



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :  
N° de série :

Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre  
Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

## Master Académique

**Domaine :** Sciences de la nature et de la vie

**Filière :** Ecologie et environnement

**Spécialité :** Sciences de l'environnement

**Par :** CHEHMA Souad

## Thème

*Etude comparative sur l'influence des conditions  
édaphique sur la distribution spatiale de *Zygophyllum  
album* (zygophyllacées) dans la wilaya de OUARGLA*

Soutenu publiquement le : 04/06/2016

Devant le jury :

<b>M. BEN BRAHIM Fauzi</b>	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Président</b>
<b>M. SAGGAI Sofiane.</b>	Maître Assistant B	Univ. Ouregla	<b>Encadreur</b>
<b>M. SAADINE Salah eldine</b>	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>
<b>M. BEN SAMEOUNE Youcef</b>	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>

Année universitaire 2015/2016



**SOMMAIRE**

<b>Introduction</b>	<b>01</b>
---------------------	-----------

**Chapitre I : Caractéristiques de la région d'étude**

<b>1. Présentation de la wilaya de Ouargla</b>	<b>03</b>
<b>2. Géologie de la wilaya de Ouargla</b>	<b>05</b>
<b>3. Géomorphologie de la wilaya de Ouargla</b>	<b>05</b>
<b>4. Pédologie de la wilaya de Ouargla</b>	<b>06</b>
<b>5. Hydrographie et hydrogéologie de la wilaya de Ouargla</b>	<b>07</b>
5.1) Hydrographie de la wilaya de Ouargla	07
5.2. Hydrogéologie de la wilaya de Ouargla	08
<b>6. Climat de la wilaya de Ouargla</b>	<b>08</b>
6.1) Les paramètres climatiques	09
6.2) La synthèse climatique	10
<b>7. Végétation spontanée dans la wilaya de Ouargla</b>	<b>13</b>

**Chapitre II : Etude expérimentale**

<b>1) Les choix des stations</b>	<b>14</b>
<b>2) Présentation des stations d'études</b>	<b>14</b>
2. 1) Station (1) HASSI ENNAGA	14
2.2) Station (2) Sebkhet SAFIOUNE I	14
2.3) Station (3) Sebkhet SAFIOUNE II	15
2.4) Station (4) SIDI KHOULED	15
<b>Les outils de travail</b>	<b>17</b>
<b>Les méthodes sur terrain</b>	<b>18</b>
4.1) Echantillonnage floristique	18
4.1.1) Les espèces associées au <i>Zygophyllum album</i>	19
4.1.2) Les indices écologiques	19

<b>4.2) La caractérisation du sol</b>	<b>21</b>
4.2.1) La description des profils	21
4.2.2) Le prélèvement des échantillons	22
<b>5) Les analyses des sols au laboratoire</b>	<b>22</b>
<b>5.1) Les analyses physiques et chimiques</b>	<b>22</b>
5.1.1) L'analyse granulométrique des sable	22
5.1.2) Le dosage du calcaire total	22
5.1.3) L'estimation de l'humidité	23
5.1.4) L'estimation de la teneur de gypse	23
5.1.5) Estimation de la teneur de matière organique	23
<b>5.2) La caractérisation de la solution du sol</b>	<b>24</b>
5.2.1) Le Potentiel hydrogène (pH)	24
5.2.2) La conductivité électrique (CE)	24
5.2.3) Les dosages des anions	24
5.2.4) Le dosage des cations solubles	24

### *Chapitre III : Résultats et discussion*

<b>1) Station (1) HASSI ENNAGA</b>	<b>25</b>
1.1) Inventaire floristique de la station (1)	25
1.2) La description du profil pédologique de la station (1)	26
1.2.1) Morphologie de station (1) entre les deux horizons (2006;2016)	26
1.2.3) Description des horizons de la station (1)	27
1.3) Etudes analytiques du sol de la station (1) (2006, 2016)	28
<b>2) Station (2) Sebkhath SAFIOUNE I</b>	<b>30</b>
2.1) Inventaire floristique de station (2)	30
2.2) La description du profil pédologique de la station (2)	31
2.2.1) Morphologie de station (2) entre les deux horizons (2006;2016)	31
2.2.3) Description des horizons de la station (2)	32
2.3) Etudes analytiques du sol de la station (2) (2006, 2016)	33
<b>3) Station (3) Sebkhath SAFIOUNE II</b>	<b>35</b>
3.1) Inventaire floristique de station (3)	35
3.2) La description du profil pédologique de la station (3)	36

---

---

3.2.1) Morphologie de station (3) entre les deux horizons (2006;2016)	36
3.2.3) Description des horizons de la station (3)	37
3.3) Etudes analytiques du sol de la station (3) (2006, 2016)	38
4) Station (4) SIDI KHOULED	40
4.1) Inventaire floristique de la station (4)	40
4.2) La description du profil pédologique de la station (3)	41
4.2.1) Morphologie de station (3) entre les deux horizons (2006;2016)	41
4.2.3) Description des horizons de la station (3)	42
4.3) Etudes analytiques du sol de la station (3) (2006, 2016)	42
5) Répartition de <i>Zygophyllum album</i>	45
5.1) Recouvrement de <i>Zygophyllum album</i>	45
5.2) L'influence de la granulométrie	45
5.3) L'influence d'humidité	46
5.4) L'influence de conductivité électrique	46
5.5) L'influence de gypse	46
5.6) L'influence de calcaire	46
5.7) La relation entre le gypse et le calcaire	47
Discussion Générale	48
Conclusion	50
Référence bibliographique	
Annexes	

---

---

## *Liste des figures*

<b>N° de figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Fig. 1</b>	Carte de découpage administratif de la Wilaya d'Ouargla (P.D.A.T ,2001)	04
<b>Fig. 2</b>	Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de Ouargla (2006-2015)	11
<b>Fig. 3</b>	L'étage bioclimatique de Ouargla selon le climagramme d'EMBERGER	12
<b>Fig. 4</b>	Carte de répartition des stations d'étude dans la wilaya du Ouargla	16
<b>Fig. 5</b>	Taux de recouvrement des espèces de la station (1) entre les deux horizons (2006;2016)	25
<b>Fig. 6</b>	Taux de sol nus dans la station (1) entre les deux horizons (2006;2016)	26
<b>Fig. 7</b>	Taux d'humidité du station 1	28
<b>Fig. 8</b>	Taux de gypse du station 1	28
<b>Fig. 9</b>	Taux du calcaire du station 1	29
<b>Fig. 10</b>	Taux du CE de station 1	29
<b>Fig. 11</b>	Taux de recouvrement des espèces de la station (2) entre les deux horizons (2006;2016)	30
<b>Fig. 12</b>	Taux de sol nus dans la station (2) entre les deux horizons (2006;2016)	31
<b>Fig. 13</b>	Taux d'humidité du station 2	33
<b>Fig. 14</b>	Taux de gypse du station 2	33
<b>Fig. 15</b>	Taux du calcaire du station 2	34
<b>Fig. 16</b>	Taux du CE de station 2	34
<b>Fig. 17</b>	Taux de recouvrement des espèces de la station (3) entre les deux horizons (2006;2016)	35
<b>Fig. 18</b>	Taux de sol nus dans la station (3) entre les deux horizons (2006;2016)	36
<b>Fig. 19</b>	Taux d'humidité du station 3	38
<b>Fig. 20</b>	Taux de gypse du station 3	38
<b>Fig. 21</b>	Taux du calcaire du station 3	39
<b>Fig. 22</b>	Taux du CE de station 3	39
<b>Fig. 23</b>	Taux de recouvrement des espèces de la station (4) entre les deux horizons (2006;2016)	40

<b>Fig. 24</b>	Taux de sol nus dans la station (4) entre les deux horizons (2006;2016)	40
<b>Fig. 25</b>	Taux d'humidité du station 4	43
<b>Fig. 26</b>	Taux de gypse du station 4	43
<b>Fig. 27</b>	Taux du calcaire du station 4	44
<b>Fig. 28</b>	Taux du CE de station 4	44

### *Liste des photos*

<b>N° de photo</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Photo 1</b>	Relevés phytocologiques par aire minimale de l'ordre de 100 m <sup>2</sup> (x 6)	19
<b>Photo 2</b>	Profil pédologique typique	21
<b>Photo 3</b>	Etat de surface de la station (1) en 2006	27
<b>Photo 4</b>	Etat de surface de la station (1) en 2016	27
<b>Photo 5</b>	profil pédologique de la station (1) en 2016	27
<b>Photo 6</b>	Etat de surface de la station (2) en 2006	32
<b>Photo 7</b>	Etat de surface de la station (2) en 2016	32
<b>Photo 8</b>	profil pédologique de la station (2) en 2016	32
<b>Photo 9</b>	Etat de surface de la station (3) en 2006	37
<b>Photo 10</b>	Etat de surface de la station (3) en 2016	37
<b>Photo 11</b>	profil pédologique de la station (3) en 2016	37
<b>Photo 12</b>	Etat de surface de la station (4) en 2006	41
<b>Photo 13</b>	Etat de surface de la station (4) en 2016	41
<b>Photo 14</b>	profil pédologique de la station (4) en 2016	42

### *Liste des tableaux*

<b>N° du tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tabl. I</b>	Données climatiques de Ouargla, période 2005-2015 (ONM, 2016)	09

## *Liste des abréviations*

<b>Abréviations</b>	<b>Signification</b>
<b>A.N.R.H.</b>	Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
<b>C.E.</b>	Conductivité électrique.
<b>CT</b>	complex terminal
<b>DPAT</b>	Direction de planification et d'aménagement des territoires
<b>E</b>	EST
<b>E.a</b>	<i>Ephedra alata</i>
<b>E.g</b>	<i>Euphorbia guyniana</i>
<b>GPS</b>	Global Position System
<b>HCl</b>	l'acide chlorhydrique
<b>L.g</b>	<i>Limonastrium guyonianum</i>
<b>L+A</b>	Limon et argile
<b>M.O.</b>	Matière organique
<b>N</b>	Nord
<b>O.N.M.</b>	Office National de Météorologie
<b>P</b>	Precipitation
<b>pH</b>	Potentiel hydrogène
<b>Rc</b>	Recouvrement
<b>SF</b>	Sable fin
<b>SG</b>	Sable grossier
<b>SM</b>	Sable moyen
<b>T</b>	Temperature
<b>Z.a</b>	<i>Zygophyllum album.</i>



# *Introduction*

## Introduction

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 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).

La comparaison entre deux périodes d'études est l'axe principal de notre travail qui est basé sur l'étude des facteurs édaphiques influents à la répartition spatiale de *Zygophyllum album* dans la wilaya de OUARGLA.

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 wilaya 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 *Zygodium album* avec son environnement édaphique, autrement dit, les conditions édaphiques au sein desquelles il se développe.

Notre étude comporte trois parties essentielles :

- la première partie est réservée à la synthèse bibliographique qui permet de rapprocher un peu d'avoir une idée sur les caractéristiques de la région d'étude.
- la deuxième partie est réservée aux études expérimentales utilisées pour la réalisation de ce travail.
- la troisième partie est relative aux résultats et aux discussions.

*Chapitre I:*  
*Caractérisatique de la*  
*région d'étude*

## **Chapitre I: Caractéristique de la région d'étude**

### **1. Présentation de la wilaya de Ouargla**

La wilaya d'Ouargla est située au sud-est du pays couvrant une superficie de 163.230 km<sup>2</sup>. Elle demeure une des collectivités les plus étendues du pays.

Elle est limitée par :

- au nord ; les wilayas de Djelfa et El-Oued ;
- au sud ; les wilayas de Tamanrasset et Illizi ;
- à l'est ; la Tunisie ;
- à l'ouest ; Ghardaïa.

Elle compte actuellement 21 communes regroupées en 10 daïra (DPAT, 2009). Selon (ROUVILOIS-BRIGOLE, 1975), la ville d'Ouargla est située au fond d'une cuvette synclinale caractérisée par un remplissage sédimentaire très large de la vallée d'Oued M'ya, à environ 800 km d'Alger. Son altitude est de : 164m ; Ses coordonnées géographiques sont :

- latitude : 31°57' Nord ;
- longitude 5°19' Est.

La ville de Ouargla est située sur le lit de la vallée de l'Oued M'ya actuellement occupé par le ruban discontinu des Sebkhha. 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 Sebkhha de Ouargla Les pentes de 1,8% sont situées au nord de la Sebkhha de Ouargla jusqu'à la palmeraie de N'goussa .

Après le seuil de N'goussa, la topographie devient pratiquement plane jusqu'aux rives de Sebkhha Safioune où la pente est réduite à 0,6%.

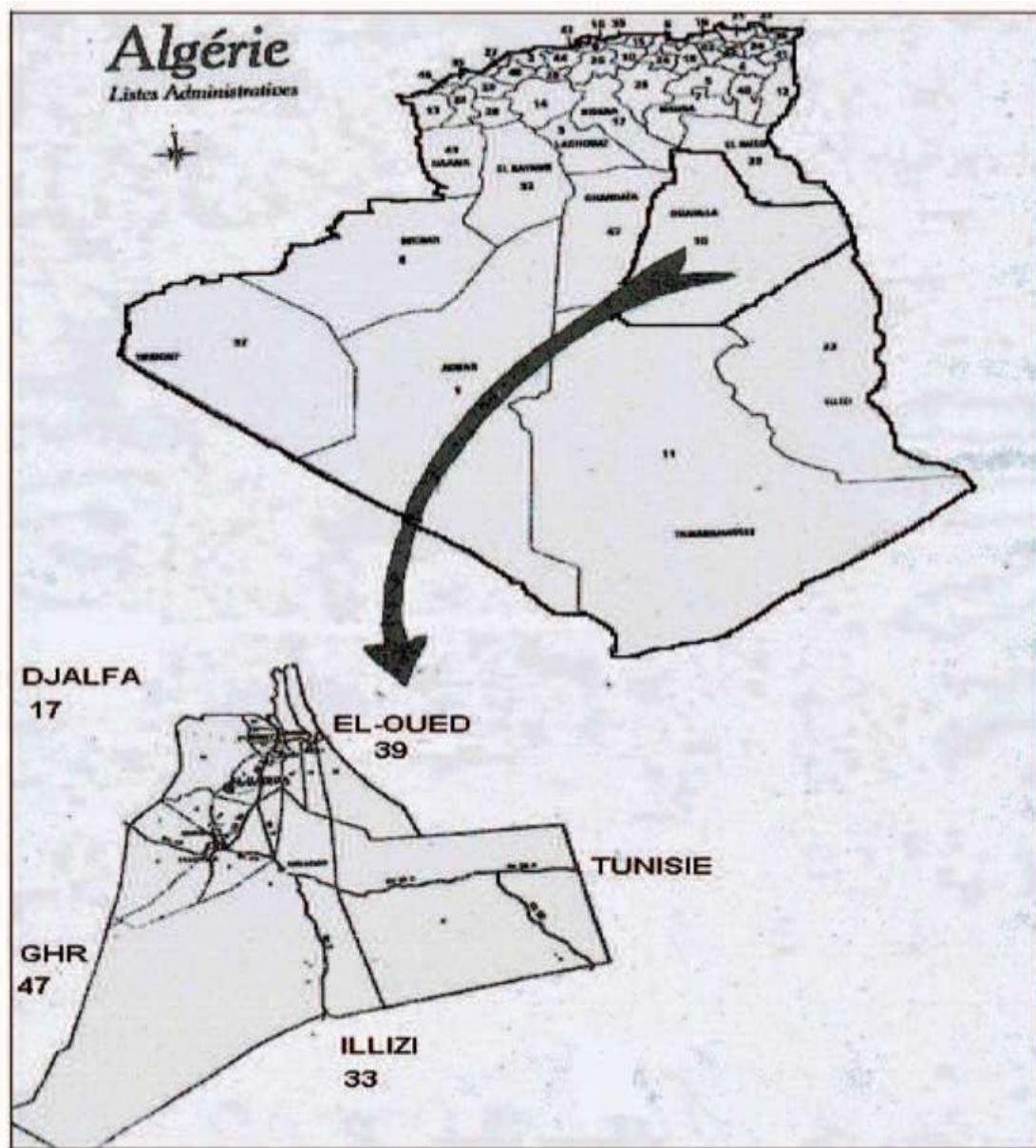


Figure 1 : Carte de découpage administratif de la Wilaya d'Ouargla  
(P.D.A.T ,2001)

## **2. Géologie de la wilaya 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

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).

## **3. Géomorphologie de la wilaya de Ouargla**

La wilaya de Ouargla correspond à la basse vallée fossile quaternaire de l'Oued Mya descendant en pente douce du plateau de Tademaït et qui se termine à 20km au nord de Ouargla avec une longueur de près de 30km (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975). Les principales unités géomorphologiques sont distinguées de part et d'autre de l'Oued Mya.

**a. Hamada du Mio-pliocène :** Une formation continentale désertique située à l'ouest de Ouargla et s'abaisse légèrement d'ouest en est (LE LIEVRE, 1969).

**b. Les glacis:** Les glacis sont situés sur le versant occidental de la cuvette. Ils s'étagent du plus anciens au plus récent d'ouest en est sur quatre niveaux de 200 à 140m. Les glacis de 180m et de 160m sont très visibles et caractérisés par l'affleurement des substratums gréseux du Mio-pliocène. En revanche l'est de cuvette d'Ouargla est un vaste glacis alluvial à sable grossier de 150m de l'altitude (D.P.A.T., 2004).

**c. Sebkhia et Chott:** Les Sebkhia et Chotts constituent le niveau le plus bas de la cuvette d'Ouargla. Le chott est constitué de sable siliceux et/ou gypseux et de sol gypseux à croûte gypseuse de surface au nord de la ville d'Ouargla. Diverses sebkhias alternent avec des massifs dunaires.

jusqu'à sebkha SEFIOUNE. La pente générale de la vallée est légèrement inférieure à 1% (52m de dénivellée pour 55km) mais elle n'est pas constante (D.P.A.T., 2004).

**d. Dunes:** Ce sont des formations éoliennes récentes se présentant en petit cordon qui atteint 150m d'altitude. Elles occupent l'est et le nord-est de Ouargla et bordant la sebkha le long de la vallée de l'Oued M'ya (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975).

#### **4. Pédologie de la wilaya 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. INGENIEURS-CONSEILS, 2001) :

**a. 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 pétro-gypsiq (à 57% de gypse) c'est un lithosol pétrocalcaire de Hamada à encroûtement gypseux en profondeur.

**b. 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.

**c. 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 pétrogypsiq de surface.

**d. Sur les Sebkha** ,Les sols salés de la Sebkha 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 Sebkha 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 Sebkha se caractérisent soit par une croûte saline de surface similaire à celle du centre de la Sebkha, 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-gypsiq de profondeur : On a ainsi toute une gamme de Salisols chloro-sulfatés, avec ou sans horizon gypseux et/ou calcaire.

**e. 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 grés rouges du Mio-Pliocène.

## **5. Hydrographie et l'hydrogéologie de la wilaya de Ouargla**

### **5.1. Hydrographie de la wilaya 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)

**a. Oued M'ya:** il est le plus important de la région et cela par sa superficie qui est de l'ordre de 19000km<sup>2</sup>, il prend naissance à partir du Hoggar et traverse tout le long de la cuvette en passant par la vallée de oued Rhigh pour aboutir à la zone du chott Melghir (MOUTARI, 2001 in MEDJOUJJA et REZZAG BAARA, 2003).

**b. Oued N'sa:** se caractérise par un superficie de 7.800km<sup>2</sup>, ses limites orientales sont imprécises suite à la nature géologique de la région, il débute dans la région de Tilrempt pour abouter à Sebkha SEFIOUNE (MOUTARI, 2001 in MEDJOUJJA et REZZAG BAARA, 2003).

**c.Oued M'Zab:** s'étale sur une superficie de 5000km<sup>2</sup>, son écoulement se fait selon une direction d'Oued en Est pour finalement about à Sebkha de SEFIOUNE (MOUTARI, 2001 in MEDJOUJJA et REZZAG BAARA, 2003)

## **5.2. Hydrogéologie de la cuvette de Ouargla**

D'après D.P.A.T (2009) et ROUVILLOIS-BRIGOL (1975), il existe quatre aquifères dans la cuvette d'Ouargla, représentés par les nappes suivantes :

**a. une nappe phréatique** : de profondeur variant entre 1 à 8m selon les lieux et les saisons. Elle s'écoule du sud vers le nord selon la pente de la vallée de l'Oued Mya ;

**b. la nappe de miopliocène (CT)**: exploitée à une profondeur de 35m à 65m. Elle s'écoule du sud sud-ouest vers le nord nord-est en direction du chott melghir ;

**c. la nappe de sénonien**: à une profondeur de 140 à 200m est une nappe de calcaire qui constitue avec la nappe de sable le complexe terminal (CT). Son débit très faible limite son utilisation malgré la bonne qualité de ses eaux.

**d. la nappe continental intercalaire** : dite la nappe albienne; son niveau piezométrique varie entre 1000 et 1700m de profondeur avec un écoulement général de sud vers le nord. La pression en tête de forage est de l'ordre de 20kg/cm<sup>2</sup>.

## **6. Climat de la wilaya 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 dix années entre 2005 et 2015 (office national de météorologie ONM) (Tableau I).

**Tableau (I) : Données climatiques de Ouargla, période 2006-2015 (ONM, 2016)**

Paramètres Mois	T (°C)			Précipita (mm)	Vitesse de vent (m/s)	Evapora (mm)	Humidité (%)	Insola (H)
	M	m	M+m/2					
Janvier	18,31	04,92	11,43	2,77	02,80	29,04	60,24	79,11
Février	20,76	06,66	13,59	1,02	03,64	43,57	49,30	85,55
Mars	25,66	10,79	18,33	0,89	04,06	63,31	42,63	85,43
Avril	30,67	15,32	23,42	0,54	04,53	84,04	35,30	93,52
Mai	35,37	20,02	28,26	0,47	04,60	104,34	29,71	97,82
Juin	40,33	24,84	33,17	0,24	04,79	129,77	26,19	83,29
Juillet	43,74	28,18	36,53	0,10	03,70	144,96	23,19	104,77
Aout	42,78	27,56	35,56	0,16	03,75	131,16	26,40	106,95
Septembre	37,97	23,65	30,94	1,22	04,07	95,81	35,13	87,47
Octobre	31,98	17,52	24,64	1,27	03,17	69,93	42,62	85,94
Novembre	24,54	10,49	17,16	0,87	02,79	42,13	52,17	84,77
Décembre	19,36	05,71	12,00	1,11	02,44	27,99	60,33	73,53
<b>Moyenne</b>	<b>30,99</b>	<b>16,3</b>	<b>23,75</b>	<b>0,89</b>	<b>03,69</b>	<b>80,50</b>	<b>40,27</b>	<b>89,01</b>

## 6.1- Les paramètres climatiques

### a- La température

La température moyenne annuelle est de 23,75°C avec 36.53°C en Juillet pour le mois le plus chaud et 11.43°C en janvier pour le mois le plus froid avec des extrêmes de M= 43.74°C en Juillet et m =4.72°C en janvier (Tableau I).

**b- 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 2,77 mm. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de **0,89** mm/an (Tableau I)

**c- L'humidité relative**

L'humidité relative de l'air est très faible. Elle est de 23.19% en Août, atteignant un maximum de 60.33% en mois de Décembre et une moyenne annuelle de 40.27% (Tableau I).

**d- L'évaporation**

L'évaporation est intense, surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chauds. Elle est de l'ordre de 80.50 mm/an au moyenne, avec un maximum de 144,96 mm au mois de juillet et un minimum de 27,99 mm en Décembre (Tableau I).

**e- 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 89.01 heures/mois, avec un maximum de 106.95 heures en Août et un minimum de 73.53 heures au mois de Décembre. La durée d'insolation moyenne annule entre 2005 et 2015 est de 1068.15 heures /an soit environ de 2.92 heures/jour (Tableau I).

**f- 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 (2005-2015) la moyenne est de 3.69 m/s, ils ont des vitesses moyennes très variables comprises entre 2.44 m/s au mois de Décembre et 4.79 m/s au mois de Juin (Tableau I).

**6.2- La synthèse climatique**

**a. 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  $P=2T$

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 (2).

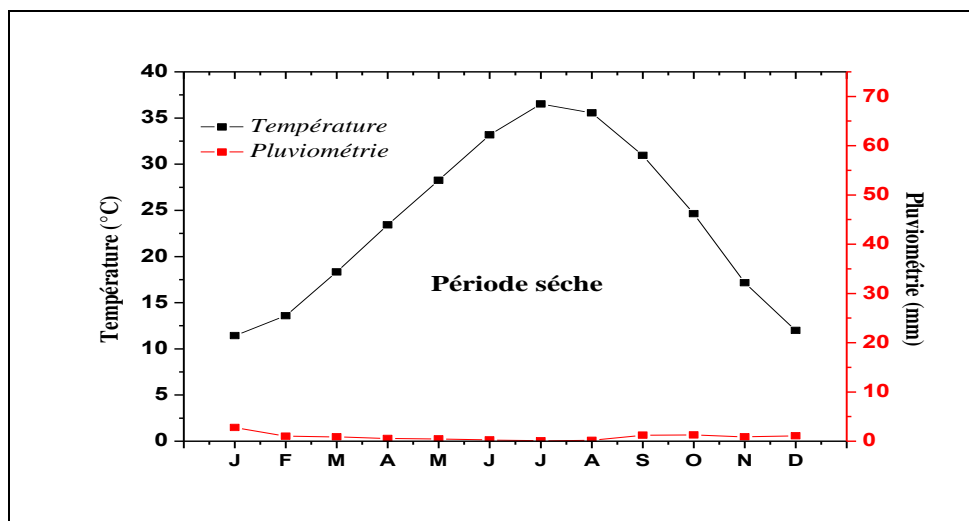


Figure 2 : Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de Ouargla (2006-2015)

### b. 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  $Q = 3,43 P / (M - m)$

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 (3), Ouargla se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux et son quotient thermique (Q2) est de 4,71



Figure 3 : L'étage bioclimatique de Ouargla selon le climagramme d'EMBERGER

## 7. la végétation spontanée dans la wilaya

La végétation naturelle est plutôt due à la nature des sols et leurs structures ainsi que le climat. Elle est plus ou moins présentée suivant les régions. Ainsi, une végétation arbustive à acacias est rencontrée notamment dans les lits d'oueds, les vallées et les alentours des gueltas.

Dans le grand Erg Oriental, la végétation naturelle est dominée principalement par le « Drinn », *Stipagrostis puigens*, accompagné parfois d'une végétation arbustive avec *Retama retam*, *Ephedra alata*, *Genista sahara* et *Caligonum azel*.

Au niveau des Hamadas, la flore naturelle est caractérisée par la présence de *Fagonia glutinoza*. Il faut signaler enfin la présence d'une végétation naturelle abondante au niveau des oasis et des zones cultivées (D.P.A.T., 2009)

# *Chapitre II:*

## *Etude experimentale*



## Chapitre II: Etude expérimentale

### 1) Les choix des stations

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

En première fois n base le choix des stations selon la méthode dite subjectif (ou raisonné) .Ce choix est basé sur les critères suivants :

- 1- La présence de *Zygophyllum album* est un critère fondamental.
- 2- Types d'associations de *Zygophyllum album* avec d'autres espèces.
- 3- Répartition spatiale homogène .
- 4- Variation du sols (texture)

### 2) Présentation des stations d'études

Notre étude a été réalisée dans 04 stations expérimentales dans la cuvette de Ouargla. Chaque station couvre une surface de 600m<sup>2</sup> subdivisée en 06 sous stations de 100 m<sup>2</sup>.

#### 2. 1. Station (1) HASSI ENNAGA

- Coordonnés géographiques :

- 1) longitude: 005°18'43,12"E
- 2) latitude: 32°22'30,09" N

La station (1) son altitude est 118m ; elle 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.

#### 2.2. Station (2) Sebkhet SAFIOUNE I

- Coordonnés géographiques.

- 1) longitude: 005°19'43,6"E
- 2) latitude: 32°12'04,5"N

La station (2) son altitude est de 115m, elle 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*.

### 2.3. Station (3) Sebkhet SAFIOUNE II

- Coordonnés géographiques.

1) longitude: 005°19'43,6"E

2) latitude: 32°12'04,5"N

La station (3) son altitude est de 115m 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*.

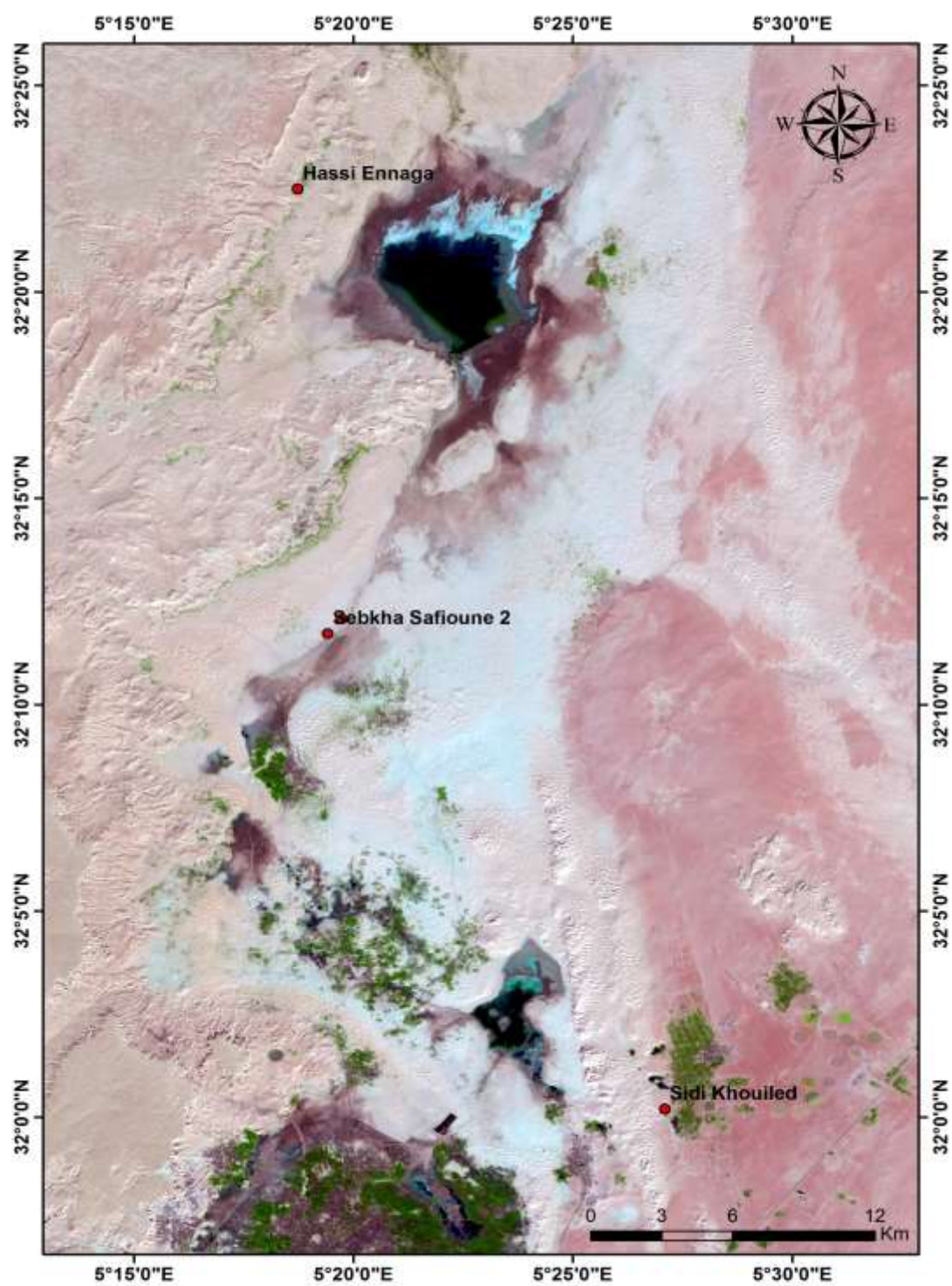
### 2.4. Station (4) SIDI KHOULED

- Coordonnés géographiques :

1) longitude: 005°27'05,3"E

2) latitude: 32°00'11,6" N

Nous avons choisi la station (4) dans une dépression entre SIDI KHOULED et HASSI BEN ABDALLAH, (coté gauche de la route, à l'entrée de périmètre agricole HASSI BEN ABDELLAH) ; son altitude est 148m. Le terrain se caractérise par une surface sableuse marquée par la présence de graviers à des différentes couleurs et tailles, on a trouvé au niveau de cette station le *Zygophyllum album* et le le *Tamarix gallica* comme espèce dominante, à un grand recouvrement et une bonne forme morphologique de cette dernière.



**Figure 4 : Carte de répartition des stations d'étude dans la wilaya du Ouargla( Google Earth 2016)**

### 3) 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 pelle et une pioche



- pour déterminer les limites des horizons et les surfaces des placettes d'échantillonnages floristiques, nous avons utilisé un décamètre



- 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



#### 4) Les méthodes sur terrain

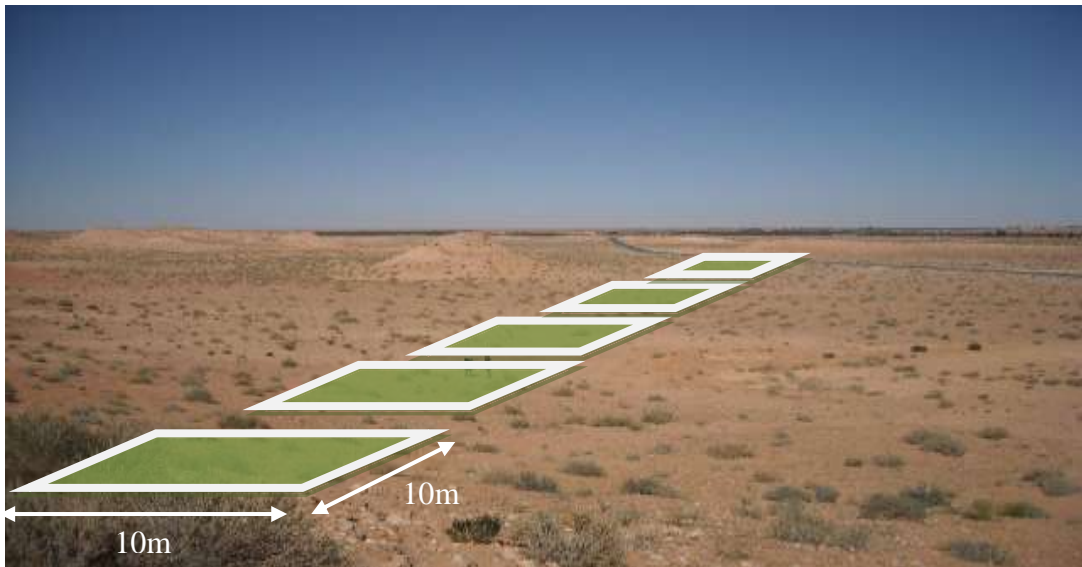
##### 4.1. Echantillonnage floristique

Pour faciliter les études quantitatives dans chaque station nous avons échantillonné 06 sous stations (placettes) de 100m<sup>2</sup> qui doivent grouper toutes les espèces de cette station.

Dans les stations nous avons appliqué les différents relevés floristiques à partir des quels ils ont été déterminés:

- Des variables environnementales (altitude, recouvrement, pente, substrat.....).
- La liste floristique ( les espèces associées au *Zygophyllum album*; Les indices écologiques.

Pour la détermination des plantes). Nous nous sommes basés sur les ouvrages des auteurs suivants (OZENDA, 1991 ; CHEHMA, 2006).



**Photo 1 : Relevés phytocologiques par aire minimale de l'ordre de 100 m<sup>2</sup> (x 6)**

#### 4.1.1. Les espèces associées au *Zygophyllum album*

L'analyse floristique 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 certaine caractéristique chimique qui exigent des plantes des adaptation parfois très spécifique, en raison de la présence en excès d'éléments plus ou moins toxique dans les sols et surtout les solutions du sol (POUGET 1980).

les résultats relatifs à la relation des espèces végétal avec leur milieu édaphique montre l'apparition du *Zygophyllum album* dans le groupe végétal **halo gypsophiles** (QUEZEL, 1965)

#### 4.1.2. 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. Pratiquement, la détermination précise du recouvrement n'est relativement commode que si les individus ont des formes géométriques simples et facilement délimitables. Il est alors possible de mesurer la surface recouverte par chacun d'eux (GOUNOT, 1969).

Pour cela, les mesures sont effectuées pour tous les individus de chaque micro station, l'approche du calcul de recouvrement est variable selon la forme de chaque plante, qui peut être circulaire, dans ce cas on calcule le diamètre (d), soit rectangulaire, on calcule la longueur (a) et la largeur (b).

A partir de cela la surface couverte est calculée :

- $Rc = \pi(d/2)^2$  pour le recouvrement circulaire (notre cas).
- $R = a \times b$  pour le recouvrement rectangulaire.

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 600m<sup>2</sup> et le recouvrement relatif qui exprime le pourcentage des espèces entre elle dans ce couvert végétal.

#### \* Taux de recouvrement:

Selon GOUNOT (1969), le taux de recouvrement est calculé selon l'équation suivante :

$$Tx.Rc = (Rc \text{ de l'espèce} / Rc \text{ totale de } \mu \text{ station}) \times 100$$

- Tx.Rc : taux de recouvrement.
- Rc : recouvrement.
- $\mu$ station : micro station.

**b) La densité :** la densité est le nombre d'individus par unité de surface, (GOUNOT, 1969).

$$d = \frac{ni}{S}$$

Avec :

- ni = nombre d'individu d'une espèce ;
- S = surface (m<sup>2</sup>).

## 4.2. La caractérisation du sol

Pour le sol nous avons implanté un profil pédologique représentatif par station. La description morphologique a été effectuée selon le guide de BAIZE et JABIOL (1995).

### 4.2.1. La description des profils

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 :

- a. **Texture** : reflète la part respective des constituants tiers selon leur taille, elle est la base des autres propriétés.
  - b. **Les couleurs** : nous guident pour distinguer les différents horizons
  - c. **La structure** : C'est la façon selon laquelle le sol est subdivisé en s'organisant en agrégats.
  - d. **Les racines** : sont fondamentales pour estimer la fertilité et l'activité biologique des sols.
  - e. **L'effervescence à HCl** : est intéressante de pouvoir mettre en évidence sur le terrain la présence de calcaire
  - f. **Les agrégats** : en fonction de 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'envenimement des profils :
- Date de description
  - Les coordonnées géographiques
  - La topographie
  - Conditions atmosphériques
  - La nappe phréatique.



Photo 2 : Profil pédologique typique



#### 4.2.2 Le prélèvement des échantillons

Après la description du profil nous avons procédé d'abord au rafraichir 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.

Les échantillons prélevés de chaque horizon sont séchés à l'air libre pendant une semaine, dans une salle puis, émiétés à main et tamisés à l'aide d'un tamis à 2 mm de maille, on garde une partie de chaque échantillon de cette dimension pour analyser les échantillons mères (2mm)

### 5. 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 des travaux publics du sud (Ghardaia)
- Laboratoire pédagogique du département de biologie (université de Ouargla)
- Laboratoire pédagogique du département de science de la terre et l'univers (université de Ouargla)

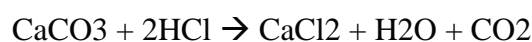
### 5.1 Les analyses physiques et chimiques

#### 5.1.1. L'analyse granulométrique des sable

Cette analyse permet de connaître la répartition des particules < 2mm. Elle est pour déterminer des pourcentages des sables et des argiles et limons. Nous avons utilisé les tamis (1mm, 0.5mm, 0.2mm, 0.1mm et 0.05mm) (AUBERT, 1978)

#### 5.1.2. 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) .Le principe de dosage est fondé sur la réaction caractéristique suivante:



Le dosage du calcaire total par la mesure de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) résultant de la décomposition de carbonate de calcium par l'acide chlorhydrique (SOLTNER, 1979).

$$\text{CaCO}_3 (\%) = (100 \times v \times V \times 0,3) / (V \times P)$$

v ml : volume de CO<sub>2</sub> dégagé correspond à X g de CaCO<sub>3</sub>.

V ml : volume de CO<sub>2</sub> dégagé correspond à 0,3g de CaCO<sub>3</sub>.

P g : poids de l'échantillon du sol.

### 5.1.3. L'estimation de l'humidité :

C'est la teneur en eau du sol en place estimée par la différence de poids après séchage, La méthode consiste à sécher l'échantillon du sol à l'étuve à 70°C jusqu'à un poids constant pendant 48h, la différence du poids avant et après séchage correspond à la quantité d'eau (VIELLEFON, 1979).

### 5.1.4. L'estimation de la teneur de gypse

Nous avons utilisé la méthode gravimétrique. Le principe est basé sur le dosage des ions SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> libérés après une attaque aux carbonates d'ammonium et précipitation sous forme de chlorure de baryum (COUTINET, 1995).

### 5.1.5. Estimation de la teneur de matière organique :

La teneur en carbone est déterminée par la méthode d'ANNE qui se base sur un titrage par le sel de Mohr. Ce dernier oxyde les bichromates de potassium (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) qui sont dans la solution. H<sub>2</sub>C<sub>5</sub>MnO<sub>4</sub>, dosés en excès. Les bichromates vont être fixés avec les molécules de carbone, ce qui reste de bichromates va être oxydés par le sel de Mohr à 0,2 N.

En présence de diphénylamine dont la couleur passe successivement du bleu foncé, violette, vert le virage se fait à la goutte (AUBERT, 1970).

$$C\% = (Y - X) / 0,615 / P$$

Y: La quantité du sel de Mohr qui a oxydé tous les bichromates dans l'essai.

X: La quantité du sel de Mohr qui a oxydé tous les bichromates dans l'échantillon du sol.

P: la prise d'essai (2g),

donc le taux de matière organique est obtenu par la formule suivante:

$$\text{Matière organique (\%)} = \text{Carbone organique (\%)} \times 1,72$$

## 5.2. La caractérisation de la solution du sol

Les analyses ont été effectuées sur des extraits aqueux du rapport (terre/eau = de 1/5) (AUBERT, 1978).

### 5.2.1. Le Potentiel hydrogène (pH)

Le pH des sols est mesuré par la méthode de l'électromètre. Le pH est mesuré par une suspension de terre fine de l'eau distillée. Le rapport sol/eau est égale 1/5 après deux heures de repos. Le pH est mesuré, la lecture s'effectue à l'aide d'un pH-mètre préalablement étalonné, le pHeau rend compte de la concentration en ions H et O à l'état dissocié (AFNOR, 1999).

### 5.2.2. La conductivité électrique (CE) :

la conductivité électrique déterminée par un conductimètre, à une température de 25°C Elle traduit la concentration saline totale de la solution l'extrait dilué du sol (rapport sol/eau =1/5) (AFNOR, 1999).

### 5.2.3. Les dosages des anions:

- a. **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).
- b. **Le dosage de sulfates** : il est basé sur le principe de faire précipiter les sulfates sous forme de sulfates de baryum (AUBERT, 1978)
- c. **Le dosage des carbonate et bicarbonate** : par titrimétrie à l' $\text{H}_2\text{SO}_4$ , en présence des indicateurs et le résultat est le changement de couleur, sort un virage (AUBERT, 1978).

### 2.2.4. Le dosage des cations solubles

Les  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  et  $\text{Ca}^{2+}$  sont dosés par la spectrophotométrie à flamme (AUBERT, 1978).

# *Chapitre III:*

## *Résultats et Discussion*

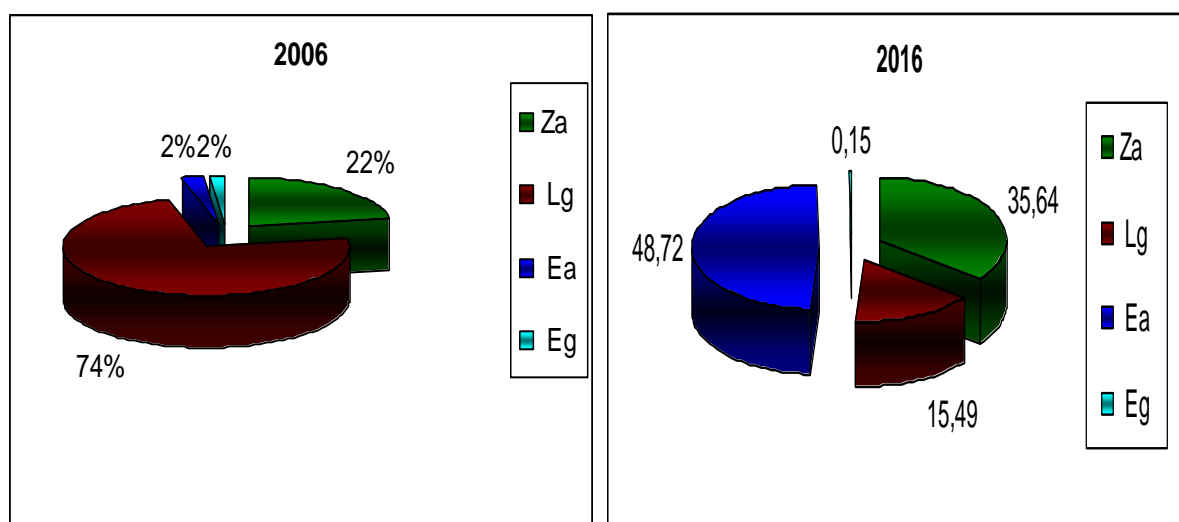
## Chapitre III: Résultats et Discussions

### 1. Station (1) HASSI ENNAGA

#### 1.1. Inventaire floristique de la station (1)

On observe, en année 2006 que 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 le suivant:

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



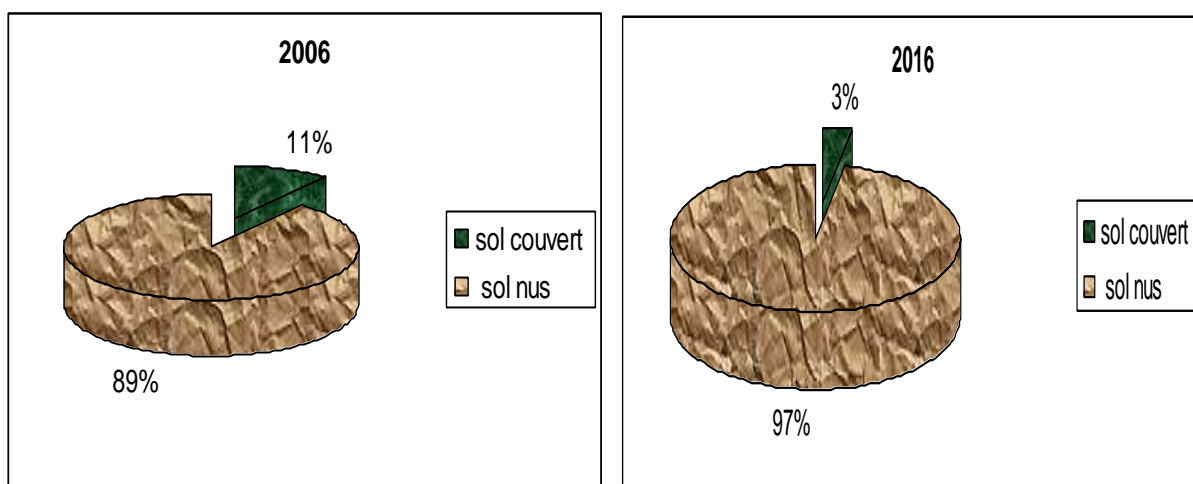
**Figure 5 : Taux de recouvrement des espèces de la station (1) entre les deux horizons (2006;2016)**

La dominance de *Limonastrum guyonianum* avec un taux de recouvrement relatif de 73,86% (Figure 5) suivit par *Zygophyllum album* avec un recouvrement de 21,99% où les conditions écologiques semblent favorables pour ces deux espèces.

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 % (Figure 5).

Par contre, en 2016, La dominance de *Ephedra alata* est avec un taux de recouvrement relatif de 48,72% (Figure 5) suivit par *Zygophyllum album* avec un recouvrement de 35,64% .

En troisième position nous avons trouvé *Limonastrum guyonianum*, il présente 15,49% et le taux très faible c'est 0,15 % pour le *Euphorbia guyniana* (Figure 5).



**Figure 6 : Taux de sol nus dans la station (1) entre les deux horizons (2006;2016)**

En générale la station est faiblement couverte par la végétation, avec un taux de recouvrement réel de 10,95% (Figure 6).

on remarque que le couvert végétal de cette station est réduite au 3,39% relativement au sol nus avec la présence des même espèce (Figure 6).

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

### 1.2.1. Morphologie de station (1) entre les deux horizons (2006;2016)

- Date de description: 23 janvier 2006 ; 03 mars 2016
- Topographie: faible pente
- Géomorphologie: glacie
- Les conditions atmosphériques:
  - En 2006 journée nuageuse avec des pluies avant 3 jours de sortie.
  - En 2016 journée ensoleiller claire et chaude
- 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).



photo 3:Etat de surface de  
La station (1) en 2006



photo 4 : Etat de surface  
de La station (1) en 2016

### 1.2.3. Description des horizons de la station (1)



**Horizon1: (0 - 63cm)** couleur à l'état sec (7,5YR.6/6) (reddish yeellow), texture sableuse (sable fin), structure particulière, éléments grossiers (1%), ce taux croît avec la profondeur, pas d'activité biologique, pas de matière organique, faible effervescence à l'HCl, limites distinctes.

**Horizon2: (63 - 85cm)** couleur à l'état sec (7,5YR.6/8) (reddish yeellow), texture sableuse (sable fin), structure particulière, avec une faible charge en éléments grossiers (5-10% ) de des tailles diverses, pas d'activité biologique, faible effervescence à l'HCl, limites distinctes

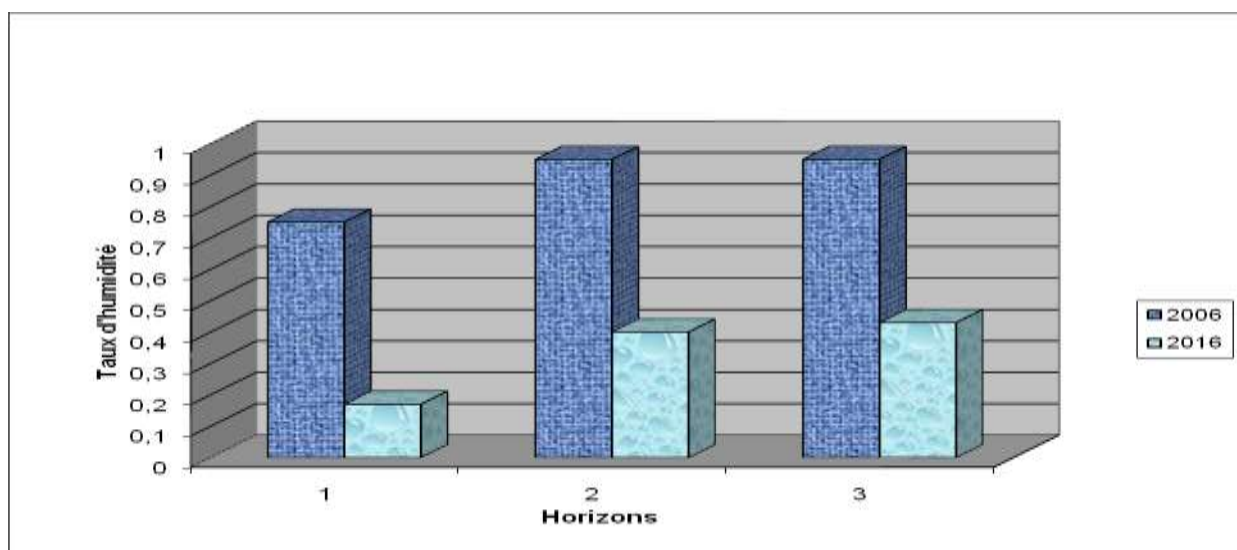
**Horizon3: (>85cm)** couleur à l'état sec (7,5YR.8/5) (strong brown), texture sableuse (sable moyen), structure par absence d'éléments grossiers, pas d'activité biologique, présence de quelques racines, très faible effervescence à l'HCl.

Photo 5 : profil pédologique de la station (1) en 2016

### 1.3. Etudes analytiques du sol de la station (1) (2006, 2016):

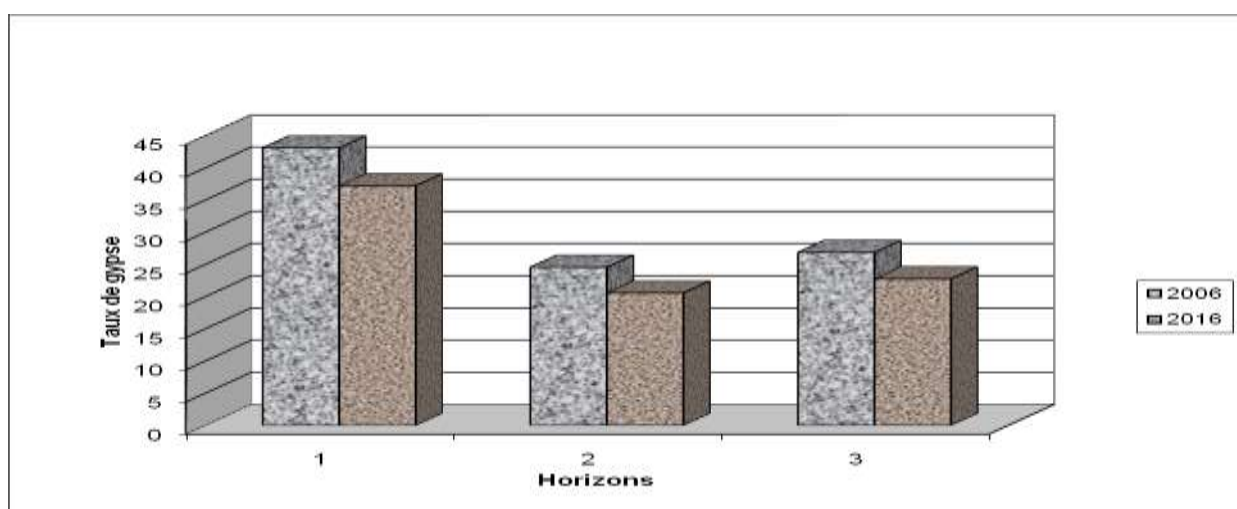
Cette station à trois horizons pédologiques, se caractérise par un sol relativement homogène : texture sableuse, faible charge en éléments grossiers, pas de croûte gypseuse, absence de la nappe phréatique.

Les résultats analytiques présentés dans les histogrammes, nous permettent de faire les conclusions suivantes :



**Figure 7: Taux d'humidité du station 1**

- Le taux d'humidité est faible au niveau de tous les horizons dans les deux années surtout en 2016



**Figure 8: Taux de gypse du station 1**



- La teneur en gypse est élevée dans tous les horizons  $24,56 \leq \text{CaSO}_4 \leq 43,09$  (2006), notamment dans l'horizon de surface où elle dépasse les 43%; aussi que en (2016) est de  $22,75 \leq \text{CaSO}_4 \leq 37,20\%$ .

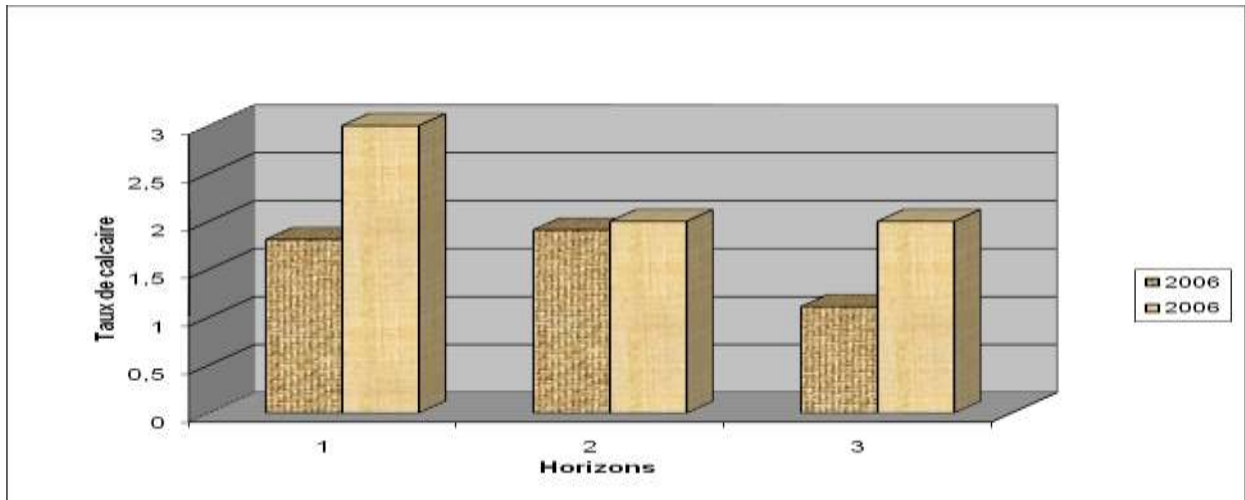


Figure 9: Taux du calcaire du station 1

- La teneur de calcaire est très faible et homogène dans tout le profil.

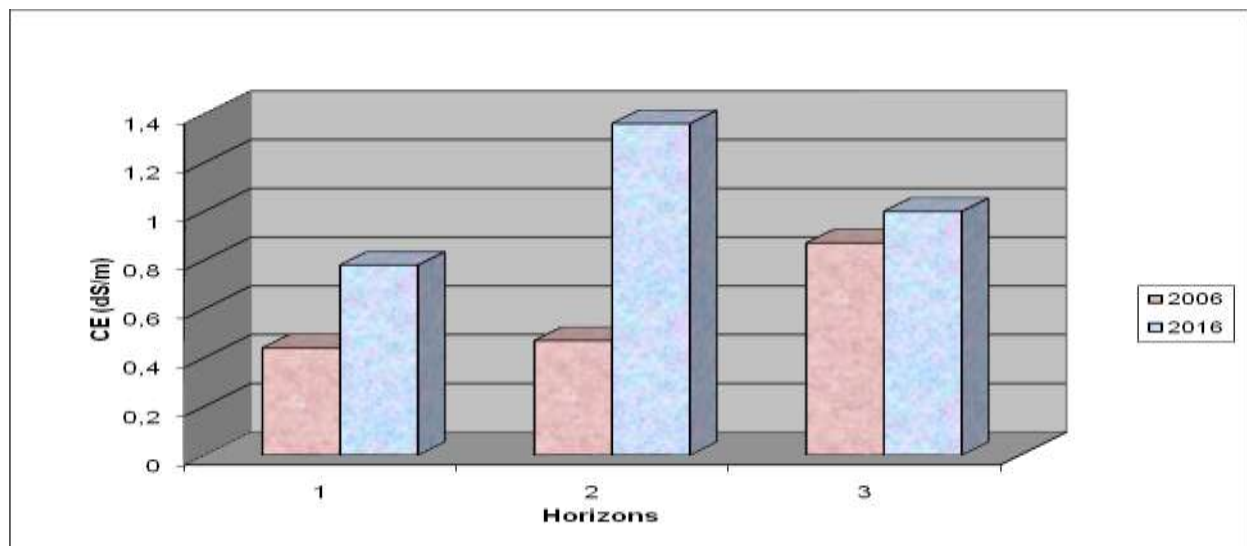


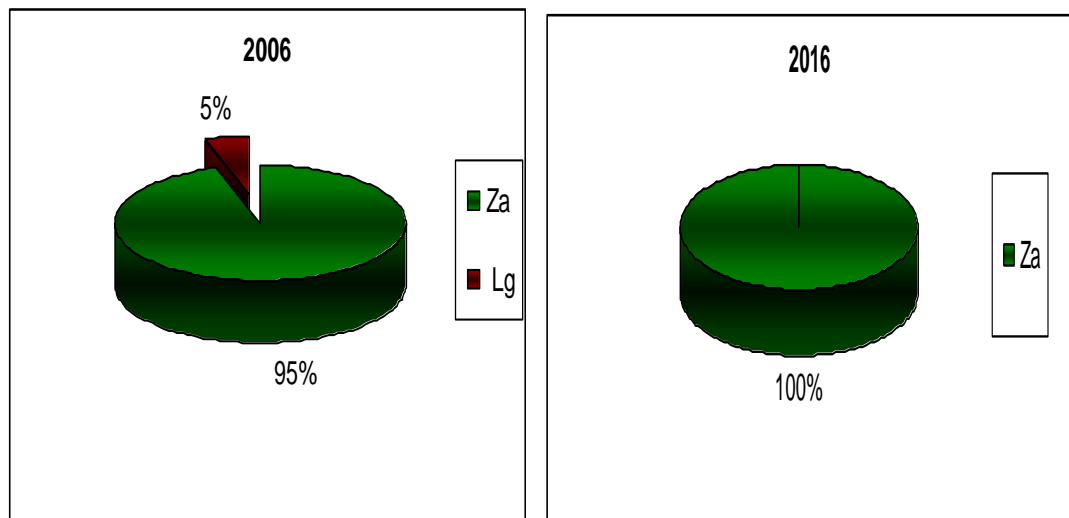
Figure 10: Taux du CE de station 1

- la CE des extraits de sols montre que le profil est non à peu salé ( $0,44 \leq \text{CE} \leq 1,36$ ) (2006; 2016).

## 2. Station (2) Sebkat SAFIOUNE I

### 2.1 Inventaire floristique de station (2)

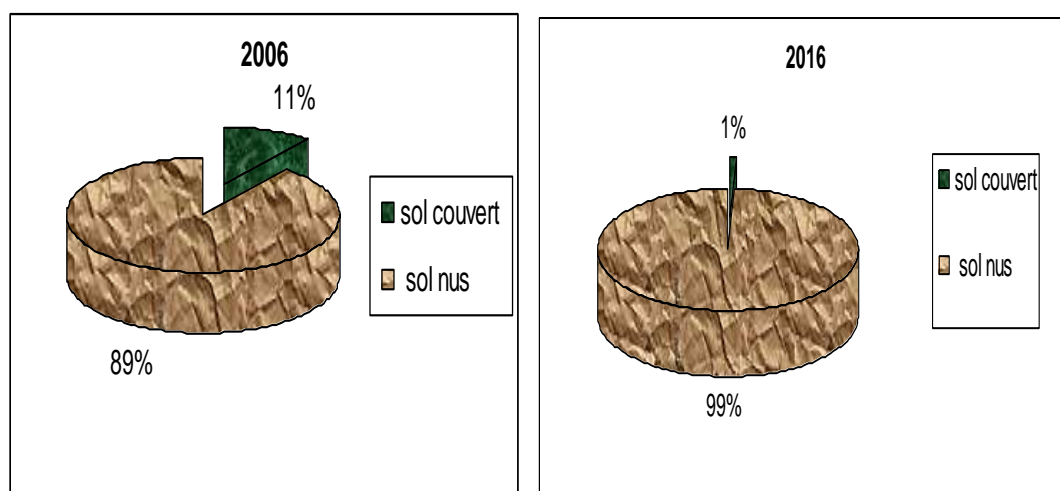
La station (2) est constituée quasiment d'une seule espèce, le *Zygothymum album*. Il est en forme de touffes à grande recouvrement (2006). Nous avons observé aussi quelques individus dispersés de *Limonastrum guyonianum*, au contraire qu'au 2016 on trouve que le *Zygothymum album* avec une faible densité.



**Figure 11 : Taux de recouvrement des espèces de la station (2) entre les deux horizons (2006;2016)**

La dominance de *Zygothymum album* avec un taux de recouvrement relatif de 95% (Figure 11) suivit par *Limonastrum guyonianum* avec un recouvrement de 5% où les conditions écologiques semblent favorables pour ces deux espèces en 2006.

On remarque l'absence de *Limonastrum guyonianum* en 2016 par un recouvrement relative de 100% mais avec un faible recouvrement réel.



**Figure 12 : Taux de sol nus dans la station (2) entre les deux horizons (2006;2016)**

La station se caractérise par un faible taux de recouvrement estimé à 10,67% en (2006) et il se réduit au 0,73% en (2016).

Cette station montre un taux de sol nus de 89,33 % (2006), et de 99,28 % ou les conditions écologiques semblent non favorables au développement de *Zygophyllum album*.

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

### 2.2.1. Morphologie de la station (2)

- Date de description: 23 janvier 2006; 03 mars 2016
- Topographie: des micro dunes (nebkas).
- Géomorphologie: bordure de Sebkhath SAFIOUNE, Nebka,
- Les conditions atmosphériques:
  - En 2006 journée nuageuse avec des pluies avant 3 jours de sortie, la nappe phréatique: à 90cm.
  - En 2016 journée ensoleillée claire et chaude, la nappe phréatique à plus de 120 cm
- Etat de surface de la station (2): Séries des dunes à petite taille de sable fin



photo 6:Etat de surface de  
La station (2) en 2006



photo 7 : Etat de surface  
de La station (2) en 2016

### 2.2.3 Description des horizons de station (2)



**Horizon1:** (0 - 69cm) couleur à l'état frais (7,5YR.5/8) (strong brown), texture sableuse (sable fin), structure particulière, pas d'activité biologique, présence de quelque racines, moyenne effervescence à l'HCl, limite nette.

**Horizon2:** (69 - 93cm) 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 quelque nodules de gypse, pas d'activité biologique, très faible d'effervescence à l'HCl, limite nette.

**Horizon3:** (>93cm) 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) à structure continue, pas d'activité biologique, faible effervescence à l'HCl

Photo 8 : profil pédologique de la station (2) en 2016

### 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 montrent que :

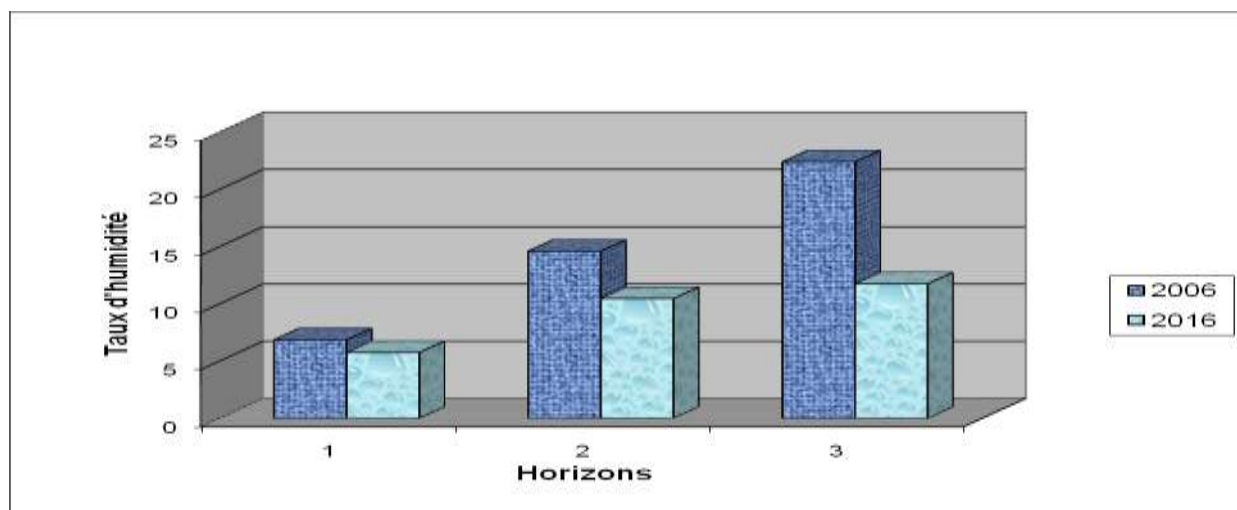


Figure 13: Taux d'humidités du station 2

- Le taux d'humidité est important au niveau de tous les horizons dans les deux années avec une diminution en 2016.

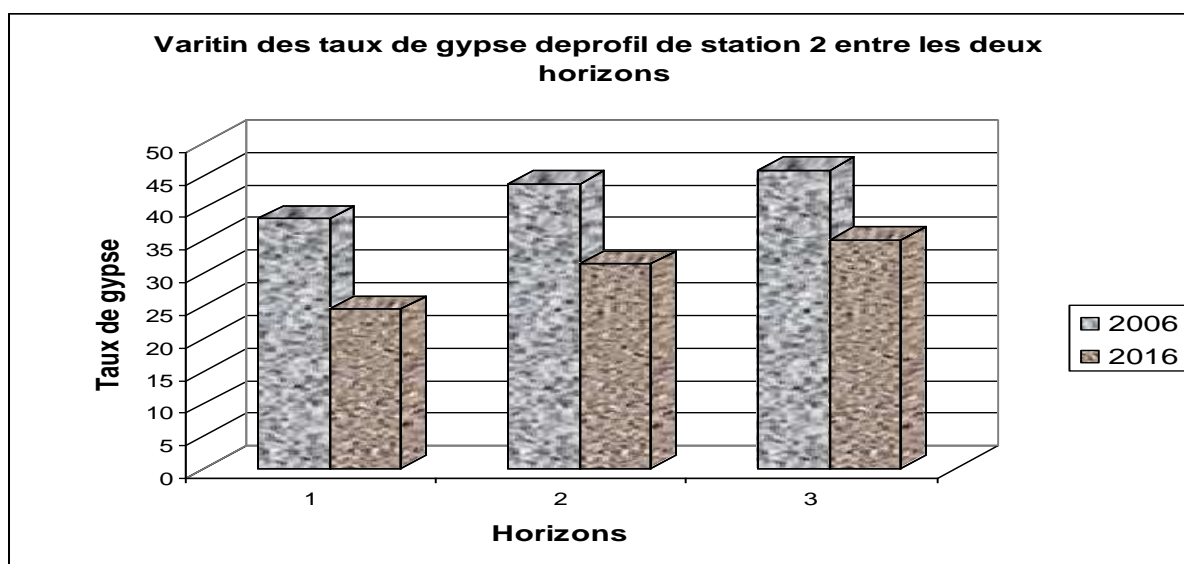


Figure 14: Taux de gypse du station 2

- Le teneur en gypse est très élevé, elle varie de 38,37% dans l'horizon de surface à 45,75% dans l'horizon de profondeur (2006), et une diminutions des taux entre 24,52% dans l'horizon de surface à 35,07 % dans l'horizon de profondeur (2016).

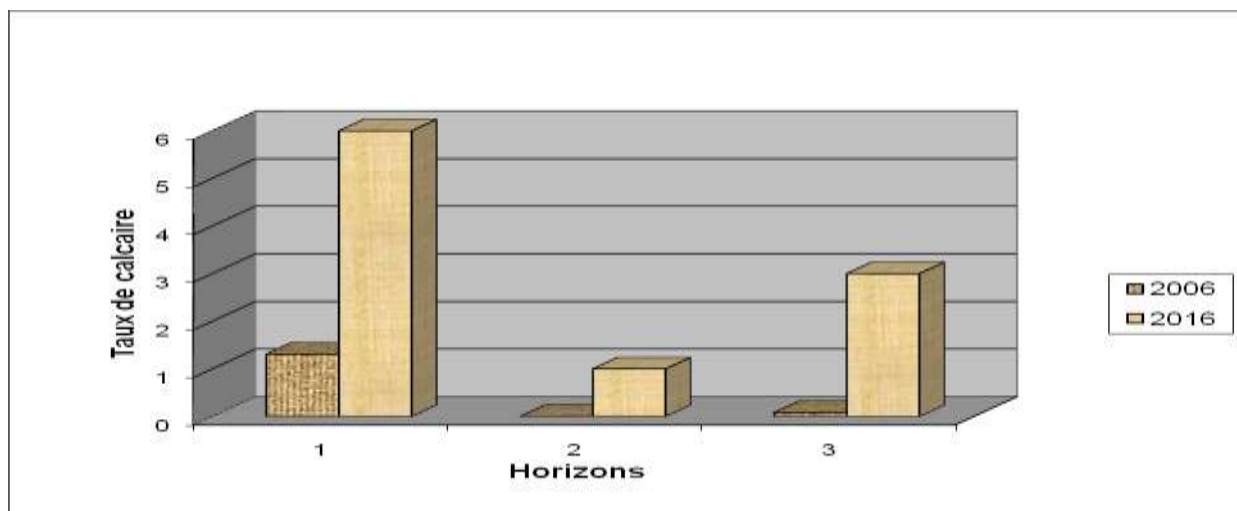


Figure 15: Taux du calcaire de station 2

- Le taux du calcaire est très faible dans tous les horizons de 0 à 1,31% (2006) et entre moyenne et fable de 1 à 6% (2016)

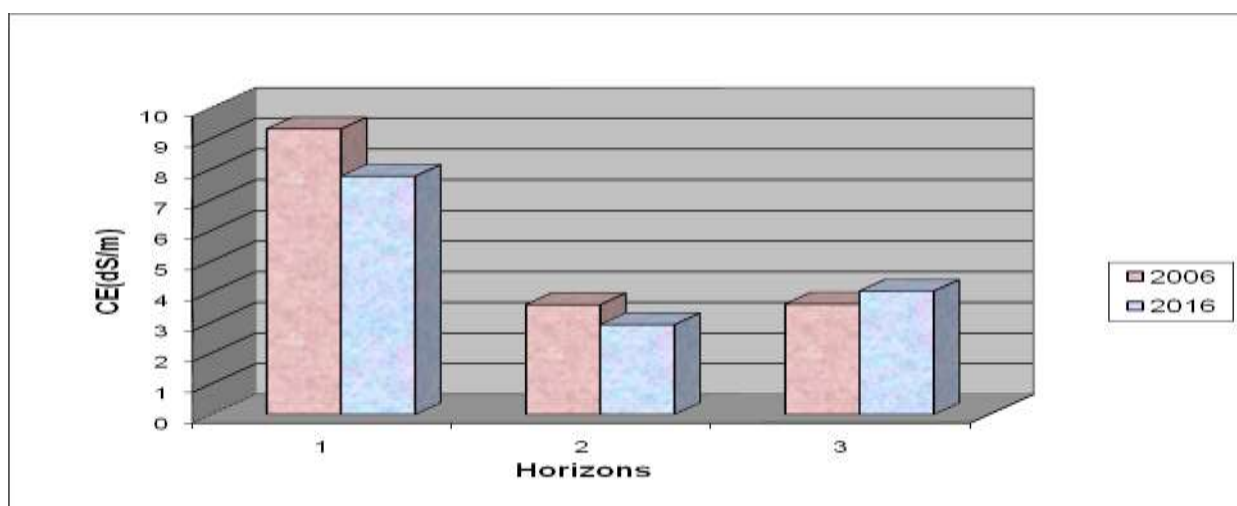


Figure 16: Taux du CE de station 2

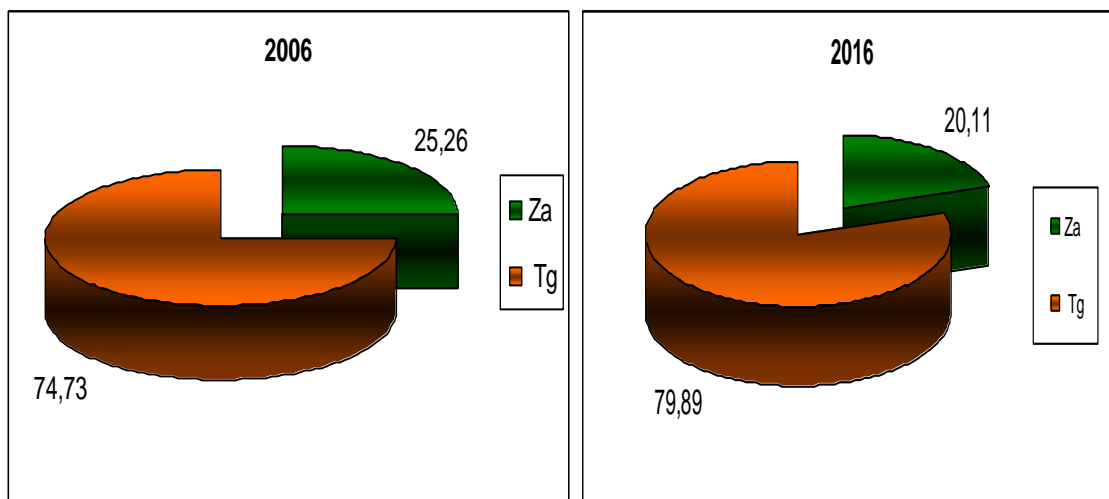
- Le sol de cette station est très à extrêmement salé avec des valeurs de CE comprises entre 3,58 et 9,31dS/m (2006) et de 2,93 à 7,77 dS/m (2016).

### 3. Station (3) Sebkat SAFIOUNE II

#### 3.1. Inventaire floristique de station (3)

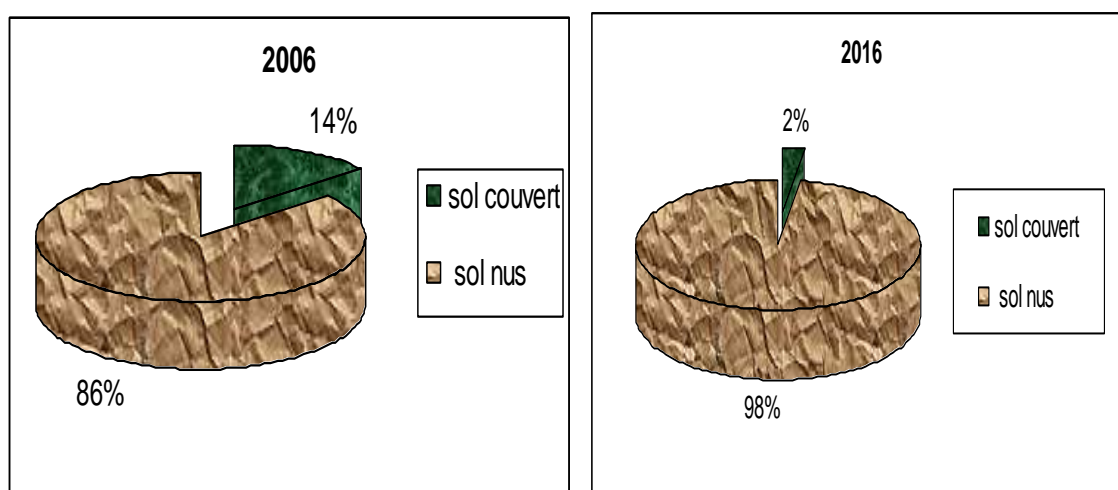
Au niveau de cette station nous avons observé deux espèces, le *Tamarix gallica*, sous forme d'arbres d'environ de 06 m de diamètre associé avec le *Zygodphyllum album* en forte abondance.

Cependant, la majorité des pieds de cette dernière espèce sont sèches.



**Figure 17 : Taux de recouvrement des espèces de la station (3) entre les deux horizons (2006;2016)**

La particularité de cette station est la présence de *Tamarix gallica*. Il présente un taux de recouvrement relatif de 74,73% (2006) et de 79,89% (2016) avec une faible densité (6 pieds/600m<sup>2</sup> en 2006 et 2 pieds/600m<sup>2</sup> en 2016), tandis que le *Zygodphyllum album* présent un taux de recouvrement relatif de 25,26% et une densité de 16 pieds/600m<sup>2</sup> (2006) et de 20,11% avec une densité de 5 pieds/600m<sup>2</sup> (2016).



**Figure 18 : Taux de sol nus dans la station (3) entre les deux horizons (2006;2016)**

Comparée aux stations précédentes, la station (3) est plus couverte par la végétation avec un taux de recouvrement réel de 14,09% (2006) et par contre presque nus avec 2% seulement (2016).

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

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

#### 3.2.1. Morphologie de la station (3)

- Date de description: 23 janvier 2006; 03 mars 2016
- Topographie: séries des dunes de petite taille
- Géomorphologie: bordure de Sebkhate SAFIOUNE
- Les conditions atmosphériques:
  - En 2006 journée nuageuse avec des pluies avant 3 jours de sortie, la nappe phréatique à 1 m.
  - En 2016 journée ensoleillée claire et chaude, la nappe phréatique à plus de 150 cm
- Etat de surface de la station (3): Des dunes à petite taille de sable fin.





photo 9: Etat de surface de  
La station (3) en 2006



photo 10 : Etat de surface  
de La station (3) en 2016

### 3.2.3 Description des horizons de station (3)



**Horizon1:** (0 – 62 cm) couleur à l'état frais (7,5YR.6/6) (reddish yellow), texture sableuse (sable moyen), structure particulière, pas d'activité biologique, présence de quelques racines, moyenne effervescence à l'HCl dans la partie supérieure de l'horizon, l'effervescence diminuée avec la profondeur, limite diffuse.

**Horizon2:** (62 - 90cm) 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, très faible effervescence à l'HCl, limite nette.

**Horizon3:** (>90cm) couleur à l'état humide (7,5YS.5/6) (Strong Brown), texture sableuse (sable fin), structure continue, il s'agit d'un encroûtement gypseuse avec des petites cristaux, faible effervescence à l'HCl.

Photo 11 : profil pédologique de la station (3) en 2016

### 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 1,5 m.

Les résultats analytiques montrent que :

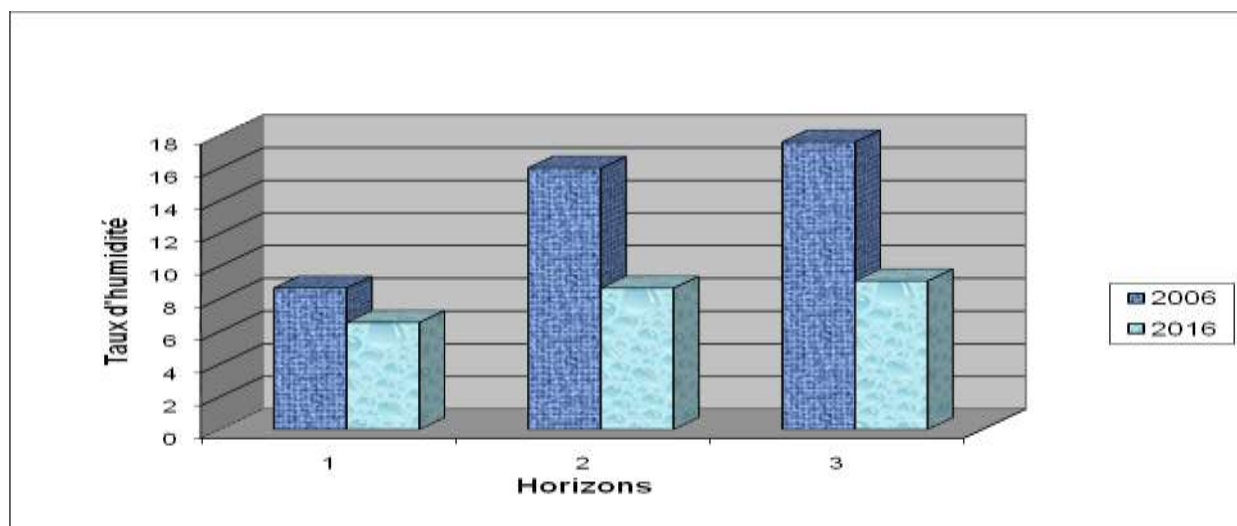


Figure 19: Taux d'humidité du station 3

- L'humidité est très importante au niveau de tous les horizons sure tous au 2016.

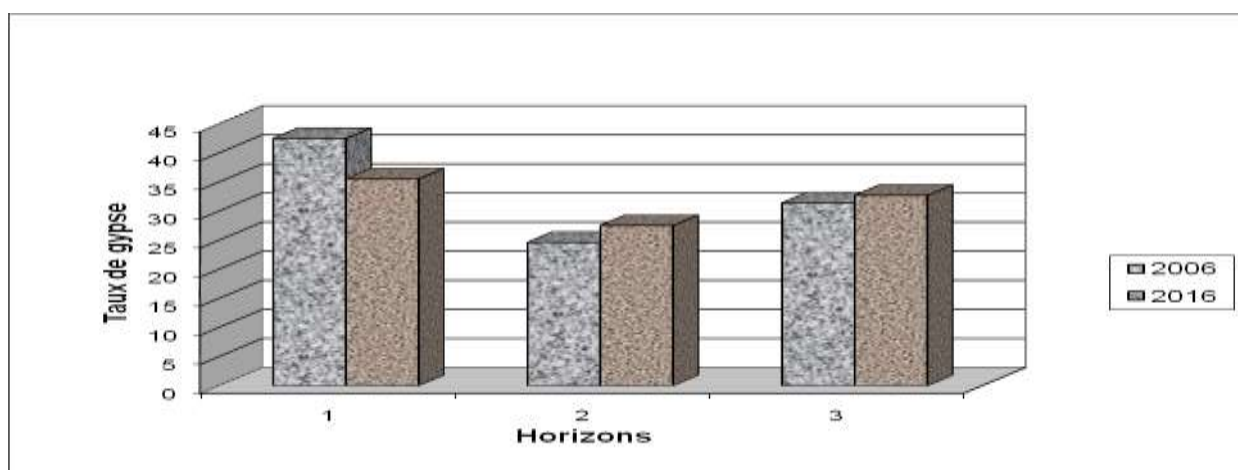


Figure 20: Taux du gypse de station 3

- La teneur en gypse est élevée dans tous les horizons est surtout dans le premier horizon est de 42,5% (2006) et entre 27,53 à 35,55% (2016).

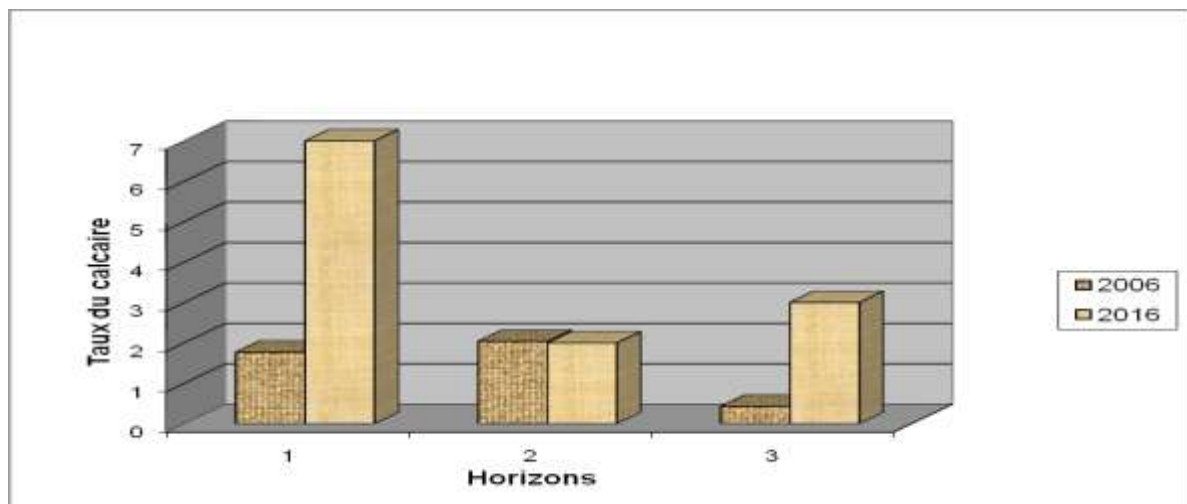


Figure 21: Taux du calcaire de station 3

- La teneur en calcaire est faible à très faible dans tous le profil (2006) et moyen à faible en (2016).

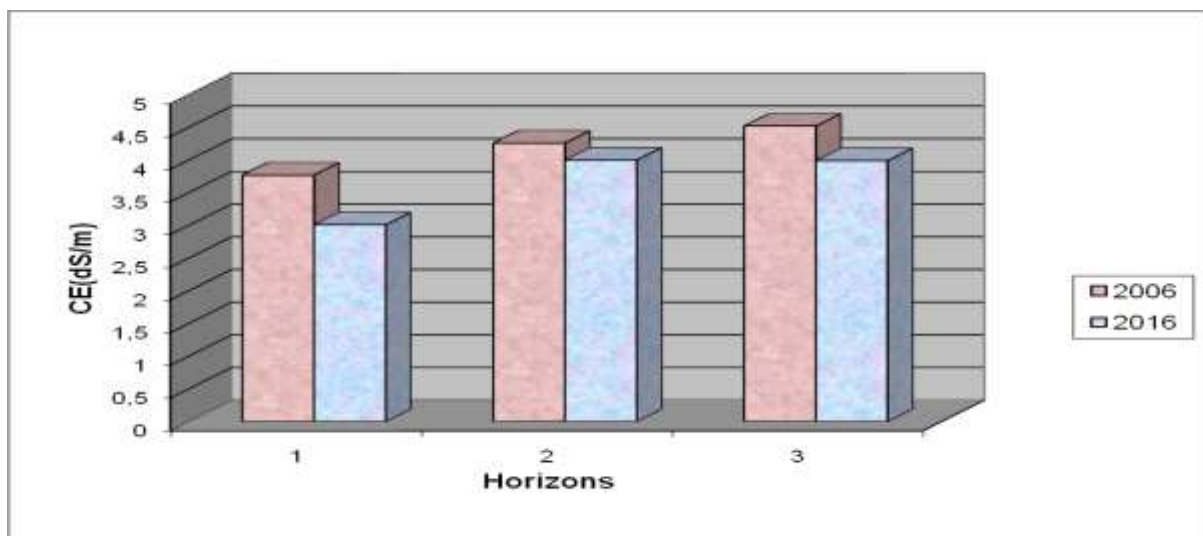


Figure 22: Taux du CE de station 3

- La CE varie entre  $3,77 \leq CE \leq 4,52$  (2006) et  $3,01 \leq CE \leq 4,00$  (2016) donc le sol de cette station est très salé.

#### 4. Station (4) SIDI KHOULED

##### 4.1. Inventaire floristique de la station (4)

La seule espèce que nous avons observé au niveau de cette station est le *Zygophyllum album* avec un recouvrement complet (2006). La plante a été en bon état morphologique avec des grandes feuilles dépasse quelque fois le 2cm de longueur,

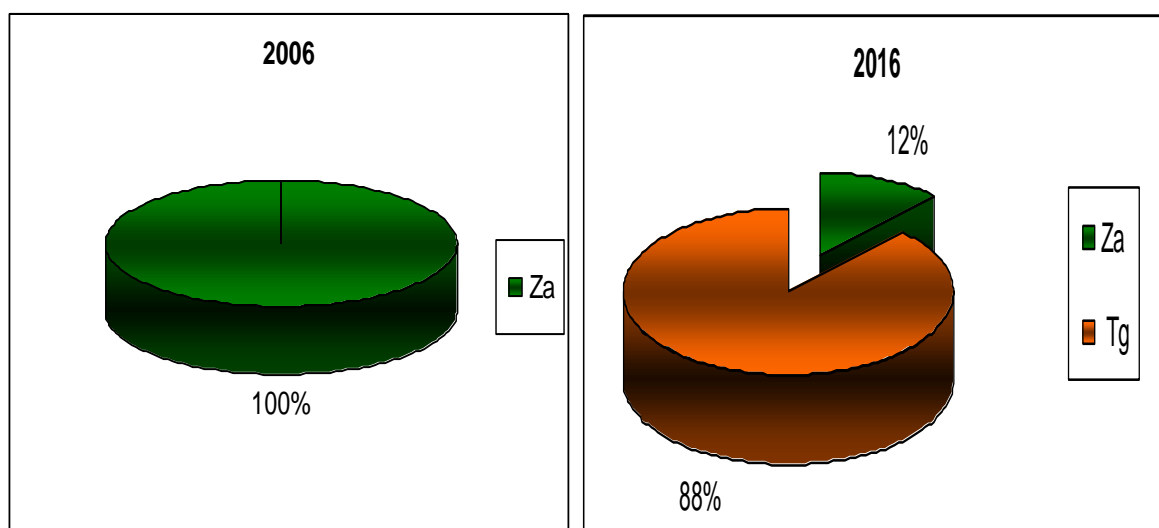


Figure 23 : Taux de recouvrement des espèces de la station (4) entre les deux horizons (2006;2016)

Au contraire cette fois si on trouve la plante associée avec le *Tamarix gallica* avec une dominance de cette dernière avec un taux de recouvrement relative de 88% (2016)

La station est homogène, composée d'une seule espèce qui est le *Zygophyllum*

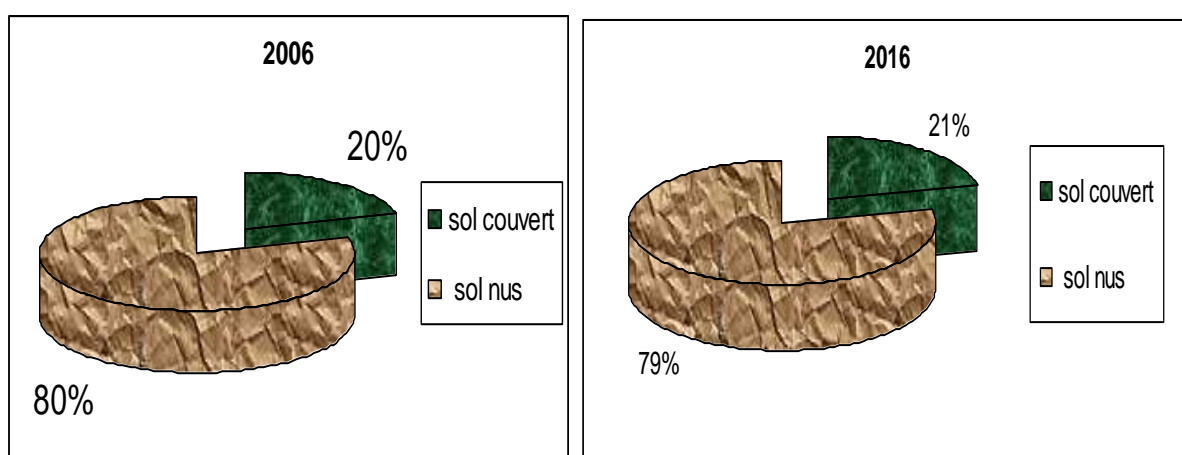


Figure 24 : Taux de sol nus dans la station (4) entre les deux horizons (2006;2016)

*album* (2006). Le taux de recouvrement réel est de 20,43% (2006) et il reste presque le même avec 21% (2016).

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 *Zygophyllum album*(2006), mais pas notamment en 2016

#### **4.2. La description du profil pédologique de la station (4)**

##### **4.2.1. Morphologie de la station (4)**

- Date de description: 11 février 2006 ; 03 mars 2016
- Topographie: faible pente
- Géomorphologie : dépressions
- Les condition atmosphérique:
  - En 2006 journée nuageuse
  - En 2016 journée ensoleiller claire et chaude, la nappe est de 60 cm
- Etat de surface de la station (4): Surface de sable moyen avec 10% de gravier de diverses formes, tailles et couleurs (2006) même chose en 2016 avec une apparition d'une couche blanche des sels a cause de remonté de la nappe phréatique.

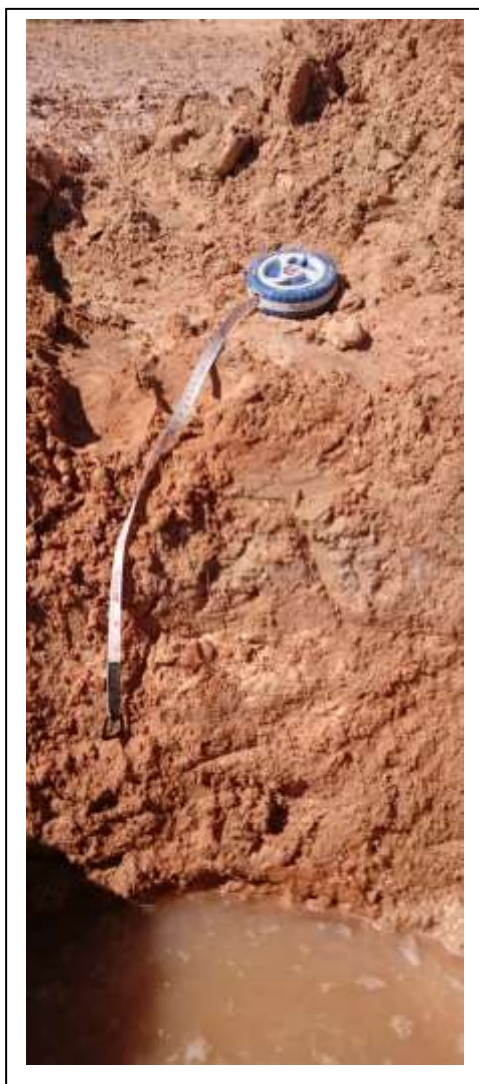


**photo 12:Etat de surface de  
La station (4) en 2006**



**photo 13 : Etat de surface  
de La station (4) en 2016**

## 4.2.3. Description des horizons de la station (4)



**Horizon1:** (0 - 22cm) 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, faible effervescence à l'HCl, limite nette.

**Horizon2:** (22 - 90cm) 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 forme une structure continue, présence de quelques racines, moyenne effervescence à l'HCl, les limites inférieures de cet horizon sont nettes.

**Horizon3:** (90 cm) couleur à l'état humide (7,5YR.6/6) (reddish yellow) texture sableuse (sable moyen), structure particulaire, pas d'activité biologique, pas effervescence à l'HCl, apparition de la nappe phréatique

Photo 14 : profil pédologique de la station (4) en 2016

## 4.3. Etudes analytiques du sol de la station (4)

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 montrent que :

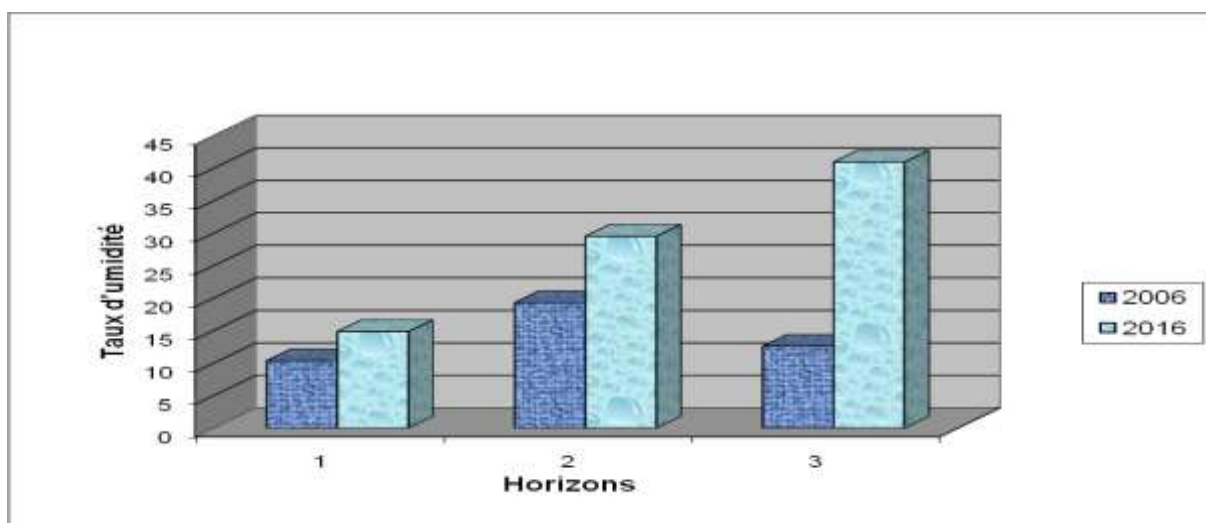


Figure 25: Taux d'humidités de station 4

- L'humidité du sol de cette station est très importante élevée .

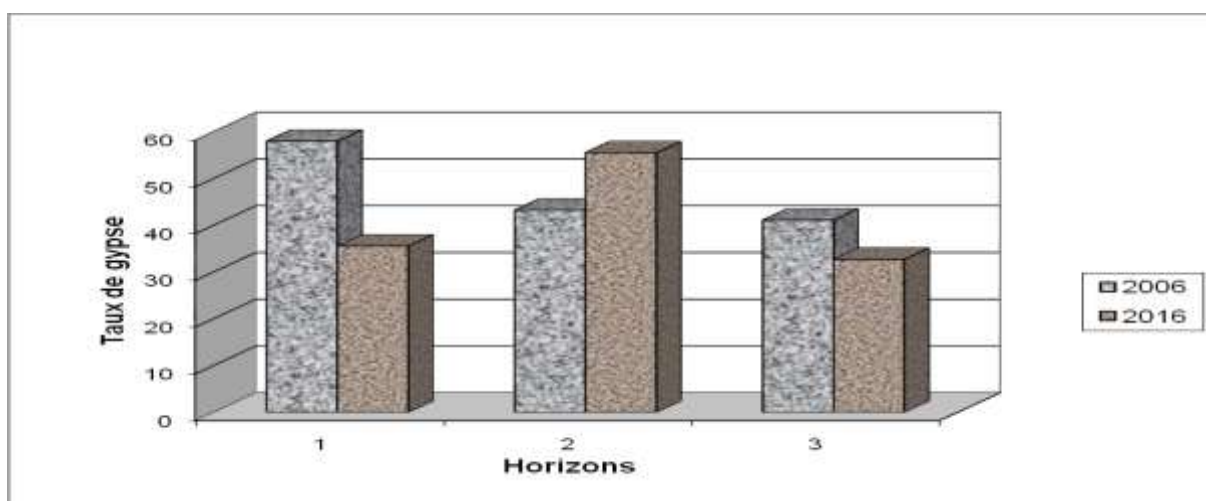


Figure 26: Taux du gypse de station 4

- Le gypse est compris entre 41,10% et 58% (2006) et entre 32,73% et 55,53% (2016)

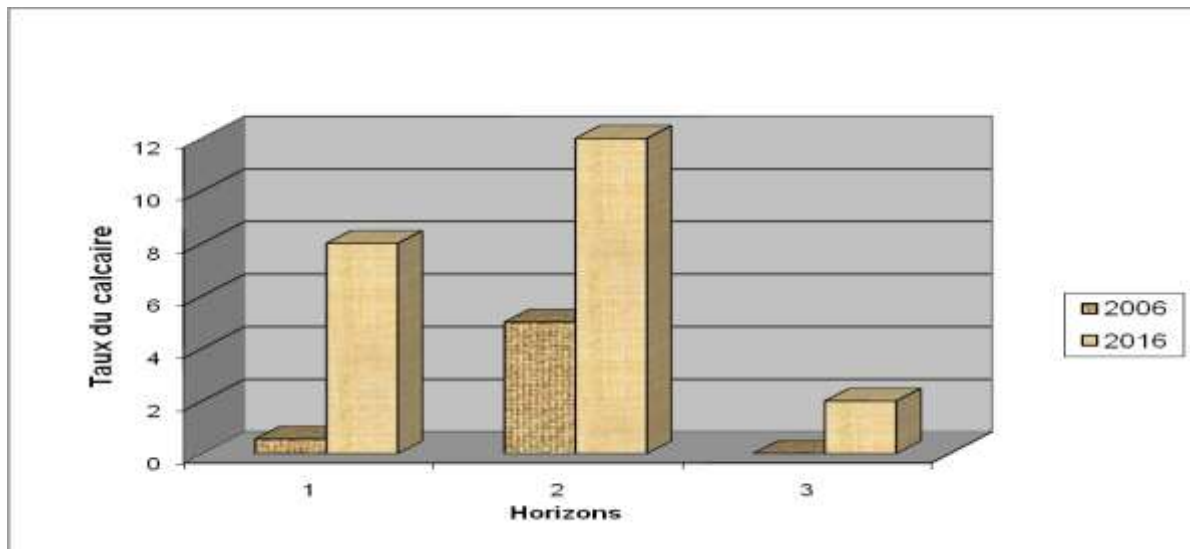


Figure 27: Taux du calcaire de station 4

- L'horizon de surface est faiblement calcaire ; le deuxième horizon est moyennement calcaire, tandis que l'horizon profond est dépourvu du calcaire (2006) par contre au (2016) les taux du calcaire sont élevés dans tous le profil.

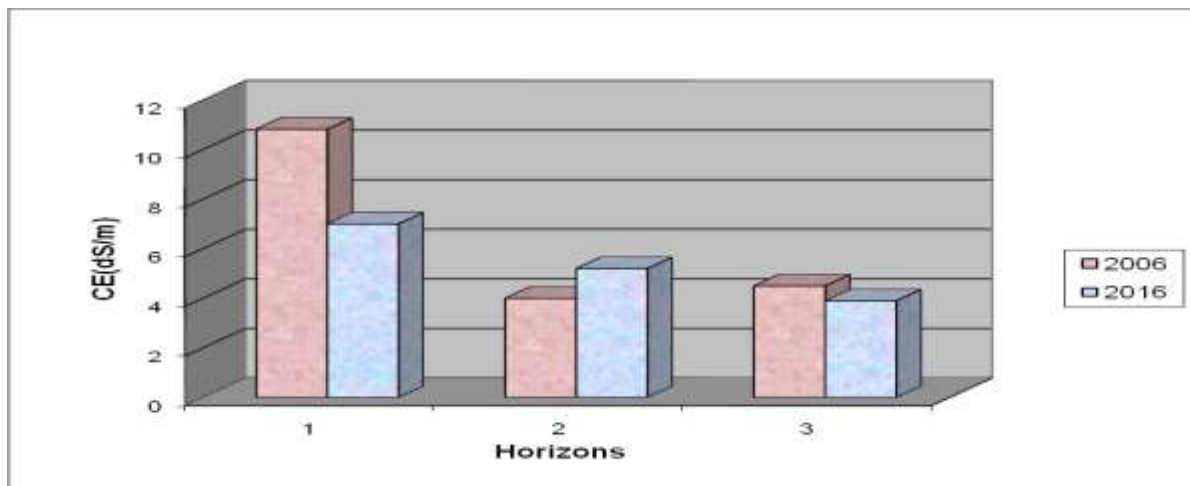


Figure 28: Taux du CE de station 4

- La CE de l'extrait varie entre 4 et 10,82 dS/m (2006), et entre 3,9 et 7 dS/m (2016) le sol est alors très à extrêmement salé (Figure 35).



## 5. Répartition de *Zygophyllum album*

### 5.1 Recouvrement de *Zygophyllum album*

D'après nos résultats nous remarquons que le recouvrement de *Zygophyllum album* est variable entre les 4 stations d'études.

Il est de 100% dans la station (2) (Sabkhat SAFIOUNE I) 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, mais avec une faible densité de 3pied/600m<sup>2</sup> seulement. Cependant, la majorité des pieds de cette dernière espèce sont sèches.

Une baisse de recouvrement est observé dans la 1 iere station (1) (HASSI ENNAGA) avec 35,64%, 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 5 individus/600m<sup>2</sup>.

En fin, on trouve les station (3) (Sabkhat SAFIOUNE II) et (4) (SIDI KHOIULED) sont contient les moindres taux de recouvrement qui sont respectivement les suivants : 20,11%, 12%, mais au contraire pour la densité qui sont : 10 pieds pour la station (4) et 5 pieds pour la station (3).

### 5.2. L'influence de la granulométrie

En conclusion à ces résultats, il semble qu'il n'y a pas une influence de la fraction granulométrique sur la répartition de *Zygophyllum album* car qu'il y a pas une relation ente les taux de recouvrement et les pourcentage des fractions granulométrique (CHAREF et CHEHMA, 2006)

### 5.3. L'influence d'humidité

Nous remarquons d'après les résultats que les stations (2), (3) se caractérisent par des taux d'humidité du sol très proches (environs de 11%), ils sont élevés

comparé aux taux d'humidité de la stations (1). En revanche, le taux est très élevé dans la station (4) est de 41% donc on conclut qu'il y a une relation étroite entre le recouvrement de *Zygophyllum album* et les taux d'humidité relative car le système raciner du plante ne permet pas d'absorber d'eaux directement qu'après une remonter capillaire même s'il y a une remonté de la nappe phréatique comme le cas de la stations (4)

#### **5.4. L'influence de conductivité électrique**

Cependant le nombre de stations est insuffisant pour déterminer la limite maximale de tolérance de cette espèce aux sels, en sais que le *Zygophyllum album* est une espèce halogypsophile avec une tolérance limite aux taux des sels bien sur (CHAREF et CHEHMA, 2006)

#### **5.5. L'influence de gypse**

D'après les résultats, on peu noté la même remarque que pour la relation salinité – recouvrement. Les stations (1), (2), (3) présentent une proportionnalité entre le taux de gypse et le taux de recouvrement ; tandis que la station (4) avec 55,53% de gypse présente que 12 % de recouvrement. Ici trois hypothèses sont possible pour expliquer cette baisse de taux de recouvrement : i) les conditions édaphiques sont supérieurs 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.

La teneur élevé en gypse peut être expliquée par un système hydrogéo-chimique dominé par  $\text{SO}_4^{2-}$  et  $\text{Ca}^{2+}$  sous un climat supposé moins aride qu'aujourd'hui (HAMDI.AISSA, 2001)

Selon POUGET ( 1980), la respirations racinaire favorise la cristallisation du gypse sous l'influence du gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ) libéré par la respiration des racines; on obtient la dissolution de calcaire qui entraîne la formation des bicarbonates et la libération de  $\text{Ca}^{2+}$ , ce dernier en excès sera responsables de la précipitation du gypse.

### 5.6. L'influence de calcaire

Dans l'ensemble des sols étudiés sont des sols peu à modérément calcaire (annexe), il semble qu'il n'y a pas une influence sur la répartition de *Zygophyllum album* car qu'il y a pas une relation ente les taux de recouvrement et les pourcentage des taux de calcaire (CHAREF et CHEHMA, 2006).

Nous avons remarqué que ces formations du calcaire sont enfouies dans le sable. Cet enfouissement est explique par (HAMDI.AISSA, 2001) comme étant le résultat de l'alternance de phases d'érosion éolienne et hydrique. Aussi (YOUSSEF, 2006), à expliquée ça par un transport hydrique qui succédé leur enfouissement dans le sol. En effet, ce calcaire est hérités de période plus humide, leur formation exige une forte pluviosité et une température moyenne (DESPOIS, 1954; DUTIL, 1971)

### 5.7. La relation entre le gypse et le calcaire

Les résultats de HAMDI.AISSA (2001), DJILI (2004) et YOUSSEF (2006), sont confirment qu'il y a une faible corrélation entre le taux du gypse et celui de calcaire total.

HAMDI.AISSA (2001) a constaté que la calcite et le gypse ne sont pas aggradés simultanément.

Ce qui confirme le résultat obtenues par HALITIM, (1985) à travers ses études dans les régions arides et qui a montré que le gypse est toujours postérieur à la calcite.

## Discussion Générale

les ressources naturelles (sol, végétations spontanée, eau), dans les zones aride sont très limitées. Elle sont soumises depuis fort longtemps, à une forte et persistante dégradation

( action climatique, anthropique,...etc). les conséquences sur le couvert végétal et le sol sont nombreuses.

En effet dans la zone à déficit hydrique; l'état de la flore est très pauvre, souvent clairsemée. Ceci correspond sensiblement au climat et les conditions édaphique ( gypse, calcaire, sable, salinité) qui interviennent dans le développement de la végétation.

La démarche suivie s'appuie sur plusieurs approches convergentes:

- Etude floristiques de l'espèce étudié ( *Zygophyllum album* ) : caractéristiques quantitatif, recouvrement densité ..etc.
- Etude des sols : caractéristiques physico- chimique.
- Comparaisons entre la même étude qui a été fait en 2006 et cette étude

A travers les résultats obtenus, un certain nombre de conclusions peuvent être dégagées:

- En premier lieu l'étude du sol a relevé que la texture est sablonneuse, pauvre en matière organique.
- Les sels se trouvent dans tous les sols étudiés, le gypse ses valeurs les plus élevées sont observées au niveau de la station 4.
- Le calcaire est le sel le plus abondant valeurs les plus élevées sont observées au niveau de la station 4.
- La salinisation caractérise les 03 station (2;3 et 4) et 4 est la plus salée.

Dans un deuxième temps, l'étude floristique a permis de caractériser les espèce végétales associer dans notre zone d'étude. Ils constituant des groupes écologiques édaphique; matérialisent l'action des facteurs édaphiques, sur la composition floristique des communautés végétaux (groupe psamophiles; gypsophiles le cas de *Zygophyllum album*, halophiles.....)

A travers notre étude nous pouvons dire qu'il existe une relation entre la distribution de la végétation et le sol d'une part et entre la distribution et autres facteurs biotiques et abiotiques d'autre part ( action climatique, anthropique,...etc).

Le climat saharien est caractérisé notamment par la faiblesse et l'irrégularité des précipitations, de fortes températures, une luminosité intense et une forte évaporation. Ces conditions désertiques extrêmes font que le maigre couvert végétal qui subsiste développe des stratégies d'adaptation, lui permettant d'exploiter au maximum les moindres conditions climatiques favorables à sa prolifération.

Comme partout au monde l'homme consiste le principal facteur de la dégradation de la couvert végétal dans son milieu par ses divers activités: prélèvement des ressources biologique surpâturage, pollution extension d'habitat, exploitation du sol et du sous sol et introduction des essences exotique.

Ces informations permettraient de définir et d'élaborer une stratégie d'exploitation et de gestion pour une meilleure utilisation des ressources afin de préserver ce milieu aride particulier, fragile et vulnérable

Afin de lutter contre la dégradation de cet écosystème fragile il est important de choisir les espèces adéquates car son fonctionnement écologique dépend fortement sur de meilleures interactions entre la végétation et le sol.

*Conclusion*

## Conclusion

Notre étude a pour but d'étudier la relation entre le *Zygophyllum album* et les facteurs édaphiques dans l'écosystème de la wilaya de Ouargla, aussi est-il qu'il y a d'autres facteurs qui ont des relations avec la répartition de cette espèce dans ce contexte nous avons posé une question bien précise :

- Quelle est l'influence des facteurs édaphiques sur la distribution spatiale de *Zygophyllum album* ?

Notre travail convient de noter les résultats qui tirent d'après l'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 quatre 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 le profil de la station (4) où les sols sont modérément calcaires. Cependant cette hétérogénéité n'a pas influencé la répartition de *Zygophyllum album*.

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

Les paramètres salinité et gypse semblent les plus déterminants dans la distribution spatiale de *Zygophyllum album*. En revanche une très forte ou une très faible salinité peut influencer négativement sur le développement du végétal, de même pour le gypse.

Cela étant dit, la présente étude est insuffisante pour déterminer 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 quatre stations, il ressort que le *Zygophyllum album* est bien développé dans les sols sableux chargés en sel (CE= 5-6 dS/m à 25°C sur extrait 1/5) avec des taux importants de gypse (42-48%).

La comparaison entre les résultats des deux années nous montre que d'autres facteurs biotique et abiotique sont influés sur le développement de *Zygophyllum album* notamment les conditions climatiques et anthropiques.

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

Mais ce travail reste insuffisant pour la compréhension de l'intérêt du facteur sol dans la distribution spatiale de la végétation d'une part et l'influence d'autres facteurs d'autre part.

En effet, les quatre stations étudiés semblent très peu pour sortir d'une conclusion très claires sur l'influence de tous les facteurs, notamment ceux qui présentent une faible variation spatiales.

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 wilaya de Ouargla.



*References*  
*bibliographiques*

## Références bibliographiques

1. **AFES-INRA, 1995.** Référentiel pédologique. INRA, Paris, 332p.
2. **AFNOR, 1999.** Qualité des sols. Ed. AFNOR, Vol. 1 et 2, Paris, 973p .
3. **AUBERT, G. 1978.** Méthodes d'analyses des sols . Ed. C. R. D. P.,Marseille,189 p.
4. **BAGOULS, F. et GAUSSEN, H. 1953.** Saison seche et indice xérothermique. Doc. Pour la carte des productions végétal, Vol. I, art. Toulouse. 47 p.
5. **BAIZE, D. et JABIOL, B. 1995.** Guide pour la description des sols. INRA,Paris, 375p.
6. **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.
7. **CHAREF et CHEHMA, 2006.** L'influence des conditions édaphique sur la distribution spatiale de *Zygophyllum album* dans la cuvette de OUARGLA, Mémoire. Ing. Ecol. Université de Ouargla 74p.
8. **CASTANY,G. 1983.** principes et méthodes de l'hydrologie , Paris . pp 33-228 .
9. **CHEHMA , A. 2005.** Etude floristique et nutritive des parcours camelines du Sahara septentrional algérien cas des régions de OUARGLA et GHARDAIA.Thèse Doctorat Université BADJI MOKHTAR –ANNABA. p
10. **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.
11. **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.
12. **Despois, 1954.** Les croûtes calcaires et leur origine, In: Annales de Géographie. 1954, t. 63, n°335. pp. 59 60.
13. **DJILI , 2004.** Etude des sols alluviaux en zones arides : cas de la daya d'El-amied ( région de Gerrara), essai morphologique et analytique . Mémoire Mag .Agro.,Univ Ouargla, 81p.
14. **D.P.A.T., 2009.-** Direction de la planification et de l'aménagement du territoire Annuaire statistique pluriannuel 1998-2004-2008, Ouargla, 138p.
15. **DUTIL P., 1971.** Contribution à l'étude des sols et des paléosols du Sahara .Thèse Doc. D'état faculté des sciences de l'université de Strasbourg. 346p.
16. **EMBERGER, L. 1995.** projet d'une classification biogéographique des climats. L'année biologique , 3 sér ., t. 31, pp 255-294.
17. **GUONOT.M, 1969.** Méthode d'étude quantitatives de la végétation. Ed Masson. Paris, 314 p.
18. **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.
19. **HAMDI AISSA B., GIRARD M.C., 2000** Utilisation de la télédétection en régions sahariennes, pour l'analyse et l'extrapolation spatiale des pédopaysages. Revue sécheresse,Vol.11(3).
20. **HALITIM, 1985.** Sol des régions arides d'Algérie. O.P.U., Alger, 141p.
21. **LACOSTE.A et SALANON.R, 2001.** Eléments de biogéographie et d'écologie.

2<sup>ème</sup> édition NATAHAN université, 139 p.

22. **Office National de la Météorologie, 2005.** Données climatique de la station météorologique de Ouargla. 2p
23. **OZENDA, P. et QUEZEL, P. 1956.** La zygophyllacée dans l'Afrique de Nord. Travaux de l'institut de recherche Sahariennes , tome XIV 1 2<sup>ème</sup> semestres . Université d'Alger, 147-158pp.
24. **OZENDA P., 1991.** Flore de Sahara 3<sup>ème</sup> Ed, mise à jour et augmentée, Paris Editions du CBRS. 622p.
25. **MOUTARI, 2001 in MEDJOUJJA et REZZAG BAARA, 2003.**Inventaire et recherche des différentes maladies traitées par l'éthmopharmacologie de la région de, 9p.
26. **POUGET, M. 1980.** Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-algéroises. ORSTOM, Paris, 555p.
27. **POUGET, M. 1995.** Gypso - sols Référentiel pédologique 6<sup>ème</sup> version. pp 161-165.
28. **QUEZEL, P . 1965.** La végétation du Sahara , du Tchad à la Mauritanie .Gustave fisher verlag . stuttgart, 323 p.
29. **RAMADE, E. 2003.** Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. 3<sup>ème</sup> Edition, DUNOD, Université Paris, 690p.
30. **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.
31. **SOLTNER, 1979.** Les grandes productions végétales 16<sup>ème</sup> ED. 464P.
32. **VIELLEFON, 1979.** Ccontrubition à l'amélioration de l'étude analytique des sols gypseux.Cah.ORASTOM ,Sér :Pédo.,17Paris.pp195-201.
33. **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.
34. **WILAIM, M. 1997.** La production végétale. Ed Technique et Documentation , paris , 478 p.
35. **YOUSSEF, 2006.** indicateurs paléo écologiques dans les sols des bassins endroïques (Sebkha et daya) du Sahara septentrional. Exemple des sebkhas de Ouargla et Mellala et de Daya d'Elamied. Mémoire Mag Agro. Univ.Ouargla , 84p.

# *Annexes*

## Annexes 1

### Classification des eaux (DURAND J.H, 1958 in CHEDALA et MOULATI, 2008)

Résidus secs en g/l	Différents types des eaux
$< 0,25$	Eaux non salines
$0,25 < R.s < 0,75$	Eaux à salinité moyenne
$0,75 < R.s < 2,25$	Eaux forte salinité
$2,25 < R.s < 5$	Eaux très forte salinité
$< 5$	Eaux à salinité excessive

### Echelle de salinité de l'extrait aqueux au 1/5 (AUBERT, 1978 in HABHOUB, 2009)

C.E (dS/m) à 25 C°	Degrés de salinité
$\leq 0,6$	Sol non salé
$0,6 \leq C.E \leq 1,2$	Sol peu salé
$1,2 \leq C.E \leq 2,4$	Sol salé
$2,4 \leq C.E \leq 6$	Sol très salé
$> 6$	Sol extrêmement salé

**Echelle de pH de l'extrait 1/5 (SOLTNER, 1989 in HABHOUB, 2009)**

<b>pH 1/5</b>	<b>Classes</b>
5 à 5,5	Très acide
5,4 à 5,9	Acide
6 à 6,5	Légèrement acide
6,6 à 7,2	Neutre
7,3 à 8	Alcalin
> 8	Très alcalin

**Classe des sols gypseux (BARZADJI, 1973 in HABHOUB, 2009)**

<b>Gypse (%)</b>	<b>Nom de la classe</b>
< 0,3	Nom gypseux
0,3 – 10	Légèrement gypseux
10 – 15	Modérément gypseux
25 – 50	Extrêmement gypseux

**Classe des fractions granulométriques : Classification ISO (AMERYCKX et VERHEYE, 1983  
in CLEMENT et FRANCOISE, 1998)**

<b>Fraction granulométrique</b>	<b>Diamètre des particules</b>
L+A	< 0,063 mm
Sf	0,2 – 0,063 mm
Sg	2 – 0,2 mm

**Echelle de calcaire total (BAISE, 1988 in HABHOUB, 2009)**

<b>CaCO<sub>3</sub></b>	<b>Horizons</b>
< 1	Nom calcaire
1 < CaCO <sub>3</sub> < 5	Peu calcaire
5 < CaCO <sub>3</sub> < 25	Modérément calcaire
25 < CaCO <sub>3</sub> < 50	Fortement calcaire
50 < CaCO <sub>3</sub> < 80	Très calcaire
> 80	Excessivement calcaire

**Classe de la matière organique (Morond, 2001 in CHEDALA et MOULATI, 2008)**

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

## Annexes 2

### Résultats des analyses de profil de station (1)

horizons	Paramètres			Horizons d'études	
				2006	2016
Horizon 1	Profondeur (cm)			0- 20	0- 63
	GRANULOMETRIE	SG		5,84	42,39
		SM		36,7	50
		SF		46,24	7,43
		< 0,05		11,22	0,18
	Humidité (%)			0,75	0,17
	Calcaire (%)			1,81	3
	Gypse (%)			43,09	37,2
	MO(%)			0,18	0,1
	PH			8,31	7,94
	CE			0,44	0,78
	Bilan ionique (cmol+/Kg)	Anions	Cl-	0,04	0,25
			SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0	0
Horizon 2	Profondeur (cm)			20- 32	63- 85
	GRANULOMETRIE	SG		3,64	20,47
		SM		41,09	69,84
		SF		49,55	9,19
		< 0,05		5,81	0,5
	Humidité (%)			0,95	0,4
	Calcaire (%)			1,91	2
	Gypse (%)			24,56	20,56
	MO(%)			0,27	0,3
	PH			8,28	7,95
	CE			0,47	1,36
	Bilan ionique (cmol+/Kg)	Anions	Cl-	0,09	0,2
			SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0	0,1
Horizon 3	Profondeur (cm)			< 32	< 85
	GRANULOMETRIE	SG		4,33	4,2
		SM		53,68	86,57
		SF		36	8,88
		< 0,05		5,99	0,43
	Humidité (%)			0,95	0,43
	Calcaire (%)			1,11	2
	Gypse (%)			26,86	22,75
	MO(%)			0,2	0,2
	PH			7,95	7,97
	CE			0,87	1
	Bilan ionique(cmol+/Kg)	Anions	Cl-	0,05	0,3
			SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	8,56	0,35



## Résultats des analyses de profil de station (2)

horizons	paramètres		Horizons d'études	
			2006	2016
Horizon 1	Profondeur (cm)		0 - 66	0- 69
	GRANULOMETRIE	SG	1,06	10,9
		SM	28	38,75
		SF	46,93	50,35
		< 0,05	24,01	0
	Humidité (%)		6,85	5,74
	Calcaire (%)		1,31	6
	Gypse (%)		38,37	24,52
	MO(%)		0,64	0,3
	PH		8,02	7,94
	CE		9,31	7,77
	Bilan ionique (cmol+/Kg)	Anions	Cl-	0,66
SO4 <sup>2-</sup>			20,1	4,74
Horizon 2	Profondeur (cm)		66 - 85	69- 93
	GRANULOMETRIE	SG	8,62	15,07
		SM	21,65	30,01
		SF	37,43	36,62
		< 0,05	32,3	18,3
	Humidité (%)		14,6	10,46
	Calcaire (%)		0	1
	Gypse (%)		43,68	31,43
	MO(%)		0,46	0,4
	PH		8,05	7,95
	CE		3,58	2,93
	Bilan ionique (cmol+/Kg)	Anions	Cl-	0,9
SO4 <sup>2-</sup>			16,69	9,97
Horizon 3	Profondeur (cm)		< 85	< 93
	GRANULOMETRIE	SG	25,14	26,14
		SM	22,12	26,66
		SF	25,35	24,7
		< 0,05	27,39	22,5
	Humidité (%)		22,4	11,75
	Calcaire (%)		0,08	3
	Gypse (%)		45,75	35,07
	MO(%)		1,28	0,2
	PH		8,08	7,97
	CE		3,6	4,02
	Bilan ionique (cmol+/Kg)	Anions	Cl-	0,8
SO4 <sup>2-</sup>			0	4,94

### Résultats des analyses de profil de station (3)

horizons	paramètres		Horizons d'études		
			2006	2016	
Horizon 1	Profondeur (cm)		O- 88	O- 62	
	GRANULOMETRIE	SG	0,31	6,7	
		SM	6,36	20,5	
		SF	82,08	70,02	
		< 0,05	11,17	2,78	
	Humidité (%)		8,65	6,55	
	Calcaire (%)		1,77	7	
	Gypse (%)		42,5	35,55	
	MO(%)		0,55	0,35	
	PH		8,01	7,59	
	CE		3,77	3,01	
	Bilan ionique (cmol+/Kg)	Anions	Cl-	0,16	0,7
			SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	8,98	9,92
Horizon 2	Profondeur (cm)		88- 105	62- 90	
	GRANULOMETRIE	SG	1,64	2,5	
		SM	13,81	25,4	
			66,35	66,3	
		< 0,05	18,2	5,8	
	Humidité (%)		16	8,65	
	Calcaire (%)		2,04	2	
	Gypse (%)		24,64	27,53	
	MO(%)		0,73	0,5	
	PH		8,14	7,55	
	CE		4,26	4	
	Bilan ionique (cmol+/Kg)	Anions	Cl-	0,13	0,5
			SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	6,42	5,02
Horizon 3	Profondeur (cm)		<105	< 90	
	GRANULOMETRIE	SG	10,07	0,5	
		SM	19,85	45,35	
		SF	54,07	50,23	
		< 0,05	16,01	3,92	
	Humidité (%)		17,6	9,1	
	Calcaire (%)		0,43	3	
	Gypse (%)		31,43	32,73	
	MO(%)		0,36	0,25	
	PH		8,11	7,7	
	CE		4,52	3,99	
	Bilan ionique(cmol+/Kg)	Anions	Cl-	0,09	0,4
			SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	15,4	6,73

### Résultats des analyses de profil de station (4)

horizons	paramètres		Horizons d'études		
			2006	2016	
Horizon 1	Profondeur (cm)		0- 17	0- 22	
	GRANULOMETRIE	SG	4,49	19,5	
		SM	57,41	56,26	
		SF	9,82	15,2	
		< 0,05	9,82	9,04	
	Humidité (%)		10,35	14,86	
	Calcaire (%)		0,55	8	
	Gypse (%)		58	35,55	
	MO(%)		1,56	0,35	
	PH		7,96	7,69	
	CE		10,82	7	
	Bilan ionique (cmol+/Kg)	Anions	Cl-	0,4	4,8
			SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	15,83	9,94
Horizon 2	Profondeur (cm)		17 -62	22- 90	
	GRANULOMETRIE	SG	7,02	28,22	
		SM	50,78	20,53	
		SF	13,11	26,3	
		< 0,05	13,11	24,95	
	Humidité (%)		19,3	29,54	
	Calcaire (%)		5	12	
	Gypse (%)		43,24	55,53	
	MO(%)		0,09	0,5	
	PH		8,17	7,66	
	CE		4	5,2	
	Bilan ionique (cmol+/Kg)	Anions	Cl-	0,06	3,25
			SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1,71	1,83
Horizon 3	Profondeur (cm)		< 62	< 90	
	GRANULOMETRIE	SG	2,16	14,82	
		SM	47,12	40,63	
		SF	15,12	19,42	
		< 0,05	15,12	25,13	
	Humidité (%)		12,6	40,95	
	Calcaire (%)		0	2	
	Gypse (%)		41,1	32,73	
	MO(%)		0	0,25	
	PH		8,06	7,67	
	CE		4,5	3,9	
	Bilan ionique(cmol+/Kg)	Anions	Cl-	0,04	2,25
			SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,14	1,65

### Annexes 3

#### Résultats des analyses floristique de la station (1)

ESPECES	densité (pieds/600m)		Recouvrement de l'espece (m/600m)		Taux de recouvrement relatif des espèces (%)		Taux de recouvrement réel des espèces (%)	
	2006	2016	2006	2016	2006	2016	2006	2016
<i>Zygophyllum album</i>	43	5	14,5	7,25	21,99	35,64	2,40	1,21
<i>Limoniastrum guyonianum</i>	53	1	48,69	3,15	73,86	15,49	8,1	0,53
<i>Ephedra alata</i>	5	4	1,57	9,91	2,3	48,72	0,26	1,65
<i>Ephorbia guyoniana</i>	10	1	1,16	0,03	1,75	0,15	0,19	0,01
<b>TOTAL</b>	<b>111</b>	<b>11</b>	<b>65,92</b>	<b>20,34</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>10,95</b>	<b>3,39</b>

**Résultats des analyses floristique de la station (2)**

ESPECES	densité (pieds/600m)		Recouvrement de l'espece (m/600m)		Taux de recouvrement relatif des espèces (%)		Taux de recouvrement réel des espèces (%)	
	2006	2016	2006	2016	2006	2016	2006	2016
<b>ANNEES DE COMPARAISON</b>								
<b>Zygophyllum album</b>	33	3	60,91	4,35	95,09	100	10,15	0,73
<b>Limoniastrum guyonianum</b>	1	0	3,14	0	4,9	0	0,52	0
<b>TOTAL</b>	34	3	64,05	4,35	100	100	10,67	0,73

### Résultats des analyses floristique de la station (3)

ESPECES	densité (pieds/600m)		Recouvrement de l'espece (m/600m)		Taux de recouvrement relatif des espèces (%)		Taux de recouvrement réel des espèces (%)	
	2006	2016	2006	2016	2006	2016	2006	2016
<b>ANNEES DE COMPARAISON</b>								
<b>Zygophyllum album</b>	16	5	21,37	2,87	25,26	20,11	3,56	0,48
<b>Tamarix gallica</b>	6	2	63,22	11,4	74,73	79,89	10,53	1,90
<b>TOTAL</b>	22	7	84,59	14,27	100	100	14,09	2,38

**Résultats des analyses floristique de la station (4)**

ESPECES	densité (pieds/600m)		Recouvrement de l'espece (m/600m)		Taux de recouvrement relatif des espèces (%)		Taux de recouvrement réel des espèces (%)	
	2006	2016	2006	2016	2006	2016	2006	2016
<b>ANNEES DE COMPARAISON</b>								
<b>Zygophyllum album</b>	141	10	122,62	15,68	100	12,24	20,43	2,61
<b>Tamarix gallica</b>	0	5	0,00	112,5	0	87,76	0	18,74
<b>TOTAL</b>	141	15	122,62	128,1	100	100	20,43	21,36

**Etude comparative sur l'influence des conditions édaphique sur la distribution spatiale de *Zygophyllum album* (zygophyllacées) dans la wilaya de OUARGLA**

**Résumé:**

Mon étude est une comparaison des résultats à l'étude de l'influence des conditions édaphiques sur la répartition spatiale de *Zygophyllum album* dans la cuvette de OUARGLA entre l'année 2006 et l'année 2016.

pour cela j'ai choisi quatre stations écologique 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 quatre stations.

L'étude floristique par échantillonnage subjectif sur le terrain a permis de dénombrer les plantes associées au *Zygophyllum album*. quatre 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 (4) tandis que dans la station (1) elle est 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 Peu calcaire à Modérément calcaire

En conclusion, l'analyse 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.

La comparaison montre que non seulement les condition édaphique qui ont influx sur la répartition de *Zygophyllum album* et q'on a besoin d'autres contributions de climat et des conditions anthropiques.

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

**Comparative study on the influence of edaphic conditions on the spatial distribution of *Zygophyllum album* (zygophyllacées) in wilaya of Ouargla**

**Abstract**

This work is a comparison of results to study of the edaphic conditions influence on the spatial distribution of *Zygophyllum album* in the Ouargla basin between 2006 and 2016.

In the aims to represent the different *Zygophyllum album* biotops in Ouargla basin. 4 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*. 4 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 (4) but in the sites (1) soils are 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 moderately carbonated.

In conclusion, the analysis the edaphic conditions as salinity and gypsum have a large influence on the spatial distribution of *Zygophyllum album*.

The comparison shows that not only the edaphic conditions that have impulses on the distribution and we need other contributions to studies of other factors.

Key words: biodiversity, *Zygophyllum album*, edaphic conditions, gypsum, salinity, spatial

**دراسة مقارنة لتأثير عوامل التربة على التوزيع المكاني لنبات العفّة (*Zygophyllum album*) في ولاية ورقلة**

**ملخص:**

في حوض ورقلة ما بين العام *Zygophyllum album* تعتبر دراستنا مقارنة نتائج في دراسة تأثير عوامل التربة على التوزيع الفضائي لـ 2006 و العام 2016 .

و النتائج المحصل عليها سمحت *Zygophyllum album* من اجل ذلك حددنا أربعة محطات عمل مختلفة ممثلة لمختلف الأوساط الحيوية لـ بوجود (5) أصناف ضمن عائلات مختلفة.

الدراسة الشكلية و التحليلية لتربة المحطات بينت أنها تربي مالحة إلى شديدة الملوحة كما أن نسبة الرطوبة كانت مهمة في المحطات 2، 3، و 4 و ضعيفة في المحطة 1 أما نسبة الجبس فهي عالية في جميع المحطات حيث تفوق 30 بالمائة ، كما أن طبيعي التربة رملية إجمالاً نسبة الكلس فيها متوسطة.

هما : الملوحة و نسبة *Zygophyllum album* و خلاصة التحليل تبين ان عوامل التربة الأكثر تأثيراً على التطور و التوزيع الفضائي لـ الجبس