
7.5.2. La description de profil pédologique de la station (5)	48
7.5.2.1. Morphologie de la station (5).....	48
7.5.2.2. Etat de surface de la station (5).....	48
7.5.2.3. Description des horizons de la station (5).....	48
7.5.3. Etude analytique du sol de la station (5).....	49

Chapitre VIII : Discussion

8.1. Répartition de <i>zygophyllum album</i>	52
8.1.1. Recouvrement de <i>zygophyllum album</i>	52
8.1.2. L'influence de la granulométrie.....	52
8.1.3. L'influence de l'humidité.....	53
8.1.4. L'influence de conductivité électrique.....	54
8.1.5. L'influence du gypse	54
8.1.6. L'influence du calcaire	55
8.2. L'étude statistiques.....	55
8.2.1 L'interprétation de AFC.....	55
8.2.1.1 les relevés des densités et les recouvrements.....	55
8.2.1.2 La superposition des espèces et des stations.....	57
8.2.1.3 La superposition des espèces sur les stations dans la densité et le recouvrement.....	59
8.2.2. L'interprétation de ACP.....	60
8.2.2.1. Cercle de corrélation.....	60
8.2.2.2. Présentation des stations dans un plan factoriel.....	62
8.2.2.3. La superposition des stations et des conditions édaphiques	63
8.3. Conclusion	64
Conclusion générale.....	66
Référence bibliographique.....	68
Annexes.....	72

5.3.1. La station (1) HASSI ENNAGA.....	24
5.3.2. La station (2) Sebkhath SAFIOUNE I.....	25
5.3.3. La station (3) Sebkhath SAFIOUNE II.....	25
5.3.4. La station (4) SADRATA.....	25
5.3.5. La station (5) SIDI KHOULED.....	26

Chapitre VI : Méthode d'étude

6.1. Les méthodes sur terrain.....	28
6.1.1. L'échantillonnage floristique.....	28
6.1.1.1. Les espèces associées au <i>Zygophyllum album</i>	28
6.1.1.2. Les indices écologiques.....	28
6.1.1.3. Les indices statistiques.....	28
6.1.2. La caractérisation du sol.....	29
6.1.2.1. La description des profils.....	29
6.1.2.2. Le prélèvement des échantillons.....	30
6.2. Les analyses des sols au laboratoire.....	30
6.2.1 Les analyses physiques et chimiques.....	30
6.2.1.1. L'analyse granulométrie.....	30
6.2.1.2. Le dosage du calcaire total.....	30
6.2.1.3. L'estimation de l'humidité.....	30
6.2.1.4. L'estimation de la teneur du gypse.....	30
6.2.1.5. L'estimation de la teneur en matière organique.....	30
6.2.2 La caractérisation de la solution du sol.....	30
6.2.2.1 pH.....	30
6.2.2.2 Conductivité électrique (CE).....	30
6.2.2.3 Dosages des anions.....	30
6.2.2.4 Dosage des cations solubles.....	31

Troisième partie : Résultats et discussions

Chapitre VII : Résultats d'inventaire floristique et de la caractérisation édaphique des stations

7.1. Station (1) HASSI ENNAGA.....	32
7.1.1. Inventaire floristique de station (1).....	32
7.1.2. La description des profil pédologique de la station (1).....	33
7.1.2.1. Morphologie de la station (1).....	33
7.1.2.2. Etat de surface de la station (1).....	33
7.1.2.3. Description des horizons de la station (1).....	33
7.1.3. Etudes analytiques du sol de la station (1).....	34
7.2. Station (2) Sebkhath SAFIOUNE I.....	36
7.2.1. Inventaire floristique de la station (2).....	36
7.2.2. La description de profil pédologique de la station (2).....	37
7.2.2.1. Morphologies de la station (2).....	37
7.2.2.2. Etat de surface de la station (2).....	37
7.2.2.3. Description des horizons de la station (2).....	37
7.2.3. Etudes analytiques du sol de la station (2).....	38

Chapitre III. Les échanges sol-végétal

3.1. Le sol et les échanges avec le couvert végétal.....	14
3.2. Les voix de changements.....	14
3.3. Les mécanismes de transfert.....	14
3.3.1. Le sens : couvert végétal-sol.....	14
3.3.1.1. La protection contre l'érosion éolienne.....	14
3.3.1.2. L'influence de la flore sur la pédogenèse.....	14
3.3.1.3. L'action chimique dans le sol.....	14
3.3.2 Le sens : sol – couvert végétal.....	15
3.3.2.1. L'eau.....	15
3.3.2.2. Les éléments minéraux.....	15

Chapitre IV : Caractéristiques de la région d'étude

4.1. Caractéristiques de la région d'étude.....	
4.1.1. Présentation de la cuvette de Ouargla.....	16
4.1.2. La géomorphologie de la cuvette de Ouargla.....	18
4.1.3. La topographie de la cuvette de Ouargla.....	18
4.1.4. La géologie de la cuvette de Ouargla.....	18
4.1.5. L'hydrologie de la cuvette de Ouargla.....	19
4.1.5.1. L'hydrographie de la cuvette de Ouargla.....	19
4.1.5.2. L'hydrogéologie de la cuvette de Ouargla	19
4.1.6 La pédologie de la cuvette de Ouargla.....	19
4.1.6.1. Sur le plateau.....	19
4.1.6.2 sur le glacis.....	19
4.1.6.3 Dans le chott.....	19
4.1.6.4 Sur les sebkha.....	20
4.1.6.5 Les dunes.....	20
4.1.7. Le Climat de la cuvette de Ouargla	20
4.1.7.1 Les paramètres climatiques.....	21
4.1.7.1.1 La température.....	21
4.1.7.1.2 Les précipitations.....	21
4.1.7.1.3 L'humidité relative.....	21
4.1.7.1.4 L'évaporation.....	21
4.1.7.1.5 L'insolation.....	21
4.1.7.1.6 Le vent.....	21
4.1.7.2 Synthèse climatique.....	21
4.1.7.2.1. Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN...	21
4.1.7.2.2. Le climagramme d'EMBERGER.....	22

Deuxième partie : Matériel et méthode d'étude

Chapitre V : Matériel de travail

5.1. Les choix des stations.....	24
5.2. Les outils de travail.....	24
5.3. Présentation des stations d'études.....	24

Table de matière

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Première partie : synthèse bibliographique

Chapitre I. Etude des facteurs édaphiques

1.1. Définition des facteurs édaphiques.....	3
1.2. Influence des facteurs édaphiques.....	3
1.3. Classification des facteurs édaphiques.....	3
1.3.1. Facteurs du bilan hydrique	3
1.3.1.1. L'eau et leur relation à la texture du sol.....	3
1.3.1.2. La nappe phréatique	4
1.3.2. Facteurs chimiques du sol.....	5
1.3.2.1 pH des sols.....	5
1.3.2.2. Le gypse dans le sol.....	5
1.3.2.3. Les éléments minéraux.....	6

Chapitre II. Etude floristique

2.1 La flore du Sahara septentrional.....	8
2.1.1 Aspect biologique.....	8
2.1.1.1 Espèces annuelles.....	8
2.1.1.2 Espèces vivaces.....	9
2.1.2 Répartition de la végétation	9
2.1.2.1 Végétation des Erg et des sols sableux.....	9
2.1.2.2 Végétation des Regs.....	9
2.1.2.3 Végétation des Hamada.....	9
2.1.2.4 Végétation des dépressions.....	10
2.1.2.5 végétation des sols salés.....	10
2.1.3. Les groupements végétaux du Sahara septentrional	10
2.1.3.1 Les psammophytes.....	10
2.1.3.2 Les hygrophiles.....	11
2.1.3.3 Les halophiles et les halo gypsophiles.....	11
2.2. La famille des Zygophyllacées	11
2.2.1 Généralité.....	11
2.2.2 Répartition des <i>zygophyllacées</i>	12
2.2.3 Le genre <i>zygophyllum</i>	12
2.2.4 L'espèce <i>zygophyllum album</i>	12
2.2.4.1 Généralité.....	12
2.2.4.2 Aire générale.....	12
2.2.4.3 Description.....	13
2.2.4.4. Intérêt de l'espèce.....	13

Notre étude comporte trois parties essentielles :

- la première parties est réservée à la synthèse bibliographique qui permet de rapproche un peu d'avoir une aidé sur l'espèce étudiée, les facteurs édaphiques , les échanges sol-végétal et caractérisation de la région d'étude.
- la deuxième partie est réservée aux matériels et aux méthodes utilisées pour la réalisation de ce travail.
- la troisième partie est relative aux résultats et aux discussions.

Introduction générale

Le milieu naturel qui constitue l'environnement des organismes et des communautés présente une diversité spatiale et une variation temporelle qui caractérise leur cadre de vie et détermine leur localisation ainsi que leur fonctionnement (WILAIM, 1997).

L'écosystème terrestre comprend trois composantes fondamentales : biocénose, sol et climat entre les quelles s'exercent de constantes interactions (LACOSTE et SALANONE, 2001). Notre étude correspond à une phase de ces interactions qui est la relation sol- végétale.

Dans la cuvette de Ouargla le couvert végétal qui est formé par un ensemble des espèces qui se sont s'installées ça et là, en colonisant des sols à caractères différents dans la mesure où la répartition des espèces s'avère étroitement liée à l'ensemble des caractères physico-chimique des sols.

La région de Ouargla dispose d'un patrimoine floristique médicinal utilisé par une population sédentaire, très proche de son environ. Parmi les espèces de cette flore médicinale le *Zygophyllum album* de la famille de Zygophyllacées, c'est une espèce halogypsophile et souvent couvre les surfaces des sables éoliens (QUEZEL, 1965).

Zygophyllum album est l'axe principal de notre travail qui est basé sur l'étude des facteurs édaphiques favorables à cette plante. L'interaction sol-*Zygophyllum album* nous laisse poser la question suivante :

- Quelle sont les facteurs édaphiques qui ont une influence sur la répartition spatiale de *Zygophyllum album* dans la cuvette de Ouargla ?

Il est difficile de répondre à cette question au sein d'un complexe édaphique en raison des influences multiples reliant les diverses composantes du sol.

Dans ce contexte, notre étude va cerner l'interaction sol-espèce dans le but de chercher à saisir les rapports entre le *Zygophyllum album* avec son environnement édaphique, autrement dit, les conditions édaphique au sein des quelles il se développe.

d) Le magnésium

Il représente après le calcium, l'élément métallique le plus abondant chez les végétaux. Son rôle biogène est prééminent car un atome de magnésium est associé au noyau terapyrrolique dans la molécule de chlorophylle (**RAMADE, 2003**).

Les ions Mg^{++} sont adsorbés par les colloïdes du sol, avec une énergie moindre que Ca^{++} , mais supérieure à K^+ et à Na^+ . Les sols formés à partir de roches mères riches en magnésium peuvent en avoir une quantité assimilable supérieure à celle du calcium (**LEMEE, 1978**).

e) Le sodium

Le sodium est un élément indispensable pour tous les êtres vivants, sa concentration dans les sols, au-delà de quelques unités pour mille, interdit le développement normal de la plupart des espèces végétales (**RAMADE, 2003**). L'élévation de la teneur en sodium dans les solutions du sol (sol sodique) devient rapidement un facteur limitant pour la plupart des espèces végétales (**LACOSTE et SOLANON, 2001**).

1.3.2.3. Les éléments minéraux

a) Le phosphore

Il représente un élément indispensable pour tous les êtres vivants puisqu'il est un des constituants essentiels des acides nucléiques. Il est présent dans les sols à l'état de phosphate, d'acide phosphorique lié aux micelles du complexe absorbant argilo-humique ; enfin comme anion libre en solution dans l'eau interstitielle des sols et disponible pour les plantes, cet élément représente souvent un facteur limitant par suite de sa faible concentration dans les sols (**RAMADE, 2003**).

b) Le potassium

C'est le cation le plus indispensable aux végétaux. C'est un élément assez répandu dans la matière minérale. Dans les sols, il existe sous diverses formes : sels solubles, composé organique, et surtout cations fixés sur le complexe adsorbant. Il y a des échanges continus entre ces diverses formes et le seul problème agronomique du potassium est de ne pas créer des conditions favorables à sa rétrogradation hors de la disposition des végétaux (**BOULAINÉ, 1971**).

Généralement, les végétaux cultivés sont beaucoup plus exigeants en potassium que les plantes sauvages mais il existe d'importants écarts selon les espèces entre les teneurs limites au-dessous desquelles se manifeste la carence (**RAMADE, 2003**).

c) Le calcaire et calcium

Le calcaire est un carbonate de calcium, il se présente sous la forme de cailloux ou de particules plus ou moins fines ; de ce point de vue, il est analogue aux autres cailloux, graviers ou sable. Il peut même exister sous forme de petits cristaux analogues aux limons et même aux argiles.

Le calcium ne se trouve pas dans la nature à l'état isolé. Il se trouve dans le sol partiellement en solution ou grande partie est adsorbée par l'argile et la matière organique (**MAGNY et BAUR, 1977**).

Le calcaire, en présence d'une eau chargée en CO_3H_2 (Acide carbonique) se transforme en carbonate acide soluble $(\text{CO}_3\text{H}_2)\text{Ca}$. Cette solubilité augmente avec l'abaissement du pH, la pression de CO_2 et la température. Elle diminue avec la concentration croissante de la solution environnant Ca^{++} (**LEMÉE, 1978**).

Le calcium est nécessaire aux plantes, c'est un des constants des acides pectiques de la lamelle moyenne. S'il vient à manquer, les cellules auront tendance à se dissocier. Il agit comme agent neutralisateur des acides organiques et de l'action toxique qu'aurait en son absence le K^+ et le Mg^{++} (**CLAUD et al. 1998**).

Les ions Ca^{++} libérés sont partiellement adsorbés par les colloïdes argileux et humiques selon les réactions d'équilibre avec la solution du sol (**LEMÉE, 1978**).

- Les nappes faiblement salées
 - Les nappes salées à très salées
2. **Nappe moyennement profonde :** (environs de 2m de profondeur), de salure variable. La remontée de la frange capillaire devient alors fonction de la texture.
 3. **Nappe profonde :** (jusqu'à 6m environ), son influence s'exerce faiblement sur les sols en augmentant la salure des horizons profonds et surtout du matériau sous-jacent. L'influence de la nappe (profonde et salée) reste sous la dépendance étroite des caractéristiques du profil de sol (texture, salure et gypse) (**POUGET, 1980**).

1.3.2. Facteurs chimiques du sol

Les organismes échangent avec les milieux extérieurs des molécules nécessaires à leur fonctionnement mais parfois aussi nuisibles à celui-ci par suite des différences dans les exigences et dans l'amplitude de tolérance que manifestent les taxons vis-à-vis des facteurs chimiques, ces derniers exercent une action sélective sur leur localisation et participent au contrôle par l'environnement de la croissance des organismes et de la production végétale. Pour la même raison, des modifications qualitatives ou quantitatives de l'environnement chimique peuvent provoquer des changements dans la composition floristique des communautés (**LEMEE, 1978**).

1.3.2.1. pH des sols

Le pH et la répartition des végétaux : L'amplitude de tolérance au pH des milieux naturels est très variable selon les espèces. On qualifie d'emphitolérantes les espèces à large répartition vis-à-vis du pH ; les autres, plus ou moins cantonnées dans la zone des pH acides, neutres ou basiques sont appelées acidiphiles, neutrophiles ou basiphiles (**LEMEE, 1978**).

1.3.2.2. Le gypse dans le sol

L'origine du gypse en quantité importante dans les sols est en relation avec la présence des roches sédimentaires gypseuses. Le gypse est dissous, transporté à l'état de solution dans la nappe et dans les couvertures pédologiques ; il peut être repris sous forme solide et transporté par le vent (lunette en bordure de Sebkha). Le gypse peut ne pas être perçu à l'examen visuel être seulement révélé par l'analyse chimique. Un examen microscopique confirme éventuellement sa présence sous forme de très fins cristaux disséminés dans la masse du sol ou localisés dans les pores ; parfois les cristaux de gypse constituent la fraction sableuse associée à quelques grains de quartz, dans les sables éoliens des sebkhas, sous cette forme, le gypse peut demeurer peu apparent même avec un pourcentage très élevé (>50%). A l'inverse, un encroûtement même très induré et compact, peut contenir seulement (20 à 30%) de gypse ; celui-ci forme le ciment d'un sable siliceux (**POUGET, 1998**).

Le taux de gypse n'intervient pas seul, la présence de l'encroûtement et l'ensemble de ces propriétés physiques et chimiques apparaissent déterminantes pour l'écologie des espèces végétales (**POUGET, 1980**).

- a) **Capacité de rétention (CR)** : c'est le pourcentage d'eau (par rapport au poids du sol sec) qui subsiste quand l'eau de gravité s'écoule librement (BAIZE et JABIOL, 1995).
- b) **Point de flétrissement (pF)** : c'est l'humidité du sol au-dessous de laquelle les plantes flétrissent de façon permanente car leur alimentation hydrique n'est plus assurée (BOULAINÉ, 1971).
- c) **La rupture de lien capillaire (rc)** : c'est la valeur de l'humidité du sol en dessous de laquelle l'alimentation des plantes est optimale, entre cette valeur et la capacité de rétention l'alimentation commence à être déficitaire (BOULAINÉ, 1971).

La texture a une influence sur la circulation de l'eau. Dans la macro-porosité des matériaux grossiers, la circulation est souvent arrêtée par des horizons à textures argileuses qui forment un obstacle à l'infiltration verticale de l'eau. Cette mauvaise perméabilité peut entraîner des engorgements (BAIZE et JABIOL, 1995).

Inversement, les remontés capillaires d'eau depuis un horizon humide profond vers un horizon sec de surface très importante quelque fois en été pour assurer l'alimentation hydrique d'une plante, peuvent par des niveaux sableux ou argileux, entraîner une rupture des remontes capillaires (horizon plus argileux profond), diminuant l'infiltration à partir d'un niveau donné et entraînant des circulations latérales. Une grande abondance d'éléments grossiers diminue le volume de la terre fine et donc de la réserve en eau (BAIZE et JABIOL, 1995).

1.3.1.2. La nappe phréatique

Elle contribue plus ou moins :

- à La dégradation temporaire ou permanente des conditions d'aération du sol entraînant l'asphyxie des racines.
- à la salure des profils en surface et en profondeur.
- à l'alimentation en eau des sols et des plantes.

Chacune des trois influences possibles prend tour à tour une importance variable en fonction des caractéristiques de la nappe phréatique, mais aussi des sols (texture, teneur en gypse).

La profondeur de la nappe permet d'individualiser trois grands ensembles :

1. **Nappe peu profonde** : (permanence à moins de 1,2-1,5m de profondeur), quelle que soit la texture du sol. La remontée de la frange capillaire se fait jusqu'en surface du sol. La salure de la nappe devient alors un facteur essentiel permettant de distinguer divers types :

Chapitre I : Etude des facteurs édaphiques

1.1. Définition des facteurs édaphiques

On donne le nom facteurs édaphiques aux relations écologiques entre les êtres vivants et le sol (**OZENDA, 1983**). Souvent les caractères différents du sol sont largement responsables de la diversité floristique dans une même région climatique (**POLUNIN, 1967**).

1.2. Influence des facteurs édaphiques

Dans la mesure où 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**).

1.3. Classification des facteurs édaphiques

Les facteurs édaphiques n'exercent pas d'action directe sur la plante mais une action indirecte sur les facteurs physiologiques réellement actifs. Ils précisent les possibilités d'installation de la plante dans un milieu donné.

L'analyse phyto-écologique confirme très clairement :

- l'importance de l'alimentation en eau des sols qui conditionne tous les processus nécessaires à la vie végétale.
- l'importance de certaines caractéristiques chimiques qui exigent aux plantes des adaptations parfois très spécifiques.

Les facteurs édaphiques se subdivisent alors en deux types principaux : facteurs du bilan hydrique et facteurs chimiques (**POUGET, 1980**)

1.3.1. Facteurs du bilan hydrique

1.3.1.1. L'eau et sa relation à la texture du sol

La matière vivante étant en grande partie constituée d'eau, les plantes ont un fort besoin en cet élément. Si l'eau est en quantité insuffisante le végétal flétri et ne se développe plus. Cependant un excès d'eau est tout aussi néfaste (**CLAUED *et al.*, 1998**).

On peut définir la quantité d'eau disponible pour les plantes en déterminant des limites importantes :

2.2.4.2. Aire générale

Le *Zygophyllum album* répartie exceptionnellement dans la partie méridionale et orientale du bassin méditerranéen (Libye, Egypte, Palestine); Arabie; Erythrée (OZENDA et QUEZEL 1956)

2.2.4.3. Description

Ces feuilles opposées pauvres d'une paire de folioles cylindriques et charnues, les pédoncules fructifiés bien plus courtes que le fruit, les fleurs sont blanches, les étamines sont nombreuses, l'ovaire est anguleux à cinq lobes plus ou moins saillants, le fruit est une capsule en forme de poire dilatée de la base au sommet (OZENDA et QUEZEL 1956).



FEUILLES



FLEURS



FRUITS

Figure 1 : Les organes de *Zygophyllum album*.

2.2.4.4. Intérêt de l'espèce

La plante est peu touchée par le pâturage, peu appréciée des chameaux et des autres herbivores (MAIRE, 1933).

Dans la thérapeutique traditionnelle cette plante est utilisée comme remède empirique du diabète sucré (plante hypoglycémiante) aussi pour les traitements des caries dentaires.

Aussi que pour les soins corporels des nourrissons et comme cicatrisante (feuilles, fleurs et tiges) (CHEHMA, 2006. UNISCO, 1960).

l'écologie des zygophyllaceae nous ne possédons que des données très fragmentaires. Les recherches de **OZENDA (1954)** confirment le caractère psammophytique.

Les *Fagonia* sont des plantes de sols durs (Hamada et Reg) plutôt que d'Erg. La préférence des *Zygophyllum* pour les sols un peu salés est assez générale, plante d'affinité tropicale ou sub-tropicale, les Zygophyllaceae ne paraissent pas s'élever à une grande altitude et ne dépassent guère 1500 m, *Fagonia* et *Flamandi* s'élève toutefois à 2560 m sur le Hoggar (**OZENDA et QUEZEL, 1956**).

Cette famille comprend 30 espèces réparties en 8 genres qui représentent 5 des 7 sous familles distinguées par ENGLER. (**OZENDA et QUEZEL, 1956**)

2.2.2. Répartition des zygophyllaceae

Elles sont réparties dans le bassin méditerranéen et dans le tell où, elle représente moins de 0,5 % ; ses proportions s'élèvent brusquement à 3,2% dans le Sahara (**OZENDA et QUEZEL, 1956**).

2.2.3. Le genre *Zygophyllum*

Ce genre comprend une centaine espèce des déserts et steppes du vieux monde. ENGLER y a distingué dix-sept groupes d'espèces ayant la valeur de sections dont deux seulement sont représentées en Afrique du Nord (**OZENDA et QUEZEL, 1956**).

D'autre par six espèces vivaces très voisines entre elles. En effet leur morphologie est pratiquement analogue, et quelques différences que l'on pourrait citer paraissent variables au sein même des espèces (**OZENDA et QUEZEL, 1956**).

Les seuls caractères valables reposent sur la forme du fruit, les échantillons stériles sont à peu près toujours indéterminables, et comme de plus, la forme de fruits se modifie sensiblement au cours de son développement les échantillons portant des fruits immatures ne peuvent être eux même déterminés qu'avec doute (**OZENDA et QUEZEL, 1956**).

Des différences morphologiques existent entre les trois types principaux :

Zygophyllum album, *Zygophyllum gaetulum* et *Zygophyllum fontanesi*.

Ce genre est très bien représenté dans les régions arides de l'Afrique du Sud et de l'Asie Centrale (**OZENDA et QUEZEL, 1956**).

2.2.4. L'espèce *Zygophyllum album*

2.2.4.1. Généralité

C'est une espèce orientale fréquente sur le littoral tunisien entre Porto Farina et frontière libyenne, côte de Libye, région des chotts tunisiens et constantinois, vers le Sud, elle a été observée à EL-Goléa (**OZENDA et QUEZEL, 1956**).

Des associations végétales peuvent y être reconnues.

- Association à *Calligonum comosom* et *Anthyllis sericea* pour les dunes vives et des Erg.
- la pseudo-steppe à *Randonia aficana* et *Cornulaca monacantha*, ce type de végétation décrit par PH.GUINET (1954), occupent les Reg mous plus ou moins sableux .
- Association à *Danthonia forskalu* et *Plantago ciliata*, Pour les Reg sablonneux plats, si fréquents dans tout le Sahara

2.1.3.2. Les hygrophiles

Les points d'eau non salés ne sont pas très fréquents au Sahara, les quelques sources qui y apparaissent sont peuplées par une végétation hygrophile d'ailleurs peu nombreuse. Parmi lesquelles les plus fréquentes sont : *Samolus valerades*, *Juncus maritimus* et quelques pieds de *Tamarix gallica* (QUEZEL, 1965).

2.1.3.3. Les halophiles et les halogypsophiles

Les terrains salins et gypso salins n'occupent pas une grande superficie au Sahara. Ils sont essentiellement localisés dans le Sahara septentrional, où les lambeaux les plus importants sont constitués par la dépression des chotts du sud constantinois et du sud tunisien, se prolongeant vers le sud par la vallée de l'Oued Rhir et dans les cuvettes de quelques importances sans communication avec la mer (QUEZEL, 1965). Parmi elles, on cite les associations suivantes :

- L'association hyper halophile de *Halocnemum strobilaceum* qui localisé les Sebkhâ asséchées en été.
- L'association de *Suaeda vermiculata* et *Salsola foetida* qui est liée aux sables limoneux fortement chargés en gypse.
- L'association halo gypsophile de *Zygophyllum album* et *Traganum nudatum*.

2.2. La famille des Zygophyllaceae

2.2.1. Généralité

Les Zygophyllaceae ont été créés par LINDLEY (1836), mais son individualité a été longtemps contestée. BAILLON (1878), l'incorporait aux Rutacées et en faisait trois des quatorze tribus qu'il distinguait parmi ces dernières (OZENDA et QUEZEL, 1956).

Ils distinguaient deux tribus : Les zygophyllées à feuilles opposées et les pseudo-zygophyllées à feuilles alternées. Chacune de ces deux sous-familles représentait en réalité un groupe hétérogène. Elle est habituellement placée dans l'ordre Géraniaceae et des Oxalidacées d'une part, et ceux des Rutacées d'autre part (OZENDA et QUEZEL, 1956).

Les zygophyllaceae doivent leur nom à la présence de feuilles opposées .Toutefois, ce caractère n'est pas général. OZENDA et QUEZEL (1956), ils admettent que sur

La végétation des Hamada est une formation qui couvre les surfaces les plus importantes au Sahara (OZENDA, 1964).

Elle est moins étalée que celle du Reg même après les pluies. Vu que la majeure partie de la superficie est occupée par une roche compacte (ADAM, 1962).

Elle est caractérisée essentiellement par la présence de quelques *Anabasis* et *Fagonia* (HUETZ DE LEMPS, 1970).

2.1.2.4. Végétation des dépressions

- **Daya ou dépressions fermées**

Les Daya ou dépressions fermées conservent une certaine humidité pouvant abriter certains beaux exemplaires comme *Pistacia atlantica* (Betoum) et *Zizphus lotus* (Sedra) (LACOSTE et SALANON, 2001).

Lorsque le sol est salé on voit apparaître les plantes halophiles du genre ; *Atriplex* et *salsola* (HUETZ DE LEMPS, 1970).

- **Lits d'Oueds et vallées**

Les lits d'Oueds et les vallées prennent l'aspect d'une steppe arborée, caractérisée par la présence d'*Acacia radiana* (HUTZ DE LAMPS, 1970).

Cette flore se caractérise par la densité et la teneur en eau relativement élevée des plantes, comme le *Tamarix gallica* (tarfa), *Sueda molis* (soud), *Traganum nudatum* (Dhamrane), *Atriplex halimus* (Guettaf), *Salsola foetida* (Rassel) (GAUTHIER-PILTERS, 1972)

2.1.2.5. Végétation des sols salés

Les sols salés, sont impropres à la croissance de la plupart des plantes ; seules, persistent les espèces susceptibles de supporter la salure et qui étant débarrassées de la concurrence des autres plantes, deviennent dominantes. La famille des chénopodiacées forme les contingents majoritaires dans ces types de peuplement (OZENDA, 1964). Sur les sols salés, un peu secs, s'établit une steppe caractérisée par un lot de chénopodiacée vivaces *Salsola foetida*, *Traganum nudatum*, *Salsola sieberi*, et par *Zygphyllum album* (Agga) (OZENDA, 1983).

2.1.3. Les groupements azaunaux du Sahara septentrional

2.1.3.1. Les psammophyles

Un assez petit nombre d'espèces végétales colonise les sables sahariens non fixés, dunes et Ergs en particulier. Les conditions écologiques régissant ce milieu sont toute fois si particulières que dans tout le Sahara, (QUEZEL, 1965).

2.1.1.2. Espèces vivaces

Ce sont des espèces végétales adaptées physiologiquement, morphologiquement et anatomiquement à l'hostilité du milieu (ZERROUKI, 1997). Généralement l'adaptation se manifeste par un accroissement du système racinaire. Leurs racines rayonnantes ne s'étendent pas très au-delà de la surface du sol où elles absorbent le maximum d'eau dont beaucoup ont des feuilles succulentes. Ces feuilles ont souvent des surfaces cireuses qui empêchent l'évaporation où elles sont couvertes de poils fins qui les isolent des vents desséchants (ZERROUKI, 1997).

De nombreuses plantes vivaces non succulentes du désert résistent aux sécheresses prolongées en emmagasinant de l'eau et des aliments dans des tubercules souterrains, des rhizomes, des bulbes ou des racines renflées. Les arbres et les arbustes ont en général des feuilles très petites ou épineuses qui réduisent au minimum la transpiration (JONATHAN et JJANINE, 1977)

2.1.2. Répartition de la végétation

La richesse du monde végétal du Sahara est assez variable, on constate une grande diversité spécifique qui s'oppose au petit nombre d'individus dans les zones même très arides où se rencontre une grande diversité de caractères stationnels; sol, altitude, exposition (ZERROUKI, 1997).

2.1.2.1. Végétation des Erg et des sols sableux

La végétation des Erg et des sols sableux constitue de vastes étendues désertiques couvertes de dunes vives. La végétation de l'Erg est la plus pauvre en espèces et la plus homogène. Elle est également moins sujette aux variations saisonnières (GAUTHIER, PILIERS, 1972).

La végétation de ce milieu est essentiellement caractérisée par la dominance du (drin), *Aristida pungens* (CHEHMA, 2006)

2.1.2.2. Végétation des Reg

Les Regs sont de vastes surfaces très planes, composées d'une pellicule de sable et de graviers; reposant, soit directement sur la roche, soit sur d'anciens sols plus ou moins tronqués ou sur des nappes d'alluvions (OZENDA, 1964).

Ils sont caractérisés par la richesse floristique en chénopodiacées (OZENDA, 1977). Selon OZENDA (1983), les Reg caillouteux sont dominés d'un groupement très diffus d'*Haloxylon scoparium* (Remt). Lorsque le Reg est ensablé superficiellement, les *Aristidas* apparaissent et constituent un tapis dense. Les Reg argilo-sableux portent une autre chénopodiacée, *Cormulaca monochantha* (had).

2.1.2.3. Végétation des Hamada

Les Hamada sont des plateaux constitués par une terminaison d'une mince série sédimentaire tertiaire de formation continentale (DEREUAV, 1967 in ROUABEH, 2002).

Chapitre II. Etude floristique

Malgré son immensité, le Sahara proprement dit est caractérisé par une flore pauvre, elle comporte seulement 480 espèces (**HUETZ DELEMPS, 1970**). Par contre le nombre des genres est relativement élevé ; car il est fréquent qu'un genre soit représenté par une seule espèce (**HUETZ DELEMPS, 1970**).

Les caractères biologiques spéciaux du Sahara font qu'il existe de vastes espaces impropres à la vie et constituent autant de barrières à la dissémination des espèces ce qui fait que l'endémisme est particulièrement développé. (**OZENDA, 1983**). De ce fait, il est dénombré dans le Sahara septentrional 162 espèces endémiques. (**QUEZEL, 1978**)

2.1. La flore du Sahara septentrional

Le Sahara septentrional présente un million de km² soumis à un climat méditerranéen extrême, il se présente comme une zone de transition entre les steppes méditerranéennes nord africaines et le Sahara central. Il est situé dans les isohyètes moyennes annuelles de 100 mm. Contrairement au Sahara centrale les pluies tombent entièrement pendant les semestres hivernaux.

La végétation est disposée, sur le mode diffus sur les substrats sablonneux et sur le mode contracté, sur les substrats squelettiques ou argileux (Reg) (**Le HOUEROU, 1990**).

La flore du Sahara septentrional est relativement homogène, et les pénétrations méditerranéennes font d'elle l'une des régions les plus riches du Sahara (**QUEZEL, 1978**).

2.1.1. Aspect biologique

Malgré la sévérité des conditions écologiques sahariennes, la végétation peut se rencontrer partout ou presque. Ceci suppose un certain nombre d'adaptations des végétaux sahariens, mis à part ceux qui vivent dans des stations très particulières et qui n'ont rien de saharien à côté de points d'eau permanents (**ZERROUKI, 1997**).

La disponibilité de l'eau est liée principalement à des facteurs climatiques, édaphiques et topographiques (**OZENDA, 1983**), ce qui va permettre de classer les végétaux sahariens en deux ensembles : Espèces annuelles et espèces vivaces.

2.1.1.1. Espèces annuelles

Ces plantes apparaissent brusquement après les pluies et se développent avec une rapidité surprenante, effectuant tout leur cycle vital, jusqu'à la floraison et la fructification avant que le sol ne soit desséché. La longueur de ce cycle est très variable d'une espèce à une autre, mais généralement d'un à quatre mois (**OZENDA, 1983**). Ces plantes annuelles, constituent souvent un tapis végétal, recouvrant le sol. En langage local elles sont connues sous le nom « Acheb ». Elles fournissent un apport important pour les parcours (**OZENDA, 1983**).

une autre origine. Le couvert végétal injecte dans le sol une partie des composés carbonés synthétisés dans les feuilles. Les composés excrétés sont essentiellement des sucres.

Le couvert végétal qu'il soit cultivé ou non, perd des feuilles qui, inéluctablement, rejoignent le sol puis sont décomposées par l'ensemble des organismes vivants du sol. Retournant ainsi au sol non seulement les substances carbonées d'origine photosynthétique et des minéraux précédemment prélevés, mais aussi des composés ou des constituants captés par le feuillage durant sa croissance (**STENGEL et al, 1995**).

3.3.2. Le sens : sol - couvert végétal

Ils concernent d'une part, un composé en transit dans la plante : l'eau et d'autre part, les éléments minéraux nécessaires à la synthèse du couvert végétale.

3.3.2.1. L'eau

L'eau du sol contenant les substances dissoutes est aussi d'importance fondamentale, car elle est généralement la principale source d'eau des plantes (**POLUNIN, 1967**).

L'entrée de l'eau dans une racine ne se produit pas facilement, et la dépression nécessaire pour que l'eau passe du sol dans les vaisseaux des racines est relativement élevée ; elle est généralement considérée comme engendrée par des phénomènes osmotiques (**GODRON, 1984**).

3.3.2.2. Les éléments minéraux

Ils sont prélevés par les plantes dans la solution du sol sous forme ionique. Les quantités prélevées à un instant donné sont proportionnelles à la concentration des éléments dans la solution du sol (**STENGEL et al, 1995**).

Le transport des substances depuis le sol en direction de la plante se fait soit par flux de masse (entraîné par l'eau) soit par diffusion ; il est passif dans les deux cas.

Un transport actif amène quant à lui les éléments dans les cellules, soit au niveau des poils absorbants, soit à celui de l'endoderme. Ici, le passage par les parois est bloqué par des substances hydrophobes faisant des barrages comme la subérine où tous les éléments sont alors obligés de pénétrer dans le cytoplasme (**GOBAT et al, 1995**).

Chapitre III. Les échanges sol-végétal

3.1. Le sol et les échanges avec le couvert végétal

Le couple sol - couvert végétal, peut être considéré comme un système à deux compartiments qui échangent en permanence. En effet le couvert végétal inévitablement temporaire, car vivant, se développe au dépend du sol qui fournit les éléments nutritifs, tandis que les sols se sont développés, pour partie par incorporation d'une fraction de la matière organique, produite par le couvert végétal (STENGEL *et al*, 1995).

3.2. Les voies des échanges

Il existe deux voies de transfert entre ces compartiments ; il s'agit d'une part des racines qui sont successivement des conduits permettant des transferts sol-couvert végétal et couvert végétal-sol, et d'autre part, de toutes les parties aériennes mortes du couvert végétal qui, comme les racines mortes, rejoignent le sol au moment de la sénescence du couvert végétal et qui ultérieurement libéreront des éléments minéraux ou des composés organiques suite à l'humification et la minéralisation de la matière organique (STENGEL *et al*, 1995).

3.3. Les mécanismes de transfert

3.3.1. Le sens : couvert végétal - sol

3.3.1.1. La protection contre l'érosion éolienne

En absence d'un tapis végétal, les vents secs qui soufflent particulièrement dans des zones à climats arides emportent les particules les plus fines du sol et ne laissent que les éléments les plus grossiers rendant le lieu stérile. Le moyen le plus efficace pour lutter contre l'érosion éolienne consiste à planter des brises vents semi perméables qui réduisent la vitesse du vent. Le pouvoir desséchant de l'air se ralentit du vent et permet donc au sol de conserver son humidité ; cela l'empêche de se dessécher et freine l'érosion par le vent (CLAUDE *et al*, 1998).

3.3.1.2. L'influence de la flore sur la pédogenèse

Les racines ont tendance à entrer en contact avec les roches. Elles peuvent contourner des cailloux au profit des moindres fissures pour s'y introduire. En grossissant elles exercent une force qui à la manière d'un coin de cornière écarte les bords de la fissure et l'agrandissent un peu plus dans ces fentes, l'eau d'infiltration, plus ou moins chargée d'acides corrosifs (CLAUDE *et al*, 1998)

3.3.1.3. L'action chimique dans le sol

Les transferts des éléments chimiques issus de la minéralisation de la matière organique sont la conséquence de la croissance au dépend du CO₂ atmosphérique, et du fonctionnement du couvert végétal.

Tout d'abord, les racines comme toutes organisme vivant, respirent et rejettent du CO₂ dans l'atmosphère tellurique. Mais la majorité des transferts de carbone vers le sol a

L'analyse statistiques des données a montré que les stations (2) et (5) sont les plus représentatifs de la répartition de *zygophyllum album* où les conditions édaphiques sont les plus favorables notamment ceux liés au gypse et à la salinité (CE).

pas un taux élevés de variables édaphiques, si on prend en compte que le SF, cela ne peut pas s'interpréter sauf si on prend en considération les autre fractions

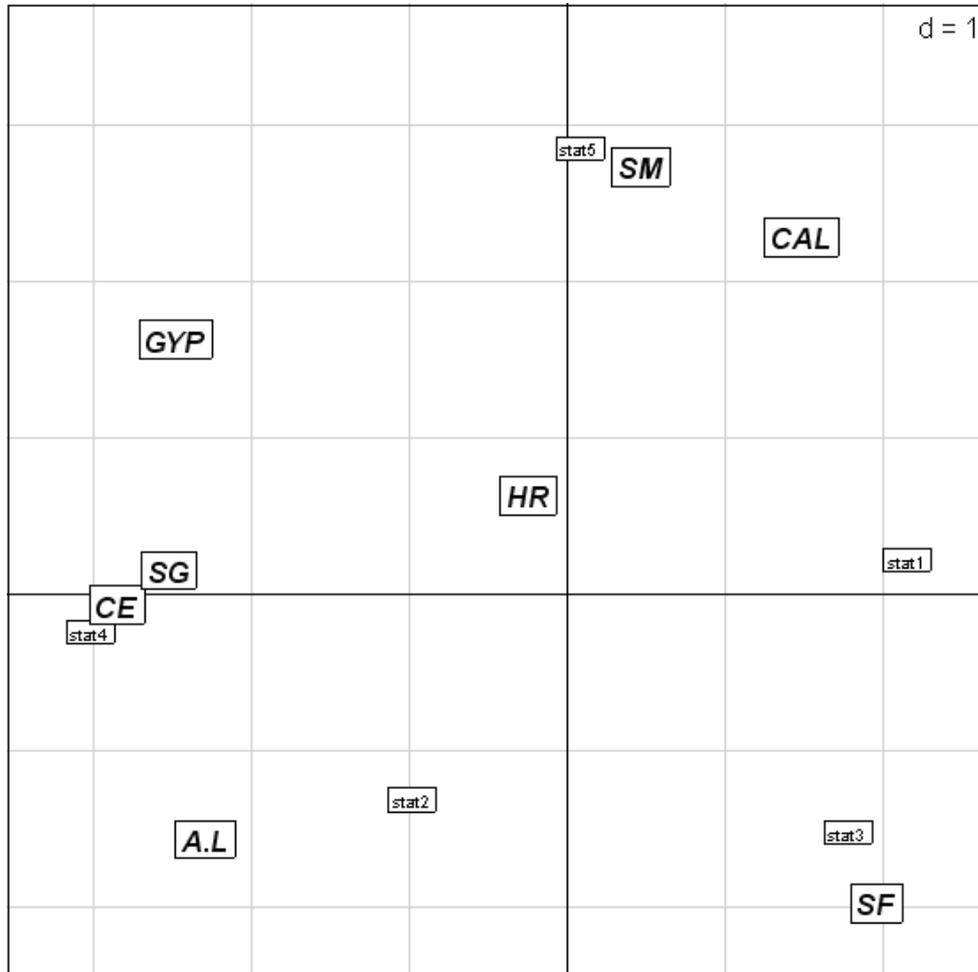


Figure (44) : Représentation des stations et des conditions édaphique sur le plan principal(1-2) de l'ACP

7.3. Conclusion

En fin, on résulte que les conditions édaphiques CE, GYP, Hr, CAL, sont bien représentés dans les stations (2), (4) et (5) avec des taux spécifiques d'une part, d'autre part, les résultats de l'AFC (Figures 36 à 44) nous confirment que dans les stations (2) et (5) on trouve les bons recouvrements et densités de *zygophyllum album*.

D'après les analyses nous pouvons conclure que le calcaire n'apportes aucune influence sur la répartition de *zygophyllum album*.

En ce qui concerne l'humidité, l'étude réalisé sur les différentes stations est insuffisante pour en tirer des conclusions claires.

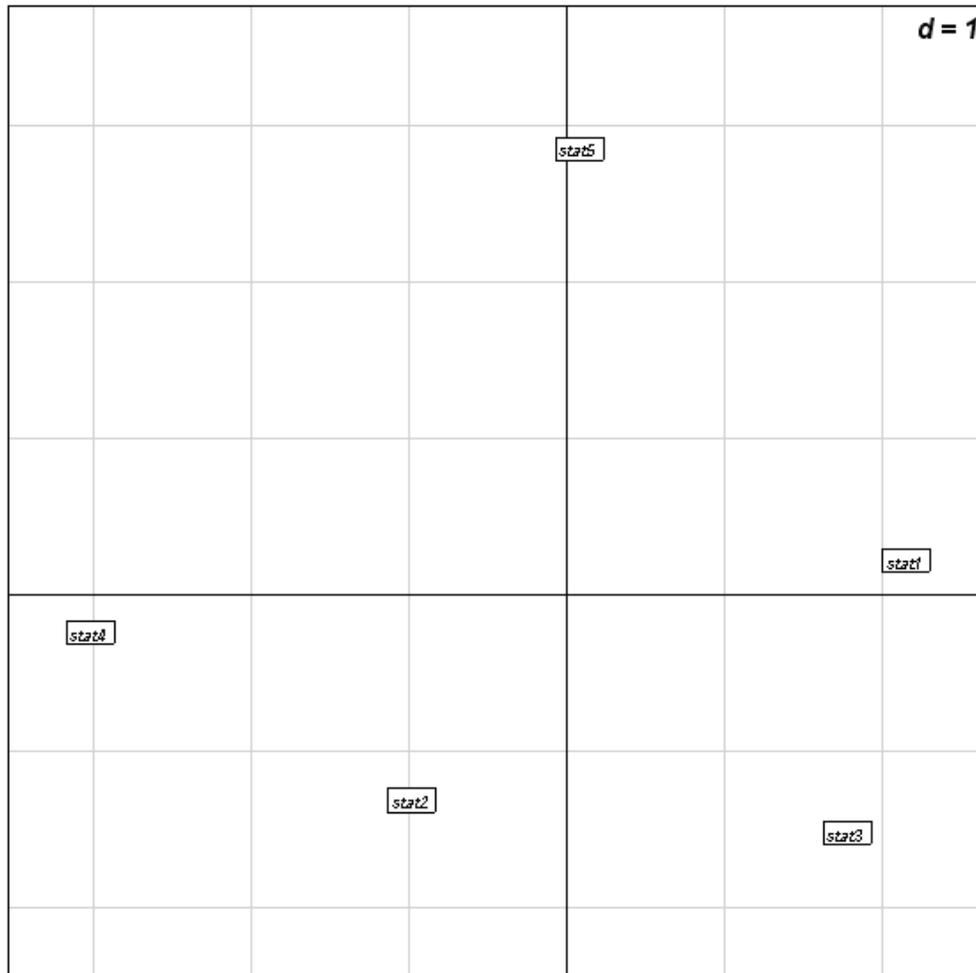


Figure (42) : Représentation des stations sur le plan principal (1-2) de l'ACP

7.2.2.3. La superposition des stations et des conditions édaphiques

Cette superposition (Figure 43) montre que :

- Le premier groupe des variables édaphiques (CE, GYP, AL, SG) ; sont corrélé au premier groupe des stations (2, 4). Notamment la CE dans la 4^{ème} station, où elle est de 8,91 ds/m (à 25°C) au moyenne du profil.
- Le deuxième groupe des variables (CAL, Hr, SM) ; sont corrélé au 3^{ème} groupe de stations (5) ; où les taux d'humidité et du calcaire sont élevés (14,08 et 1,85%) respectivement.
Cependant cette station dépende d'autres groupes de stations (1er et 2ème groupe), donc tous les variables édaphiques qui représentent ces deux groupes sont bien représentés dans la 5^{ème} station.
- Le 3^{ème} groupe des variables édaphiques (SF), est caractérisé par les stations du 2^{ème} groupes (stations (3) et (1)) ; cela signifie que ces deux stations ne présentent

7.2.2.2. Présentation des stations dans un plan factoriel

La représentation de nos stations sur le plan factoriel de l'ACP sur les conditions édaphiques (Figure 42) montre que les stations sont bien représentés sur le plan principale laisse apparaître la présence des groupes suivants :

Sur l'axe 1 :

- Les stations (2) et (4) qui sont dans la même direction (axe 1) et qui ne sont pas en opposition, c'est à dire que les conditions qui sont représentés sur ces deux sites sont les mêmes.

Sur l'axe 1 :

- Les stations (3) et (1) qui sont dans la même direction (axe 1) et qui ne sont pas en opposition entre elles mais sont en opposition avec le 1^{er} groupe, cela signifie que les conditions édaphiques qui sont représentés sur le 1er groupe ne se trouve pas sur le deuxième groupe et inversement.

Sur l'axe 2 :

- La station (5) est en corrélation à 100% avec l'axe 2, c'est à dire qu'elle est dépendante des deux premiers groupes, dans ses conditions.

- Le troisième groupe qui contient les conditions édaphiques suivantes : SF qu'il très bien représenté sur le plan principale, contribue presque autant à l'axe 1 qu'à l'axe 2. D'où il est interprété comme suit :

La fraction SF est indépendante des variables du 1^{ier} et du 2^{eme} groupe, mais elle est dépendante des deux groupes en parallèle.

Ce qui est logique compte tenu de toutes les fractions granulométriques dans les autres groupes.

On résume que les variables des fractions granulométriques n'ont pas un sens claire sauf si elles sont groupées ensemble, car on les trouve dans les trois groupes. Donc, quand on élimine les quatre fractions, les restes des variables du 1er groupe (GYP et CE) présentent une corrélation positive et une indépendance entre le 1^{ier} et le 2^{eme} groupe et d'autre part entre les variables de 2^{eme} groupe eux même.

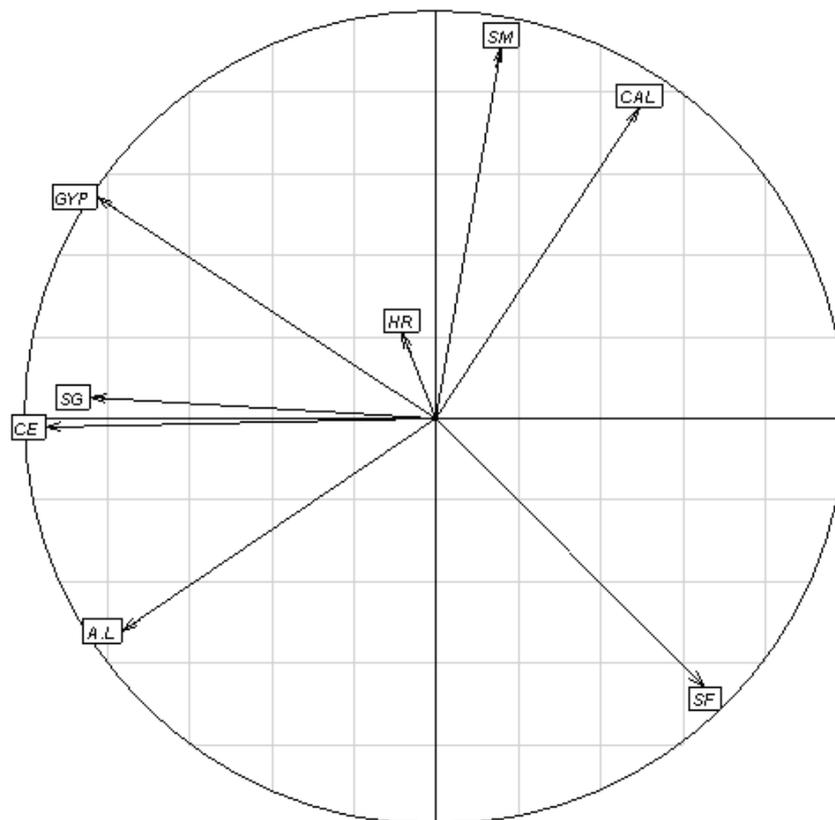


Figure (41) : Cercle de corrélation des conditions édaphiques sur la base de l'ACP des variables (inertie des axes : axe 1 : 44.727678% axe 2 : 30.735952%)

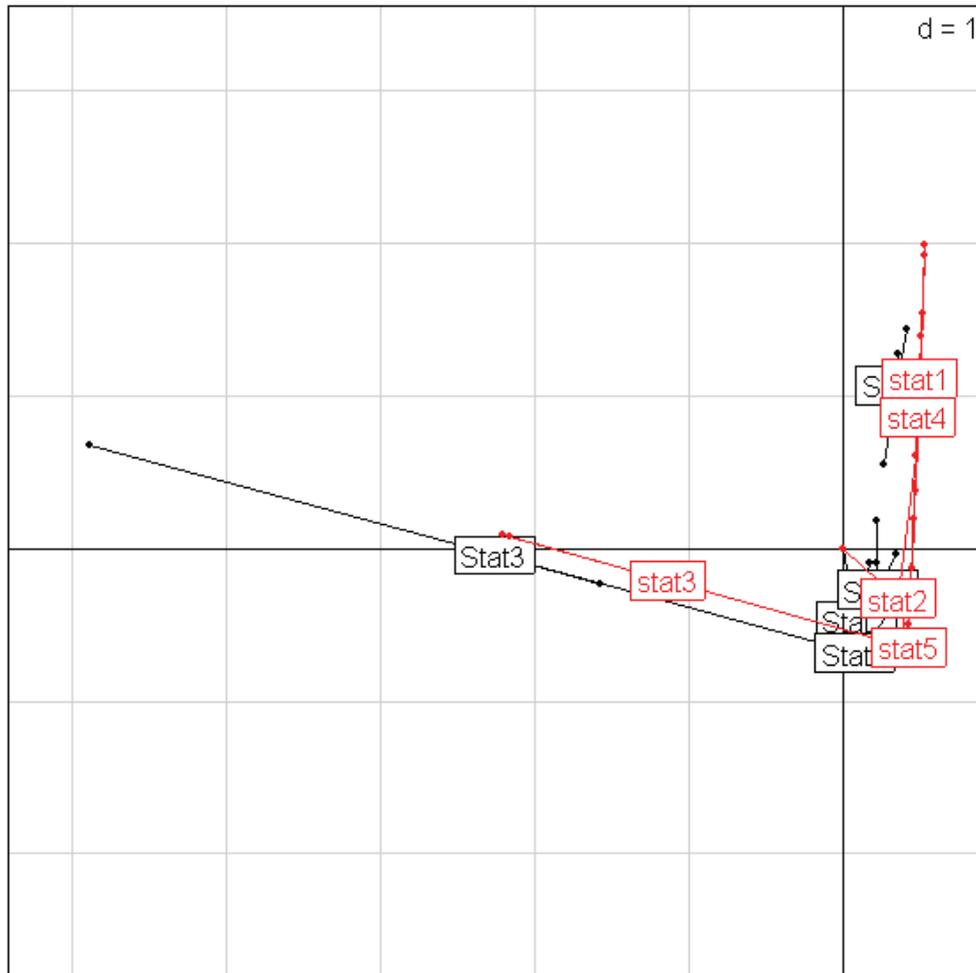


Figure (40) : Représentation superposée des espèces et des stations sur le plan factoriel (1-2) des relevés floristiques de recouvrement.

7.2.2. Interprétation de ACP

7.2.2.1. Cercle de corrélation

L'analyse en composantes principale (ACP) (Figure 41) divise les variables édaphiques en trois groupes :

- Le premier groupe qui contient les conditions édaphiques suivantes : (CE, A.L, SG et GYP) sont très bien représentées sur le plan (1-2), sauf le SG qui est bien représenté. Ils sont corrélés et situés sur le même côté par rapport au axe 2, cela signifie que ces quatre variables sont corrélés positivement entre eux. C'est à dire l'augmentation de l'une contribue à l'augmentation de l'autre et l'inverse est juste.
- Le deuxième groupe qui contient les conditions édaphiques suivantes : Hr qu'elle est médiocrement représenté sur le plan (1-2), SM et CAL qui sont très bien représenté sur le même plan. Les trois variables sont corrélés à l'axe 1 à la même côté mais cela ne signifie pas que l'augmentation de l'une contribue à l'augmentation de l'autre, car l'inertie de l'axe 2 est la plus forte.

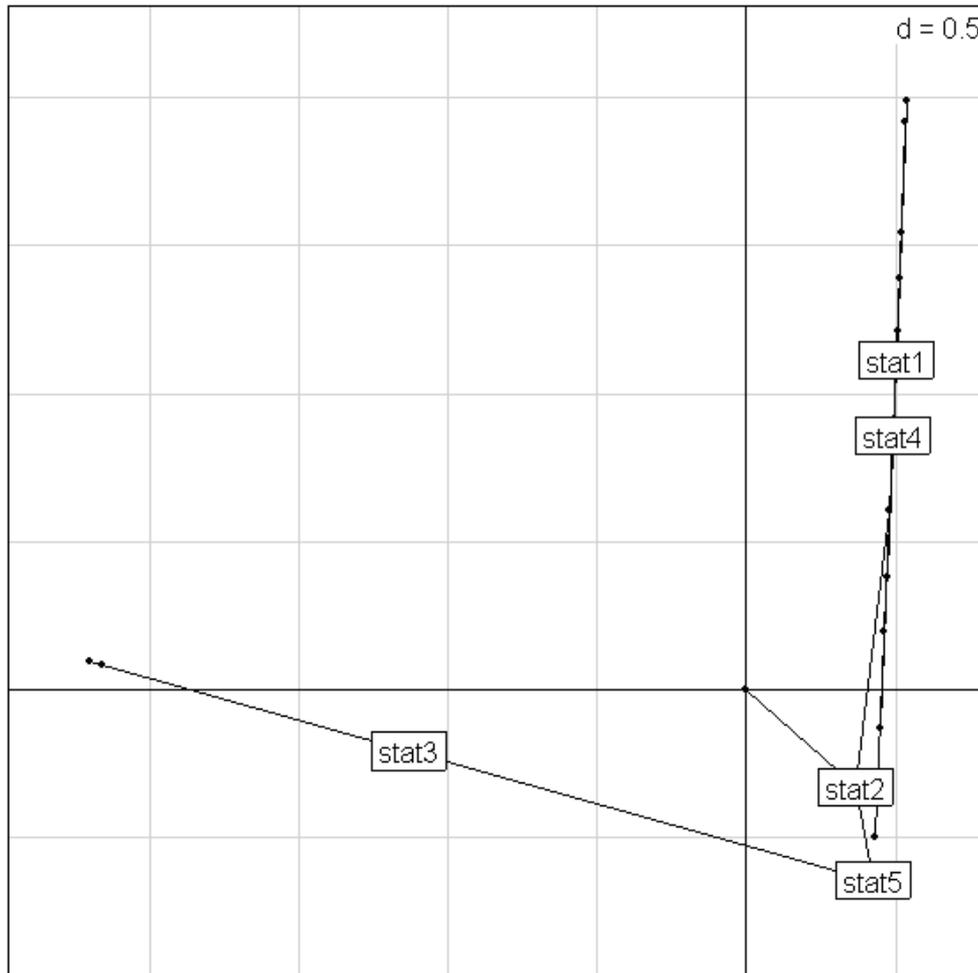


Figure (39) : Représentation superposée des espèces et des stations sur le plan factoriel (1-2) des relevés floristiques de recouvrement

7.2.1.3. La superposition des espèces sur les stations dans la densité et le recouvrement

La représentation graphique projettent les relevés de densité et de recouvrement regroupés par stations (Figure 40), nous montre que la tendance de répartition est presque la même pour les deux types de relevés sauf pour la station (4) où elle se trouve avec la 1^{ière} station, cela signifie logiquement la richesse spécifique de ces deux stations.

Aussi pour les stations (2) et (5) où les recouvrements sont presque identiques ; elles sont composées totalement de *Zygophyllum album*.

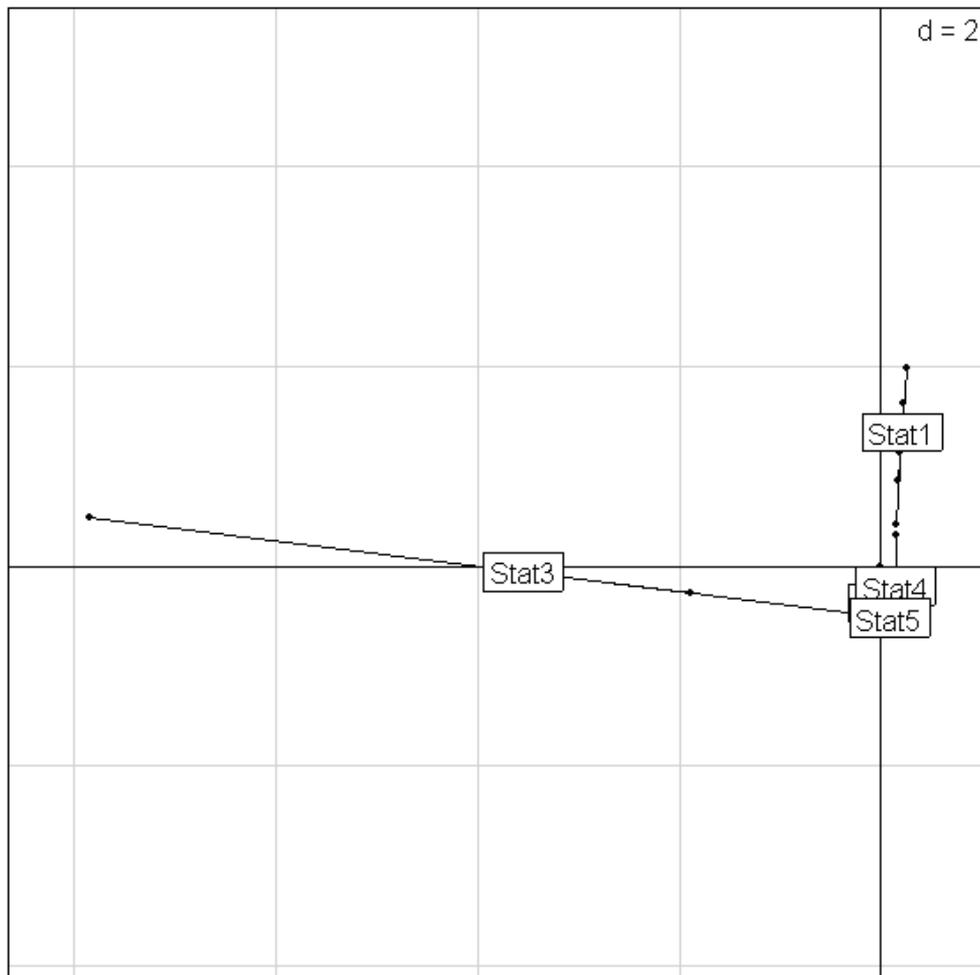


Figure (38) : Représentation superposée des espèces et des stations sur le plan factoriel (1-2) des relevés floristiques de densité

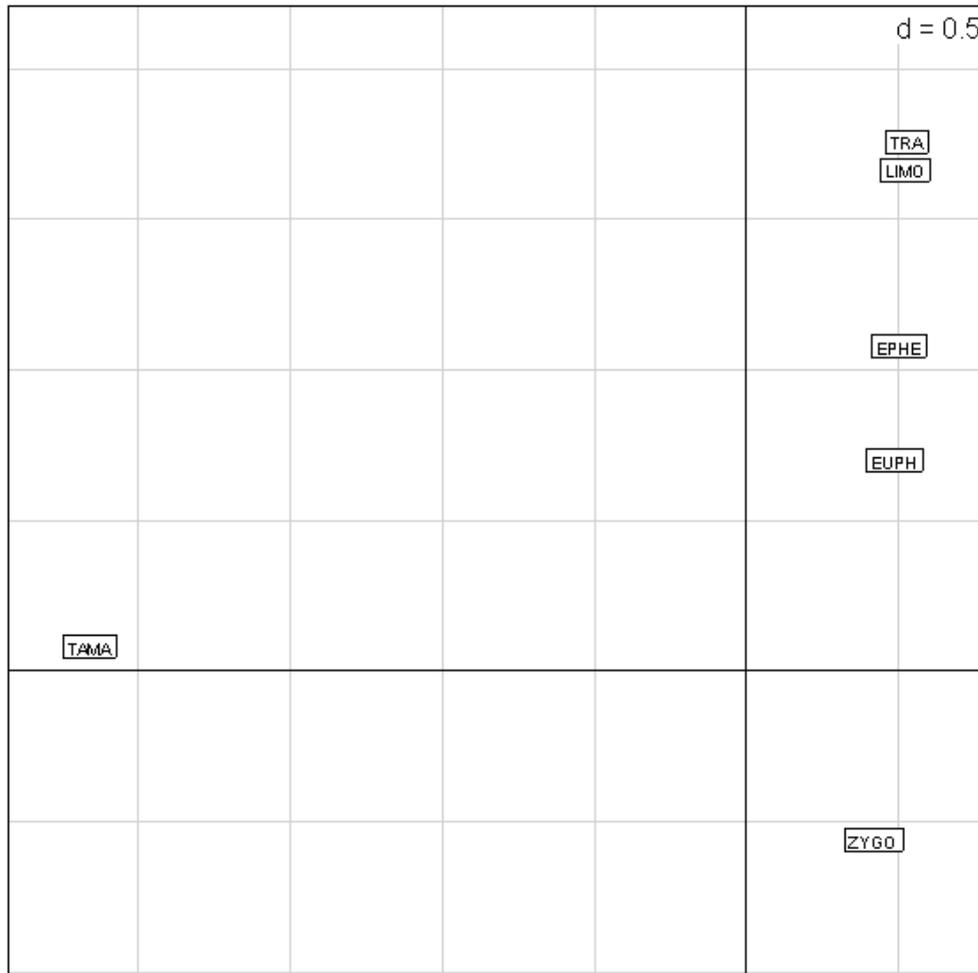


Figure (37) : Représentation des espèces sur le plan factoriel (1-2) des relevés floristiques de recouvrement

7.2.1.2. La superposition des espèces sur les stations

Les représentations superposés des espèces et des stations (Figure 38et39) permettent de lire les association entre les espèces et les différents types de stations. Elle nous montrent que :

- le premier groupe d'espèces (*Tamarix gallica*) est spécifique de la station (3) car elle est caractérisée par un taux important d'humidité relative du sol (14,08%).
- la station (1) se distingue par la présence des espèces du deuxième groupe, puisque c'est un Reg ensablé permet de l'installation de *Ephedra alata* et de *Euphorbia guyoniana*.
- Et le troisième groupe, puisqu'il se trouve quasiment au centre du graphique est commun à toutes les stations car ces derniers sont des sols salés contient un taux dépasse 30% de gypse qui favorise l'installation de *Zygophyllum album*, *Traganum nudatum*, *Limoniastrum guyonianum* (3^{ème} groupe).

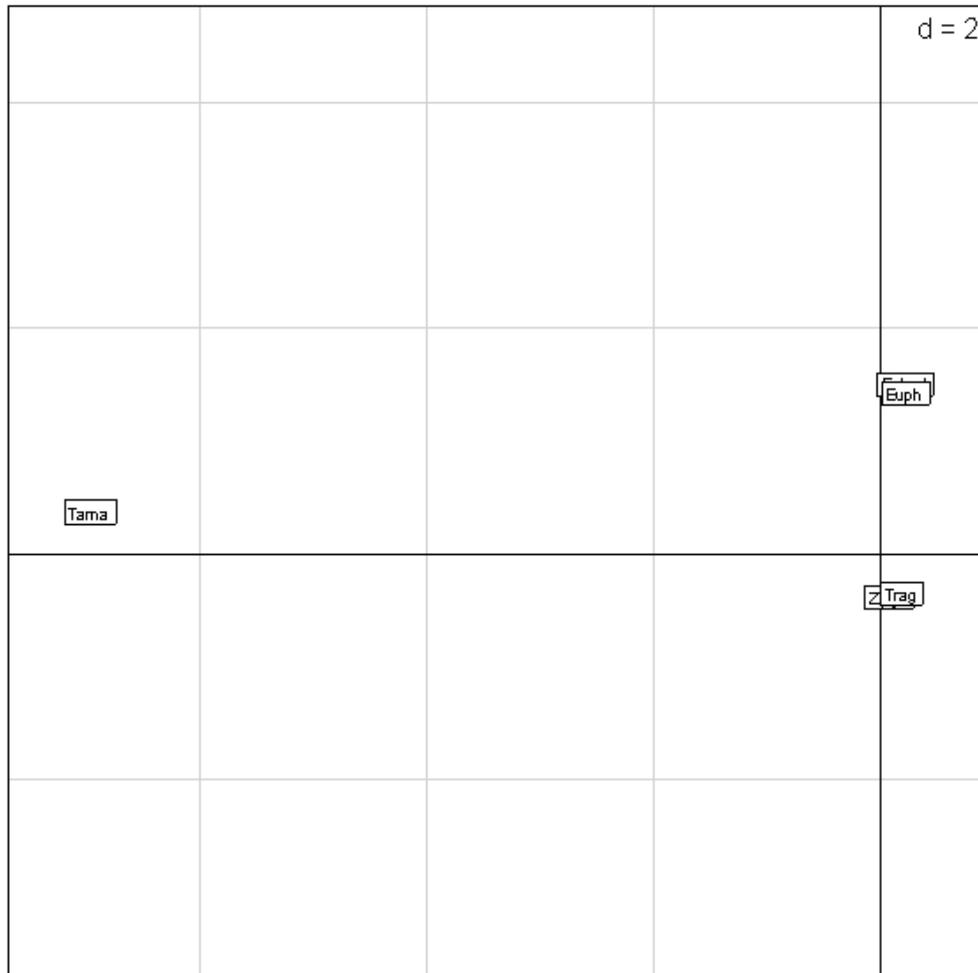


Figure (36) : Représentation des espèces sur le plan factoriel (1-2) des relevés floristiques de densité

D'après la figure (37), on peut noter les mêmes résultats sauf pour le *Zygophyllum album* qui présente un 4^{ème} groupe caractérisé par le grand recouvrement.

7.1.6. L'influence de calcaire

Dans l'ensemble des sols étudiés le calcaire est faible à très faible.

D'après le Tableau (XVII) le calcaire ne semble pas le facteur édaphique qui control le taux de recouvrement de *Zygophyllum album*.

Tableau (XVII) : Résultats d'analyse de teneur en calcaire dans les cinq stations

Stations	Horizon 1	Horizon 2	Horizon 3	Moyenne (%)
Stations 1	1,81	1,91	1,11	1,61
Stations 2	1,31	0	0,08	0,46
Stations 3	1,77	2,04	0,43	1,41
Stations 4	0,17	2,22	0	0,79
Stations 5	0,55	5	0	1,85

7.2. L'étude statistique

7.2.1. L'interprétation de AFC

7.2.1.1. Les relevés des densités et des recouvrements

Les répartition graphiques des AFC sur le tableau de densités et le tableau de recouvrement montrent que la répartition des espèces associées au *Zygophyllum album* est comme suit (Figure 36) :

D'abord on remarque qu'on a la présence de trois groupes d'espèces ;

- Le premier à gauche se composant de *Tamarix gallica* qui est une arbre hygrophile des terrains très humides.
- La deuxième à droite se composant de *Ephedra alata* et de *Euphorbia guyoniana* qui sont des plantes vivaces caractéristique des terrains sableux au niveau du Reg.
- et la troisième se trouve au centre du graphique regroupant le reste des espèces inventoriées le *Zygophyllum album*, *Traganum nudatum* *Limoniastrum guyonianum* qui sont des plantes halo gypsophiles.

7.1.4. L'influence de conductivité électrique

Excepté la station (4), le taux de recouvrement augmente avec la salinité dans le reste des stations (Tableau XV). La salinité excessive du sol de la station (4) (8,91 dS/m à 25°C) est probablement le facteur limitant de bon développement de *Zygophyllum album*.

Cependant le nombre de stations est insuffisant pour déterminer la limite maximale de tolérance de cette espèce aux sels.

Tableau (XV) : Résultats d'analyse de CE dans les cinq stations

Stations	Horizon 1	Horizon 2	Horizon 3	Moyenne (ds/m 25°C)
Station 1	0,44	0,47	0,87	0,59
Station 2	9,31	3,58	3,60	5,49
Station 3	3,77	4,26	4,52	4,18
Station 4	5,31	15,06	6,37	8,91
Station 5	10,82	4	4,5	6,44

7.1.5. L'influence de gypse

D'après le Tableau (XVI), on peut noter la même remarque que pour la relation salinité – recouvrement. Les stations (1), (2), (3) et (5) présentent une proportionnalité entre le taux de gypse et le taux de recouvrement ; tandis que la station 4 avec 56,36% de gypse présente que 34,33% de recouvrement. Ici trois hypothèses sont possibles pour expliquer cette baisse de taux de recouvrement : i) les conditions édaphiques sont supérieures au seuil de tolérance de *Zygophyllum album* au gypse, ii) supérieur au seuil de tolérance à la salinité iii) ou la combinaison des deux à la fois. Notant que la forme d'accumulation de gypse peut aussi jouer un rôle.

Tableau (XVI) : Résultats d'analyse de teneur en gypse dans les cinq stations

Stations	Horizon 1	Horizon 2	Horizon 3	Moyenne (%)
Station 1	43,09	24,50	26,86	31,48
Station 2	38,37	43,68	45,75	42,6
Station 3	42,50	24,64	31,43	32,85
Station 4	46,78	58,54	63,76	56,36
Station 5	58	43,24	41,18	47,67

Tableau (XIII) : résultats d'analyse granulométrique dans les cinq stations

Stations	Granulométrie			
	SG	SM	SF	ELEMENT <0,05
Station 1	4,6	43,82	43,93	7,67
Station 2	11,60	23,92	25,23	27,9
Station 3	4,03	13,34	67,5	15,12
Station 4	25,41	25,47	26,19	22,91
Station 5	4,55	50,12	30,99	12,68

La station (1) comme la station (5) sont caractérisées par un taux élevé des fractions SM et SF mais sont totalement différent au niveau de recouvrement où sont respectivement 21,99 et 100%.

En conclusion à ces résultats, il semble qu'il n'y a pas une influence de la fraction granulométrique sur la répartition de *Zygothymus album*.

7.1.3. L'influence d'humidité

Nous remarquons d'après le Tableau (XIV) que les stations (2), (3) et (5) se caractérisent par des taux d'humidité du sol très proches (environs de 14%), ils sont élevés comparé aux taux d'humidité d'autres stations. En revanche, les taux de recouvrements ne sont différents : ils sont élevés dans les stations (2) et (5) (95% et 100% de respectivement), tandis que la station (3) présente un faible taux de recouvrement (25%).

De ce fait le taux de recouvrement dans la station (3) semble être contrôlé par d'autres facteurs édaphiques comme la salinité. En effet la CE dans la station (3) est faible (4,18dS/m) (Tableau XV), et probablement inférieur au exigence de la plante.

Tableau (XIV) : Résultats d'analyse d'humidité dans les cinq stations

Stations	Horizon 1	Horizon 2	Horizon 3	Moyenne(%)
Station 1	0,75	0,95	0,95	0,81
Station 2	6,85	14,6	22,4	14,61
Station 3	8,65	16	17,6	14,08
Station 4	4,45	7,2	15,96	9,2
Station 5	10,35	19,3	12,6	14,08

Chapitre VIII . Discussion

7.1. Répartition de *Zygophyllum album*

7.1.1. Recouvrement de *Zygophyllum album*

D'après le Tableau (XII) nous remarquons que le recouvrement de *Zygophyllum album* est variable entre les cinq stations d'études.

Tableau (XII) : Les recouvrements et les densités moyennes de *Zygophyllum album* dans les cinq stations

Stations	Recouvrement (%)	Densité (pieds/600m ²)
Station 1	21,99	43
Station 2	95 ,09	33
Station 3	25,26	16
Station 4	34,33	45
Station 5	100	141

Il est de 100% dans la station (5) (SIDI KHOIULED) à cause de l'absence des autres espèces d'une part et les conditions édaphiques optimales (sol gypso-salin) (QUEZEL, 1965, POUGET, 1980, CHEHMA, 2006) d'autre part, aussi la densité est élevé de 141pied/600m².

Une baisse de recouvrement est observé dans la 2^{ème} station (Sabkhat SAFIOUNE I) avec 95,09%, à cause de l'apparition des autres espèces, mais cela ne signifie pas que les conditions édaphiques ne sont pas favorables. La densité n'est pas nettement élevé, elle est de 33 individus/600m².

La station (4) (SADRATA) été positionnée la troisième par un taux de recouvrement de 34,33% et une densité de 45 pieds /600m².

En fin, on trouve les station (3) (Sabkhat SAFIOUNE II) et (1) (HASSI ENNAGA) sont contient les moindres taux de recouvrement qui sont respectivement les suivants : 25,26%, 21,99%, mais au contraire pour la densité qui sont : 16 pieds pour la station (3) et 43 pieds pour la station (1).

7.1.2. L'influence de la granulométrie

D'après le Tableau (XIII), les résultats d'analyse granulométrique montrent que la texture de la station (3) est sableuse (sable fin) où le taux de recouvrement est faible, mais les pourcentages des quatre fractions granulométriques sont presque les même (environ 20-25%) dans les stations (4) et (2) cependant le taux de recouvrement reste peu élevé dans la station (4) et très élevé dans la station (2).

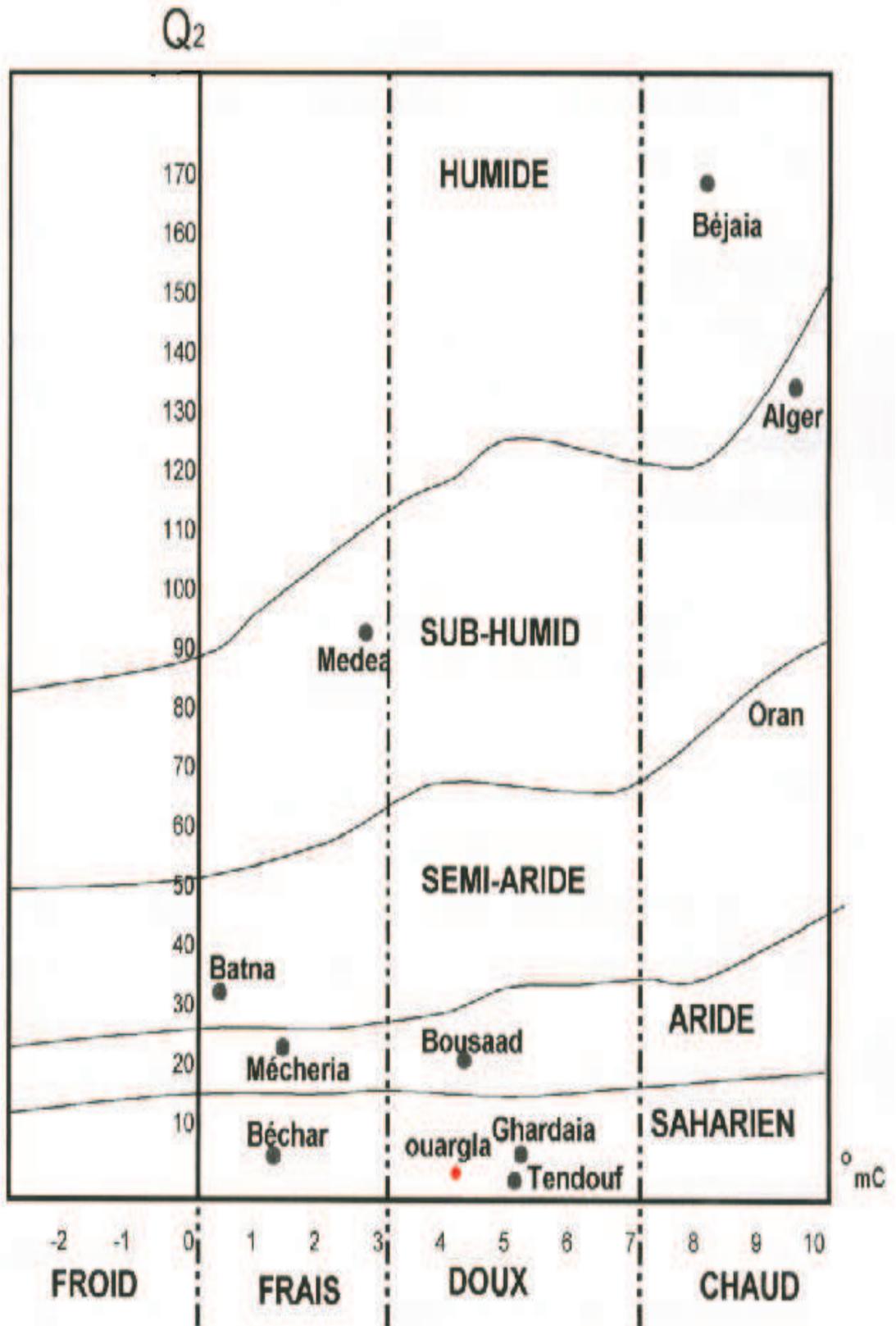


Figure 4 : L'étage bioclimatique de Ouargla selon le climagramme d'EMBERGER

- En abscisse par les mois de l'année
- En ordonnées à droite par précipitations en mm
- En ordonnées à gauche par les températures moyennes en °C

L'aire comprise entre les deux courbes représente la période sèche. Dans la région de Ouargla nous remarquons que cette période s'étale sur toute l'année Figure (3).

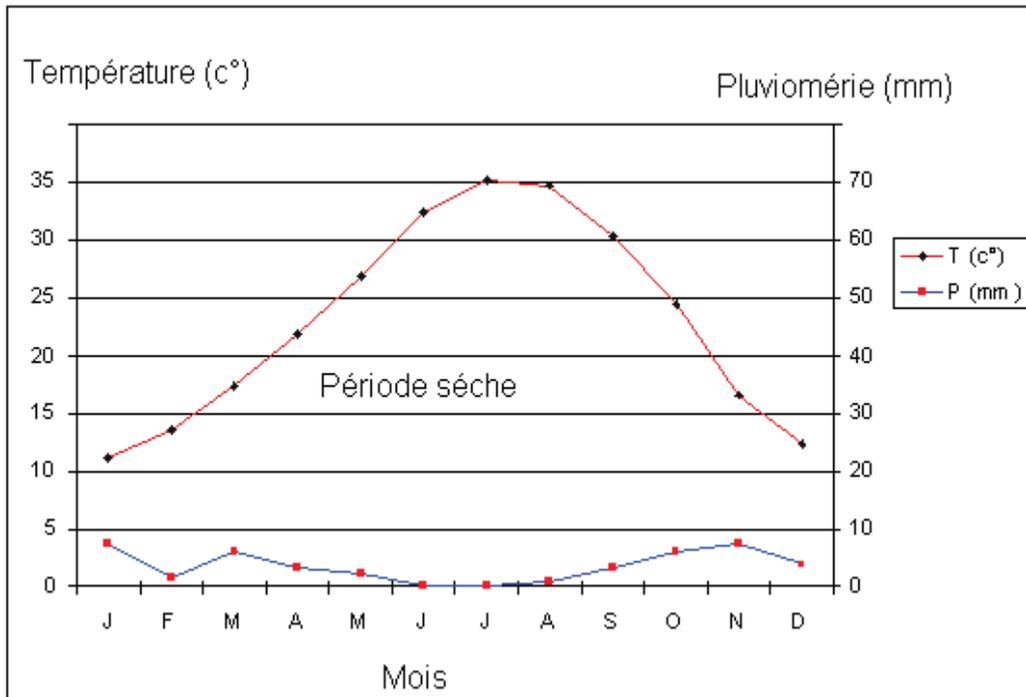


Figure 3 : Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de Ouargla (1990-2005)

4.7.2.2. Climagramme d'EMBERGER

Il permet de connaître l'étage bio-climatique de la région d'étude.

Il est représenté :

- En abscisse par la moyenne des minima du mois le plus froid.
- En ordonnées par le quotient pluviométrique (Q2) d'EMBERGER (1955).

Nous avons utilisé la formule de STEWART (1968) adapté pour l'Algérie, qui se présente comme suit :

- Q2 : quotient thermique de STEWART $Q_2 = 3,43 P / (M - m)$
- 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 (4), Ouargla se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux et son quotient thermique (Q2) est de 4,71

4.7.1. Les paramètres climatiques

4.7.1.1. La température

La température moyenne annuelle est de 23,03°C avec 35.15°C en Juillet pour le mois le plus chaud et 11.08°C en janvier pour le mois le plus froid avec des extrêmes de M= 43.08°C en Juillet et m =4.71°C en janvier (Tableau I).

4.7.1.2. Les précipitations

Elles sont très rares et irrégulières, avec une sécheresse presque absolue du mois de mai jusqu'au mois d'août et par deux maxima en janvier avec 7.35 mm et en Novembre avec 7.38 mm. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 3,48 mm/an (Tableau I)

4.7.1.3. L'humidité relative

L'humidité relative de l'air est très faible. Elle est de 24.86% en Mai, atteignant un maximum de 63.96% en mois de Décembre et une moyenne annuelle de 40.58% (Tableau I).

4.7.1.4. L'évaporation

L'évaporation est très intense, surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chauds. Elle est de l'ordre de 245.48 mm/an au moyenne, avec un maximum de 393.87 mm au mois de juillet et un minimum de 112.18 mm en janvier (Tableau I).

4.7.1.5. L'insolation

L'ensoleillement est considérable à Ouargla, avec 138 jours en moyenne de l'année où le ciel est totalement clair (**ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975**). La durée moyenne de l'insolation est de 263.52 heures/mois, avec un maximum de 347.23 heures en juillet et un minimum de 188.21 heures au mois de décembre. La durée d'insolation moyenne annuelle entre 1990 et 2005 est de 3162.35 heures /an soit environ de 8.66 heures/jour (Tableau I).

4.7.1.6. Le vent

Dans la région de Ouargla les vents soufflent du nord-est et de sud. Les plus fréquents en hiver ce sont des vents d'ouest (**ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975**).

Les vents sont fréquents sur toute la période de (1990-2005) la moyenne est de 3.75 m/s, ils ont des vitesses moyennes très variables comprises entre 2.74 m/s au mois de Décembre et 4.80 m/s au mois de Mai (Tableau I).

4.7.2. La synthèse climatique

4.7.2.1. Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN

Le diagramme ombrothermique de **BAGOULS et GAUSSEN (1953)** permet de suivre les variations saisonnières de la période sèche, il est représenté à travers une échelle où P=2T

4.1.6.4. Sur les Sebkh

- **Les sols salés de la Sebkh** se caractérisent par une salure extrêmement élevée de l'horizon de surface et des croûtes et efflorescences salines continues. La nappe, phréatique varie de 40 cm (février) à 60 cm (septembre) et jusqu'à 1m.
- **Les sols du centre de la Sebkh** se caractérisent par une croûte saline qui repose sur un matériau limono-sableux. La teneur en gypse est de 11 à 21%. Il s'agit d'un Salisol chloro-sulfate.
- **Les sols de la bordure de la Sebkh** se caractérisent soit par une croûte saline de surface similaire à celle du centre de la Sebkh, soit par une croûte peu développée à surface lisse plus ou moins battante. Dans les deux cas la couverture pédologique peut comporter ou non des horizons gypseux et/ou calcaire. Les teneurs en gypse varient de 8,5% dans la croûte saline à 77,8% dans l'horizon pétro-gypsique de profondeur : On a ainsi toute une gamme de Salisols chloro-sulfatés, avec ou sans horizon gypseux et/ou calcaire.

4.1.6.5. Les dunes, sont des régosols. Ils existent aussi des cordons dunaires. Enfin dans les talwegs et sur les versants rocheux on trouve en surface des affleurements de grès rouges du Mio-Pliocène.

4.1.7. Le climat de la cuvette de Ouargla

Ouargla est caractérisé par un climat contrasté malgré la latitude relativement septentrional. L'aridité s'exprime non seulement par des températures élevées en été et par la faiblesse des précipitations, mais surtout par l'importance de l'évaporation due à la sécheresse de l'air (**ROUVILLOIS- BRIGOL, 1975**)

La présente caractérisation du climat est faite à partir d'une synthèse climatique de quinze années entre 1990 et 2005 (office national de météorologie ONM) (Tableau I).

Tableau (I) : Données climatiques de Ouargla, période 1990-2005 (ONM, 2006)

Mois	Températures (°c.)			P (mm)	V (m/s)	ETP (mm)	HR (%)	I (H/moi)
	M	m	$\frac{M+m}{2}$					
Janvier	17.46	4.71	11.08	7.35	2.79	112.18	44.18	205.84
Février	20.80	6.20	13.50	1.45	3.06	134.62	50.99	227.63
Mars	24.43	10.36	17.39	6.08	4.00	191.87	43.40	255.20
Avril	28.96	14.58	21.77	3.19	4.59	239.93	35.70	301.67
Mai	34.39	19.36	26.87	2.25	4.80	276.43	24.86	308.58
Juin	39.96	24.70	32.33	0.23	4.76	355.62	27.80	332.44
Juillet	43.08	27.23	35.15	0.09	4.40	393.87	24.90	347.23
Août	42.34	27.01	34.67	0.98	3.88	384.06	28.56	311.06
Septembre	37.41	23.26	30.33	3.15	3.71	259.93	38.70	235.67
Octobre	31.47	17.28	24.37	5.91	3.53	218.31	48.70	238.58
Novembre	23.16	9.94	16.55	7.38	2.78	142.75	55.50	210.24
Décembre	18.88	5.91	12.38	3.81	2.74	236.25	63.96	188.21
Moyenne	30.19	15.87	23.03	3.48	3.75	245.48	40.58	263.52
Totale	362.34	190.54	276.39	41.86	45.04	2945.82	487.01	3162.35

Toutes les formations du Cambrien au Tertiaire affleurent sur les bordures du bassin. Les terrains du Mio-Pliocène sont recouverts par une faible épaisseur de dépôts Quaternaires (CASTANY, 1983)

4.1.5. L'hydrologie de la cuvette de Ouargla

4.1.5.1. L'hydrographie de la cuvette de Ouargla

- La région de Ouargla se caractérise par une hydrographie ancienne parmi les Oueds les plus importants ou peut citer : Oued M'ya, Oued N'sa et Oued M'Zab (ROUVILOIS-BRIGOLE, 1975)

4.1.5.2. L'hydrogéologie de la cuvette de Ouargla

Quatre ensembles d'aquifères de grande importance existent dans le sous-sol de la région de Ouargla :

- Les sables de surface avec la nappe phréatique de l'oued M'ya
- L'ensemble détritique sableux des formations continentales du Pontien avec la nappe dite du Mio-Pliocène
- Les calcaires Sénoniens (ou éocènes à Hassi Ben Abdellah)
- Le Continental intercalaire avec la nappe dite l'Albien (ROUVILOIS-BRIGOLE, 1975)

4.1.6. La pédologie de la cuvette de Ouargla

Les cinq pédo-paysages suivants d'ouest en est, selon la dénomination des sols du référentiel pédologique (AFES-INRA. 1995) ont été reconnus (HAMDI-AÏSSA et GIRARD, 2000 ; HAMDI-AÏSSA, 2001 ; BG. Ingénieurs-Conseils, 2001) :

4.1.6.1. Sur le plateau, les sols présentent une surface graveleuse ou pierreuse et des voiles éoliens ; cet horizon de surface surmonte une croûte calcaire à dolomie, très dure de 30cm d'épaisseur. On trouve ensuite, un horizon calcaire nodulaire, moins dur et fissuré entre 35 et 60 cm puis, au-delà de 60 cm, un horizon pétrogypique (à 57% de gypse) c'est un lithosol pétrocalcarique de Hamada à encroûtement gypseux en profondeur.

4.1.6.2. Sur le glacis, à 140m d'altitude, le sol est constitué d'un matériau meuble exclusivement détritique, hérité de l'altération du grès à sable rouge du Mio-Pliocène c'est le sol le plus pauvre en gypse de la région, jusqu'à 8m de profondeur, il ne présente aucun niveau d'encroûtement.

4.1.6.3. Dans le chott, l'horizon de surface est une croûte gypseuse épaisse ou polygonale, blanchâtre partiellement couverte de voiles de sable éolien gypso-siliceux et de nebkha à 15- 20 cm d'épaisseur, on trouve un encroûtement gypseux pulvérulent homogène de couleur jaune rougeâtre très claire en dessous, on trouve un encroûtement gypseux induré de 40cm d'épaisseur, moins riche en gypse que l'horizon précédent. Le solum non calcaire présente une teneur en gypse décroissante de 68,6% dans la croûte polygonale (de 43% de gypse). C'est un salisol chloro-sulfaté à horizon gypseux et pétrogypique de surface.

4.1.2. La géomorphologie de la cuvette de Ouargla

D'ouest en est on distingue quatre ensembles géomorphologiques dans la cuvette :

1. Le plateau de la Hamada Pliocène à l'ouest de Ouargla, s'abaisse légèrement d'ouest en est, il est à 220m au-dessus de la vallée. A l'est, il est fortement érodé, laissant dans le paysage une série de buttes témoins ou Goure.
2. Les glacis, sur le versant ouest de la cuvette, s'étagent sur des niveaux de 200m à 140m : Les glacis de 180m et de 160m très visibles, se caractérisent par l'affleurement du substrat gréseux du Mio-Pliocène. L'est de la cuvette de Ouargla est un vaste glacis alluvial à sable grossier, de 150m d'altitude.
3. Le chott et la Sebkha constituent le niveau le plus bas. Le chott qui correspond aux bordures de la Sebkha est constitué de sables siliceux et/ou gypseux et de sols gypseux à croûte gypseuse de surface et de subsurface. En aval de Ouargla, en direction SSE-NNO, diverses Sebkhas alternent avec les massifs jusqu'à Sebkhas Safioune.
4. Les dunes de sables : formations éoliennes récentes en petits cordons, d'environ 150m d'altitude, occupent l'est et le nord-est de Ouargla et bordent les Sebkhas le long de la vallée de l'oued M'ya (**BG. Ingénieurs-Conseils, 2001**)

4.1.3. La topographie de la cuvette de Ouargla

La ville de Ouargla est située sur le lit de la vallée de l'Oued M'ya actuellement occupé par le ruban discontinu des Sebkhas. Le relief de la zone d'étude est caractérisé par des pentes légèrement inférieures à 1% on distingue 03 paliers (**ROUVILOIS-BRIGOLE, 1975**):

- Les pentes de 2%, se localisent au pied du Djebel Abbad à la rive de la Sebkha de Ouargla
- Les pentes de 1,8% sont situées au nord de la Sebkha de Ouargla jusqu'à la palmeraie de N'goussa .
- Après le seuil de N'goussa, la topographie devient pratiquement plane jusqu'aux rives de Sebkha Safioune où la pente est réduite à 0,6%.

4.1.4. La géologie de la cuvette de Ouargla

La région de Ouargla fait partie du bassin sédimentaire de l'Oued M'ya, elle se limite :

- Au nord par l'accident sud atlasique
- Au sud par la falaise méridionale de Tihirt
- Au est par le mont du Dahra
- A l'ouest par la dorsale du M'zab

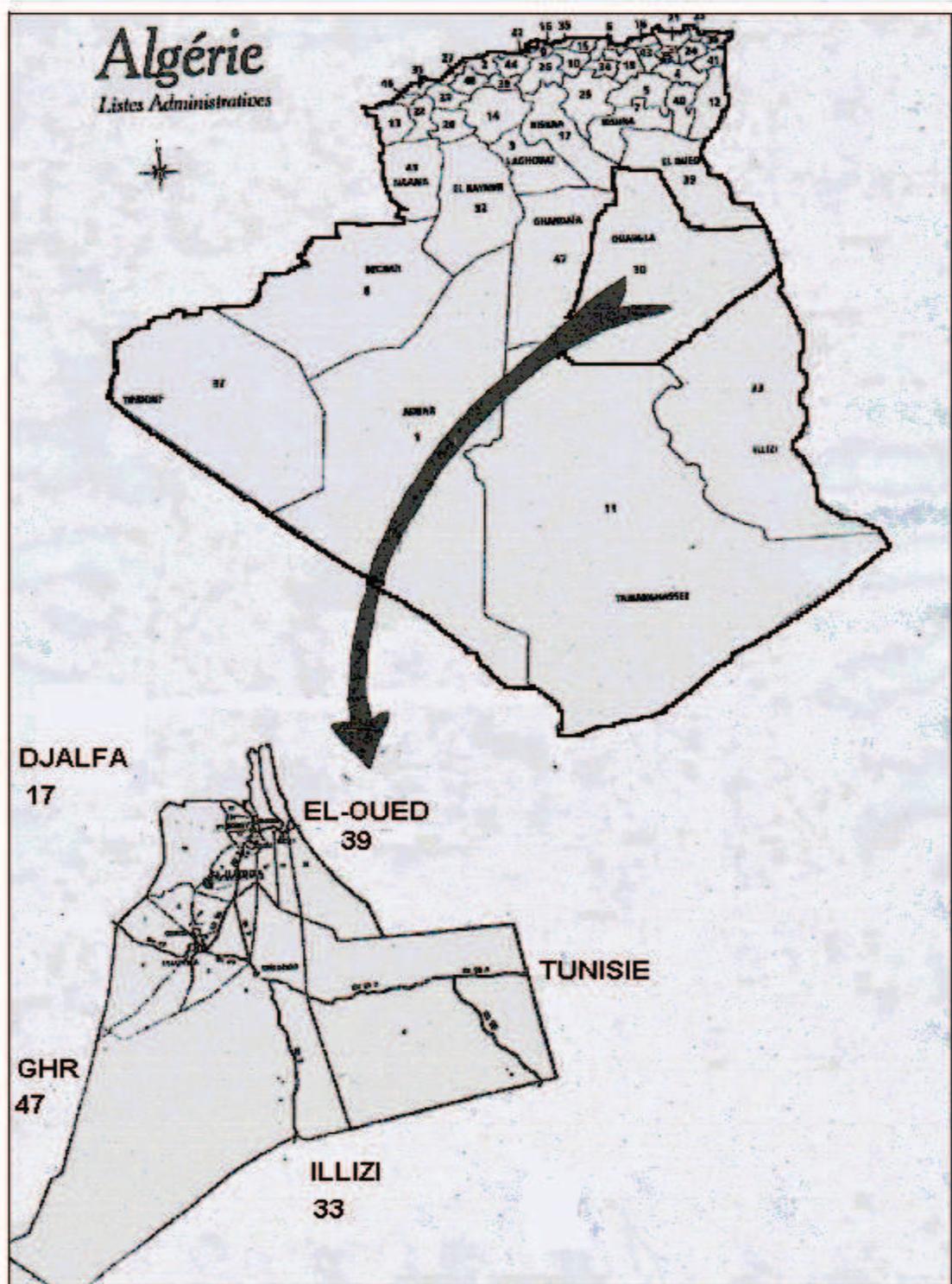


Figure 2 : Carte des limites géographiques de la wilaya de OUARGLA (Encarta 2005)

Chapitre IV : Caractéristiques de la région d'étude

4.1. Caractéristiques de la région d'étude

4.1.1. Présentation de la cuvette de Ouargla

Le chef lieu de la wilaya de Ouargla est situé à 800km au sud d'Alger à 32° de latitude nord et 5°20' de longitude Ouest. La grande cuvette de Ouargla s'étend sur une superficie de 99000km²; d'une longueur de 45km direction sud-ouest, nord-est et d'une largeur de 2 à 5km. La région de Ouargla se trouve encaissée au fond d'une cuvette très large de la basse vallée de l'Oued M'ya. Cette dernière est mise en évidence par une dissymétrie marquée par la présence d'une falaise occidentale particulièrement nette et continue, tandis que la limite orientale est imprécise :

- A l'ouest : un plateau calcaire surplombe la cuvette de Ouargla à environ 230m d'altitude en confluence avec l'Oued Mzab et l'Oued N'sa.
- A l'est : On constate un plateau, dont les limites ne sont pas nettes, avec une altitude ne dépassant pas 160m. Les rebords de ce plateau disparaissent souvent sous les sables (Erg Touil, Erg Boukhezana et Erg Arifdji).
- Au sud : un massif dunaire recouvre les ruines de Sadrata, son altitude dépasse 155m.
- Au nord : Zabret Bouaroua constitue au même temps la limite supérieure de sebkha Safouine et de la grande cuvette de Ouargla (**ROUVILOIS-BRIGOLE, 1975**).

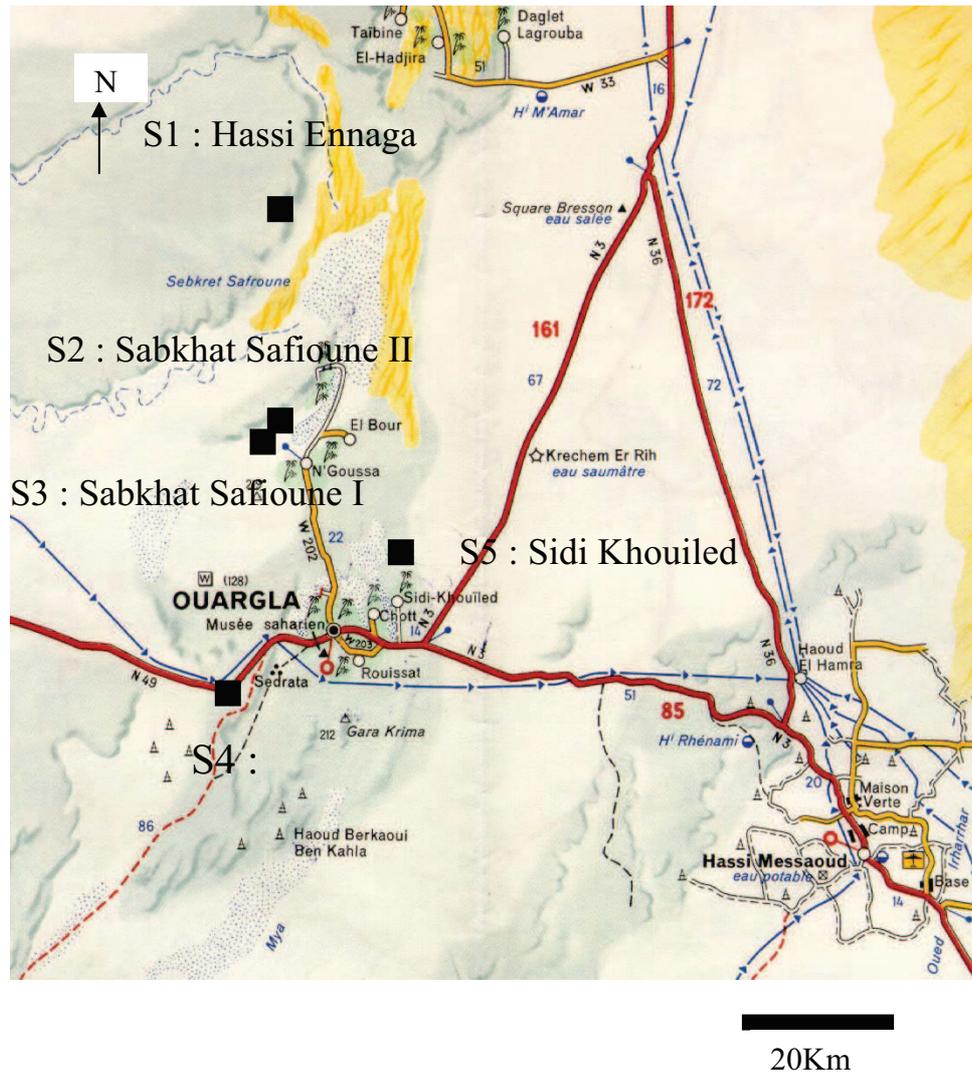


Figure 10 : Carte de répartition des stations d'étude dans la cuvette du Ouargla

5.3.5. Station (5) SIDI KHOULED

Nous avons choisi la station (5) dans une dépression entre SIDI KHOULED et HASSI BEN ABDALLAH, (coté gauche de la route, à l'entrée du périmètre agricole de HASSI BEN ABDELLAH). Le terrain se caractérise par une surface sableuse marquée par la présence de graviers à des différentes couleurs et tailles, la seule espèce qu'on a trouvé au niveau de cette station est le *Zygophyllum album* à un grand recouvrement et une bonne forme morphologique.



Figure 9 : Etat de surface de la station (5)

5.3.2. Station (2) Sebket SAFIOUNE I

La station (2) est située au nord est de la ville de Ouargla, au niveau de la borne 27Km sur la route vers El-Hadjira (coté droit de la route). Le terrain se caractérise par des micro-dunes sablonneux avec des espaces inter dunaires planes. La station (2) contient une seule espèce, le *Zygophyllum album*.



Figure 6 : Etat de surface de la station (2)

5.3.3. Station (3) Sebket SAFIOUNE II

La station (3) est située au nord est de la ville de Ouargla. Elle est similaire morphologiquement à la station (2) ; elle est à gauche de la borne 26Km sur la route vers El-Hadjira. Au niveau de cette station on trouve le *Tamarix gallica*, en association avec *Zygophyllum album*.



Figure 7 : Etat de surface de la station (3)

5.3.4 Station (4) SADRATA

La station (4) est située sur la route vers El-Goléa, au niveau de l'embranchement vers les Ruines de Sadrata (à droite par rapport à la route, sur environ de 500m). Il s'agit d'un terrain gypseux où s'associe *Zygophyllum album* avec *Traganum nudatum* et *Limonastrum guyonianum* ; ce dernier prend une dominance absolue.



Figure 8 : Etat de surface de la station (4)

Chapitre V : Matériel de travail

5.1. Les choix des stations

La station est une surface où les conditions écologiques sont homogènes et où la végétation est uniforme (GOUNOT, 1969).

Pour notre étude le choix des stations s'est fait selon la méthode dite subjectif (ou raisonné)

Ce choix est basé sur les critères suivants :

- La présence de *Zygophyllum album* est un critère fondamental.
- Types d'associations de *Zygophyllum album* avec d'autres espèces.
- Répartition spatiale représentative.
- Variation du sol (texture) .

5.2. Les outils de travail

Nous avons utilisé les outils suivants :

- pour la détermination des coordonnées géographiques des stations d'études nous avons utilisé un GPS (Global Position System).
- pour creuser les profils nous avons utilisé une tarière, une pelle et une pioche.
- pour déterminer les limites des horizons et les surfaces des placettes d'échantillonnages floristiques, nous avons utilisé un décimètre.
- Le test de présence du calcaire a été fait par une solution de l'HCl (10%).
- pour déterminer les couleurs des horizons le code international de couleur : Le code de Munselle.
- Des sacs plastiques ont été utilisés pour l'échantillonnage des plantes et du sol.
- La prise de photographies a été faite par un appareil photo numérique.

5.3. Présentation des stations d'études

Notre étude a été réalisée dans 05 stations expérimentales dans la cuvette de Ouargla. Chaque station couvre une surface de 600m² subdivisée en 06 sous stations de 100 m².

5.3. 1. Station (1) HASSI ENNAGA

La station (1) est située au nord ouest de la ville de Ouargla, au niveau de la borne 55Km sur la route vers El-Hadjira (coté gauche de la route). Le terrain se caractérise par une pente faible à surface graveleuse ; la taille des graviers est variable (gravier et pierres de nature gréseuse). Cette station est hétérogène à cause de l'installation des différentes espèces, cependant

Limonastrum guyonianum est l'espèce dominante.



Figure 5 : Etat de surface de La station (1)

6.2.2.3. Les dosages des anions

- **Le dosage du chlore** : le chlore est précipité par du nitrate d'argent en présence de chromate de potassium et le résultat, c'est l'apparition d'un précipité rouge de chromate d'argent (AUBERT, 1978).
- **Le dosage de sulfates** : il est basé sur le principe de faire précipiter les sulfates sous forme de sulfates de baryum (AUBERT, 1978)
- **Le dosage des carbonate et bicarbonate** : par titrimétrie à l' H_2SO_4 , en présence des indicateurs et le résultat est le changement de couleur, sort un virage (AUBERT, 1978).

6.2.2.4. Le dosage des cations solubles

- Na^+ et le K^+ par le spectrophotomètre d'émission à flamme (AUBERT, 1978).

6.1.2.2. Le prélèvement des échantillons

Après la description du profil nous avons procédé d'abord au nettoyage complet d'une paroi du haut vers le bas, puis nous avons échantillonné les horizons de puis le bas vers le haut, pour éviter toute nouvelle contamination de la paroi nettoyée.

6.2. Les analyses des sols au laboratoire

les échantillons du sol prélevés sur le terrain ont fait l'objet d'analyses physiques et chimiques effectuées aux laboratoires :

- Laboratoire de protection des écosystèmes en zones aride et semi arides (université de Ouargla).
- EPEG (Ghardaia)
- Laboratoire pédagogique du département de biologie (université de Ouargla)
- Laboratoire de biogéochimie des milieux désertiques (ex. laboratoire d'analyses physico-chimiques) (université de Ouargla)

6.2.1. Les analyses physiques et chimiques

6.2.1.1. L'analyse granulométrique des sable : a pour but de quantifier les particules minérales élémentaires groupées en classe. Elle a été effectuée par tamisage des différentes fractions de sable ($>50\mu\text{m}$) (AUBERT, 1978)

6.2.1.2. Le dosage du calcaire total : Est fondé sur la réaction caractéristique du carbonate de calcium au contact de l'acide chlorhydrique en utilisant le Calcimètre de Bernard (AFNOR, 1999)

6.2.1.3. L'estimation de l'humidité : C'est la teneur en eau du sol en place estimée par la différence de poids après séchage à l'étuve à 70°C pendant 48h (VIELLEFON, 1979).

6.2.1.4 L'estimation de la teneur de gypse : nous avons utilisé la méthode chimique par le dosage des ions SO_4^{2-} libérés après attaque au carbonate de baryum (COUTINET, 1995).

6.2.1.5. Estimation de la teneur de matière organique : Méthode Walkey-Black repose sur le principe d'oxydation de carbone organique du sol par le bichromate de potassium où il change de couleur selon la quantité de produits réduits (Walkey-Black, 2003).

6.2.2. La caractérisation de la solution du sol

Les analyses ont été effectuées sur des extraits aqueux 1/5

6.2.2.1. Le pH : mesuré au pH mètre ; le pH_{eau} rend compte de la concentration en ions H_3O^+ à l'état dissocié dans le liquide surnageant (AFNOR, 1999).

6.2.2.2. La conductivité électrique (CE) : la conductivité électrique mesurée au conductimètre. Elle traduit la concentration saline totale de la solution (AFNOR, 1999).

Les données comportent p variables quantitatives, nous dirons que les individus peuvent être représentés dans un espace à p dimensions (**PHILIPPEAU, 1986**).

6.1.2. La caractérisation du sol

6.1.2.1. La description des profils

Pour décrire les sols de nos stations nous avons creusé des profils pédologiques au niveau de chacune des stations étudiées. Les profondeurs de ces profils sont en fonction de l'épaisseur du sol, puis nous avons déterminé les horizons qui sont des volumes pédologiques, dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à plusieurs mètres.

La description des profils a été basée sur la méthode décrite par **BAIZE et JABIOL (1995)**. Nous avons déterminé principalement les caractères suivants :

1. Texture : reflète la part respective des constituants tiers selon leur taille, elle est la base des autres propriétés.
2. Les couleurs : nous guident pour distinguer les différents horizons
3. La structure : C'est la façon selon laquelle le sol subdivisé en s'organisant en agrégats.

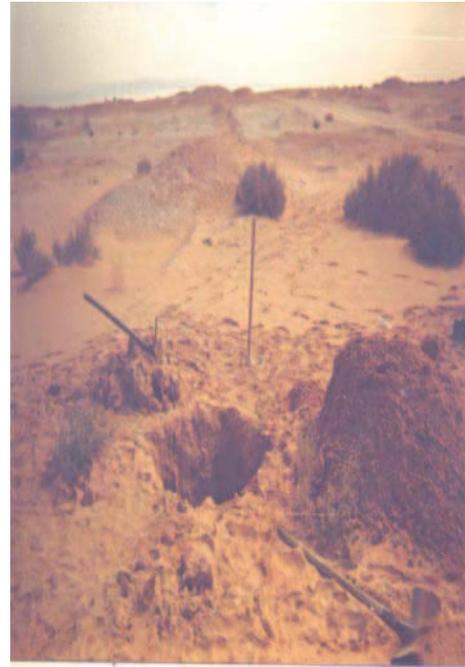


Figure 11 : profil pédologique

4. Les racines : sont fondamentales pour estimer la fertilité et l'activité biologique des sols.
5. L'effervescence à HCl : est intéressante de pouvoir mettre en évidence sur le terrain la présence de calcaire
6. Les agrégats : en fonction la présence, on a deux types :
 - Structures fragmentaires : il y a des agrégats
 - Structures continues : il n'y a pas d'agrégats

Nous avons aussi décrit l'enveniment des profils :

- Date de description
- Les coordonnées géographiques
- La topographie
- Conditions atmosphériques
- La nappe phréatique.

Chapitre VI : Les méthode d'étude

6.1. Les méthodes sur terrain

6.1.1. Echantillonnage floristique

Pour faciliter les études quantitatives dans chaque station nous avons échantillonné 06 sous stations (placettes) de 100m² qui doivent grouper toutes les espèces de cette station.

Dans les stations nous avons appliqué les différents relevés floristiques à partir desquels ils ont été déterminés

6.1.1.1. Les espèces associées au *Zygophyllum album*

6.1.1.2. Les indices écologiques

a) Le recouvrement : le recouvrement d'un individu d'une espèce est défini théoriquement sans ambiguïté, comme le pourcentage de la surface du sol qui serait recouvert si on projetait verticalement sur le sol, les organes aériens des individus de l'espèce. (GOUNOT, 1969)

$$Rc = \Pi(d/2)^2$$

Rc : Recouvrement

d : Diamètre de la touffe de la plante.

Pour les calculs de recouvrement des nos espèces , nous avons procédé au calcul des diamètres de tous les individus (touffes) composant nos surface échantillonnés. Dans notre étude nous avons calculé les taux de recouvrements réel qui exprime l'espace de couvert végétal par 600m² et le recouvrement relatif qui exprime le pourcentage des espèces entre elle dans ce couvert végétal

b) La densité : la densité est le nombre d'individus par unité de surface ; on utilise parfois le terme d'abondance pour celui de densité $d = ni/s$ (GOUNOT, 1969).

ni : nombre d'individus d'une espèces *i*

s : la surface (m²)

c) La dominance : exprime l'influence exercée par une espèce dans une communauté. Elle est souvent différente de l'abondance, car une espèce peu abondante peu être dominante (CHEHMA, 2005).

6.1.1.3. Les indices statistiques

d) Analyse factorielle des correspondances (AFC) : est une méthode récente qui permet de traiter des tableaux à double entrecroisement des ensembles.

Les données initiales sont les *n* espèces représentées dans *p* relevés, on obtient un nuage de *n* points espèces dans un espace à *p* dimension (DAJOZ, 1982).

e) Analyse en composantes principales (ACP) : est une méthode statistique essentiellement descriptive ; son objectif est de présenter sous une forme graphique, le maximum de l'information contenue dans un tableau de données.

Tableau (XI) : Résultats des analyses de profil de station (5)

Horizons	Profondeurs (cm)	Granulométrie (%)				Humidité (%)	Calcaire CaCO ₃ (%)	Gypse (%)	MO (%)	pH	CE (dS/m 25°c)	Composition de la solution du sol (cmol/kg)					
		SG	SM	SF	< 0,05							Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻
Horizon 1	0-17	4,49	57,41	28,28	9,82	10,35	0,55	58	1,56	7,96	10,82	13,91	1,53	15,83	0,4	0,024	0
Horizon 2	17-62	7,02	50,78	29,09	13,11	19,3	5	43,24	0,09	8,17	4	2,06	0,51	1,71	0,06	0,024	0
Horizon 3	>62	2,16	47,12	35,6	15,12	12,6	0	41,1	0	8,06	4,5	3,15	0,51	2,14	0,045	0,01	0

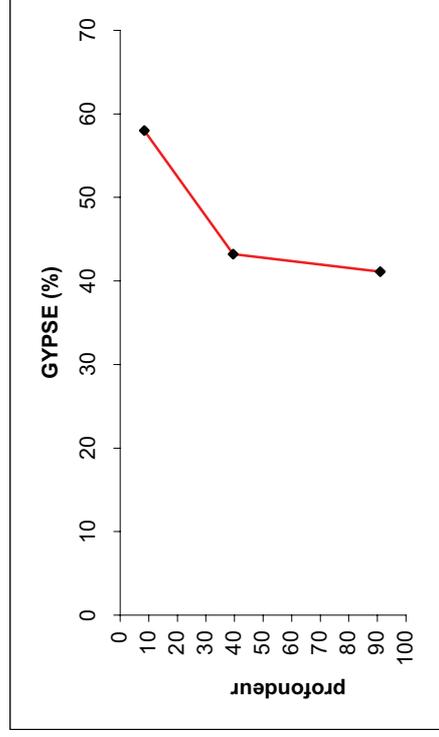


Figure 34 : Variation de gypse dans la station (5)

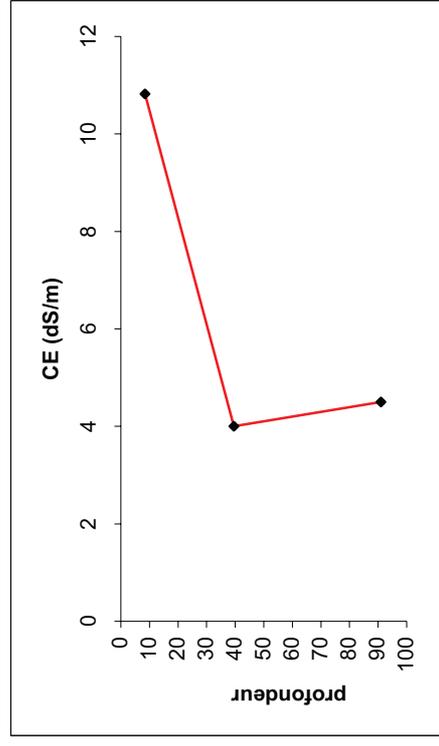


Figure 35 : Profil salin de station (5)

7.5.3. Etudes analytiques du sol de la station (5)

Cette station a 03 horizons à des épaisseurs différents, hétérogène morphologiquement, caractérisé par la présence d'encroûtement gypso-calcaire au deuxième horizon.

Les résultats analytiques au tableau XI montrent que :

- L'humidité du sol de cette station est très importante.
- Le gypse est compris entre 41,10% et 58% (Figure 34)
- L'horizon de surface est faiblement calcaire ; le deuxième horizon est moyennement calcaire, tandis que l'horizon profond est dépourvu du calcaire.
- Le pH d'extrait de sol est varié entre 7,96 et 8,17, donc le sol est qualifié alcalin à fortement alcalin.
- La CE de l'extrait varie entre 4 et 10,82 dS/m, le sol est alors très à extrêmement salé (Figure 35).

7.5.2. La description du profil pédologique de la station (5)

7.5.2.1. Morphologie de la station (5)

- Date de description: 11 février 2006
- Coordonnées géographiques :
 - 1) altitude: 148m
 - 2) longitude: 005°27'05,3"
 - 3) latitude: 32°00'11,6"
- Topographie: faible pente
- Géomorphologie : dépressions
- Les conditions atmosphériques: journée nuageuse

7.5.2.2. Etat de surface de la station (5)

Surface de sable moyen avec 10% de gravier de diverses formes, tailles et couleurs.

7.5.2.3. Description des horizons de la station (5)

Horizon1: (0→17cm) couleur à l'état frais (7,5YR.7/6) (reddish yellow), texture sableuse (sable moyen), structure particulaire, 5% de charge en éléments grossiers, pas d'activité biologique, présence des racines, très faible effervescence à l'HCl, limite nette.

Horizon2: (17→62cm) couleur à l'état humide (7,5YR.8/4) (pink), texture sableuse (sable moyen), horizon de transition, il s'agit d'une croûte gypso-calcaire avec des blocs compacts qui forment une structure continue, présence de quelques racines, moyenne effervescence à l'HCl, les limites inférieures de cet horizon sont nettes.

Horizon3: (≥62cm) couleur à l'état humide (7,5YR.6/6) (reddish yellow) texture sableuse (sable moyen), structure particulaire, pas d'activité biologique, pas d'effervescence à l'HCl.



Figure 33 : Schéma du profil de la station (5)

7.5. Station (5) SIDI KHOULED

7.5.1. Inventaire floristique de la station (5)

La seule espèce que nous avons observé au niveau de cette station est le *Zygothymum album* avec un recouvrement complet (Tableau X, Figure 33). La plante est en bon état morphologique avec des grandes feuilles dépasse quelque fois le 2cm de longueur.

Tableau (X) : Le recouvrement et la densité moyennes dans la station (5)

ESPECES	Densité (pieds/ 600m ²)	Recouvrement de l'espèce (m ² /600 m ²)	Taux de recouvrement relatif des espèces (%)	Taux de recouvrement réel des espèces (%)
<i>Zygothymum album</i>	141	122,62	100	20,43
TOTAL	141	122,62	100	20,43

La station est homogène, composée d'une seule espèce qui est le *Zygothymum album* (Figure 32). Le taux de recouvrement réel est de 20,43% (Tableau X, Figure 31). Comparé aux autres stations, ce taux est élevé, on peut dire alors que les conditions écologiques de cette station sont les plus favorables au bon développement de *Zygothymum album*.

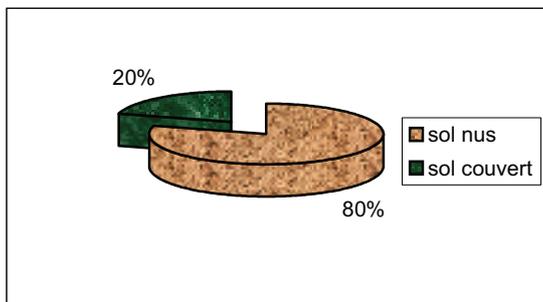


Figure 31 : Taux de sol nus dans la station (5)

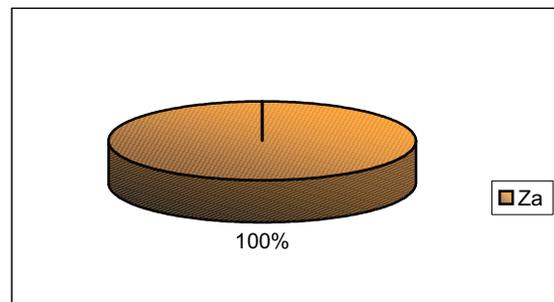


Figure 32 : Taux de recouvrement des espèces de la station (5)

Tableau (IX) : Résultats des analyses de profil de station (4)

Horizons	Profondeurs (cm)	Granulométrie (%)				Humidité (%)	Calcaire CaCO ₃ (%)	Gypse (%)	MO (%)	pH	CE (dS/m 25°C)	Composition de la solution du sol (cmol/kg)					
		SG	SM	SF	< 0,05							Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻
Horizon 1	0-10	20,37	19,55	36,93	23,15	4,45	0,17	46,78	0,27	8,06	5,31	15,76	0,78	16,69	0,3	0,01	0
Horizon 2	10 - 32	30,27	19,25	26,53	23,95	7,6	2,22	58,54	0,27	7,97	15,06	46,73	1,92	22,25	1,07	0,008	0
Horizon 3	>32	25,59	37,63	15,13	21,65	15,96	0	63,76	0,41	7,96	6,37	12,82	1,02	17,83	0,29	0,01	0

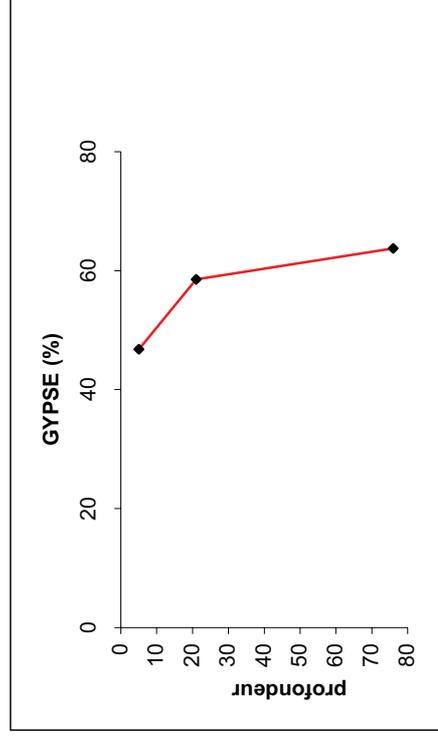


Figure 29 : Variation de gypse dans la station (4)

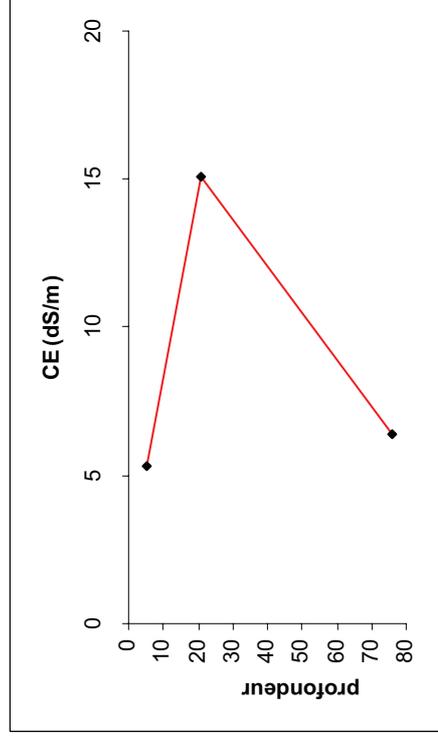


Figure 30 : Profil salin de station (4)

7.4.2. La description du profil pédologique de la station (4)

7.4.2.1. Morphologie de la station (4)

- Date de description: 6 mars 2006
- Coordonnées géographiques :
 - 1) Altitude : 136m.
 - 2) longitude: 005°15'58,2".
 - 3) latitude: 31°55'15,2".
- Topographie: très faible pente
- Géomorphologie: bordure de Sebkhata Ouargla.
- Les conditions atmosphériques: journée ensoleillée avec un début de vent de sable.

7.4.2.2. Etat de surface de la station (4)

Affleurement gypseux en forme de croûte polygonale

7.4.2.3. Description des horizons de la station (4)

Horizon1: (0→10cm) couleur à l'état sec (7,5YR.7/4) (pink), encroûtement gypseux polygonal à texture sableuse (sable fin), pas d'effervescence à l'HCl, limite graduelle.

Horizon2: (10→32cm) couleur à l'état sec (7,5YR.7/4) (pink), texture sableuse (sable grossier), encroûtement gypseux continué (cristaux de gypse brillants à la taille de sable grossier), moyenne effervescence à l'HCl, limite graduelle.

Horizon3:(>32cm) couleur à l'état sec (7,5YR.8/3) (pink), texture sableuse (sable moyen) encroûtement gypseux à structure continue et compacte, pas d'effervescence à l'HCl.

7.4.3. Etudes analytiques du sol de la station (4)

Cette station a 03 horizons morphologiquement homogènes, tous les horizons sont des encroûtements gypseux continus à des couleurs proches.

Les analyses physico-chimiques (Tableau IX) montrent que :

- Le taux d'humidité est moyen.
- Le teneur en gypse est très élevée dans tous les horizons, elle augmente avec la profondeur de 46,78% à 63,76% (Figure 30).
- Le taux de calcaire est très faible dans tous les horizons.
- Le sol de cette station est alcalin à fortement alcalin avec $7,96 \leq \text{pH} \leq 8,06$.
- La CE de l'extrait de sol est variée entre 5,31 et 15,06, le sol est alors extrêmement salé.

7.4. Station (4) SADRATA

7.4.1. Inventaire floristique de la station (4)

Au cours de déplacement à travers la piste de Sadrata et au niveau de 2^{ème} virage nous avons rencontré trois espèces : *Traganum nudatum*, *Zygophyllum album* et *Limonastrum guyonianum*. où la dominance absolu est pour *Limonastrum guyonianum*, elle colonise les sommets des petites dunes (nebkha). Les espaces inter dunaires sont des sols à croûte gypseuse de surface où s'installe le *Zygophyllum album* avec *Traganum nudatum*.

Tableau (VIII) : Le recouvrement et la densité moyennes dans la station (4)

ESPECES	Densité (pieds/ 600m ²)	Recouvrement de l'espèce (m ² /600 m ²)	Taux de recouvrement relatif des espèces(%)	Taux de recouvrement réel des espèces (%)
<i>Zygophyllum album</i>	45	11,07	34,33	1,84
<i>Limoniastrum guyonianum</i>	7	17,99	55,8	2,99
<i>Traganum nudatum</i>	16	3,18	9,88	0,53
TOTAL	68	32,24	100	5,36

La station (4) été on deuxième position au niveau du richesse spécifique après la station (1), mais en dernière position au niveau de taux de couvert végétal avec 5,36% (Tableau VIII, Figure 27).

Le *Limonastrum guyonianum* présente un taux de recouvrement relatif de 55,80%, suivit de *zygophyllum album* (34,33%) en fin *Traganum nudatum* avec un faible taux de recouvrement (9,88%) (Tableau VIII, Figure 28).

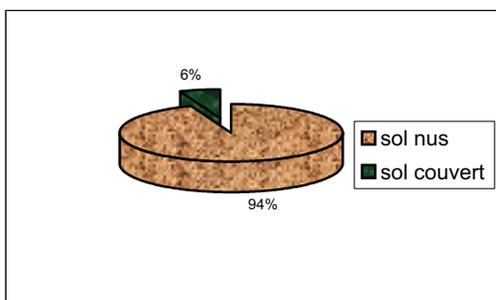


Figure (27) : Taux de sol nus dans la station (4)

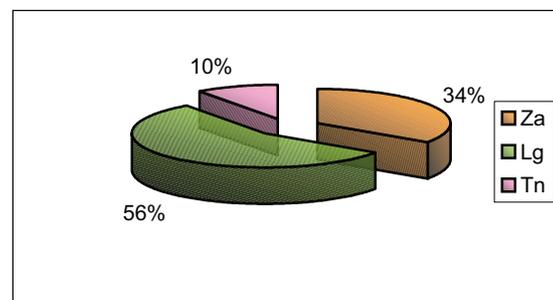


Figure (28) : Taux de recouvrement des espèces de la station (4)

Tableau (VII) : Résultats des analyses de profil de station (3)

Horizons	Profondeurs (cm)	Granulométrie (%)				Humidité (%)	Calcaire CaCO ₃ (%)	Gypse (%)	MO (%)	pH	CE (dS/m 25°C)	Composition de la solution du sol (cmol/kg)					
		SG	SM	SF	< 0,05							Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻
Horizon 1	0-88	0,31	6,36	82,08	11,17	8,65	1,77	42,5	0,55	8,01	3,77	4,81	0,76	8,98	0,16	0,01	0
Horizon 2	88-105	1,64	13,81	66,35	18,2	16	2,04	24,64	0,73	8,14	4,26	7,82	0,76	6,42	0,13	0,008	0
Horizon 3	>105	10,07	19,85	54,07	16,01	17,6	0,43	31,43	0,36	8,11	4,52	7,39	0,51	15,4	0,095	0,01	0

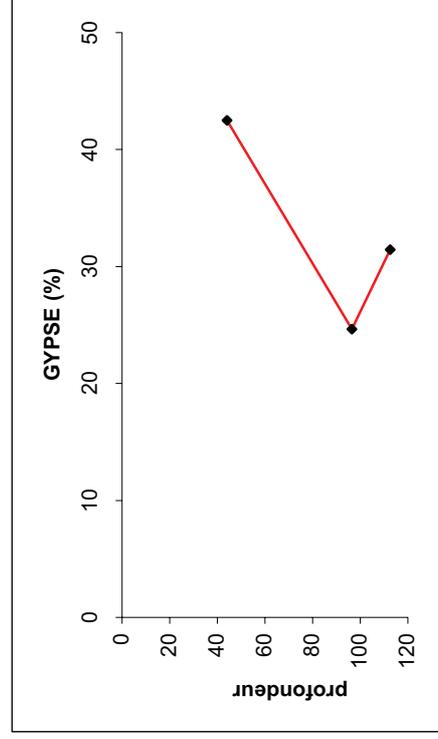


Figure (25) : Variation de gypse dans la station (3)

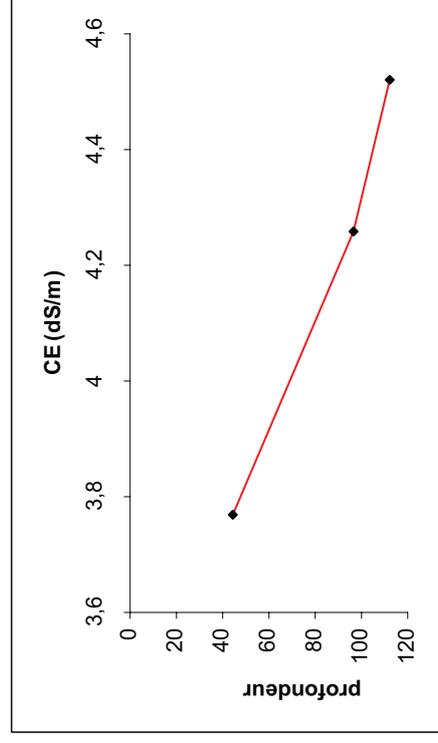


Figure (26) : Profil salin de station (3)

7.3.3. Etudes analytiques du sol de la station (3)

Cette station à trois horizons avec des épaisseurs différents, morphologiquement différents par rapport à l'abondance de nodules de gypse, la nappe est à 1m.

Les résultats analytiques dans le tableau VII montrent que :

- L'humidité est très importante au niveau de tous les horizons.
- La teneur en gypse est élevée dans tous les horizons est surtout dans le premier horizon (42,5%) (Figure 25).
- La teneur en calcaire est faible à très faible dans tous le profil.
- Le pH de l'extrait de sol est fortement alcalin, il varie entre 8,01 et 8,11.
- La CE varie entre $3,77 \leq CE \leq 4,52$, donc le sol de cette station est très salé.

7.3.2. La description du profil pédologique de la station (3)

7.3.2.1. Morphologie de la station (3)

- Date de description: 23 janvier 2006
- Coordonnées géographiques
 - 1) altitude: 113m
 - 2) longitude: 005°19'24,4"
 - 3) latitude: 32°11'43,2"
- Topographie: séries des dunes de petite taille
- Géomorphologie: bordure de Sebkhath SAFIOUNE
- Les conditions atmosphériques: journée nuageuse avec des pluies ayant eu 3 jours de sortie
- La nappe phréatique: à 1m

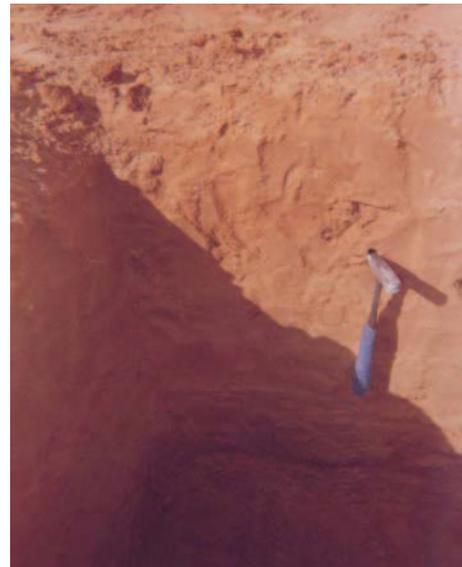
7.3.2.2. Etat de surface de la station (3)

Des dunes à petite taille de sable fin.

7.3.2.3. Description des horizons de la station (3)

Horizon1: (0→88cm) couleur à l'état frais (7,5YR.6/6) (reddish yellow), texture sableuse (sable fin), structure particulière, pas d'activité biologique, présence de quelques racines, pas d'effervescence à l'HCl dans la partie supérieure de l'horizon, l'effervescence augmente avec la profondeur, limite diffuse.

Horizon2: (88→105cm) couleur à l'état humide (7,5YR.5/6) (strong brown), texture sableuse (sable fin), cette horizon est un horizon de transition, structure continue, encroûtement nodulaire, présence de quelques taches localisées de matière organique, faible effervescence à l'HCl, limite nette.



**Figure (24) : profil
pédologique de la station (3)**

Horizon3: (>105cm) couleur à l'état humide (7,5YS.5/6) (Strong Brown), texture sableuse (sable fin), structure continue, il s'agit d'un encroûtement gypseux avec des petites cristaux, très faible effervescence à l'HCl.

7.3. Station (3) Sebkhath SAFIOUNE II

7.3.1. Inventaire floristique de station (3)

Au niveau de cette station nous avons observé deux espèces, le *Tamarix gallica*, sous forme d'arbres d'environ 06m de diamètre associé avec le *Zygophyllum album* en forte abondance. Cependant, la majorité des pieds de cette dernière espèce sont sèches.

Tableau (VI) : Le recouvrement et la densité moyennes dans la station (3)

ESPECES	Densité (pieds/ 600m ²)	Recouvrement de l'espèce (m ² /600 m ²)	Taux de recouvrement relatif des espèces(%)	Taux de recouvrement réel des espèces (%)
<i>Zygophyllum album</i>	16	21,37	25,26	3,56
<i>Tamarix gallica</i>	6	63,22	74,73	10,53
TOTAL	22	84,59	100	14,09

La particularité de cette station est la présence de *Tamarix gallica*. Il présente un taux de recouvrement relatif de 74,73% et une faible densité (6 pieds/600m²), tandis que le *Zygophyllum album* présent un taux de recouvrement relatif de 25,26% et une densité de 16 pieds/600m² (Tableau VI, Figure 23).

Comparée aux stations précédentes, la station (3) est plus couverte par la végétation avec un taux de recouvrement réel de 14,09% (Figure 22)

Ici les conditions écologique ne semblent pas favorables au bon développement de *Zygophyllum album*.

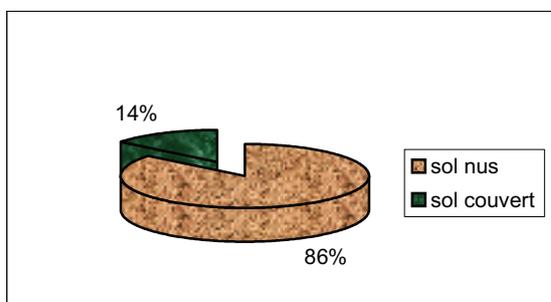


Figure 22 : Taux de sol nus dans la station (3)

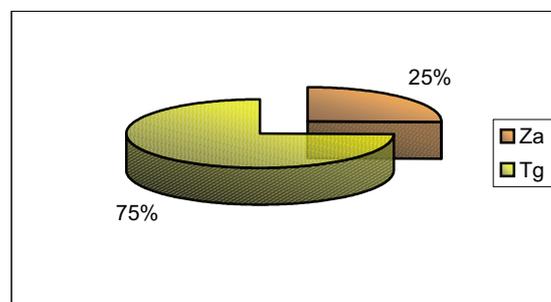


Figure 23 : Taux de recouvrement des espèces de station (3)

Tableau (V) : Résultats des analyses de profil de station (2)

Horizons	Profondeurs (cm)	Granulométrie (%)				Humidité (%)	Calcaire CaCO ₃ (%)	Gypse (%)	MO (%)	pH	CE (dS/m 25°C)	Composition de la solution du sol (cmol/kg)					
		SG	SM	SF	< 0,05							Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻
Horizon 1	0-66	1,06	28	46,93	24,01	6,85	1,31	38,37	0,64	8,02	9,31	35,32	1,53	20,1	0,66	0,01	0
Horizon 2	66-84	8,62	21,65	37,43	32,3	14,6	0	43,68	0,46	8,05	3,58	4,34	0,51	16,69	0,9	0,02	0
Horizon 3	>84	25,14	22,12	25,35	27,39	22,4	0,08	45,75	1,28	8,08	3,6	4,67	0,51	0	0,8	0,012	0

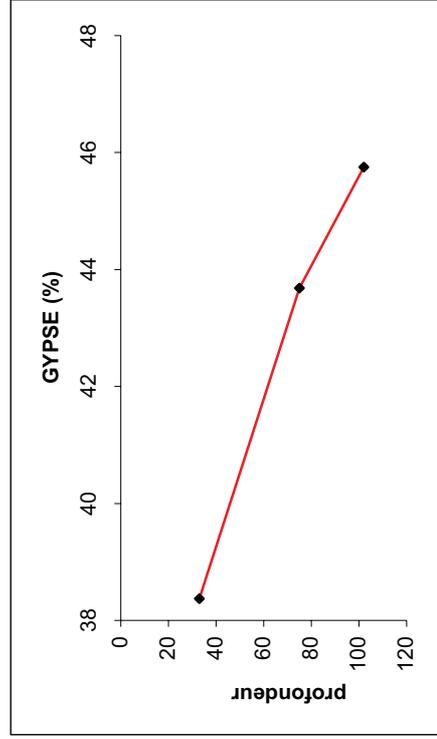


Figure 20 : Variation de gypse dans la station (2)

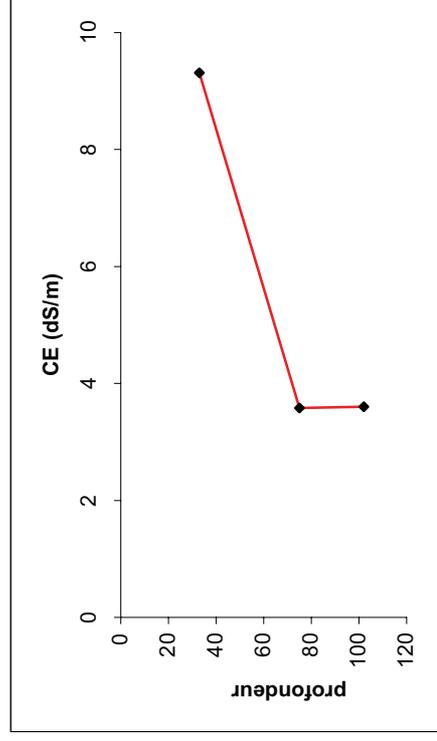


Figure 21 : Profil salin de station

7.2.3. Etudes analytiques du sol de la station (2)

Le sol de cette station est constitué de trois horizons. La différenciation des horizons est liée principalement au gypse qui forme une encroûtement en profondeur.

Les résultats analytiques dans le tableau V montrent que :

- Le teneur en gypse est très élevée, elle varie de 38,37% dans l'horizon de surface à 45,75% dans l'horizon de profondeur (Figure 20)
- Le taux du calcaire est très faible dans tous les horizons ($\leq 1,31$).
- Le pH des solutions du sol est fortement alcalin dans tous le profile. (pH 8)
- Le sol de cette station est très à extrêmement salé avec des valeurs de CE comprises entre 3,58 et 9,31dS/m (Figure 21).

7.2.2. La description du profil pédologique de la station (2)

7.2.2.1. Morphologie de la station (2)

- Date de description: 23 janvier 2006
- Coordonnées géographiques.
 - 1) altitude: 115m.
 - 2) longitude: 005°19'43,6".
 - 3) latitude: 32°12'04,5".
- Topographie: des micro dunes (nebkas).
- Géomorphologie: bordure de Sebkhath SAFIOUNE.
- Les conditions atmosphériques: journée nuageux avec des pluies avant 3 jour de sortie.
- La nappe phréatique: à 90cm

7.2.2.2. Etat de surface de la station (2)

Nebka, séries des dunes à petite taille de sable fin.

7.2.2.3 Description des horizons de station (2)

Horizon1: (0→66cm) couleur à l'état frais (7,5YR.5/8) (strong brown), texture sableuse (sable fin), structure particulière, pas d'activité biologique, présence de quelques racines, très faible effervescence à l'HCl, limite nette.

Horizon2: (66→84cm) couleur à l'état humide (7,5YR.5/8) (strong brown), texture sableuse (sable fin), cette horizon est une horizon de transition à structure continue pâteux avec quelques nodules de gypse, pas d'activité biologique, pas d'effervescence à l'HCl, limite nette.



Figure 19 : profil de pédologique la station (2)

Horizon3: (>84cm) couleur à l'état humide (7,5YR.5/6) (strong brown) cet horizon est un encroûtement gypseux cristallin, cristaux de 1 à 5mm de diamètre (rosette de gypse), texture sableuse (sable fin et limon) à structure continue, pas d'activité biologique, pas d'effervescence à l'HCl.

Le niveau de la nappe est à 90cm

7.2. Station (2) Sebkhath SAFIOUNE I

7.2.1 Inventaire floristique de station (2)

La station (2) est constituée quasiment d'une seule espèce, le *Zygophyllum album*. Il est en forme de touffes à grande recouvrement. Nous avons observé aussi quelques individus dispersés de *Limoniastrum guyonianum*.

Tableau (IV) : Le recouvrement et la densité moyennes dans la station (2)

ESPECES	Densité (pieds/600m ²)	Recouvrement de l'espèce (m ² /600 m ²)	Taux de recouvrement relatif des espèces(%)	Taux de recouvrement réel des espèces (%)
<i>Zygophyllum album</i>	33	60,91	95,09	10,15
<i>Limoniastrum guyonianum</i>	1	3,14	4,9	0,52
TOTAL	34	64,05	100	10,67

La station se caractérise par un faible taux de recouvrement estimé à 10,67% avec une faible répartition des deux espèces (Tableau IV, Figure 17) :

En 1^{ière} position le *Zygophyllum album* présente un taux de recouvrement relatif de 95,09% complété par un faible taux de recouvrement (5%) de *Limoniastrum guyonianum* (Figure 18)

Cette station montre un taux de sol nus de 89,33 % (Figure 17), mais les conditions écologiques semblent favorables au développement de *Zygophyllum album*.

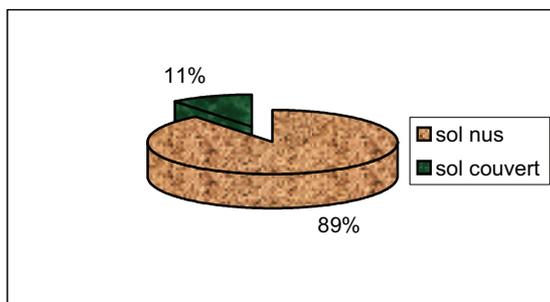


Figure 17 : Taux de sol nus dans la station (2)

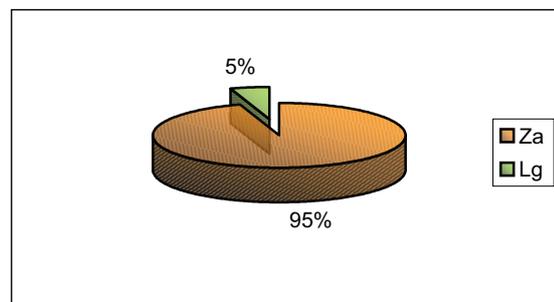


Figure 18 : Taux de recouvrement des espèces de station (2)

Tableau (III) : Résultats des analyses de profil de station (1)

Horizons	Profondeurs (cm)	Granulométrie (%)				Humidité (%)	Calcaire CaCO ₃ (%)	Gypse (%)	MO (%)	pH	CE (dS/m 25°C)	Composition de la solution du sol (cmol/kg)					
		SG	SM	SF	< 0,05							Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻
Horizon 1	0-20	5,84	36,7	46,24	11,22	0,75	1,81	43,09	0,18	8,31	0,44	0,73	0,3	0	0,04	0,01	0
Horizon 2	20-32	3,64	41,09	49,55	5,81	0,95	1,91	24,56	0,27	8,28	0,47	1,28	2,17	0	0,095	0,03	0
Horizon 3	>32	4,33	53,68	36	5,99	0,95	1,11	26,86	0,2	7,95	0,87	1,33	2,17	8,56	0,055	0,008	0

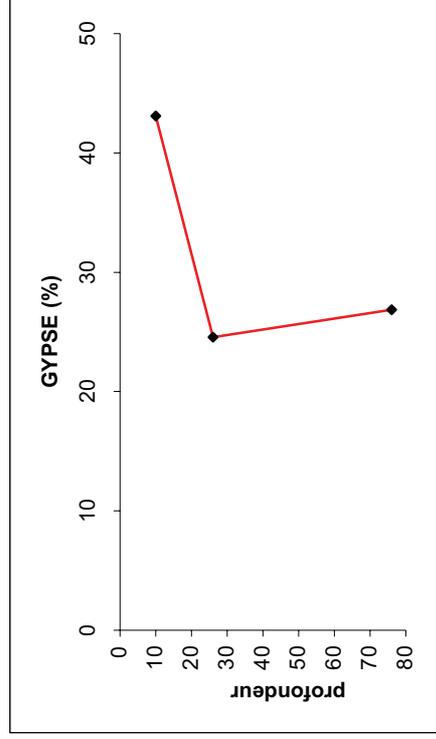


Figure 15 : Variation de gypse dans la station (1)

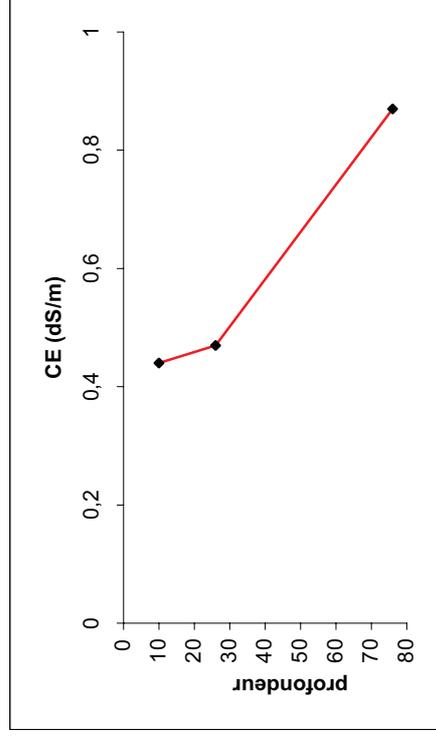


Figure 16 : Profil salin de station (1)

Horizon3: (>32cm) couleur à l'état sec (7,5YR.8/5) (strong brown), texture sableuse (sable moyen), structure particulière, absence d'éléments grossiers, pas d'activité biologique, présence de quelques racines, très faible effervescence à l'HCl.

7.1.3. Etudes analytiques du sol de la station (1)

Cette station à trois horizons pédologiques, se caractérise par un sol relativement homogène : texture sableuse, faible charge en éléments grossiers, pas de croûte gypseuse, absence de la nappe phréatique.

Les résultats analytiques présentés dans le tableau III, nous permettent de faire les conclusions suivantes :

- la couche exploitée par les racines est peu profonde (<32cm)
- le taux d'humidité est faible au niveau de tous les horizons.
- la teneur en gypse est élevée dans tous les horizons $24,56 \leq \text{CaSo}_4 \leq 43,09$, notamment dans l'horizon de surface où elle dépasse les 43% (Figure 15).
- la teneur de calcaire est très faible et homogène dans tous le profil.
- le pH des extraits de sols est alcalin à fortement alcalin, il est compris entre 7,95 et 8,31.
- la CE des extraits de sols montre que le profil est non à peu salé ($0,44 \leq \text{CE} \leq 0,87$) (Figure 16).

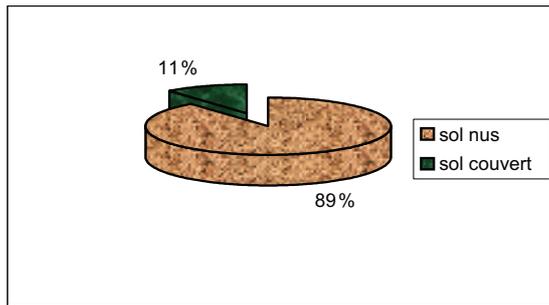


Figure 12 : Taux de sol nus dans la station (1)

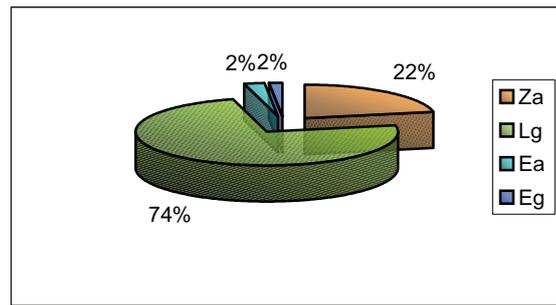


Figure 13 : Taux de recouvrement des espèces de la station (1)

7.1.2. La description du profil pédologique de la station (1)

7.1.2.1. Morphologie de station (1)

- Date de description: 23 janvier 2006
- Coordonnées géographiques :
 - 1) altitude: 118m
 - 2) longitude: 005°19'24,4"
 - 3) latitude: 32°11'43,2"
- Topographie: faible pente
- Géomorphologie: glacie
- Les conditions atmosphériques: journée nuageuse avec des pluies avant 3 jours de sortie

7.1.2.2. Etat de surface de station (1)

Surface de sable fin, avec 30% de graviers de forme arrondie, généralement de tailles diverses (0,5 à 2 cm).

7.1.2.3. Description des horizons de station (1)

Horizon1: (0→20cm) couleur à l'état sec (7,5YR.6/6) (reddish yeellow), texture sableuse (sable fin), structure particulière, avec une faible charge en éléments grossiers (5-10%), ce taux décroît avec la profondeur, pas d'activité biologique, pas de matière organique, faible effervescence à l'HCl, limites distinctes.

Horizon2: (20→32cm) couleur à l'état sec (7,5YR.6/8) (reddish yeellow), texture sableuse (sable fin), structure particulière, éléments grossiers <1% de des tailles diverses, pas d'activité biologique, faible effervescence à l'HCl, limites distinctes



Figure 14 : profil pédologique de la station (1)

Chapitre VII : Résultats d'inventaire floristique et de la caractérisation édaphique des stations

7.1. Station (1) HASSI ENNAGA

7.1.1. Inventaire floristique de la station (1)

Cette station est relativement riche sur le plan floristique comparé aux autres stations étudiées. La distribution des espèces selon la pente de haut en bas est la suivante:

Ephedra alata, *Euphorbia guyniana*, *Limonium guyonianum* et *Zygophyllum album*.

La dominance de *Limonium guyonianum* avec un taux de recouvrement relatif de 73,86% (Tableau II, figure 13) est suivie par *Zygophyllum album* avec un recouvrement de 21,99% où les conditions écologiques semblent favorables pour ces deux espèces.

Tableau (II) : Le recouvrement et la densité moyennes dans la station (1)

ESPECES	Densité (pieds/ 600m ²)	Recouvrement de l'espèce (m ² /600 m ²)	Taux de recouvrement relatif des espèces(%)	Taux de recouvrement réel des espèces (%)
<i>Zygophyllum album</i>	43	14,5	21,99	2,4
<i>Limonium guyonianum</i>	53	48,69	73,86	8,1
<i>Ephedra alata</i>	5	1,57	2,3	0,26
<i>Euphorbia guyniana</i>	10	1,16	1,75	0,19
TOTAL	111	65,92	100	10,95

En troisième position nous avons trouvé *Ephedra alata* et *Euphorbia guyniana*. Ils présentent des taux très faibles qui sont respectivement 2,3% et 1,75 % (Tableau II, figure 13). En générale la station est faiblement couverte par la végétation, avec un taux de recouvrement réel de 10,95% (Figure 12).

De ce fait, les travaux sur les relations sol-*Zygophyllum album* doivent être poursuivis et enrichis par d'autres profils dans les mêmes stations étudiées et compléter par d'autres stations dans la cuvette de Ouargla.

Conclusion générale

Notre étude à pour but d'étude la relation entre le *Zygophyllum album* et les facteurs édaphiques dans l'écosystème de la cuvette de Ouargla, dans ce contexte nous avons poser une question bien préciser quelle est l'influence des facteurs édaphiques sur la distribution spatiale de *Zygophyllum album* ?

Notre travail convient de noter le résultat qui tirer d'après étude de quelques principaux paramètres édaphiques (granulométrie, calcaire, humidité, salinité et gypse) :

La distribution spatiale de *Zygophyllum album* est indépendante de la variation des taux des fractions granulométriques dans les cinq profils étudiés. Ceci est dû probablement à l'homogénéité relative de la texture dans l'ensemble des sols étudiés.

Les teneurs en calcaire sont hétérogènes, mais elles restent faibles dans la quasi-totalité des sols, sauf dans la partie moyenne du profil de la station (5) où le calcaire peut atteindre 5%. Cependant cette hétérogénéité n'a pas influencé la répartition de *Zygophyllum album*.

Le paramètre humidité du sol n'a pas montré une influence très marquée sur la distribution de *Zygophyllum album*. Néanmoins, les stations à humidité du sol sont relativement élevée présentent un bon taux de recouvrement.

Selon L'étude statistique (AFC et ACP), les paramètres salinité et gypse semblent les plus déterminants dans distribution spatiale de *Zygophyllum album*. En revanche une très forte ou une très faible salinité peut influencé négativement sur le développement du végétal, de même pour le gypse. Cela étant dit, la présente étude est insuffisante pour détermine les limites (minimale et maximale) favorables par rapport à la salinité et au gypse. De plus la forme d'accumulation de gypse n'a pas été prise en considération.

Ce travail effectué sur cinq stations, il ressort que le *Zygophyllum album* est bien développé dans les sols sableux chargé en sel (CE= 5-6 dS/m à 25°C sur extrait 1/5) avec des taux importants de gypse (42-48%).

Enfin, il faut noter que se travail reste important il s'insère dans l'axe de recherche sur la biodiversité des milieux désertiques qui vise l'étude de l'influence des la composition physico-chimiques des sols saharien sur la végétation.

Mais se travail reste insuffisant pour la compréhension de l'intérêt du facteur sol dans la distribution spatiale de la végétation. En effet, les cinq stations étudiés semblent très peu pour sortir d'une conclusion très claires sur l'influence de tous les facteurs édaphiques, notamment ceux qui présent une faible variation spatiales.

45. **ROUVILOIS-BRIGOLE, M. 1975.** *Le pays de Ouargla (Sahara algérien). Variation et organisation d'un espace rural en milieu désertique.* Pub. Univ. Sorbonne, Paris, 361p.
46. **ROUABEH, L. 2002.** *caractérisation floristique .spatio-temporelle des parcours camlain dans la r région de Ouargla et de Ghardaia* Thèse Ing S.F.F.I. Ouargla 67P.
47. **STENGEL, P., GELIN, S., COOR. 1995.** *Sols interface fragile.* Ed, INRA, pp 41-50.
48. **STEWART, Ph. 1968.** *Qutient pluviométrique et dégradation biosphérique : quelques réflexion .* Bull.de la soc . Hi.Nat. d'Afri. Du Nord, Alger. pp 23-36.
49. **UNISCO, 1960.** *Les plantes médicinale des régions aride.* P32.
50. **VIELLEFON, 1979.** *Ccontrubition à l'amélioration de l'étude analytique des sols gypseux.* Cah.ORASTOM ,Sér :Pédo.,17Paris.pp195-201.
51. **WALKEY-BLACK, 2003.** *Méthodes d'analyse. Détermination de la matiare organique par dosage du carbone organique dans les sols agricoles :Méthode Walkey-Black modifié .* Ed. Québec.pp 5-10.
52. **WILAIM, M. 1997.** *La production végétale.* Ed Technique et Documentation , paris , 478 p.
53. **ZERROUKI, Z. 1997.** *Contribution à l'inventaire des plantes spontanées et leurs utilisation éventuelles en médecine traditionnelle par la population de OUARGLA .* Thèse. Ing. Uni. De OUARGLA. 100P.

27. **LACOSTE.A et SALANON.R, 2001**, *Eléments de biogéographie et d'écologie*. 2^{ème} édition NATAHAN université, 139 p.
28. **Le HOUEROU,H-N.1969**. *La végétation de Tunisie septentrional (avec référence an Maroc, à l'Algérie et à Libye)*. Thèse Doc ., Es Science naturel, fac. Des science de Université de Marseille, 617 p.
29. **LEMEE,G. 1978**. *Précis d'écologie végétale*. Masson et CIE, Paris, 133 p.
30. **LEVEQUE. C et MOUNOLOV. J .C.,2001**. *Biodiversité dynamique biologique et conservation*. Ed . Dunord , Paris , 248 p.
31. **MAGNY, J. et BAUR, J. 1977**. *Pour comprendre les analyses de terre.*, Revue PURPAN N° 78. Toulouse, 223 p.
32. **MAIRE, 1933**. *Etude sur la flore et la végétation du Sahara centrale*, 271 p.
33. **Office National de la Météorologie, 2005**. *Données climatique de la station météorologique de Ouargla*. 2p
34. **OZENDA, P. 1964**. *Biogéographie végétale* . Ed . Doin , Paris ,360 p
35. **OZENDA, P. 1977**. *Flore de Sahara septentrional* . Ed . C. N. R. S., 622 p.
36. **OZENDA, P. 1983**. *flore du Sahara*. C.N.R.S., Paris, 615p
37. **OZENDA, P. et QUEZEL, P. 1956**. *La zygothylacée dans l'Afrique de Nord*. Travaux de l'institut de recherche Sahariennes , tome XIV 1^{ier} 2^{ème} semestres . Université d'Alger, 147-158pp.
38. **POLUNIN, N. 1967**. *Eléments de géographie botanique*. Ed GAUTHIER-VILLARS, Paris, ..p.
39. **POUGET, M. 1980**. *Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-algéroises*. ORSTOM, Paris, 555p.
40. **POUGET, M. 1995**. *Gypso - sols Référentiel pédologique 6^{ème} version*. pp 161-165.
41. **PHILIPPEAU, G. 1986**. *Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales ?*. Ed . I.T.C.F 63 p.
42. **QUEZEL, P. 1965**. *La végétation du Sahara , du Tchad à la Mauritanie* . Gustave fisher verlag . stuttgart, 323 p.
43. **RAMADE, E. 1984**. *Eléments d'écologie fondamentale* MC Graw.hill. 397 p.
44. **RAMADE, E. 2003**. *Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale*. 3^{ème} Edition, DUNOD, Université Paris, 690p.

14. **CLAUED,F., CHRISTIANE.F ., PAUL.M., 1998.** *Ecologie approche scientifique et pratique 4^{eme} Ed . Paris, 333 .p*
15. **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.*
16. **DAJOZ, R. 1982.** *précis d'écologie Ed. DUNOD, Université Paris-Sud . p 690.*
17. **DENIS, B. 2000.** *Guide des analyse en pédologie Ed. INRA, Paris,*
18. **EMBERGER, L. 1995.** *projet d'une classification biogéographique des climats. L'année biologique , 3^e sér ., t. 31, pp 255-294.*
19. **GAUTHIE-PILIERS, H. 1972.** *Observation sur la végétation d'été du Zemmour Mauritanienne, Bull F.A.N.T. 37 Série A (3), pp 221- 222.*
20. **GOBAT .J – M. ,ARAGNO. M, MATTHEY. W ., 1995 .** *Les sols vivant, base de pédologie biologie des sols , presses polytechniques et universitaires ramandes p568*
21. **GODRON,M. 1983.** *Relevé méthodologique de la végétation et du milieu, code et transcription sur carte perforée. Ed : CNRS , Paris.....P.*
22. **GUONOT.M, 1969.** *Méthode d'étude quantitatives de la végétation. Ed Masson. Paris, 314 p.*
23. **HAMDI-AISSA,B. 2001.** *Le fonctionnement actuel et passé de sols du Nord Sahara (cuvette de Ouargla) Approches micro morphologique, géochimique, minéralogique et organisation spatiale. Thèse Doct., I.N.A-PG Paris. 310 p.*
24. **HAMDI-AISSA,B., GIRARD, M. C. 2000.** *Utilisation de la télédétection en régions sahariennes, pour l'analyse et l'extrapolation spatiale des pédopaysages. Sécheresse. 3, paris, pp 179-188.*
25. **HUETZ DE LEMPS.A,1970.** *La végétation de la terre. Ed Masson, Paris 133 p.*
26. **JONATHAN,R. et JJANINE,C. 1977.** *Tout sur les plantes . Ed Fernand Nataha , Paris, 48 p.*

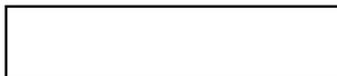
Références bibliographiques

1. **ABDE ELHAMID, H. 2003.** *Estimation du recouvrement des principales plantes spontanées broutées par le dromadaire dans la région de OUARGLA et de GHARDAIA.* Thèse Ingénieur Université de OUARGLA , 60 p.
2. **ADAM, J.G. 1962.** *Itinéraire botanique en Afrique occidentale. Flore et végétation d'hiver de Mauritanie occidentale . Les pâturage : inventaire de plantes signalées en Mauritanie.* J.Agric. Trop. Bot . Appl ., Vol . IX , n° 3 ,pp . 233-236.
3. **AFES-INRA, 1995.** *Référentiel pédologique.* INRA, Paris, 332p.
4. **AFNOR, 1999.** *Qualité des sols.* Ed. AFNOR, Vol. 1 et 2, Paris, 973p .
5. **AUBERT, G. 1978.** *Méthodes d'analyses des sols .* Ed. C. R. D. P., Marseille, 189 p.
6. **BABA AISSA, F. 1999.** *Encyclopédie des plantes utiles , flore d'Algérie et du Maghreb, Substances végétales d'Afrique d'Orient et d'Occident.* EDAS 368 P
7. **BAGOULS, F. et GAUSSEN, H. 1953.** *Saison seche et indice xérothermique.* Doc. Pour la carte des productions végétal, Vol. I, art. Toulouse. 47 p.
8. **BAIZE, D. et JABIOL, B. 1995.** *Guide pour la description des sols.* INRA, Paris, 375p.
9. **BG. Ingénieurs-Conseils, 2001.** *Vallée de Ouargla : étude d'assainissement des eaux résiduaire, pluviale et d'irrigation. Mesures complémentaire de lutte contre la remontée de la nappe phréatique. Rapport de mission IA (reconnaissance et diagnostic de l'assainissement), 156p.*
10. **BOULAIN, J. 1957.** *Etude des sols des plaines du Chelif.* Ed. S.E.S., T.S.A.P., Alger. 388p.
11. **CASTANY, G. 1983.** *principes et méthodes de l'hydrologie , Paris . pp 33-228 .*
12. **CHEHMA , A. 2005.** *Etude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional algérien cas des régions de OUARGLA et GHARDAIA.* Thèse Doctorat Université BADJI MOKHTAR –ANNABA. p
13. **CHEHMA, A. 2006.** *Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien.* Université de OUARGLA : Faculté des sciences et sciences de l'Ingénieur , LABORATOIRE de recherche : « protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides » , 140 p.

Sable très fin



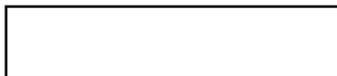
Sable fin



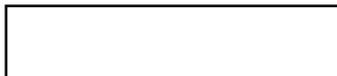
Sable moyen



Sable grossier



Encroûtement gypseux



Nodules et cristaux de gypse



Matière organique



Blocs et gravier



Encroûtement gypso-calcaire



Légende des schémas des profils des stations

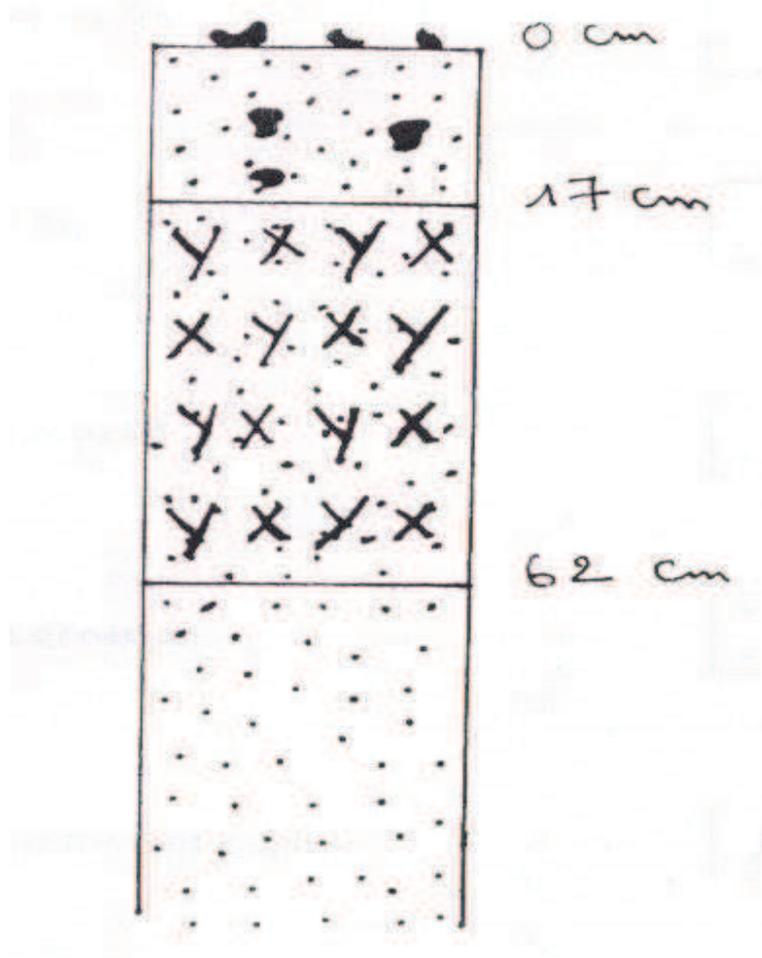


Schéma du profil de la station (5)

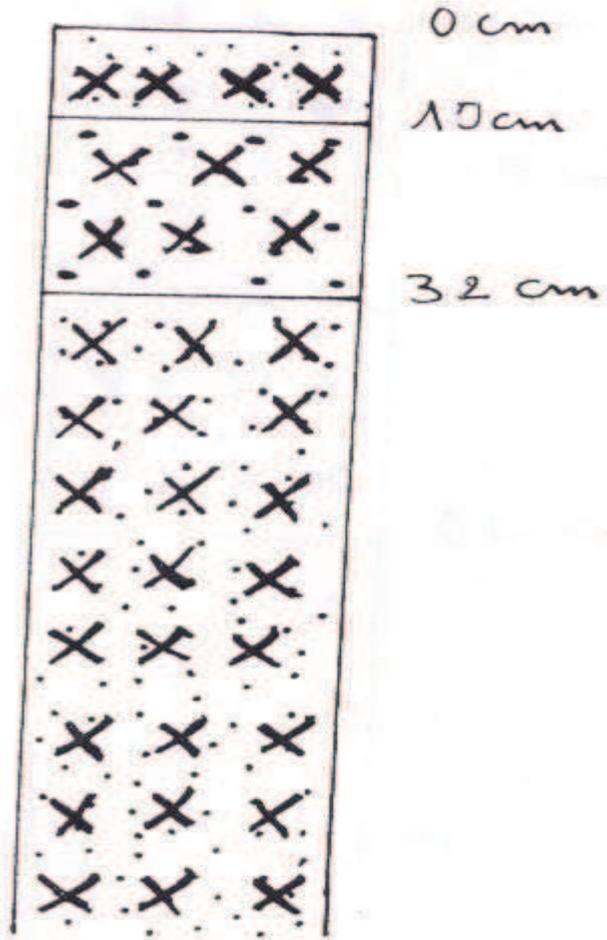


Schéma du profil de la station (4)

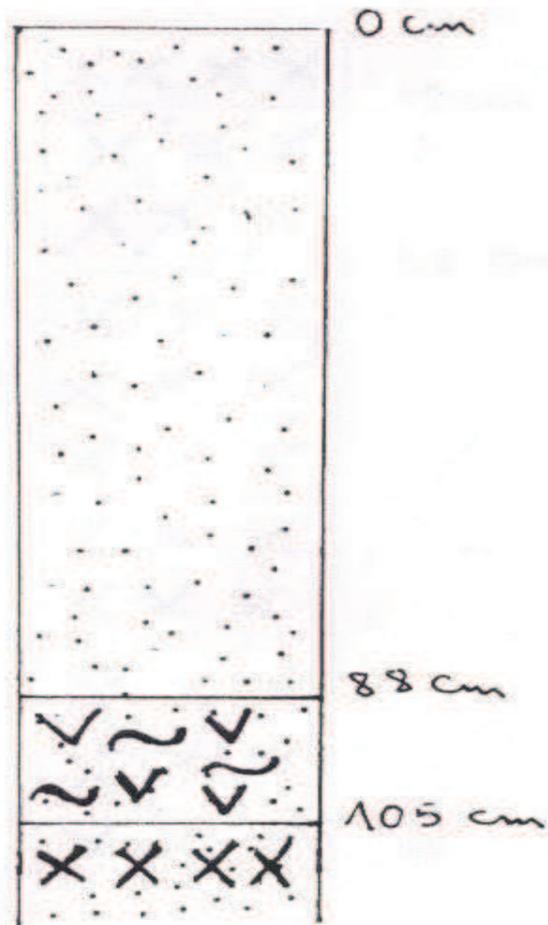


Schéma du profil de la station (3)

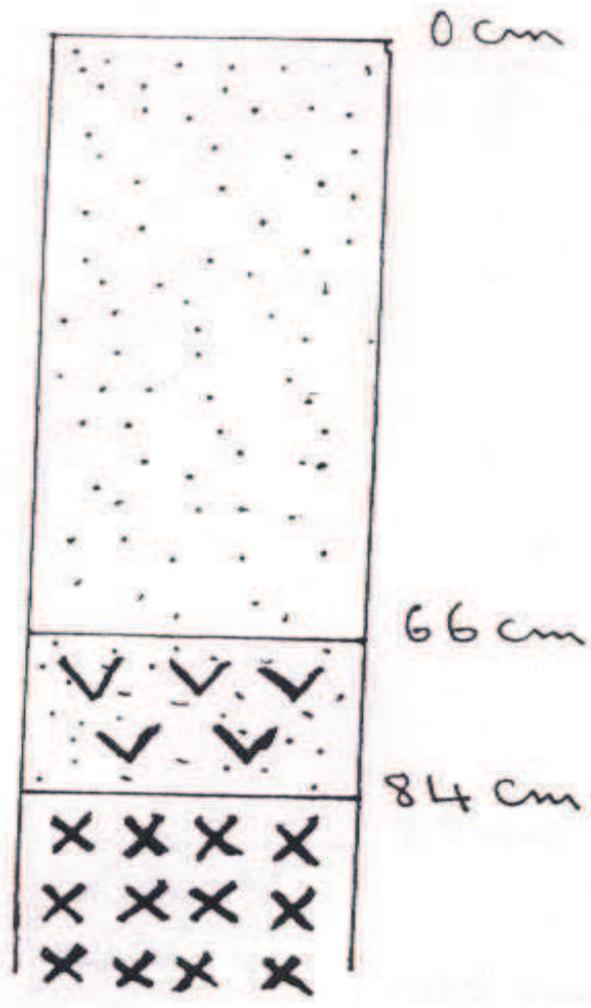


Schéma du profil de la station (2)

ANNEXE n°3

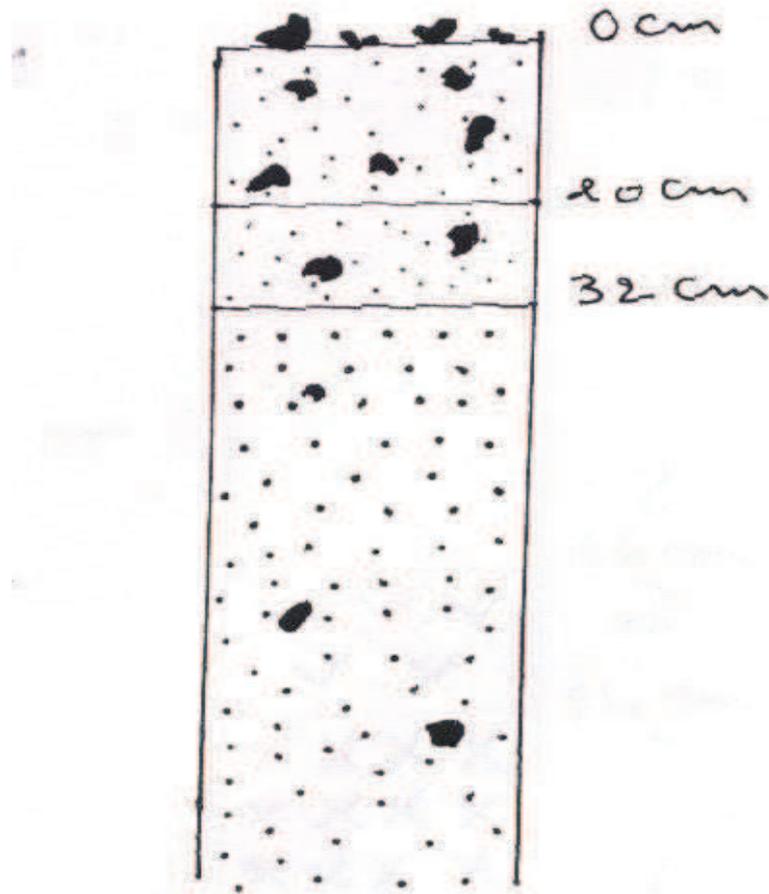


Schéma du profil de la station (1)

Tableau des moyennes des variables édaphiques

CAL	GYP	CE	Hr	A L	SF	SM	SG
1,61	31 ,48	0,59	0,81	7,67	43,93	43,82	4,6
0,46	42,6	5,49	14,61	27,9	25,23	23,92	11,6
1,41	32,85	4,18	14,08	15,12	67,5	13,34	4,03
0,79	56,36	8,91	9.2	22,91	26,19	25,47	25,41
1,85	47,67	6,44	14,08	12,68	30,99	50,12	4,55

Tableau des variables édaphiques

STATIONS	SG	SM	SF	A L	HR	CAL	GYP
S1H1	5.84	36.7	46.24	11.22	0.75	1.81	43.09
S1H2	3.64	41.09	49.55	5.81	0.95	1.91	24.56
S1H3	4.33	53.68	36	5.99	0.95	1.11	26.86
S2H1	1.06	28	46.93	24.01	6.85	1.31	38.37
S2H2	8.62	21.65	37.43	32.3	14.6	0	43.68
S2H3	25.14	22.12	25.35	27.39	22.4	0.08	45.75
S3H1	0.39	6.36	82.08	11.17	8.65	1.17	42.5
S3H2	1.64	13.81	66.35	18.2	16	2.04	24.64
S3H3	10.07	19.85	54.07	16.01	17.6	0.43	31.43
S4H1	20.37	19.55	36.93	23.15	4.45	0.17	46.78
S4H2	30.27	19.25	26.53	23.95	7.6	2.22	58.54
S4H3	25.59	37.63	15.13	21.65	15.96	0	63.76
S5H1	4.49	57.41	28.28	9.82	10.35	0.55	58
S5H2	7.02	50.78	29.09	13.11	19.3	5	43.24
S5H3	2.16	47.12	35.6	15.12	12.6	0	41.1

MO	pH	CE	NA	K	SO4	CL	HCO3
0.18	8.31	0.44	0.73	0.3	0	0.04	0.01
0.27	8.28	0.47	1.28	2.17	0	0.095	0.03
0.2	7.95	0.87	1.33	2.17	8.56	0.055	0.008
0.64	8.02	9.31	35.32	1.53	20.11	0.66	0.01
0.46	8.05	3.58	4.34	0.51	16.69	0.9	0.02
1.28	8.02	3.6	4.67	0.51	0	0.8	0.012
0.55	8.01	3.77	4.89	0.76	8.98	0.165	0.01
0.73	8.14	4.26	7.82	0.76	6.42	0.13	0.008
0.36	8.11	4.52	7.39	0.51	15.4	0.095	0.01
0.27	8.06	5.31	15.76	0.78	16.69	0.3	0.01
0.27	7.97	15.06	46.73	1.92	22.25	1.07	0.008
0.41	7.96	6.37	12.82	1.02	17.83	0.295	0.01
1.56	7.96	0.82	13.91	1.53	15.83	0.4	0.024
0.09	8.17	0.65	2.06	0.51	1.71	0.06	0.024
0	8.06	1.18	3.15	0.51	2.14	0.045	0.01

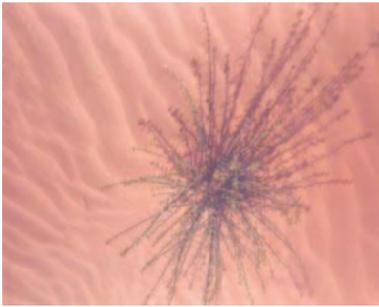
Tableau des taux de recouvrement

stations	ZYGO	LIMO	TRA	TAMA	EPHE	EUPH
stat1	0.27	0.49	0.00	0.00	0.60	0.31
stat1	1.19	0.73	0.00	0.00	0.04	0.15
stat1	7.34	3.23	0.00	0.00	0.30	0.52
stat1	5.70	15.13	0.00	0.00	0.63	0.18
stat1	0.00	23.23	0.00	0.00	0.00	0.00
stat1	0.00	5.88	0.00	0.00	0.00	0.00
stat2	13.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
stat2	14.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
stat2	3.30	3.14	0.00	0.00	0.00	0.00
stat2	10.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
stat2	19.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
stat2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
stat3	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
stat3	0.00	0.00	0.00	4.94	0.00	0.00
stat3	17.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
stat3	0.42	0.00	0.00	26.40	0.00	0.00
stat3	2.64	0.00	0.00	3.62	0.00	0.00
stat3	0.00	0.00	0.00	28.26	0.00	0.00
stat4	3.92	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00
stat4	4.16	5.22	0.67	0.00	0.00	0.00
stat4	0.59	3.44	0.00	0.00	0.00	0.00
stat4	0.25	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
stat4	0.00	1.09	2.19	0.00	0.00	0.00
stat4	2.15	8.24	0.04	0.00	0.00	0.00
stat5	17.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
stat5	11.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
stat5	17.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
stat5	16.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
stat5	37.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
stat5	21.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ANNEXE n°2

Tableau de densité

stations	ZYGO	LIMO	TRA	TAMA	EPHE	EUPH
Stat1	1	2	-	-	2	3
Stat1	2	2	-	-	1	1
stat1	12	9	-	-	1	5
stat1	28	15	-	-	-	1
stat1	-	11	-	-	-	-
stat1	-	14	-	-	-	-
stat2	6	-	-	-	-	-
stat2	7	-	-	-	-	-
stat2	5	1	-	-	-	-
stat2	8	-	-	-	-	-
stat2	7	-	-	-	-	-
stat2	-	-	-	-	-	-
stat3	3	-	-	-	-	-
stat3	-	-	-	3	-	-
stat3	9	-	-	-	-	-
stat3	1	-	-	1	-	-
stat3	3	-	-	1	-	-
stat3	-	-	-	1	-	-
stat4	15	1	1	-	-	-
stat4	11	2	5	-	-	-
stat4	4	-	-	-	-	-
stat4	2	1	3	-	-	-
stat4	-	3	5	-	-	-
stat4	13	-	2	-	-	-
stat5	18	-	-	-	-	-
stat5	40	-	-	-	-	-
stat5	15	-	-	-	-	-
stat5	11	-	-	-	-	-
stat5	29	-	-	-	-	-
stat5	28	-	-	-	-	-



-Nom scientifique *Euphorbia guyoniana*

-Non vernaculaire Arabe : Lobina - Sabia

-Famille Euphorbiaceae

1) Description

Plante annuelle dressée de 1m .environ, avec un peu de feuilles tendres, en forme de spatules, d'environ 2cm de long, capsule globuleuse, à 03 loges ailés . Elle contient un tus latex(feuilles cholagogues) (CHEHMA ,2006).

2) Habitat

Elle ne couvrent pas une grande surface au niveau du dunes et les roches ensabler, ces nombreuses racines pénètrent très profondément dans le sol (CHEHMA ,2006).

3) La répartition

Espèce cosmopolite, très commune dans toute l'Algérie septentrionale et dans les Oasis (CHEHMA ,2006, OZENDA,1983 et MAIRE, 1933).

4) L'utilisation

-pharmacopée

Usage externe, signalée dans le traitement de certaines affections cutanées, sous forme de bains de bais de décoction de feuilles (BABA AISSA, 1999).

-NB

Le latex renferme des glucosides toxiques (BABA AISSA, 1999).



-Nom scientifique	Ephedra alata
-Non vernaculaire	Arabe : Aalanda
- Famille	Ephedraceae

1) Description

Arbuste ou arbrisseau dressé à rameaux vert jaunâtre constitué par des article longs et rigides, plus ou moins tortueux ,feuilles opposées, réduites à des gaines très courtes, au niveau des articulation ,inflorescences .Sans calices ni corolles, formées d'écailles agglomérées en une sorte de chation -les femelles par 2-5enveloppées de bractées imbriquée, fruit petits rouges secs à maturité à bractées membraneuses libres ailées contenant une graine (CHEHMA ,2006, OZENDA,1983 et MAIRE, 1933).

2) Habitat

Commune dans le sable (CHEHMA ,2006, OZENDA,1983 et MAIRE, 1933).

3) La répartition

Espèce saharienne commune dans le Sahara septentrionale (CHEHMA ,2006).

4) L'utilisation

-pharmacopée

Antiallergique, antispasmodique, broncho-dilatatrice, diaphorétique, expectorante hypertensive (BABA AISSA, 1999).

-NB

L'éphédrine ressemble chimiquement à l'adrénaline et produit quasiment les mêmes affects sur le système nerveux sympathique .elle est inscrite au tableau des substances ayant des contre-indication de la pharmacopée seul .le praticien est habilité à en prescrire les dosages (BABA AISSA, 1999).



-Nom scientifique *Traganum nudatum*

-Non vernaculaire Arabe : Hamedh – Dahmrane

- Famille Renonculaceae

1) Description

Arbrisseau à tige dressé grisâtre et à rameaux entremêlent pourvus de nombreux petits trigones à épine jaunâtre courbée vers le bas et munis à leur base d'une touffe cotonneuse recouvrant les fleurs et les bourgeons à rameaux secondaires, feuilles très petites charnus, ovales acuminées au sommet, sessiles, alternes, fleurs petite solitaires à 5 sépales et 5 étamines entre 2 bractées, fruits inclus. (BABA AISSA, 1999)

2) Habitat

Commune sur les Regs et les plateaux pierreux. (CHEHMA, 2006, OZENDA, 1983 et MAIRE, 1933).

3) La répartition

Espèce sahariennes et Asiatique commune dans les pâturage désertique du Sahara Algérienne Septentrional, Egypte, Libye (CHEHMA, 2006, OZENDA, 1983 et MAIRE, 1933).

4) L'utilisation

-pharmacopée

La sèchent, la frottent entre les mains et rejettent les partie ligneuses, il reste alors une sorte duvet qui est utilisé comme amadou (BABA AISSA, 1999)

- intérêt pastoral

Très appréciée des chameaux beaucoup moins des autre herbivores (BABA AISSA, 1999)

-NB

On extrayait autre fois du carbonate de sodium qui servait à fabrication du savon. (BABA AISSA, 1999)



-Nom scientifique *Tamarix gallica*

-Non vernaculaire français : tamaris de France - tamarin
Arabe : Tarfa - Tarfaya - Amemmai.

- Famille Tamaricaceae.

1) Description

Arbuste de 2 à 6 m à rameaux grêles, rougeâtre, feuilles en très petites écailles aiguës embrassantes, se développant en même temps que les fleurs inflorescences roses, en nombreux épis denses périanthe à sépales pourpre et à corolle minuscule globuleuse dans le bouton, 5 étamines insérées dans les lobes du disque capsules coniques, aiguës, ces branches portent quelques fois des galles (CHEHMA ,2006, OZENDA,1983 et MAIRE, 1933).

2) Habitat

Fréquents dans les terrains salés (CHEHMA ,2006, OZENDA,1983 et MAIRE, 1933).

3) La répartition

Espèce de Méditerranée occidentale (Afrique du nord, France méridionales, corse...). Très polymorphe commune dans toute l'Algérie septentrionale (CHEHMA ,2006, OZENDA,1983 et MAIRE, 1933).

4) L'utilisation

-pharmacopée

Tout les tamaris possèdent les propriétés, anticatarrhale, apéritive astringente, diurétique, hémostatique, sudorifiques...

Les galles de tamaris renfermes plus de 50% de tanins où les Marocaines surtout emplois pour le tannage des peaux (BABA AISSA, 1999).



-Nom scientifique *Limoniastrum guyouynianum*

-Non vernaculaire Arabe : Zaita

- Famille plombaginaceae

1) Description

Arbuste buissonnant atteignant 1mètre de hauteur, grisâtre, tiges très rameuses, feuilles entières allongées étroites et épaisses, portant des concrétions entièrement la plante, elle degoge à la surface des feuilles une légère substance huileuse ,d'où sont nom arabe(Zaita). Elle porte des galles très nombreuses qui on deus origines; les gales des jeunes tiges de l'année volumineuse et cortenant la nymphe d'une tineide (eocus guyonella)et les galles plus petites sur les grosses branches, suite à la piqûre d'un insecte(scléreux pulveroselle) (CHEHMA ,2006, OZENDA,1983 et MAIRE, 1933).

2) Habitat

Se rencontrent en colonies, couvrant de très grand surfaces, au niveaux des regs et des terrains un peu salés (CHEHMA ,2006, OZENDA,1983 et MAIRE, 1933).

3) La répartition

Commun dans tout le Sahara septentrional algérien et tunisien plus rare au Sahara occidental et central (CHEHMA ,2006, OZENDA,1983 et MAIRE, 1933).

4) L'utilisation

-pharmacopée

La tisane des feuilles, branches et galles est antidyseenterique alors que la décoction de racines s'emploie comme dépuratif (CHEHMA ,2006, OZENDA,1983 et MAIRE, 1933)

- intérêt pastoral

C'est un excellent pâturage pour les dromadaires (CHEHMA ,2006, OZENDA,1983 et MAIRE, 1933).

ANNEXE n°1

Identification des espèces

Les espèces végétales qui existent dans notre site expérimental sont identifiées dans des fiches d'identification, chaque une contient une photo de l'espèce classification, des informations bibliographiques sur la floraison, le biotope, la répartition, la description et l'usage s'il existe.

ANNEXE n°4

Corrélations (Feuille de données1) Corrélations significatives marquées à p < .05000 N=5 (Observations à VM ignorées)										
Variable	Recouvrement	Densité	Gyp	CE	Hr	Cal	SG	SM	SF	Elément < 0.05
Recouvrement	1.00									
Densité	0.86	1.00								
Gyp	0.25	0.40	1.00							
CE	0.24	0.26	0.93	1.00						
Hr	0.22	-0.19	0.19	0.51	1.00					
Cal	0.32	0.55	-0.37	-0.42	-0.50	1.00				
SG	-0.36	-0.20	0.80	0.73	0.11	-0.68	1.00			
SM	0.55	0.80	0.08	-0.21	-0.69	0.61	-0.30	1.00		
SF	-0.37	-0.41	-0.75	-0.52	0.06	0.44	-0.58	-0.39	1.00	
Elément < 0.05	-0.02	-0.31	0.54	0.65	0.71	-0.93	0.66	-0.57	-0.51	1.00

RESUME

Notre étude est une contribution à l'étude de l'influence des conditions édaphiques sur la répartition spatiale de *Zygophyllum album* dans la cuvette de Ouargla

Pour cela nous avons choisi cinq stations écologiques dans l'objectif de représenter les différents biotopes de *Zygophyllum album* dans la cuvette de Ouargla. En effet nous avons effectué une caractérisation édaphique et floristique des cinq stations.

L'étude floristique par échantillonnage subjectif sur le terrain a permis de dénombrer les plantes associées au *Zygophyllum album*. Cinq espèces ont été reconnues, elles appartiennent aux différentes familles.

L'étude morphologique et analytique des profils pédologiques dans les stations a montré que les sols sont salés à extrêmement salés. L'humidité est forte dans les stations (2), (3), et (5) tandis que dans la station (1) et (4) elle est moyenne à faible. La teneur en gypse est élevée dans tous les sols, elle dépasse 30%. La texture du sol est sableuse dans toutes les stations. La teneur en calcaire est faible à moyenne

En conclusion, l'analyse statistique (ACP et AFC) a montré que les conditions édaphiques qui influent le plus sur le développement et la répartition spatiale de *Zygophyllum album* sont la salinité et le taux de gypse.

Mots clés : biodiversité, *Zygophyllum album*, conditions édaphiques, gypse, salinité, répartition spatiale, cuvette de Ouargla.

SUMMARY

This work is a contribution to study of the edaphic conditions influence on the spatial distribution of *Zygophyllum album* in the Ouargla basin.

In the aims to represent the different *Zygophyllum album* biotops in Ouargla basin. Five selected ecological sites were studied. Edaphic and floristic characterizations were carried out in these sites.

The floristic sampling by subjective method made possible to recognise the plants associated with *Zygophyllum album*. Five species were recognized, they belong to the various families.

The field and analytical study of the pedological profiles in the studied sites showed that the soils are qualified as saline to hyper-saline. Soils moister is strong in the sites (2), (3), and (5) but in the sites (1) and (4) soils are meanly to weakly moist. Studied profiles are enriched with gypsum, it exceeds 30%. The soils texture is sandy in all the studied sites. The soils are meanly to weakly carbonated.

In conclusion, the statistical analysis (i.e. PCA and CFA) showed that the some edaphic conditions as salinity and gypsum have a large influence on the spatial distribution of *Zygophyllum album*.

Key words: biodiversity, *Zygophyllum album*, edaphic conditions, gypsum, salinity, spatial distribution, Ouargla basin.

ملخص

تعتبر دراستنا مساهمة في دراسة تأثير عوامل التربة على التوزيع الفضائي لـ *Zygophyllum album* في حوض ورقلة. من أجل ذلك حددنا خمس محطات عمل مختلفة ممثلة لمختلف الأوساط الحيوية لـ *Zygophyllum album* في حوض ورقلة. حيث قمنا بدراسة مميزات التربة والنبات لهذه المحطات.

الدراسة الموضوعية للغطاء النباتي سمحت لنا بتعداد النباتات المتعايشة مع *Zygophyllum album* والنتائج المحصل عليها سمحت بوجود (5) أصناف ضمن عائلات مختلفة.

الدراسة الشكلية والتحليلية لتربة المحطات بينت أنها تربة مالحة إلى شديدة الملوحة كما أن نسبة الرطوبة كانت مهمة في المحطات 3, 2 و 5 وضعيفة إلى متوسطة في المحطتين 1 و 4. أما نسبة الجبس فهي عالية في جميع المحطات حيث تفوق 30 بالمائة, كما أن طبيعة التربة رملية إجمالاً, نسبة الكلس فيها ضعيفة إلى متوسطة.

وخلاصة التحليل الإحصائي (ACP-AFC) تبين ان عوامل التربة الأكثر تأثيراً على التطور والتوزيع الفضائي لـ *Zygophyllum album* هما: الملوحة ونسبة الجبس.

الكلمات الدالة: التنوع الحيوي, *Zygophyllum album*, عوامل التربة, الجبس, الملوحة, التوزيع الفضائي, حوض ورقلة.