



UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Mémoire de Fin d'Etudes  
En vue de l'obtention du diplôme de

## Master Académique

*Domaine : Sciences de la nature et de la vie*  
*Filière : Agronomie*  
*Spécialité : Gestion des Agro-systèmes*

### Thème

*La variabilité spatiale de la  
salinité des sols cultivés  
à El Hadjira - Ouargla*

Présenté par : BOUGUERRA Abdelhafid

Président :	Mr. HAMDI Aissa B	Professeur	U.K.M-Ouargla
Encadreur :	Mr. DADDI BOUHOUN Mustapha	Professeur	U.K.M-Ouargla
Co-encadreur :	Mr. SIBOUKEUR Abdellah	Doctorant	U.K.M-Ouargla
Examineur:	Mr. KHAMGANI Abdelmalek	M.A.A	U.K.M-Ouargla

Année universitaire 2017/2018

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A ma mère « **fatma** » et mon père « **Abdelkader** » qui m'a soutenu des mes Premier pas pour ses souffrances et ses sacrifices pour moi, , pour arriver à réaliser ce Travail.*

*A mes chères Sœurs « Thoraia et Saida »*

*A mes chères Frères :Mohamed.l, abdallah, Abdelbari,Nasser,Zohir ,Badis,Abdelkarim et yassin*

*Je dédie ce travail a toutes mes familles « Bouguerra »surtouts mes grande mère et père « **Halima et Yamina** »*

*Aussi ne pas oublier de Consacrer salutations à ma tante « **Baya** » et mon oncle « **Saleh Kemassi** » pour aide-moi pendant les parcours scolaires et votre enfants « Ahmed, Fatma, Soraya, Imam et Tayeb »*

*A mes amies, et tous ceux qui ont nous aidé*

*De près ou de loin.*

*A mais amis et frère Membres de l'Association Culturelle Iqraa de l'Etat d'Ouargla*

*A Tous mes enseignements de l'université kasdi merbah*

*Enfin l'appréciation et l'amour pour tous mes amis particulièrement mes collègues.de promo gestion des agro systèmes*

**BOUGUERRA Abd elhafid**

## **Remerciements**

*Avant tout, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage, et les moyens afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.*

*En premier lieu, je remercié mon promoteur Monsieur DADDI BOUHOUN Mustapha, professeur à l'Université KASDI MERBAH de Ouargla pour avoir proposé ce thème et pour son encadrement.*

*Je devon une mention particulière à Monsieur SIBOUKEUR Abdallah mon Co-promoteur qui nous aidés beaucoup pour terminer ce travail.*

*Je remercie s'adressent également à Monsieur HAMDI Aissa, professeur à l'Université KASDI MERBAH d'Ouargla pour avoir accepté de présider le jury de soutenance,*

*Je remercie vont aussi à Monsieur KEMGANI Abd elmalek maître assistant A à l'Université KASDI MERBAH de Ouargla pour avoir accepté de juger le présent travail.*

*Un gros merci à nos entourages, plus spécifiquement nos parents pour leur soutien aussi bien moral que financier et pour leurs sacrifices.*

*Je remercie Tous ceux qui m'ont étudié du primaire à l'université*

*Enfin, que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, puissent trouver ici, toute mon reconnaissance.*

**BOUGUERRA Abd elhafid**



## Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique de la région d'étude.....	13
Figure 2: Diagramme Ombrothermique de la région Ouargla 2007-2017 .....	17
Figure 3: Situation de la région d'Ouargla au niveau du climagramme d'EMBERGER .....	18
Figure 4: Coupe hydrogéologique à travers le Sahara.....	19
Figure 5: Les oueds de la dorsale du M'Zab .....	20
Figure 6: Coupe géomorphologique schématique Ouest-Est de la cuvette d'Ouargla.....	21
Figure 7 : Image satellitaire de la commune d'EL HADJIRA .....	23
Figure 8: Approche méthodologique .....	25
Figure 9 : Dimensions de la maille avec le rayon possible de modification d'un point.....	26
.Figure 10: Points de sondage après délimitation les sols cultivé à EL HADJIRA .....	27
Figure 11: les appareils utilisés dans les mesures de pH et la conductivité électrique.....	30
Figure 12: jardin des oasis d'EL HADJIRA (système ghouts).....	33
Figure 13 : Niveau statique des nappes phréatiques dans les sols cultivées à EL HADJIRA ..	38
Figure 14 : Niveau piézométrique des nappes phréatiques dans les sols cultivé à ELHADJIRA. ....	40
Figure 15 : histogramme des classe salinité des eaux de la nappe phréatique.....	42
Figure 16 : Carte de la salinité des eaux de la nappe phréatique dans les sols cultivé à ELHADJIRA. ....	43
Figure 17: variation spatiale de pH de la nappe phréatique dans les sols cultivé à EL HADJIRA .....	44
Figure 18: Fréquences de différentes classes de salinité dans la couche superficielle (0-40 cm) dans les sols cultivés par système ghouts. ....	46
Figure 19: Fréquences de différentes classes de salinité dans la couche superficielle (0-40 cm) dans les sols cultivé par système mise en valeur. ....	46
Figure 20: Carte de la variabilité spatiale de la conductivité électrique de la couche superficielle (0-40 cm) dans les sols cultivés à EL HADJIRA.....	47
Figure 21: Fréquences de différentes classes de salinité dans la couche médiane (40-80 cm) dans les sols cultivés par système ghouts. ....	49
Figure 22: Fréquences de différentes classes de salinité dans la couche médiane (40-80 cm) dans les sols cultivé par système mise en valeur. ....	49
Figure 23: Carte de la variabilité spatiale de la conductivité électrique de la couche médiane 40-80 cm dans les sols cultivés à EL HADJIRA. ....	50

Figure 24: Fréquences de différentes classes de salinité dans la couche profonde (80-120 cm) dans les sols cultivés du système ghouts. ....	52
Figure 25: Fréquences de différentes classes de salinité dans la couche profonde (80-120 cm) dans les sols cultivés du mise en valeur.....	52
Figure 26: Carte de la variabilité spatiale de la conductivité électrique de la couche médiane 80 -120 cm dans les sols cultivés à EL HADJIRA. ....	53
Figure 27: Les classes de la salinité dans les sols cultivés à EL HADJIRA.....	55
Figure 28: Type de profils salins prédominant dans les sols cultivés à EL HADJIRA .....	56
Figure 29: Variation spatiale de pH dans la couche ( 0-40 cm) aux sols cultivés à EL HADJIRA. ....	57
Figure 30: Variation spatiale de pH dans la couche (40-80 cm) aux sols cultivés à EL HADJIRA. ....	57
Figure 31: Variation spatiale de pH dans la couche (40-80 cm) aux sols cultivés à EL HADJIRA. ....	58

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Superficie affectée par la salinité dans le monde.....	5
Tableau 2 : Classes de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux 1/5 à 25 °C .....	8
Tableau 3 : Classification de SAR.....	9
Tableau 4 : Classification des sols salins.....	9
Tableau 5: Données climatiques de la région d'Ouargla (2007-2017).....	14

## Liste des photos

Photo 1: Système traditionnelle de palmeraie à LAGRAF – EL HADJIRA.....	34
Photo 2 :certaine espèce cultivée dans système mise en valeur à DUBI DUBI – EL HADJIRA .....	35
Photo 3: la remonté de la nappe phréatique de système « ghouts » à EL HADJIRA.....	54

## **Liste d'abréviations**

CEe1:5: Conductivité électrique de l'extrait 1:5 des sols

CEn: Conductivité électrique des eaux phréatiques

DREW: Directions Des Ressources En Eau Des Wilayas

CV : coefficient de variance

FAO: Food and Agriculture Organization

ISO: International Organization for Standardization

ONA : Office National de l'Assainissement

ONM : Office National de la Météorologie

pHe1:5 : pH de extrait 1:5 des sols

pHn : pH des eaux phréatiques

USSL: United State Salinity Laboratory



## Sommaire

<i>Remerciements</i> .....	
<b>Liste des figures</b> .....	
<b>Liste des tableaux</b> .....	
<b>Liste des photos</b> .....	
<b>Liste d'abréviations</b> .....	
<b>Sommaire</b> .....	
<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Variation spatiale de la salinité des sols salés</b> .....	<b>4</b>
I.1. Définition .....	4
I.1.1 Salinité .....	4
I.1.2 Salinisation .....	4
I. 2 Répartition des sols salés dans le monde et dans l'Algérie .....	4
I.2.1 Salinité dans le monde .....	4
I.2.2 Salinité en Algérie .....	5
I.3 Type de la salinisation .....	6
I.3.1 Salinisation primaire ou naturelle .....	6
I.3.2. Salinisation secondaire.....	6
I.5. Classification des sols salés .....	9
I.6. Effets de la salinité sur les sols et sur les végétaux .....	10
I.6.1. Effets de la salinité sur les propriétés microbiologique, physiques et chimiques du sol .....	10
I.6.2. Effets de la salinité sur les végétaux .....	11
<b>Chapitre II : Présentation la région d'étude</b> .....	<b>13</b>
II.1 – Présentation de la région d'étude d'Ouargla .....	13
II.1.1. Localisation géographique d'Ouargla et EL HADJIRA.....	13
II.2. Contexte climatique.....	14
II.2.1. Températures .....	15
II.2.2. Précipitations .....	15
II.2.3. Vents.....	15
II.2.4. Humidité relative .....	16
II.2.5. Evaporation .....	16
II.2.6. Insolation.....	16
II.3. Classification climatique .....	17
II.3.1. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS .....	17

II.3.2. Climagramme d'EMBERGER .....	17
II.3.3. Hydrogéologie .....	18
II.3.4. Géomorphologie .....	20
<b>Chapitre III : Matériels et méthodes .....</b>	<b>23</b>
III.1. Matériels d'étude : .....	23
III.1.1. Choix de la zone d'étude.....	23
III.1.2. Choix des secteurs d'étude .....	23
III.2. Méthode d'étude : .....	24
III.2.1. Approche méthodologique .....	24
III. 2.2. Échantillonnage.....	26
III.2.2.1. Méthode d'échantillonnage .....	26
III.2.3. Etude de la dégradation édaphique du sol .....	28
III.2.4. Etude de la dégradation hydrique : .....	28
III.2.5. Etude de l'espace agraire : .....	28
III.3. Méthodes d'analyses .....	29
III. 3.1. Analyses des sols.....	29
III. 3.2. Analyse des eaux phréatiques .....	29
III. 4. Cartographie .....	30
III. 4.1. Cartographie de la salinité des sols .....	30
III. 4.2. Cartographie au niveau de la nappe phréatique.....	30
<b>Chapitre IV : Résultats et discussions .....</b>	<b>32</b>
IV.1. CONDUITE CULTURALE DANS LA REGION D EL HADJIRA .....	32
IV.1.1. Ancien système : .....	32
IV.1.2. Nouveau système agricole : .....	34
IV.1.3. Systèmes d'irrigation : .....	35
IV.2. Etude de la variabilité spatiale des eaux phréatique .....	36
IV.2. 1. Niveaux de la nappe phréatique .....	36
IV.2. 2. Qualité des eaux phréatiques .....	41
IV.3. Variabilité spatiale de la salinité du sol .....	44
IV.3.1. Variabilité spatiale de la salinité du sol (Degré de salinité).....	45
IV.3.2. Dynamique des sels.....	55
IV.3.3. pH <sub>e</sub> 1:5.....	56
<b>Conclusion .....</b>	<b>60</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>63</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>68</b>



# *Introduction*

## Introduction

La gestion des sols en agriculture est considérée comme l'un des thèmes prioritaires pour assurer la durabilité des modes de production. Cette question concerne non seulement les préoccupations liées à la production et la qualité des produits mais également la protection de l'environnement (DIALLO, et al ; 2015).

La salinité des sols est définie selon plusieurs auteurs comme étant la présence de la concentration excessive de sels solubles dans le sol (BAIZE, 2000). D'après ALLAKHVERDIEV et al, 2000 ; in OUSTANI, 2006), la salinité est un facteur environnemental très important qui réduit la productivité des plantes. La salinité est une caractéristique naturelle des sols, mais la salinisation et particulièrement causé par l'activité d'homme, la salinité par définition est l'accumulation des sels solubles dans le sol ou sur la surface, elle a pour conséquence la dégradation des sols réduisant ainsi leur rendement. Les cultures sont aussi effectuées. Ceci est caractérisé par un développement réduit de la plante entre autre (BENCHALLAL, OUKIL, et BELHADJ, 2009)

En ce qui concerne les sols salés qui constituent un des traits caractéristiques des zones arides ou ils occupent des grandes superficies, et présente d'énormes problèmes de mise en valeur, C'est le cas des sols salés algériennes. (HAIMOUD et al, 1980 ; DELLAL et al, 1992).


La salinisation des terres est un problème majeur à l'échelle du globe. Selon la FAO 2009 et les estimations les plus récentes, elle affecte déjà au moins 400 millions d'hectare et en menace gravement une surface équivalente. Elle est donc très importante quantitativement puisque, encore une fois, nous n'avons qu'un milliard et demi d'ha cultivés sur la Terre (LEGROS. 2009)

Le but de ce travail est de réaliser une cartographie de la salinité des sols cultivés dans les régions Sahariennes en Algérie, où la salinité des sols semble constituer une menace majeure pour la production agricole.

Notre travail consiste à l'étude de la variation spatiale de la salinité du sol dans la région d'ELHADJIRA – **OUARGLA** en étudiant dans un premier temps la dégradation édaphique suivi par l'étude de la dégradation hydrique par la nappe phréatique. Ce la va nous déterminer les zones les plus affectées par un phénomène de salinisation et causes probables qui ne cessent de progresser dans les régions sahariennes.

Notre étude comporte trois parties essentielles, à savoir:

- La première partie de notre travail a été consacrée à la synthèse bibliographique, généralités sur la salinisation du sol, et la présentation de la région d'étude.
- La seconde partie a été réservée aux matériels et méthodes utilisés pour la réalisation de ce travail.
- Quant à la troisième partie, elle est inhérente aux résultats et discussions de notre travail.



*Chapitre I.*  
*Variation spatiale de*  
*la salinité des sols*  
*salés*

## **Chapitre I : Variation spatiale de la salinité des sols salés**

### **I.1. Définition**

#### **I.1.1 Salinité**

La salinité se réfère à la quantité des sels solubles qui se trouve dans le sol (CHESWORTH, 2008).

Elle est mesurée à l'aide de la conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée (MATHIEU et LOZET, 2011).

#### **I.1.2 Salinisation**

La salinisation est l'accumulation de sels hydrosolubles dans le sol. Ces sels sont le potassium, le magnésium, le calcium, le chlorure, le sulfate, le carbonate, le bicarbonate et le sodium. L'accumulation du sodium est aussi appelée sodification. Les sels se dissolvent et se déplacent avec l'eau. Quand l'eau s'évapore, les sels restent (S.O.C.O., 2009).

Tout d'abord, la salinisation implique une accumulation de sels par des processus naturels du fait d'une forte teneur en sels du matériau parent ou des nappes souterraines. En second lieu, la salinisation est provoquée par des interventions humaines, telles que des pratiques d'irrigation inappropriées, par exemple avec de l'eau d'irrigation riche en sels et/ou par un drainage insuffisant (S.O.C.O., 2009).

## **I. 2 Répartition des sols salés dans le monde et dans l'Algérie**

### **I.2.1 Salinité dans le monde**

Les terres émergées représentent 13,5 milliard d'ha. Mais, quand on a retiré les déserts, les hautes montagnes, l'Antarctique, le Groenland, il reste 3 milliards d'ha cultivables, soit 22% du total; c'est seulement 50 fois la France [NAHON, 2008]. Et, la moitié de ces 3 milliards d'ha cultivables sont déjà cultivés. Comme on prévoit à court terme le doublement des populations humaines, il est plus que temps de se préoccuper de la sauvegarde du capital sol. Or, ce capital est inextensible et menacé. (LEGOS ,2009)

A l'échelle mondiale, les sols salés occupent des surfaces étendues et constituent un grand problème pour l'agriculture. La surface affectée par la salinité dans le monde est évaluée à 954,8 millions d'hectare, soit 23 % des terres cultivées (FAO, 2008).

Le tableau suivant présente la superficie affectée par la salinité dans le monde:

**Tableau 1 : Superficie affectée par la salinité dans le monde (FAO, 2008)**

Région	Superficie (millions d'hectares)
Afrique	80,5
Europe	50,8
Amérique du Nord	15,7
Amérique du Sud	129,2
Australie	357,3
Mexique et Amérique centre	2
Asie du Sud Est	20
Asie du centre et du Nord	211,7
Asie du sud	87,6
<b>Total</b>	<b>954,8</b>

### I.2.2 Salinité en Algérie

En Algérie, les sols agricoles sont dans leur majorité affectés par la salinité ou susceptibles de l'être (DURAND, 1983). Ils sont répartis dans les basses plaines d'Oranie, dans la vallée de Mina près de Relizane, sur les hautes plaines au Sud de Sétif et de Constantine, aux bords de certains Chotts comme Chott Melghir. Ils ont aussi une grande extension dans les régions sahariennes au Sud de Biskra jusqu'à Touggourt, Ouargla et d'autres (DURAND, 1983).

Sols salés d'Algérie sont caractérisés en générale par une conductivité électrique supérieure à 7 dS/m et de pourcentage de sodium échangeable qui varie de 5 à 60 % de la C.E.C (AUBERT, 1975).

D'après HALITIM (1988), dans les régions arides, les sols salés représentent environ 25% de la surface cartographiée. Soit 3,2 millions d'hectares (HAMDI, 1999).



### **I.3 Type de la salinisation**

La présence des sels solubles dans les sols se justifie par diverses causes. Deux processus sont signalés.

#### **I.3.1 Salinisation primaire ou naturelle**

C'est un processus lié à la pédogenèse, en autre terme à l'altération des roches salifères qui libèrent des sels sous l'effet de différents facteurs géologiques, géomorphologiques et climatiques (GAUCHER et BRUDIN, 1974 *in* MISSAOUI, 1991).

Les sels solubles peuvent provenir :

- Soit le matériau géologique, par le biais de l'altération, peut libérer les éléments nécessaires à la formation des sels solubles (altération de minéraux primaires riches en sodium, de roches volcaniques, ou encore dissolution des évaporites, qui sont des accumulations salines anciennes).
- Soit par l'eau de mer est, bien entendu, une source principale de sel en milieu côtier. La salinisation peut alors être un phénomène permanent lié aux marées (salinisation marine), ou encore due à la présence de lentilles d'eau sur salées lorsque les zones basses sont isolées de la mer par un colmatage alluvial (salinisation lagunaire) ;
- Soit **une nappe phréatique**, d'origine continentale et salée par héritage géologique, peut contaminer le sol par ascension capillaire (IRD ,2008).

#### **1.3.2. Salinisation secondaire**

Dans ce cas le sol avait déjà formé et avait acquis une personnalité pédologique. Par exemple, si une partie d'une plaine littorale est envahie par la mer, bien que le contact soit direct, la salinisation reste secondaire. Il en est de même d'un sol alluvial qui se sale sous l'effet de la remontée d'une nappe chlorurée. Cette distinction tend à faire préciser à quel moment de son histoire, un sol a acquis le caractère halomorphie SANDA (ABBANI B, et ABDE-LALI Y, 2005).

La salinisation d'origine secondaire Induite par l'activité humaine, liée fréquemment à des pratiques agricoles inappropriées (MERMOUD, 2006). C'est un processus d'enrichissement d'un sol en sels solubles causé par l'approvisionnement en eau pour l'irrigation et qui aboutit

à la formation d'un sol salin L'irrigation altère le bilan hydrique du sol, en générant un apport d'eau supplémentaire. Cet apport est toujours associé à un apport de sels.

En effet, même une eau douce de meilleure qualité contient des sels dissous et, si la quantité de sels apportée par cette eau peut sembler négligeable, les quantités d'eau apportées au fil du temps entraînent un dépôt cumulé de sels dans les sols qui peut s'avérer considérable. Les échanges de cations entre le sol et l'eau d'irrigation sont le début de la salinisation du sol. La salinisation peut être causée par la remontée capillaire des eaux souterraines salines ou résulter d'une irrigation réalisée avec de l'eau saline (IPTRID,2006).

Donc La salinisation d'origine secondaire est induite par l'activité humaine, liée fréquemment à des pratiques agricoles inappropriées. Les principales causes de la salinisation secondaire (GAUCHER et BRUDIN, 1974 *in* MISSAOUI, 1991) :

#### I.4. Paramètres de caractérisation des sols salés

Le diagnostic de la salinité des sols se base sur un ensemble de mesures physicochimiques (CE, pH et CEC) et chimiques (cations solubles, anions solubles et sodium échangeable). Ces paramètres nous permettrons d'apprécier le degré et la charge saline ainsi que le faciès chimique des sels et le taux de sodium échangeable. La mesure de la conductivité électrique et du pH nous permettons d'estimé la salinité globale dans le sol (HADDAD et ABBES, 2015).

L'étude d'un sol sur le plan de la salinité se basé sur un ensemble des factures sont :

- Conductivité électrique :

La salinité est mesurée par la CE de l'extrait de pâte saturé ou l'extrait diluée du sol. Elle est exprimée en dS/m à 25 C° (USSL, 1954), (tableau 2).

L'échelle agronomique mise au point par United State Salinity Laboratory (USSL) 1954 est graduée selon les valeurs de la CE, de 0 à 16 m mhos/cm. Un sol considéré salé lorsque la CE est supérieure à 4 millimhos /cm (4 dS/m) à 25°C (USSL, 1954 ; CALVET, 2003).

**Tableau 2 : Classes de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux 1/5 à 25 °C (MATHIEU et PIELTAIN, 2009)**

CE <sub>e1:5</sub> à 25 °C	Classe de salinité
CE <sub>e1:5</sub> ≤ 0,6	Non salé
0,6 < CE <sub>e1:5</sub> ≤ 1	Légèrement salé
1 < CE <sub>e1:5</sub> ≤ 2	Salé
2 < CE <sub>e1:5</sub> ≤ 4	Très salé
CE <sub>e1:5</sub> > 4	Extrêmement salé

- **pH du sol :**

Selon (SOLTNER, 1989 *in* HADDAD et ABBES) la notion de pH du sol permet de façon commandée et précise de désigner la réaction du sol salins. Les sols salés ont un pH supérieur à 7, et il augmente en corrélation avec le rapport Na<sup>+</sup>/CEC.

La mesure du pH du sol s'effectue dans une suspension de l'échantillon de sol dans l'eau (pHeau) ou dans l'eau plus de chlorure de potassium ( pH kcl) dans laquelle on mesure la concentration en ions H<sup>+</sup> et OH<sup>-</sup> à l'état dissocié, dans le liquide surnageant. Le rapport sol/eau étant généralement de 1/2,5. Aussi dans le sol, le pH de la solution varie habituellement de 4,5 à 9,5 (MATHIEU et LOZET, 2011).

- **ESP (Taux de sodium échangeable) :**

Selon (RICHARDES ; 1954) ce terme permet de caractérisé le stade d'alcalinisation d'un complexe d'échange. L'ESP est fonction de la CEC exprimée en ( meq/1). .

$$ESP = \text{Na}^+ / \text{Quantité totale des cations absorbées}$$

- **SAR (sodium absorption ratio) :** il s'agit d'un paramètre fondamental pour la détermination du niveau de l'alcalinisation de la solution du sol. (RICHARDES ,1954).

D'après (MATHIEU ,2009) Dans l'étude de mécanisme de sodisation, l'Ecole de Riverside aux Etats-Unis utilise depuis 1969 un paramètre précis pour définir la composition des

solutions du sol ou des nappes salées ; il s'agit de SAR « Sodium Adsorption Ratio » ou taux de sodium adsorbé :

$$\text{SAR} = \text{Na}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})^{1/2}$$

Les cations sont exprimés en mol.L-1.

Et selon (Durand, 1958, in BOUTLLI, 2012). Le SAR est déterminé par la relation suivant

$$\text{SAR} = \text{Na}^+ / \sqrt{(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})/2} ; \text{ Avec l'unité de } (\text{Na}^+, \text{Mg}^{++}, \text{Ca}^{++}) \text{ définie par méq/l}$$

**Tableau 3 : Classification de SAR**

<b>SAR</b>	(Sodium absorption ratio) <b>Degré alcalinisation</b>
$\leq 4$	Basse alcalinisation
$4 < \text{SAR} \leq 8$	Faible alcalinisation
$8 < \text{SAR} \leq 12$	Alcalinisation moyenne
$12 < \text{SAR} \leq 18$	Alcalinisation forte
$> 18$	Alcalinisation intense

(SERVANT et al. 1966 in BENZAHY 1994 )

### I.5. Classification des sols salés

Plusieurs auteurs utilisent des paramètres de salinité et de sodicité pour obtenir des classes de sols salés basées sur la concentration en sels (CE) et le (ESP) (RICHARD, 1954) (CRAMER, 2002) (KOTURBY, AMACHER et al. (1997) in BADACHE A, 2005). Les sols ont été classifiés comme salin, sodique ou salin-sodique. Il y a trois catégories des sols salins et sodiques, déterminés par un système de classification établi par le laboratoire américain de la salinité (RICHARD, 1954) :

**Tableau 4 : Classification des sols salins**

<b>Type des sols</b>	<b>CE (dS/m)</b>	<b>SAR</b>
Sols salins	<b>CE &gt; 4 dS/m</b>	<b>SAR &lt; 13</b>
Sol sal-sodiques	<b>CE &gt; 4 dS/m</b>	<b>SAR &gt; 13</b>
Sol sodiques	<b>CE &lt; 4 dS/m</b>	<b>SAR &gt; 13</b>

**I.6. Effets de la salinité sur les sols et sur les végétaux**

Les sols salés sont caractérisés par des propriétés physiques, chimiques et biologiques défavorables à la croissance des végétaux en raison de la présence de sels solubles, et/ou de sodium échangeable en quantité élevée (BADACHE, 2005)

**I.6.1. Effets de la salinité sur les propriétés microbiologique, physiques et chimiques du sol****I.6.1.1. Effets de la salinité sur les propriétés physiques du sol**

C'est par leurs cations que les sels solubles affectent les propriétés du sol. Il s'agit essentiellement de l'ion sodium. L'action défavorable de cet ion à l'état échangeable se traduit par la dispersion des colloïdes du sol et par voie de conséquence :

- Structure dégradée ;
- Réduction de la perméabilité et de l'aération ;
- Mauvaise stabilité structurale.

**I.6.1.2. Effet sur les propriétés chimiques :**

Lorsqu'un sol contenant des ions  $\text{Na}^+$  sur le complexe argilo-humique devient humide (irrigation ou précipitation), le  $\text{Na}^+$  fixé repasse en solution et provoque des réactions qui aboutissent à la libération d'ions  $\text{OH}^-$  qui vont élever le pH du sol (DJAMAI, 1993). Si l'élévation du pH est forte (jusqu'à 10), elle perturbe la physiologie des plantes et celle des micro-organismes (BADACHE, 2005).

La présence d'un taux élevé de sels peut entraîner une augmentation de la CE qui dépasse 4 dS/m. La salinité peut augmenter le pH dans le cas du sol sodique qui dépasse 8,5 (MATHIEU *et al.*, 2007, in KEMASSI, 2015).

**I.6.1.3. Effets de la salinité sur les propriétés microbiologiques du sol**

Discussion L'effet de la salinité sur l'activité microbienne n'est apparemment pas une fonction linéaire, mais représente une valeur seuil de salinité au-delà de laquelle, il y a une forte diminution des populations microbiennes (HALITM et DELLAI ; in OUSTANI, 2006). Hormis la tension osmotique élevée, caractérisant les sols salés, ces derniers constituent un milieu défavorable pour les microorganismes en raison de la présence des ions toxiques et de

leur pH très basique, ainsi que leur structure asphyxiante (OUSTANI, 2006). Le blocage de l'activité microbiologique des sols par la salinité influe négativement sur la nutrition des plantes, dans la mesure où c'est cette activité microbienne qui transforme les composés organiques en formes minérales assimilables par les plantes (GOBAT et al. In OUSTANI, 2006).

### **I.6.2. Effets de la salinité sur les végétaux**

Les sels dissous ont des effets indirects sur les végétaux par leur action sur la structure du sol et la circulation des fluides et ont des effets directs sur la croissance et le développement des plantes (CALVET, 2003), provoquant ainsi son flétrissement « sécheresse physiologique » (DIARRA, 1991).



***Chapitre II***  
***Présentation la région***  
***d'étude***

## Chapitre II : Présentation la région d'étude

### II.1 – Présentation de la région d'étude d'Ouargla

#### II.1.1. Localisation géographique d'Ouargla et EL HADJIRA

La région d'Ouargla est située au sud-est du pays à 790 km de la capitale Alger et couvre une superficie de 163.233 km. Elle est limitée :

- Au nord par les wilayas de Djelfa et d'El-Oued.
- Au sud par les wilayas de Tamanrasset et Illizi.
- À l'est par la Tunisie.
- À l'ouest par la wilaya de Ghardaïa (DPAT, 2009).

La région de EL HADJIRA située au Nord de la wilaya de Ouargla est de 100 km, son territoire s'étend entre les latitudes Nord 32°25' - 32°59' et longitude Est 05°20' – 06°07', sur une superficie de 9114.49 km<sup>2</sup>. Elle est limitée :

- Au nord par EL ALIA et TOUGGOURT
- Au sud par N'GOUSSA et HASSI BEN ABD ALLAH
- À l'est par EL MANGUER
- À l'ouest par EL ALIA.



Figure 1 : Situation géographique de la région d'étude (DJIDEL.2008)



**II.2. Contexte climatique**

Le climat d'Ouargla est particulièrement contrasté malgré la latitude relativement septentrionale. L'aridité s'exprime non seulement par les 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).

L'étude du climat de la région d'Ouargla, a été faite sur une période de 10 ans (2007-2017), les paramètres utilisés pour cette étude proviennent des données recueillies auprès de l'Office National de la Météorologie (ONM) d'Ouargla.

**Tableau 5: Données climatiques de la région d'Ouargla (2007-2017).**

	Températures			H(%)	vent	P en mm	EVA (mm)	INS (Heure)
	T min(°C)	Tmax (°C)	T moy (°C)					
Janvier	5,18	19,34	12,26	57,35	8,15	8,51	93,49	249,60
Février	7,10	21,47	14,29	48,46	9,37	3,94	128,15	239,26
Mars	10,53	25,50	18,02	43,45	10,11	5,77	189,02	270,14
Avril	15,25	30,69	22,97	37,55	11,43	1,67	238,84	280,92
Mai	20,05	35,40	27,72	31,29	11,54	1,79	317,54	301,59
Juin	24,82	40,50	32,66	27,98	10,40	0,74	378,58	237,60
Juillet	27,86	43,58	35,72	24,56	9,30	0,32	436,60	324,02
Août	27,40	42,70	35,05	27,22	9,10	0,70	396,55	338,00
Septembre	23,73	38,23	30,98	36,31	9,61	5,16	282,78	264,63
Octobre	17,43	31,85	24,64	43,41	9,63	6,92	210,32	267,01
Novembre	10,28	24,34	17,31	52,43	7,50	2,69	122,33	252,15
Décembre	5,81	19,52	12,67	58,94	7,51	4,01	85,72	229,24
Moyenne	16,29	31,09	23,69	40,75	9,47	42,21	239,99	3254,15

**II.2.1. Températures**

La température joue un rôle primordial sur le climat. la température influe sur les autres paramètres météorologiques tels que l'évaporation et le taux d'humidité de l'atmosphère. Il s'agit d'un paramètre essentiel pour les calculs de bilan hydrologique (CHETTI, 2006).

La région d'Ouargla est caractérisée par des températures très élevées qui peuvent dépasser les 40°C. Les températures moyennes enregistrées sur dix ans pour la période (2007-2017) (Tab.1) permettent de constater que la température moyenne annuelle est de 23,69°C. Le mois le plus chaud est le mois de juillet avec un maximum de 35,72°C et le mois le plus froid est celui de janvier avec minimum en janvier de 12,26°C.

**II.2.2. Précipitations**

Les précipitations sahariennes sont caractérisées par leur faible importance quantitative et les pluies torrentielles sont rares (DUBIEF, 1953).

Les précipitations sont très faibles et irrégulières, comme dans la majeure partie des régions sahariennes. La moyenne annuelle des précipitations est de 42,21 mm avec un maximum de 8.51 mm au mois de Janvier et un minimum de 0.74 mm au mois de juillet à moyenne. La pluviométrie est importante entre l'automne et l'hiver.

Les pluies se produisent essentiellement au printemps et en automne. La répartition est marquée par trois mois de sécheresse quasi absolus de mai à septembre .

L'impact des pluies sur le lessivage des sels dans le sol est faible et ne peut pas satisfaire les besoins des cultures.

**II.2.3. Vents**

Le vent est un phénomène très fréquent dans le désert, ou il joue un rôle considérable en provoquant une érosion intense grâce aux particules des sable qu'il les transporte. En contrepartie une sédimentation également importante se traduit par la formation de dunes (OZINDA, 1977).

Dans la région d'Ouargla, les vents sont fréquents durant tout le long d'année dans différentes directions selon les saisons, IL souffle du Nord-Sud ou Nord-est /Sud-ouest.

D'après les données de l'ONM, dans la période d'observation (2007-2017) La vitesse moyenne annuelle des vents est de 9,47 m/s, avec un maximum de 11,54 m/s au mois du Mai. On constate que la vitesse des vents les plus forts est enregistrée dans la période qui s'étale du Mars au Mai, et la valeur la plus faible est enregistré dans le mois de Novembre et Décembre.

#### **II.2.4. Humidité relative**

L'air d'Ouargla est très sec. Le taux d'humidité relative varie d'une saison à l'autre, il atteint son seuil maximum de 57,37 % au mois de Janvier, et un minimum de 24,56% au mois de Juillet avec une moyenne annuelle de 40,75 % (Tab.1), Le niveau d'humidité est faible notamment en été. Il contribue dans l'augmentation du potentiel de l'évapotranspiration.

#### **II.2.5. Evaporation**

L'évaporation est un paramètre climatique important à connaitre dans la mesure où elle permet d'apprécier les pertes en eau dans l'atmosphère.

La région d'Ouargla est caractérisée par une évaporation très importante surtout pour les mois d'été avec une valeur maximale de 436,60mm. En juillet la moyenne annuelle est de 239, 99 mm (Tab.1), son intensité étant renforcée par les vents, notamment par ceux qui sont chauds, Ce niveau d'évaporation favorise l'accumulation des sels à la surface du sol par remontée capillaire.

#### **II.2.6. Insolation**

La région d'Ouargla est caractérisée par une forte insolation. L'insolation correspond à la durée d'éclairement du sol par le soleil. La durée moyenne d'insolation dans la cuvette d'Ouargla est de 3254,15 h/mois, avec un maximum de 338, 00 heures en août et un minimum de 229,24 heures en décembre.

### II.3. Classification climatique

#### II.3.1. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS

Le diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN montre que l'aire comprise entre les deux courbes représente la période sèche et humide dans la région de Ouargla s'étale surtout l'année, où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T), avec  $P=2T$ .

Le Diagramme Ombrothermique de la région de Ouargla établi à partir des données pluviométriques et thermiques moyennes mensuelles calculées sur une période de 10 ans, et montrent que la période sèche s'étale sur tout l'année ce qui favorise la salinisation (Fig.2).

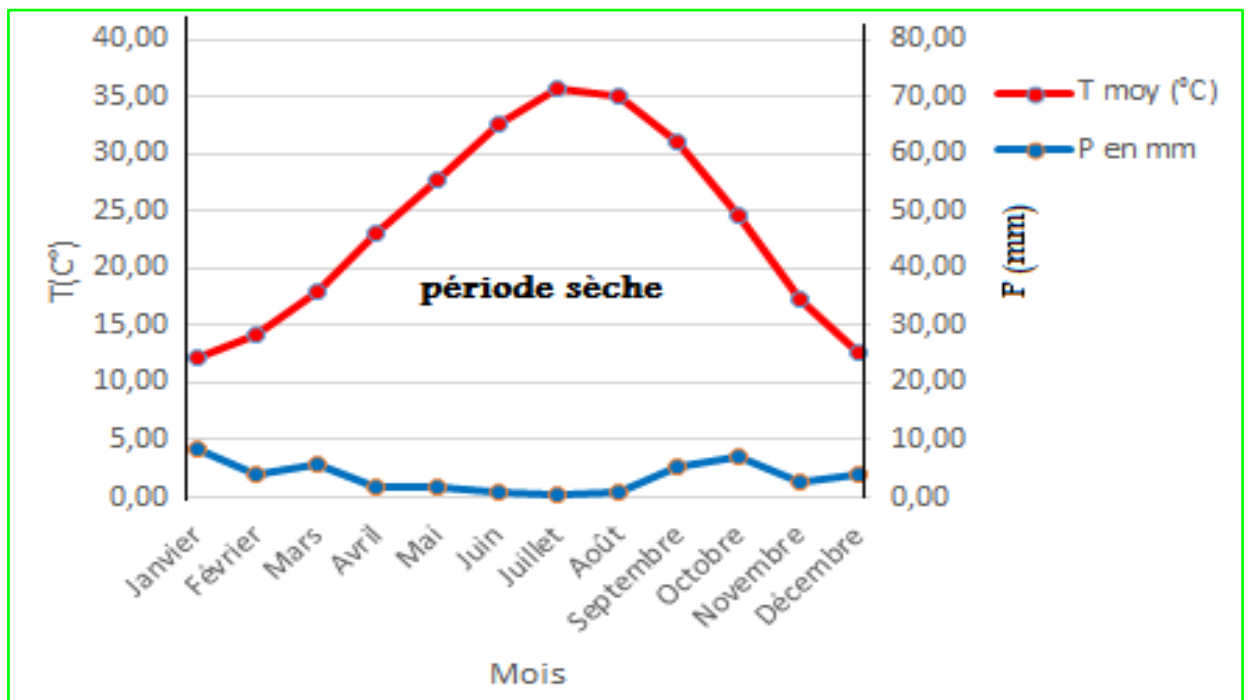


Figure 2: Diagramme Ombrothermique de la région Ouargla 2007-2017

#### II.3.2. Climagramme d'EMBERGER

Le climagramme permet, grâce au quotient pluviométrique d'EMBERGER (Q2) spécifique au climat méditerranéen, de situer une zone d'étude dans un étage bioclimatique. Ce quotient tient compte des précipitations et des températures, il est déterminé comme suit :  
Formule de STEWART :

$$Q2 = 3,43 \times P/M - m$$

Q2 : le quotient pluviométrique d'EMBERGER ;

P : Pluviométrie annuelle moyenne en mm = à 42.21 mm ;

M : Moyenne maximale du mois le plus chaud = à 43,58°C ;

m : Moyenne minimale du mois le plus froid = à 5,18 °C.

Après application de la formule, nous obtenons la valeur de Q2 égale à 3,77 ce dernier situe Ouargla dans l'étage saharien à hiver doux (Fig.3).

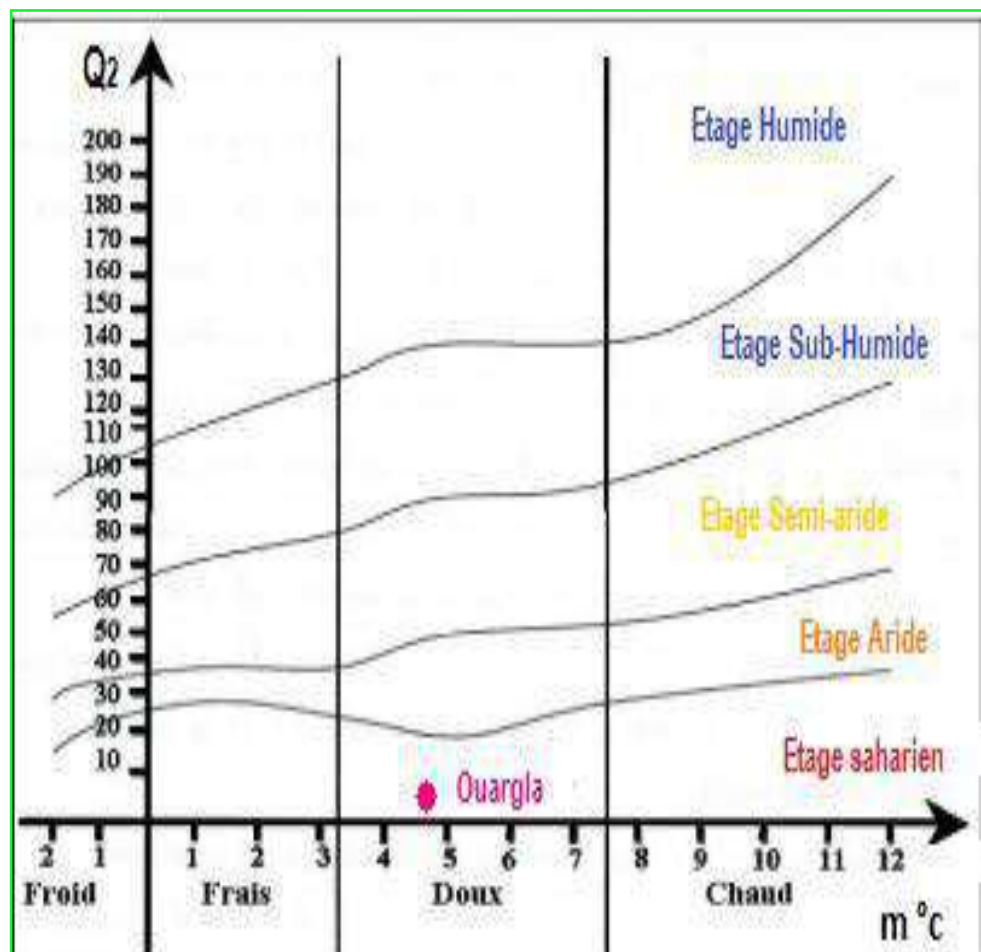


Figure 3: Situation de la région d'Ouargla au niveau du climagramme d'EMBERGER

### II.3.3. Hydrogéologie

Selon ROUVILLOIS BRIGOL (1975), Quatre ensembles aquifères de plus ou moins grande importance existent dans le sous-sol de la région d'Ouargla.

Au Sahara septentrional, le bassin sédimentaire constitue un vaste bassin hydrogéologique (Fig.4) d'une superficie de 780 000 Km<sup>2</sup>, avec un maximum d'épaisseur de 4000 à 5000 m, où les potentialités du Sahara algérien en termes de ressource en eau, sont évaluées à 5 milliards de m<sup>3</sup> (CASTANY, 1982 *in* CHEHMA, 2011).

Les potentialités du Sahara algérien en ressource en eau par région, sont estimées à cinq milliards de mètre cube réparties entre deux grandes nappes : le Continental Terminal et le Continental Intercalaire (ANRH, 2017).

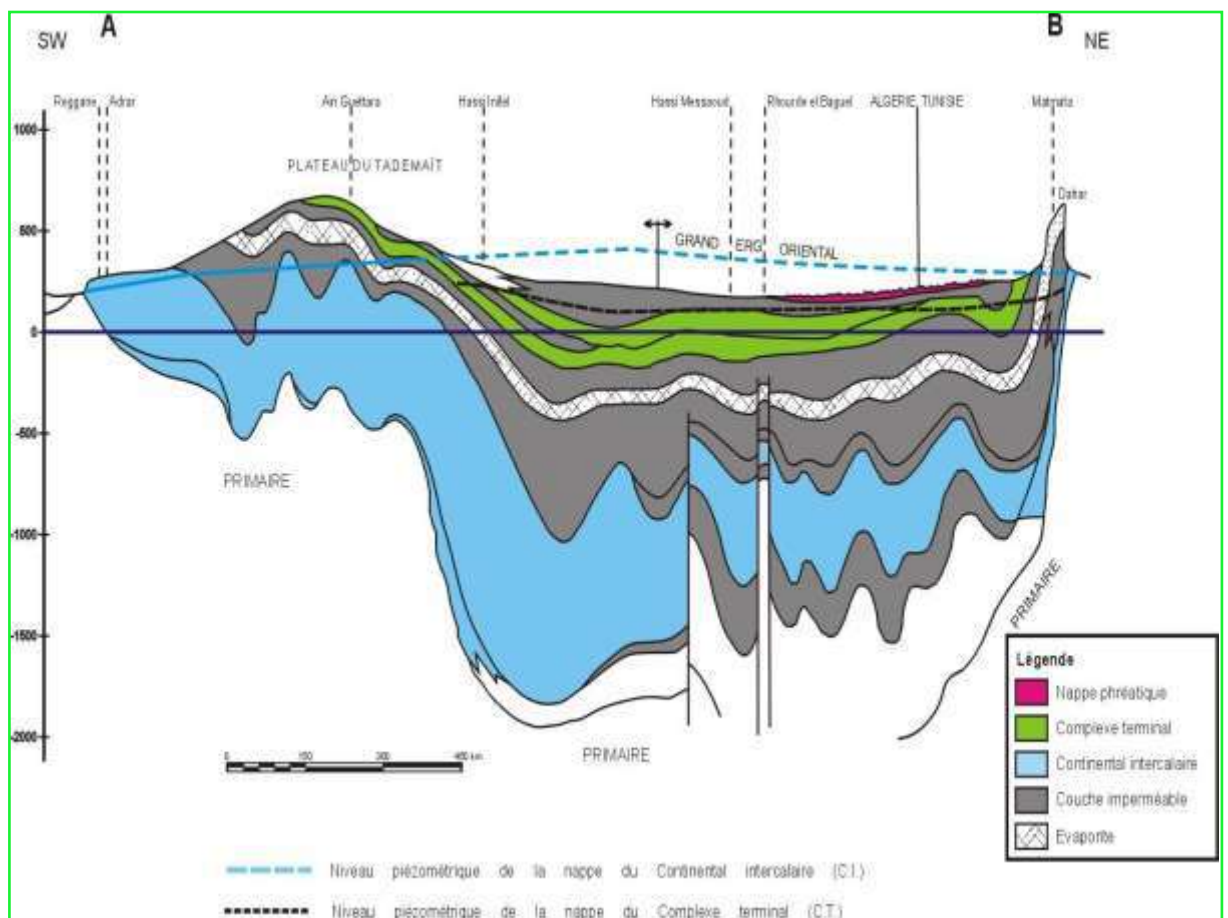


Figure 4: Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (UNESCO, 1972).

La région EL HADJIRA est traversée par un ensemble d'oueds dont les principaux sont :

- **Oued M'ya** : Situé au sud, Oued fossile, dont la source se situait au sud dans les massifs montagneux du Tademaït (région Ain Saleh) exactement dans les partie orientale du plateau, traversait autrefois Ouargla, avant de recevoir au niveau de la sebkha Safioune.

- **Les oueds de la dorsale du M'Zab :** La dorsale du M'Zab située à l'ouest comprend un réseau d'oueds qui fonctionne encore parfois, dessine une série de vallées de direction Ouest-Est.

Oued N'sa c'est la plus proche à la région d'ELHADJIRA. Cette région est caractérisé par un ensemble des chotts tell que : Chott EL Mellah et Chott Baghdad qui sont des dépressions d'orientation NE-SW (figure5).

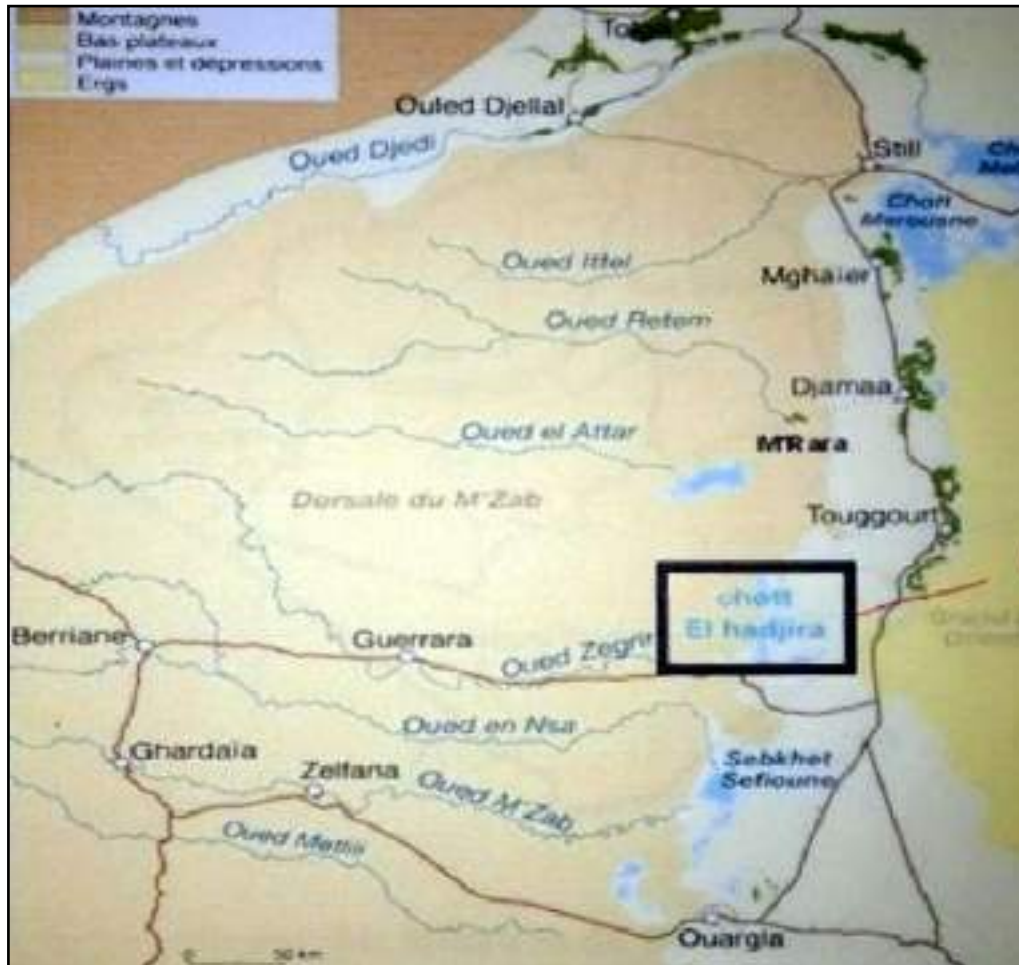


Figure 5: Les oueds de la dorsale du M'Zab (ROGNON, 1994)

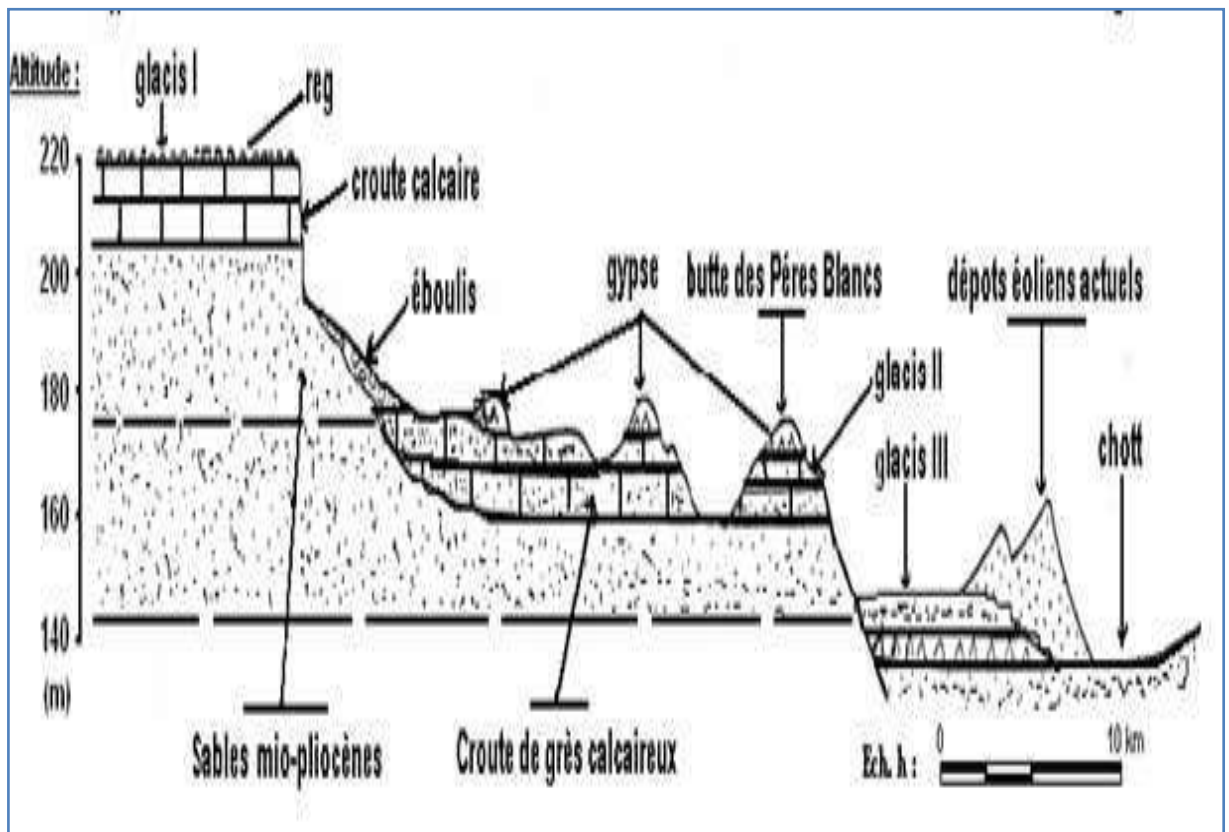
#### II.3.4. Géomorphologie

Les sols de la région de Ouargla dérivent du grès argilo-quartzeux du Mio-Pliocène non gypseux. Ils sont constitués de sable quartzeux. Dans l'ensemble des sols, le squelette sableux est très abondant, constitué en quasi-totalité par du quartz. La couleur devient moins rouge et l'épaisseur de la pellicule diminue dans les sols en aval et en

particulier dans les dunes. Sur les sols de la dépression la masse basale argileuse présente un aspect poussiéreux. Elle est constituée d'un mélange de micrite détritique et de quelques paillettes de micas (HAMDI-AÏSSA, 2001).

Sur le plan morphologique la cuvette d'Ouargla correspond à la basse vallée fossile de l'oued M'ya qui descend en pente douce (1 ‰) du plateau de Tademaït et se termine à 20 km au nord d'Ouargla. La vallée atteint alors près de 30 km de large. D'ouest en est (Fig.6) on distingue quatre ensembles géomorphologiques **Plateau, Glacis, Chott et la sebkha et Dunes** (HAMDI-AÏSSA et GIRARD, 2000).

La région d'EL HADJIRA dans son cadre régional se situe dans la partie Nord-est de la région d'Oued M'ya qui trouve dans le bassin du Sahara orientale de l'Algérie (Bas-Sahara), qui appartient à la plate forme saharienne (figure 6).



**Figure 6: Coupe géomorphologique schématique Ouest-Est de la cuvette d'Ouargla (LELIEVRE, 1969 in HAMDI-AÏSSA, 2001).**





***Chapitre III***  
***Matériels et méthodes***

## Chapitre III : Matériels et méthodes

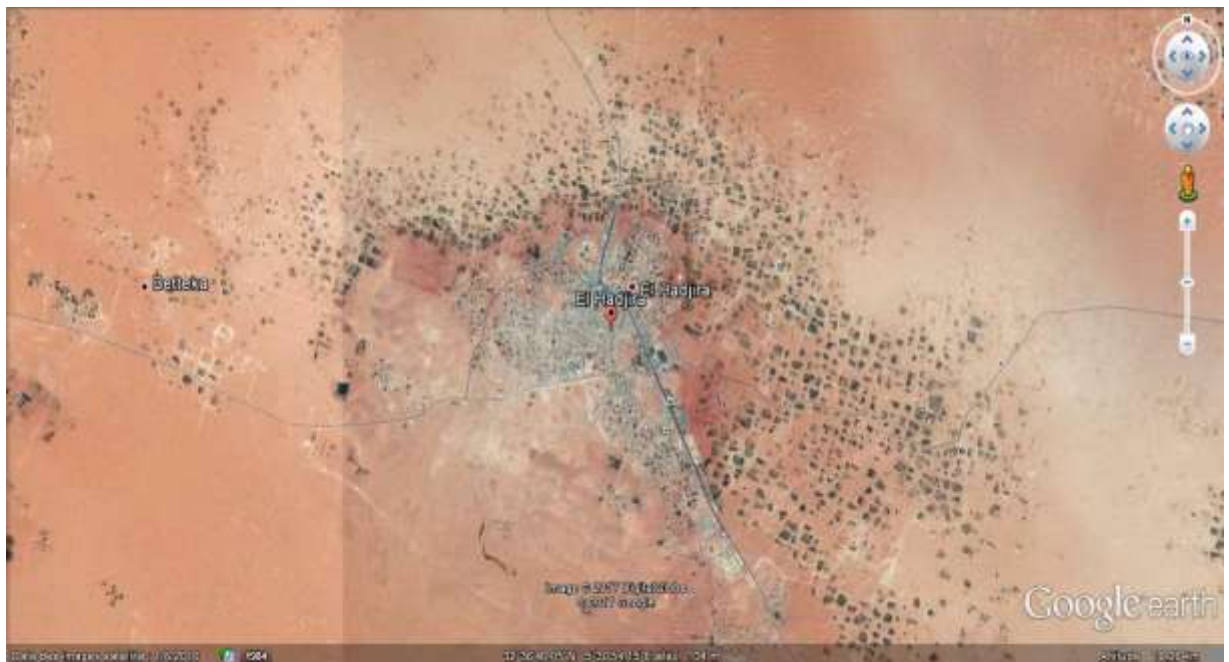
### III.1. Matériels d'étude :

#### III.1.1. Choix de la zone d'étude

Dans le cadre de ce travail, nous avons étudié la variabilité spatiale de la salinité des sols cultivés à ELHADJIRA.

#### III.1.2. Choix des secteurs d'étude

Pour atteindre les objectifs de ce travail, nous avons choisi les secteurs qui composent les sols cultivées à ELHADJIRA :



**Figure 7 : Image satellitaire de la commune d'EL HADJIRA**

- **EL RACHDI**: fait partie de la commune de EL HADJIRA, située à 10 km l'Ouest de centre commune, elle est situé pour une latitude et longitude respectivement  $32^{\circ} 38' 56.42''$  Nord et  $05^{\circ} 36'17.01$  Est.
- **LAGRAF (daglet legrouba)**: fait partie de la commune de ELHADJIRA, située à 7 km l'Ouest de centre commune, elle est situé pour une latitude et longitude respectivement  $32^{\circ} 37'12.54''$  Nord et  $05^{\circ} 35'53.14''$  Est.

- **Environnement de la commune d EL HADJIRA et AL METGADMA:** fait partie de la commune d'EL HADJIRA. Située Est commune, elle est situé pour une latitude et longitude respectivement 32° 36' 46.96" Nord et 05° 30'54.72" Est.
- **EL MIR:** El mir Est fait partie de la commune d ELHADJIRA. Située à 5 km au Nord du centre commun, elle est situé pour une latitude et longitude respectivement 32° 38' 47.977" Nord et 05° 31'01.99" Est.
- **EL TAYBIN:** fait partie de la commune. Située à 8 km au Nord Ouest du centre commun, elle est située pour une latitude et longitude respectivement 32° 39' 03.41" Nord et 05° 27'21.15" Est.
- **M'HADA :** fait partie de la commune d'EL HADJIRA. Située à 07 km au Sud Ouest du centre commun 32° 36' 35.84" Nord et 05° 29'27.67 Est.
- **DUBIDUBI:** Dubi dubi fait partie de la commune d'EL HADJIRA. Située à 14 km au Sud Ouest du centre commun, elle est située pour une latitude et longitude respectivement 32° 36' 51.98" Nord et 05° 27' 41.38 " Est.

### **III.2. Méthode d'étude :**

#### **III.2.1. Approche méthodologique**

L'approche méthodologique que nous avons adoptée consiste l'étude de la dégradation hydro-édaphique dans une partie de l'espace agricole de ELHADJIRA caractérisé par deux modes d'agro système ; mode traditionnelle (ghouts) et mode mise en valeur. Nous avons adopté une approche spatiale et analytique des paramètres hydro-édaphiques dans cette dernière. Cette démarche de recherche a été effectuée dans l'ordre suivant :

- Enquête sur terrain
- Etude physico-chimique du sol et des eaux dans la région de ELHADJIRA.

- 1- Enquête sur terrain :** nous avons étudié la gestion hydro-édaphique par la collecte des données auprès des établissements sur les sols cultivés suivie par une enquête sur le terrain où on a étudié son système agricole. La collecte des données ont réalisées de décembre 2017 jusqu'à la fin de mai 2018.
- 2- Etude de la dégradation hydrique et édaphique :** nous avons étudié la variabilité spatiale de la salinité du sol dans les sites d'étude

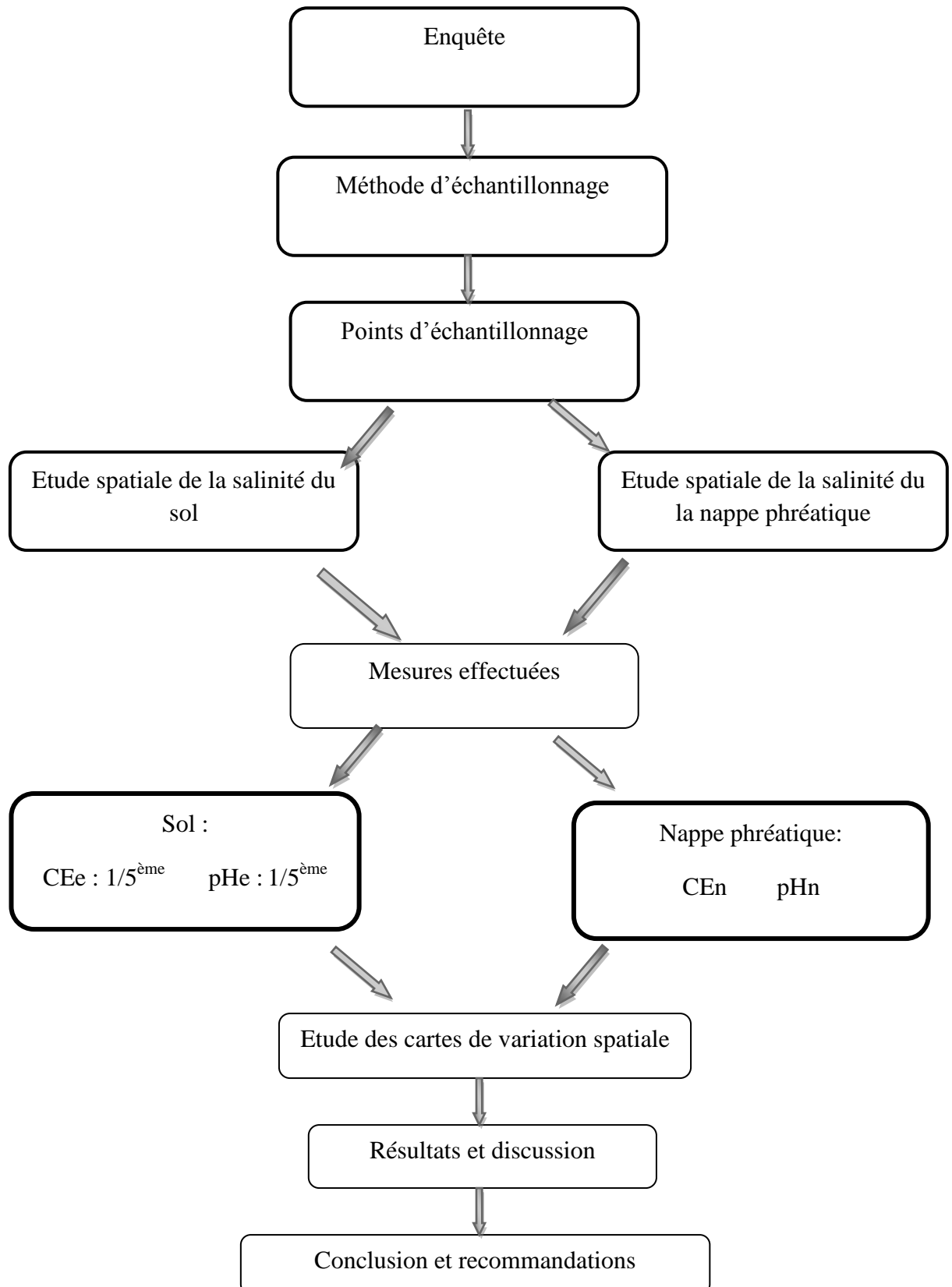


Figure 8: Approche méthodologique

### III. 2.2. Échantillonnage

L'étude de la variabilité spatiale de la salinité des sols agricoles cultivés à EL HADJIRA a été effectuée au cours de la période allant, de fin décembre 2017 jusqu'à 28 février 2018,

#### III.2.2.1. Méthode d'échantillonnage

Nous avons choisi la méthode d'échantillonnage systématique aléatoire de l'espace agraire cette méthode permet une couverture uniforme du terrain à l'étude et est simple à réaliser. De plus, elle facilite la cartographie des données et l'interprétation des résultats d'analyses.

La méthode d'échantillonnage systématique aléatoire (CEAEQ, 2008) consiste à prélever des échantillons selon une structure régulière. Il existe différentes configurations de maillage, mais celle effectuée à partir d'un maillage carré est la plus courante.

La détermination de la dimension des mailles est un élément de décision, important. La dimension est souvent établie en fonction de la précision désirée et d'autres paramètres, comme l'objectif, la durée de réalisation de l'étude et les moyens présents pour l'étude (main d'oeuvre, matériel...etc.). Nous

avons opté pour une dimension de maille de 1000 m × 1000 m (figure 9.)

Les échantillons sont prélevés à chacune des intersections du maillage, au centre de celui-ci ou au hasard à l'intérieur de chacune des mailles. Le point de départ et l'orientation du

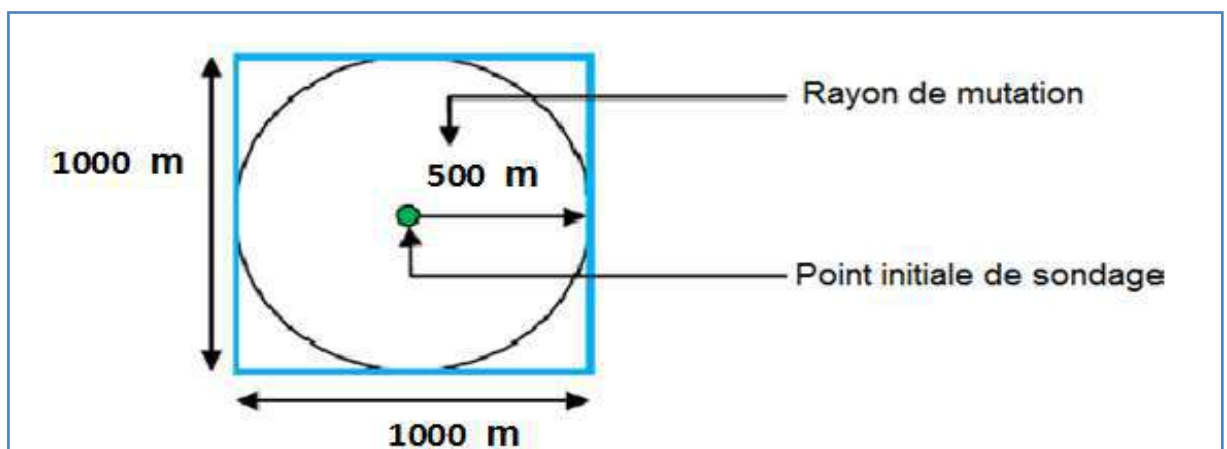
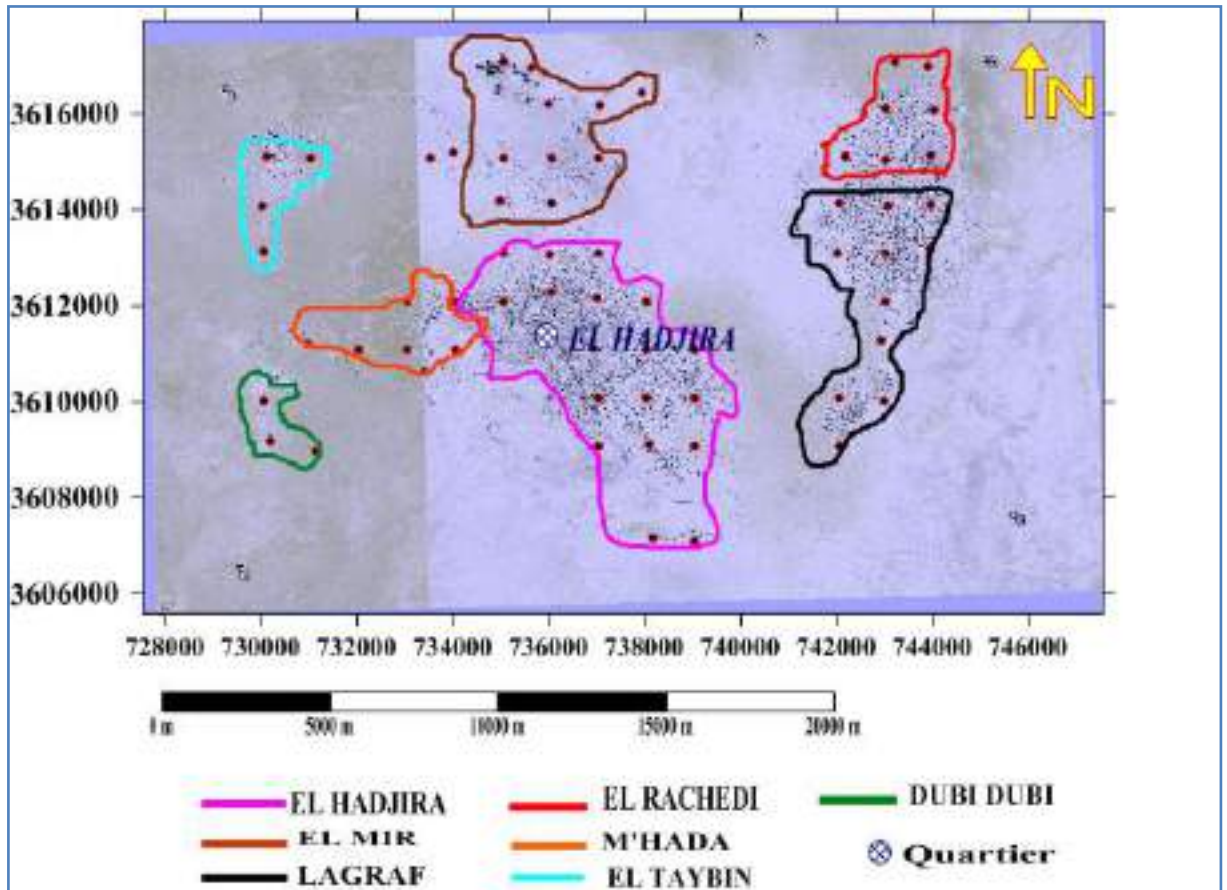


Figure 9 : Dimensions de la maille avec le rayon possible de modification d'un point

Maillage peuvent être choisis au hasard. Le maillage est pratiqué par logiciel Arc GIS version 10.2.2 sur l'image satellitaire (Google earth, 2017) de la région d'EL HADJIRA, où au centre de chaque maille il y a un point de sondage. On procède à l'élimination des points qui sont en dehors des sols cultivés dans EL HADJIRA, Les coordonnées des points (système de coordonnées WGS 1984, UTM zone 31N) sont transférés à un Smartphone et ouvert par le logiciel "GPS Test".



**Figure 10: Points de sondage après délimitation les sols cultivé à EL HADJIRA**

Pour faciliter le déplacement entre les points, on a imprimé des images satellitaires de la zone d'étude. Nous avons aussi modifié la position de certains points de sondage en fonction des contraintes rencontrés sur terrain, notamment la difficulté d'accès aux jardins, l'envahissement des roseaux et l'inaccessibilité de certains endroits. Ces modifications ne doivent pas dépasser les 500 m.

### **III.2.3. Etude de la dégradation édaphique du sol**

L'étude a été réalisée dans 61 stations dans deux systèmes agricoles différents avec trois répétitions dans chaque station. L'échantillonnage a été effectué en 03 profondeurs (0–40, 40–80, 80–120 cm), les prélèvements des échantillons sont effectués avec une tarière de 120 cm. Les échantillons de sol ont été ramenés dans des sachets. Avant d'entamer l'analyse, les échantillons ont été préparés comme suit :

- ❖ Séchage à l'air libre
- ❖ Fragmentation des agrégats à l'aide d'un mortier
- ❖ Tamisage à 2 mm

Les paramètres analytiques déterminés sont :

- ❖ la conductivité électrique sur l'extrait 1/5
- ❖ le pH sur un extrait sol /eau (1/5).

### **III.2.4. Etude de la dégradation hydrique :**

L'étude a été réalisée en parallèle avec l'étude de la dégradation édaphique. Cependant l'échantillonnage diffère entre les deux systèmes de culture. Dans le système Ghouts nous avons mesuré le niveau de la nappe phréatique à l'aide d'une règle graduée et prélevait les échantillons à l'aide d'un tuyau en plastique. Par contre le système mis en valeur nous avons prélevé l'eau au niveau des puits et forages, lorsque le niveau de la nappe est profond. L'eau phréatique est stockée dans des bouteilles en plastique.

### **III.2.5. Etude de l'espace agraire :**

L'étude consiste à la collecte de toutes les informations sur les sols cultivés dans l'espace agraire à EL HADJIRA tel que la conduite culturale, la gestion agricole et aussi les systèmes d'exploitation existants avec leur activité agricole concernant les systèmes d'irrigation ou drainage. L'étude a été réalisée sur 61 réparties sur 07 secteurs.

**III.3. Méthodes d'analyses**

Les analyses de nos échantillons ont été effectuées au niveau du laboratoire de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'université Kasdi Merbah de Ouargla.

**III. 3.1. Analyses des sols**

Avant d'analyser le sol il faut sécher et tamiser à 2 mm ensuite analyser au laboratoire où on a utilisé les méthodes d'analyses suivantes (MATHIEU et PIELTAIN, 2009):

**Conductivité électrique (CEe1:5) à 25°C**

La détermination de la conductivité électrique (CE) des sols a été réalisée par la méthode d'un extrait aqueux de rapport sol/eau de 1/5<sup>ème</sup> préparé comme suite :

- On a pesé 20 mg de sol sec (émiété et tamisé à 2 mm pour obtenir la terre fine) que l'on disperse dans 100 ml d'eau distillée.
- L'échantillon est alors agité pendant deux heures puis transvaser le liquide surnageant dans un bécher.
- Les mesures sont pris par un conductimètre étalonné par une solution de KCl (0,02 mol.L-1). Pour chaque profondeur on a fait trois répétitions (trois solutions du sol), et nous avons effectué trois lectures pour chaque mesure.

**❖ pHe1:5**

Est mesuré dans l'extrait aqueux sol / eau (1:5), au pH-mètre étalonné avec des solutions tampon de pH connu. Et nous avons effectué trois lectures pour chaque mesure

**III. 3.2. Analyse des eaux phréatiques**

Les méthodes d'analyses des eaux utilisées au cours de travail de recherches sont (RODIER *et al.*, 2005) :

**Conductivité électrique (CEn) à 25°C** : est mesurée au conductimètre.

**pHn** : est mesuré au pH-mètre étalonné.





1. Conductimètre



2- pH mètre

**Figure 11: les appareils utilisés dans les mesures de pH et la conductivité électrique**

### III. 4. Cartographie

#### III. 4.1. Cartographie de la salinité des sols

Nous avons mesurés le degré de salinité par la conductivité électrique (CEe1:5) et l'alcalinité par le pHe1:5. Les différentes valeurs de mesures ont permis de tracer des cartes de la variabilité spatiale à partir d'un logiciel de géostatistique Surfer 11.

#### III. 4.2. Cartographie au niveau de la nappe phréatique

Nous avons mesuré le niveau statique, le niveau piézométrique, le degré de salinité par la conductivité électrique CEn et le pHn. Nous permet de tracer des cartes pour les différentes mesures à partir d'un logiciel de géostatistique Surfer 11.

An ornate, gold-colored border with intricate, swirling patterns at the corners and along the edges, framing the central text.

*Chapitre IV*  
*Résultats et*  
*discussions*

## **Chapitre IV : Résultats et discussions**

### **IV.1.CONDUITE CULTURALE DANS LA REGION D EL HADJIRA**

L'enquête auprès des agriculteurs et la collection des données à partir des différentes directions et association qui intéresse par l'agriculture (Direction de service agricole à Ouargla ,ANRH Ouargla) dans la région d'EL HADJIRA. L'agriculture à EL HADJIRA, est distinguée par deux systèmes agraires :

#### **IV.1.1. Ancien système :**

C'est le système traditionnel dans la région appelé« **ghout ou Tloue** ». Il est dominant dans la région d'EL HADJIRA. Il représente 73% des sites échantillonné.

L'ancien système oasien pratique comme culture principale le palmier dattier avec une grande diversité des cultivars (ghars, Daglet noir, Takarboucht, Tinasser, Tigaza, Daglabayda ...etc). Toutefois, la principale variété est Ghars où il donne une bonne production en qualité et en quantité. Ce système intègre à la fois la culture des légumineuses, des arbres fruitiers et des cucurbitacées.

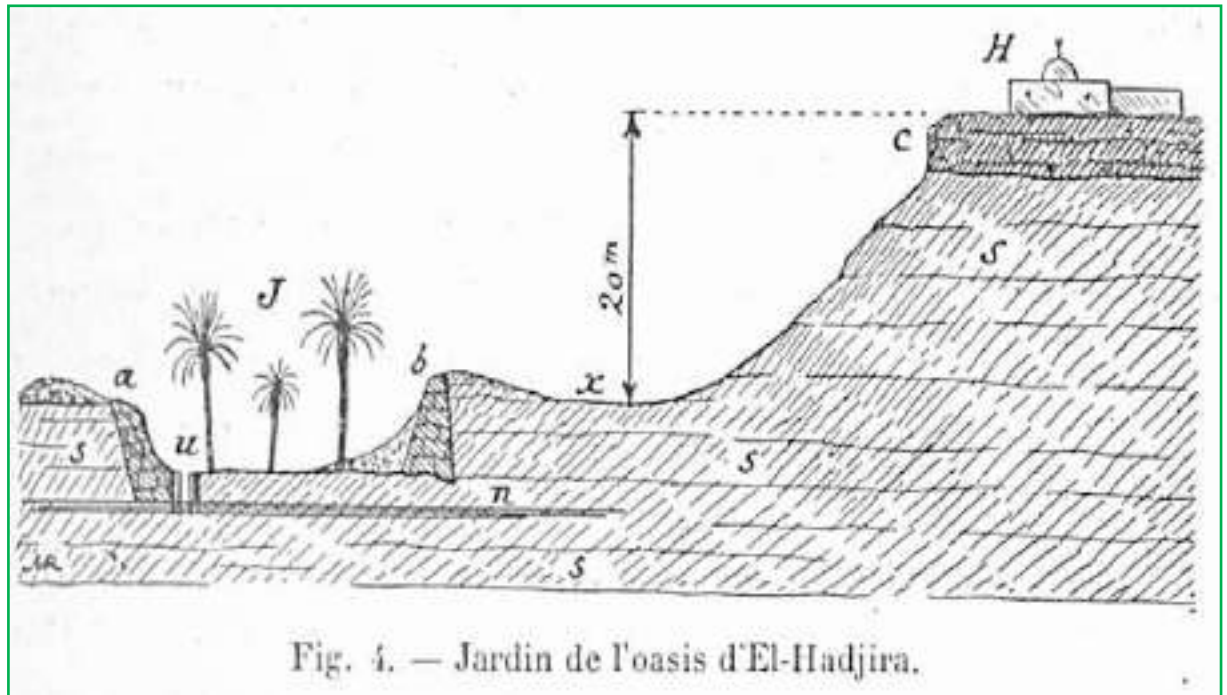
Dans les années passées la création de ce système a été très difficile en utilisant de matérielle manuelle .Pour cela, les agriculteurs choix les surface de déprissions avec une faible densité et une distance plus large entre les pieds de palmier de 9 à 10 m ou plus. Mais dans les dernières années avec la disponibilité des matérielles mécanique le système a été bien développé à grand échelle avec densité considérant avec une distance plus réduit entre les pieds de palmier dattier soit 7 ou 8 m (photo 01)

#### **IV.1.1.1 Principes de plantation des palmerais**

. Selon (REMINI, 2004). Un ghout est une technique de culture de palmiers dattiers propre à la région du Souf. Les palmiers sont implantés par groupe de 20 à 100 palmiers au centre d'une cuvette artificielle, d'une profondeur de 10 m et d'un diamètre de 80 à 200 m, et dont le fond a été amené à moins de 1 m au dessus de la nappe phréatique. Les oasiens creusent progressivement dans le sol, afin que les palmiers aient constamment leurs racines dans l'eau, ils n'ont pas besoin d'irrigation.

Le même principe est pratiqué à ELHADJIRA sauf la profondeur des Ghouts est inférieure à 10 m. Les Ghouts ont une profondeur de 1 à 1.20 m et avec une distance de 20 à 60 cm entre le rejet et la nappe phréatique.

Le choix des sites de plantation est basé sur des zones de dépressions pour faciliter la plantation surtout en présence d'une croute solide ou l'agriculture faire le décapage de cette couche.



- (H),village EL HADJIRA Figure4),
- (c)corniche de gypse
- (s)sable de quaternaires
- (J), des petits jardins
- (n) une nappe d'eau d'infiltration qui se trouve à 4.50 m
- (x) sol naturel
- (a) et (b)murs de soutènement
- (u)puits

**Figure 12: jardin des oasis d'EL HADJIRA -système ghouts- (CHALLAMEL A., 1901)**



**Photo 1: Système traditionnelle de palmeraie à LAGRAF – EL HADJIRA**

#### **IV.1.2. Nouveau système agricole :**

Les nouveaux systèmes agraires sont créés dans le cadre de mise en valeur des terres agricoles et dans différents programmes de développement. Ces mises en valeurs soit des terre Melk ou ont été créées dans le cadre APFA. Ce système représente 26% des stations échantillonnées. (Photo 16).

Dans ces zones irriguées on a signalé aussi la présence de l'arboriculture fruitière (figuier, grenadier, vigne, olivier, citronnier) plantée entre les lignes du palmier dattier. Les cultures intercalaires pratiquées sont les cultures maraichères (pomme de terre, tomate, laitue, menthe, piment, oignon, *Porteluca Oleracea* etc), la céréaliculture, les cultures fourragères (sorgho, avoine, orge,... etc) et les cucurbitacées. Selon les anciennes agricultures ces cultures sont destinées vers l'auto consommation.

Ce système a plusieurs points communs avec l'ancien système, comme la phoeniciculture, et aussi la culture maraichère et fourragère. A cause des bonnes conditions climatiques et hydro-édaphiques de la région d'EL HADJIRA, Ce système est bien développé et donne des bons résultats, On a signalé des bonnes productions de la pomme de terre, pastèque, piment, haricot, arachide et autre.

**IV.1.3. Systèmes d'irrigation :**

- **Ghouts/Tloue »**

Dans ce système l'irrigation n'est pas pratiquée. Toutefois, elle peut être effectuée occasionnellement. Dans ces conditions le palmier dattier puise l'eau à partir de la nappe phréatique.

- **Mise en valeur**

Après la collection et l'analyse des données auprès de la DHW, la nappe exploitée en agriculture c'est la nappe de continentale, La distribution des eaux d'irrigation dans les palmeraies se fait par des :

- forages profonds créés par l'état ;
- puits illicites créés par des manières aléatoires
- puits artésiennes.

Nous avons distingué à EL HADJIRA deux systèmes d'irrigation, l'irrigation par submersion et le goutte à goutte (photo 16).



**Photo 2 : certaine espèce cultivée dans système mise en valeur**

**à DUBI DUBI – EL HADJIRA**

## **IV.2. Etude de la variabilité spatiale des eaux phréatique**

L'étude la variabilité spatiale des eaux phréatique dans les sols cultivés à EL HADJIRA a été basée sur l'examen de niveau statique et piézométrique. Ensuite la mesure de la salinité et du pH des eaux phréatique.

### **IV.2. 1. Niveaux de la nappe phréatique**

Selon (BELKHIRA, 2008) Le niveau de la nappe phréatique est réglé par un équilibre entre les entrées et les sorties. Les entrées des eaux sont principalement constituées par les eaux de l'irrigation, les fuites de l'AEP, les rares crues des oueds M'Zab et N'Sa et des arrivées d'eau pluviale provenant des flancs de la vallée. Les sorties sont essentiellement dues à l'évapotranspiration de la végétation, à l'évaporation des eaux de la nappe remontant par capillarité et par l'écoulement vers les points bas constitués par le Chott et les Sebkhats.

#### **IV.2. 1.1. Niveau statique de la nappe phréatique**

Le niveau statique de la nappe phréatique compris entre 80 et 130 cm avec une moyenne est de 108 cm (Fig.13),

D'après EDMONDS *et al*, 1998 in DADDI BOUHOUN, 2010, les niveaux statiques des eaux phréatiques sont évaluées en trois groupes en fonction de leurs actions limitatives sur l'enracinement des arbustes et des arbres : sévère, modéré et insignifiant, avec les groupes de profondeurs respectives : 0 - 45,7 cm, 45,7- 91,4 cm et supérieurs à 91,4 cm.

Notre étude montre que :

- Aucun effet sévère de la nappe phréatique sur les arbres et les arbustes dans les points échantillonnés.
- Effet modéré sur la croissance des arbres et des arbustes dans 29 % des points échantillonnés
- 71 % des points échantillonnées présentent un niveau statique avec une action insignifiante sur la croissance des arbustes et des arbres.

Selon DADDI BOUHOUN (2010), l'action limitative racinaire et de rendements des palmiers dattiers dépend des biotopes oasiens. Il propose une classification de performance racinaire dans les biotopes oasiens, où l'action limitative des nappes et des croûtes sur

l'enracinement est sévère, modérée et insignifiante correspondant à trois groupes de profondeur : superficielle, moyenne et profonde, avec les groupes de profondeurs respectives : 0-1,5 m, 1,5-3 m et supérieures à 3 m.

On utilisant l'échelle établit par DADDI BOUHOUN (2010), le niveau statique de la nappe phréatique a un effet insignifiant de 4% et un effet sévère de 96% sur l'enracinement du palmier dattier dans les points échantillonnées.

Cela montre que les palmeraie de EL HDJAIRA peuvent souffrir d'un éventuelle problème de remontée de la nappe phréatique, à cause de la mauvaise gestion des eaux d'irrigation et AEP, l'absence des réseaux de drainage et aussi l'absence des réseaux d'assainissements surtout dans les points située aux centre des zones d'agglomérations.

L'irrigation avec des eaux salées peuvent provoquer une baisse de rendement chez le palmier dattier, ce phénomène est aggravé par et la présence des eaux phréatiques salées (WEEKS, 1957;FURR, 1975 in DADDI BOUHOUN et BRINIS, 2004).



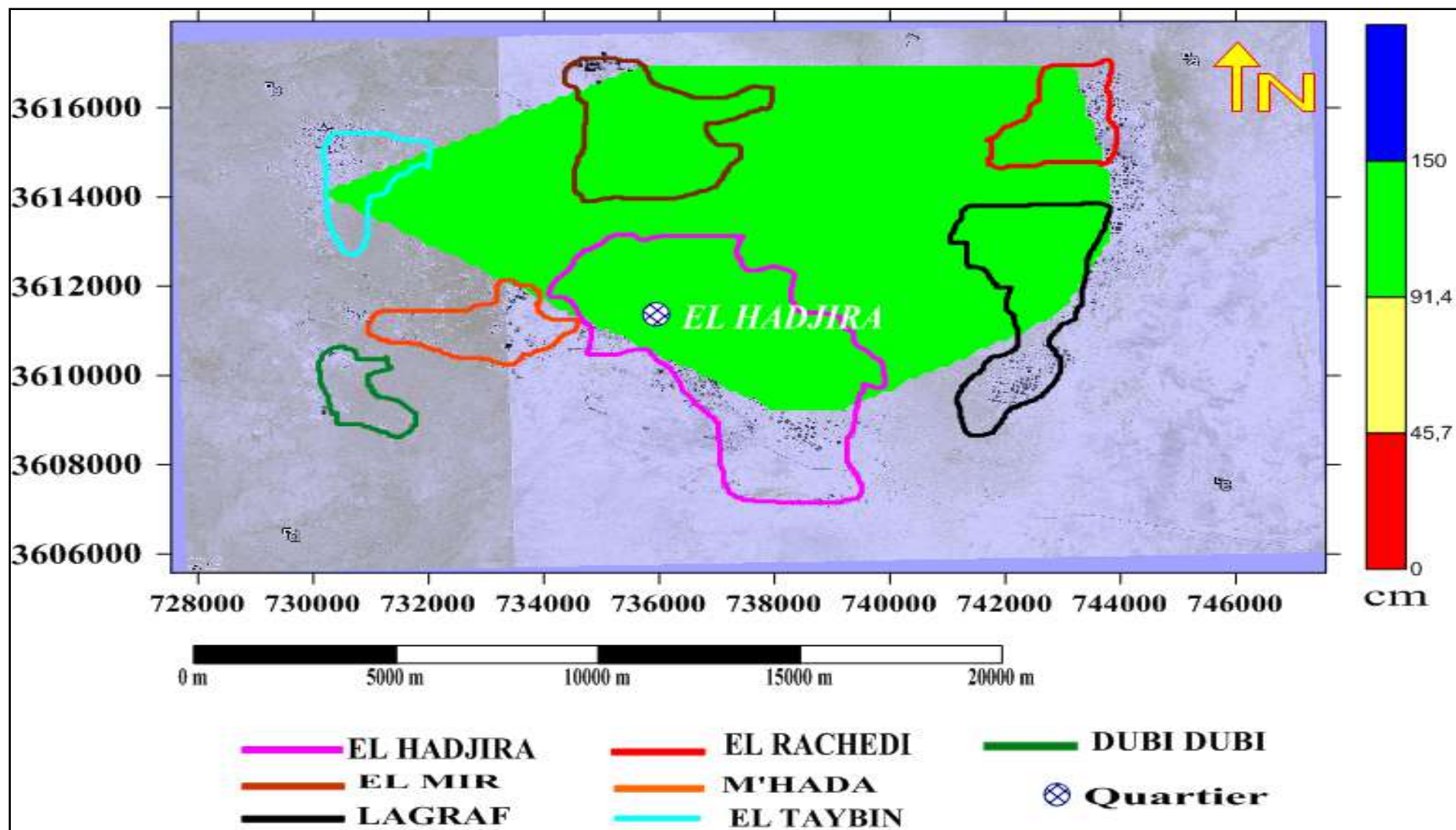


Figure 13 : Niveau statique des nappes phréatiques dans les sols cultivées à EL HADJIRA

#### IV.2. 1.2. Niveau piézométrique

Niveau piézométrique ou niveau hydrostatique, mesuré dans de petits ouvrages appelés piézomètres (LUZOLO LUTETE, 2012).

La carte de la surface piézométrique d'une nappe représente l'outil d'étude et d'exploitation de cette nappe. Elle permet de définir directement les conditions d'écoulement des filets liquides qui circulent à la surface de la nappe. Elle permet également l'étude de la fluctuation dans le temps des niveaux piézométriques et donc l'évaluation de la réserve de la nappe et des conditions d'alimentation (AMRAOUI, 1997).

A EL HADJIRA le niveau piézométrique varie entre 104 et 120 m. Nous avons enregistré des valeurs comprises entre :

- 104 et 120 m à EL MIR
- 106 et 113 m à EL HADJIRA, DUBI DUBI et TAYBIN
- 104 et 105 m à LAGRAF et EL RACHEDI.

Nous remarquons que les secteurs de DUBI DUBI, M'HADA et TYBIN situés au Sud-ouest de ELHADJIRA sont les moins affectés par la remontée de la nappe phréatique avec des altitudes les plus élevées supérieures à 120 m (Fig.14).

Les zones où la nappe est profonde correspondent à des points hauts de la topographie (BELLAOUEUR, 2008).

Suivant la carte de niveau piézométrique, généralement le sens d'écoulement des eaux de la nappe phréatique est vers Nord et le Nord-est et vers les secteurs suivants : (carte10) :

- vers les zones de dépressions à l'intérieur de la palmeraie des anciens systèmes « ghouts » à EL HADJIRA ces dernières sont plantées dans les dépressions et dans les surfaces en haut l'agglomération des populations
- vers le secteur de EL RACHEDI où il y a le sens de chott Baghdad.
- Près de secteur EL MIR, cette station est une « sebkha ».

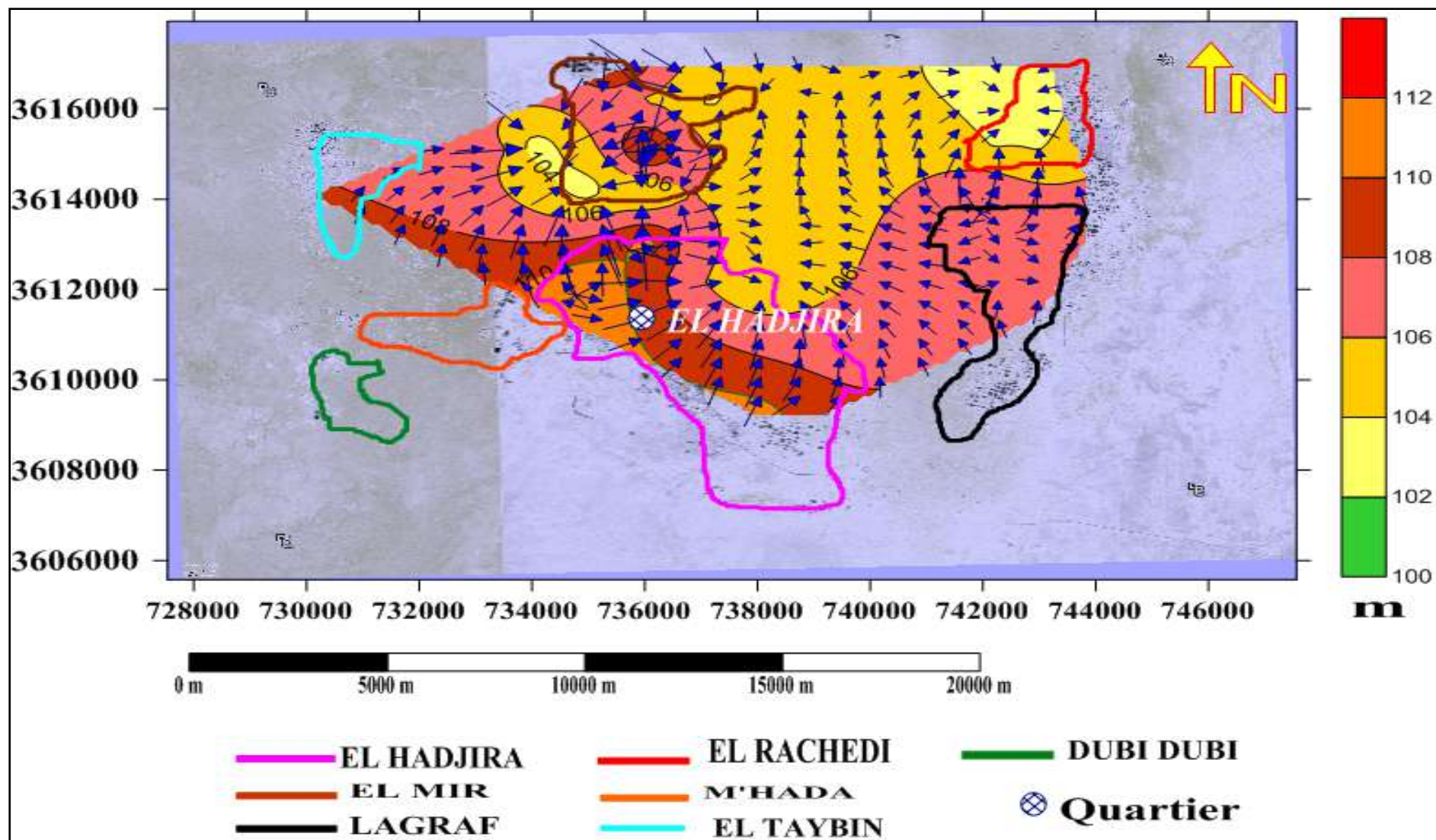


Figure 14 : Niveau piézométrique des nappes phréatiques dans les sols cultivé à ELHADJIRA.

## IV.2. 2. Qualité des eaux phréatiques

### IV.2. 2.1. Degré de salinité

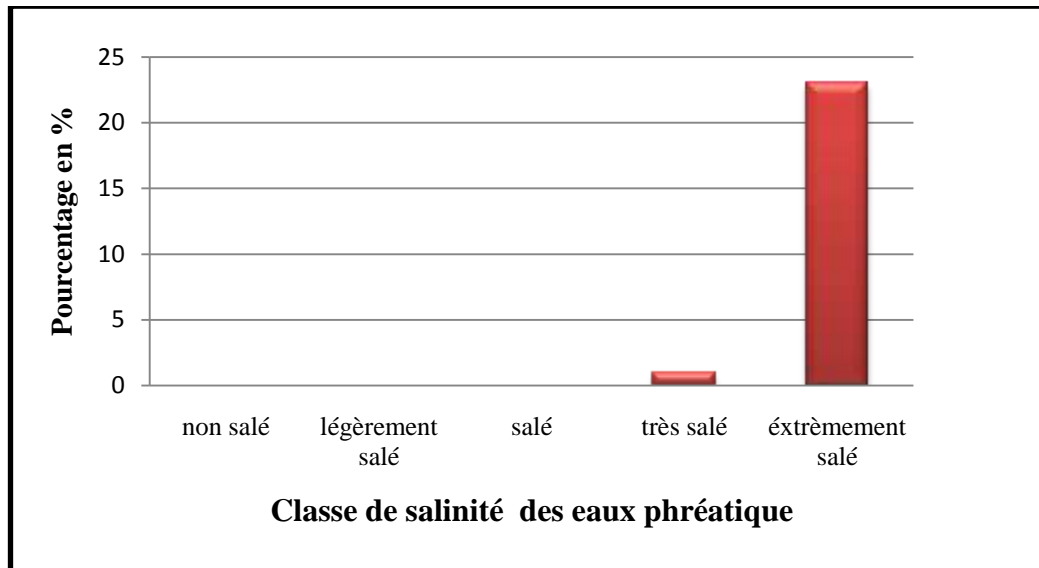
La salinité de la nappe, exprime un équilibre ou un bilan salin entre les apports par l'irrigation et les prélèvements par drainage artificiel et écoulement latéral (ASKRI et BOUHLILA, 2010).

Les résultats relatifs à la conductivité électrique des eaux phréatiques au sol cultivé à EL HADJIRA indiquent que la salinité varie de 4.44 à 33.21 mS.m<sup>-1</sup>, avec une moyenne de  $12.45 \pm 7.5$  mS.m<sup>-1</sup>. Le coefficient de variation est de 60% ce qui indique qu'il y a une variabilité importante entre les différents points d'échantillonnages. Ces résultats traduisent une forte minéralisation des eaux selon les normes ISO 1994 (annexe.4).

Parmi les résultats d'analyse de la conductivité électrique des eaux phréatique dans les sols cultivé à EL HADJIRA, 96% sont excessivement salin et 4% sont très salin (Fig.15). Le degré de salinité des eaux phréatiques au niveau chaque secteur est :

- EL MIR : compris entre 8.59 à 33,21 mS.m<sup>-1</sup>avec une moyenne de  $15.25 \pm 9.94$  mS.m-1.
- EL HADJIRA : compris entre 7.20 à 29.53 mS.m<sup>-1</sup>avec une moyenne de  $14.07 \pm 8.64$  mS.m-1.
- EL RACHEDI : compris entre 7.23à 21.93 mS.m<sup>-1</sup>avec une moyenne de  $12.33 \pm 8.23$  mS.m-1.
- LAGRAF : compris entre 6.01 à 11.83 mS.m<sup>-1</sup>avec une moyenne de  $8.83 \pm 2.64$  mS.m-1.
- EL TAYBIN : compris entre 5.25 à 12.11 mS.m<sup>-1</sup>avec une moyenne de  $9.25 \pm 3.56$  mS.m-1.

Nous remarquons que la distribution du degrés de salinité des eaux phréatique suit le sens d'écoulement de la nappe phréatique des points le plus haut vert les points les plus bas et vers les zones de dépressions. Des études menées par DADDI BOUHOUN *et al*, 2012 et IDDER *et al.*, 2011, montrent que les eaux phréatiques de Ouargla sont chargées en sels.



**Figure 15 : histogramme des classe salinité des eaux de la nappe phréatique**

La carte de la salinité des eaux phréatiques établie à partir des résultats relatifs à la conductivité électrique, indique qu'il ya une grande variabilité de la salinité des eaux phréatique avec un coefficient de variation de 60% et des valeurs comprise entre 4,44 mS.cm<sup>-1</sup> et 33,21 mS.cm<sup>-1</sup>, avec une moyenne de  $12,45 \pm 7.51$  mS.cm<sup>-1</sup>.

Ces résultats traduisent une forte minéralisation des eaux de la palmeraie selon les normes ISO 1994 (annexe.3). Correspondant au niveau « salinité forte » à « salinité excessive ». Donc selon la classification de (DURAND in DAOUD et HALITIM, 1994) (Annex, 02), 4 % des eaux phréatiques dans les points d'échantillonnage à EL HADJIRA sont « très salé (C4) ». Toutefois, 96% de ces points ont des eaux phréatiques « extrêmement salin (C5) » (Fig 16).

Les valeurs élevées de la conductivité sont localisées surtout dans les palmeraies non irrigués des systèmes Ghouts.

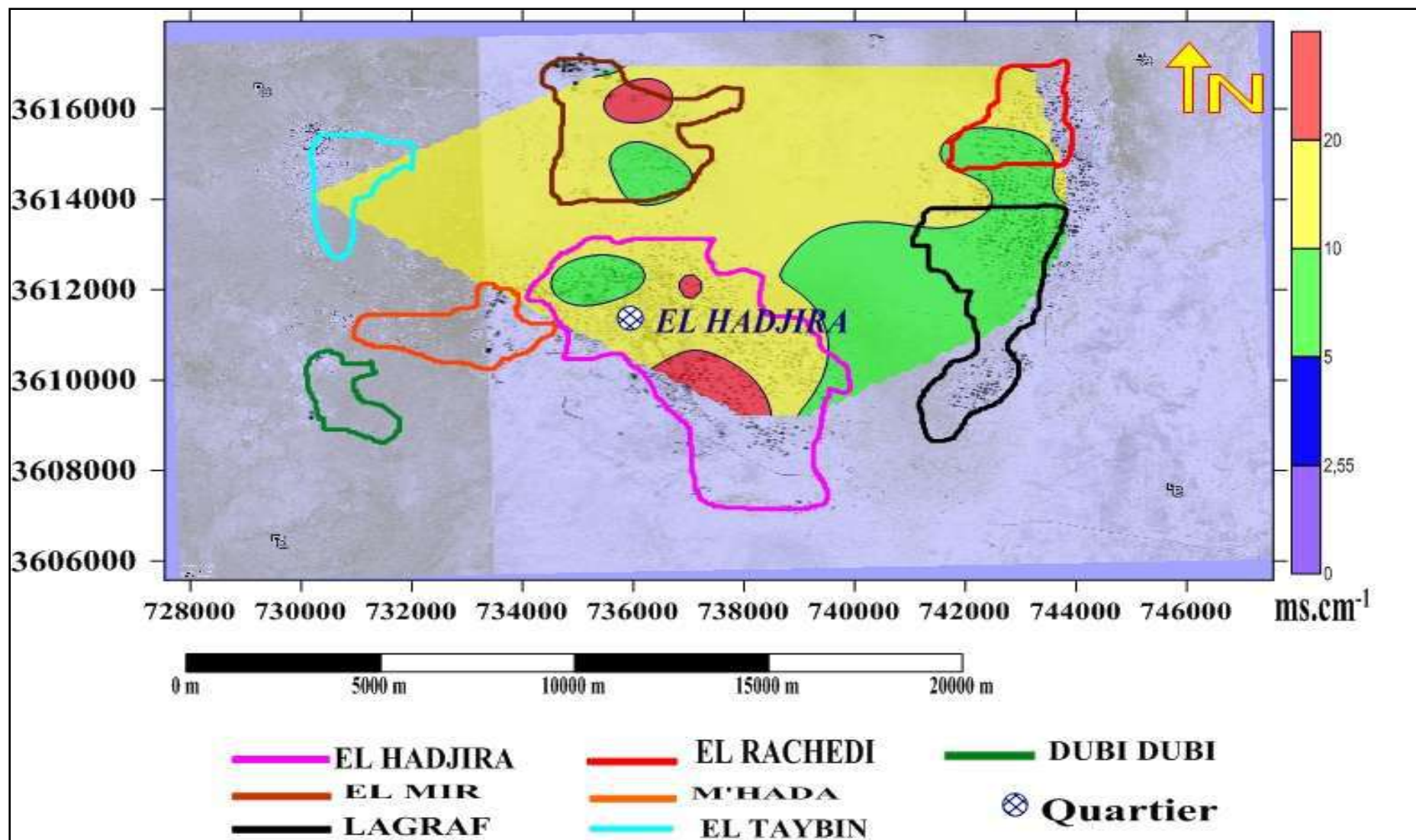


Figure 16 : Carte de la salinité des eaux de la nappe phréatique dans les sols cultivés à ELHADJIRA.

#### IV.2.2.2. pH nappe phréatique (pHn)

Toutes les mesures recensées varient entre 7,2 et 7,99. Elles présentent une moyenne de  $7,59 \pm 0,18$  ce qui signifie que le pH des eaux phréatiques étudiés est homogène (Fig.13) Ce résultat est confirmé par les CV qui est égale à 2%(annexe.1). On peut conclure que le pH des eaux de la nappe phréatique dans les sols cultivé à EL HADJIRA variées de neutre à alcalin.

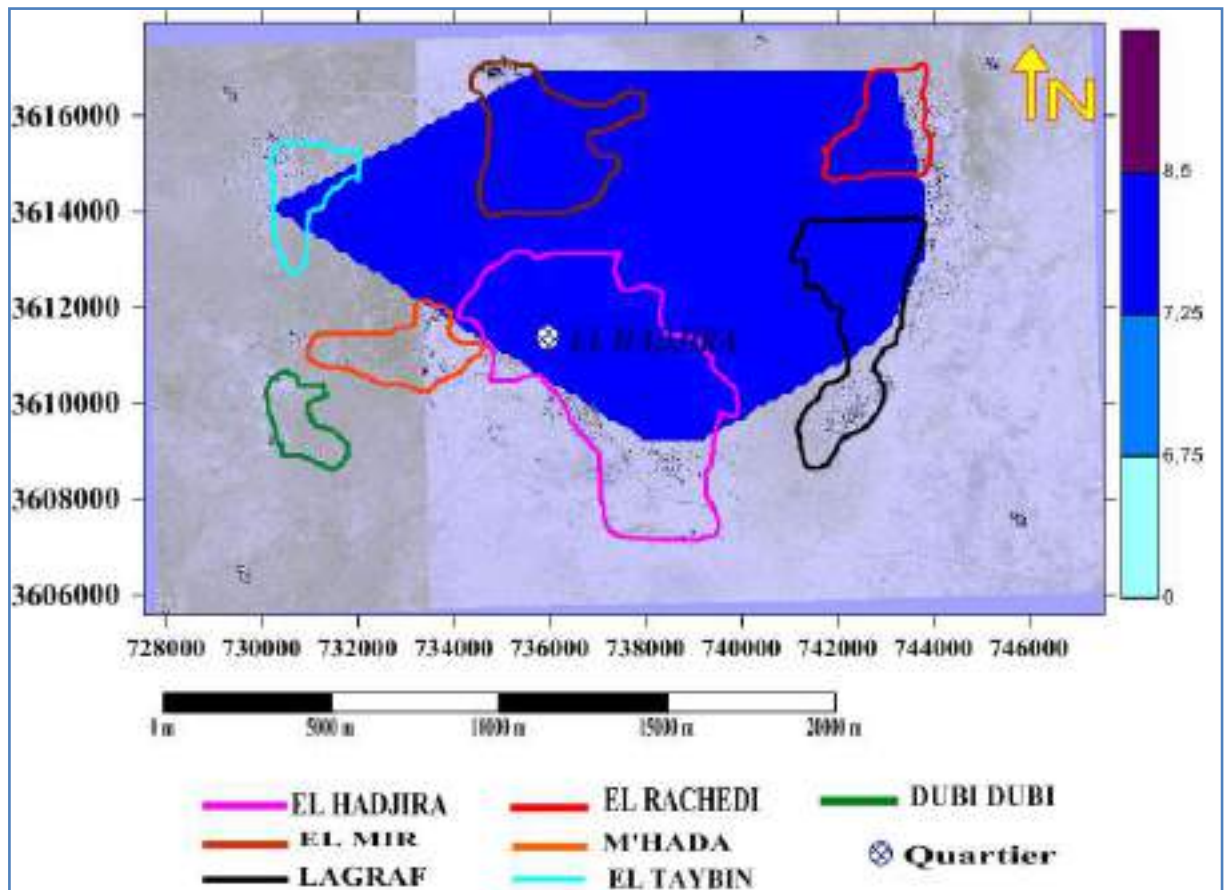


Figure 17: variation spatiale de pH de la nappe phréatique dans les sols cultivé  
à EL HADJIRA

#### IV.3. Variabilité spatiale de la salinité du sol

L'étude de la variabilité spatiale de la salinité au niveau des sols cultivate à EL HADJIRA est basée sur : la mesure du pH et la variabilité spatiale de salinité du sol et l'étude de la dynamique des sels.

### IV.3.1. Variabilité spatiale de la salinité du sol (Degré de salinité)

Les résultats portent sur la conductivité électrique (CE) mesurée au laboratoire sur des extraits aqueux (1/5ème) des 61 échantillons prélevés sur trois profondeurs :

- couche superficielle (0-40 cm)
- couche médiane (40-80 cm)
- couche profonde (80-120 cm)

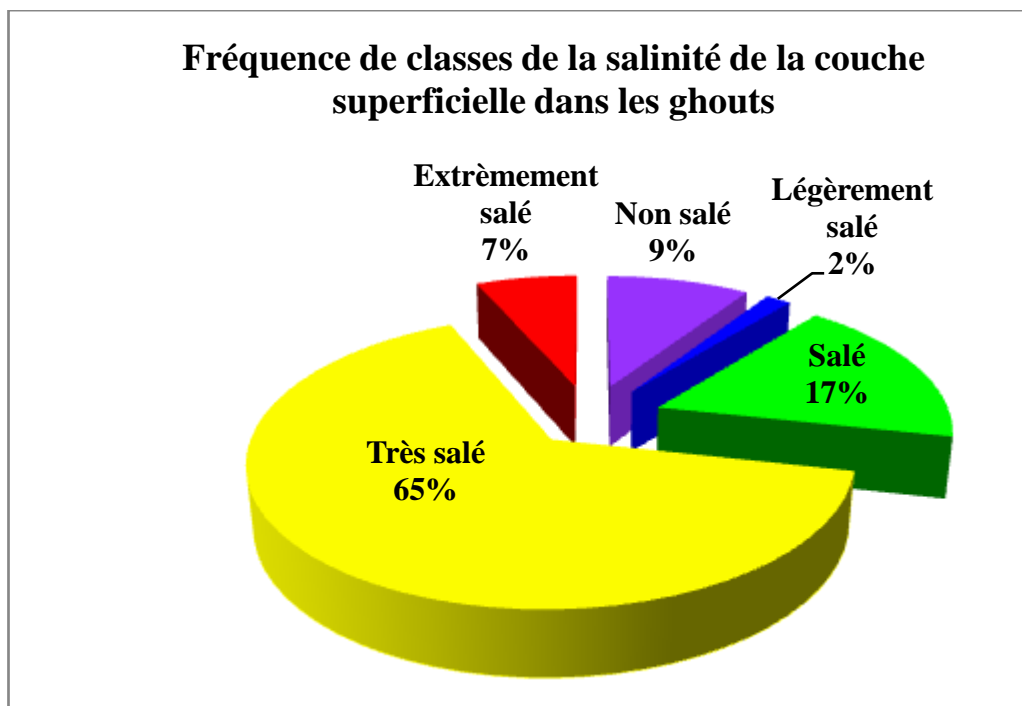
#### IV.3.1.1. Variabilité spatiale dans la couche superficielle (0-40 cm)

Les résultats de la CEE1:5 dans cette couche sont situés entre 0,13 à 7.63 ms.cm-1, avec une moyenne de 2,48 ms.m-1±1, 32 et un coefficient de variation de 53 %, elle exprime une forte variabilité de la salinité en surface (annexe. 1) (Fig. 20)

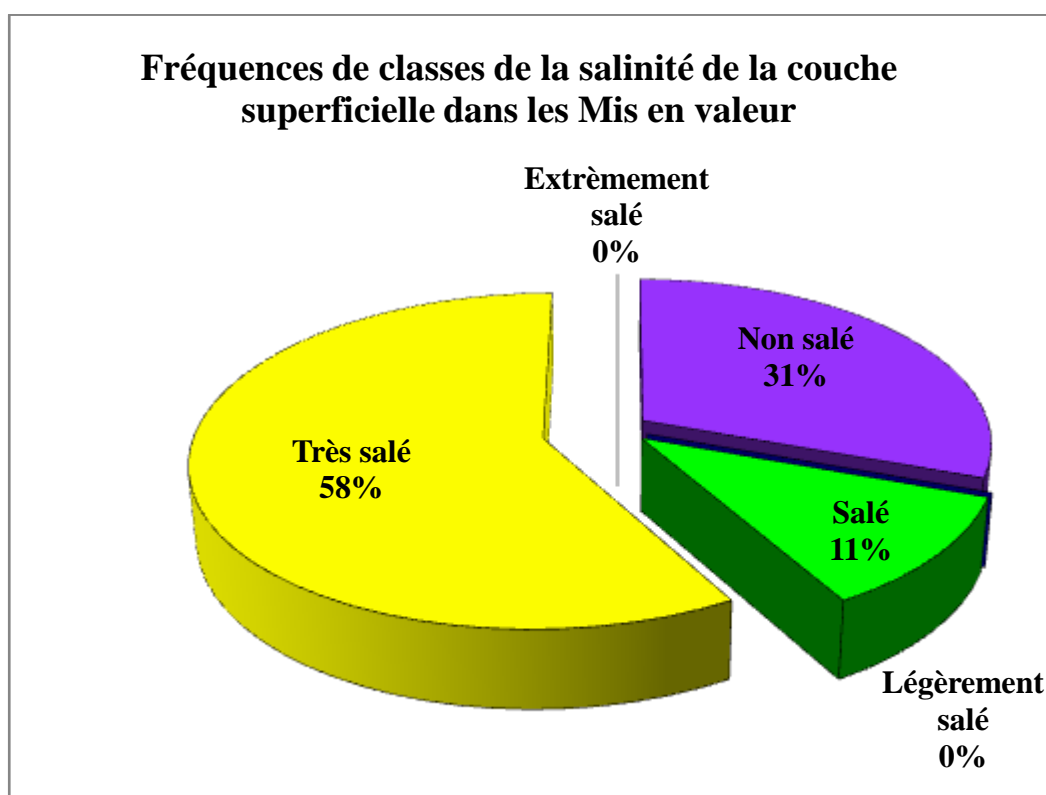
Nous avons enregistré la prédominance de la classe du sol « Très salé » soit 65% dans les ghouts et 58 % pour les mis en valeur. La carte de la conductivité électrique de la couche superficielle (Fig. 15) présente certaine hétérogénéité de salinité :

- **les sols non salés** ( $CE_{e1:5} \leq 0,6$  mS/cm) occupent une petite partie, située sur la partie sud-ouest du centre commune exacte dans le secteur de DUBI DUBI.
- **les sols légèrement salés** ( $0,6$  mS/cm  $< CE_{e1:5} \leq 1$  mS/m) sont représentés par des petites parties avec une très faible répartition dans quelque secteur tel que DUBI DUBI, EL HADJIRA, LAGRAFE et EL RACHEDI
- **les sols salés** ( $1$  mS/m  $< CE_{e1:5} \leq 2$  mS/m) sont assez bien représentés, situés surtout au Nord, Est et Nord-Est essentiellement dans le secteur EL HADJIRA et LAGRAF.
- **les sols très salés** ( $2$  mS/m  $< CE_{e1:5} \leq 4$  mS/m) sont très largement répandus. Elles occupent une partie importante. Elles se situent essentiellement au Nord-est et nord-ouest en occupant la majeure partie à cette profondeur
- **les sols extrêmement salés** ( $CE_{e1:5} \geq 4$  mS/m) occupent une petite partie située au Nord dans le secteur de EL MIR.





**Figure 18:** Fréquences de différentes classes de salinité dans la couche superficielle (0-40 cm) dans les sols cultivés par système ghouts.



**Figure 19:** Fréquences de différentes classes de salinité dans la couche superficielle (0-40 cm) dans les sols cultivés par système mise en valeur.

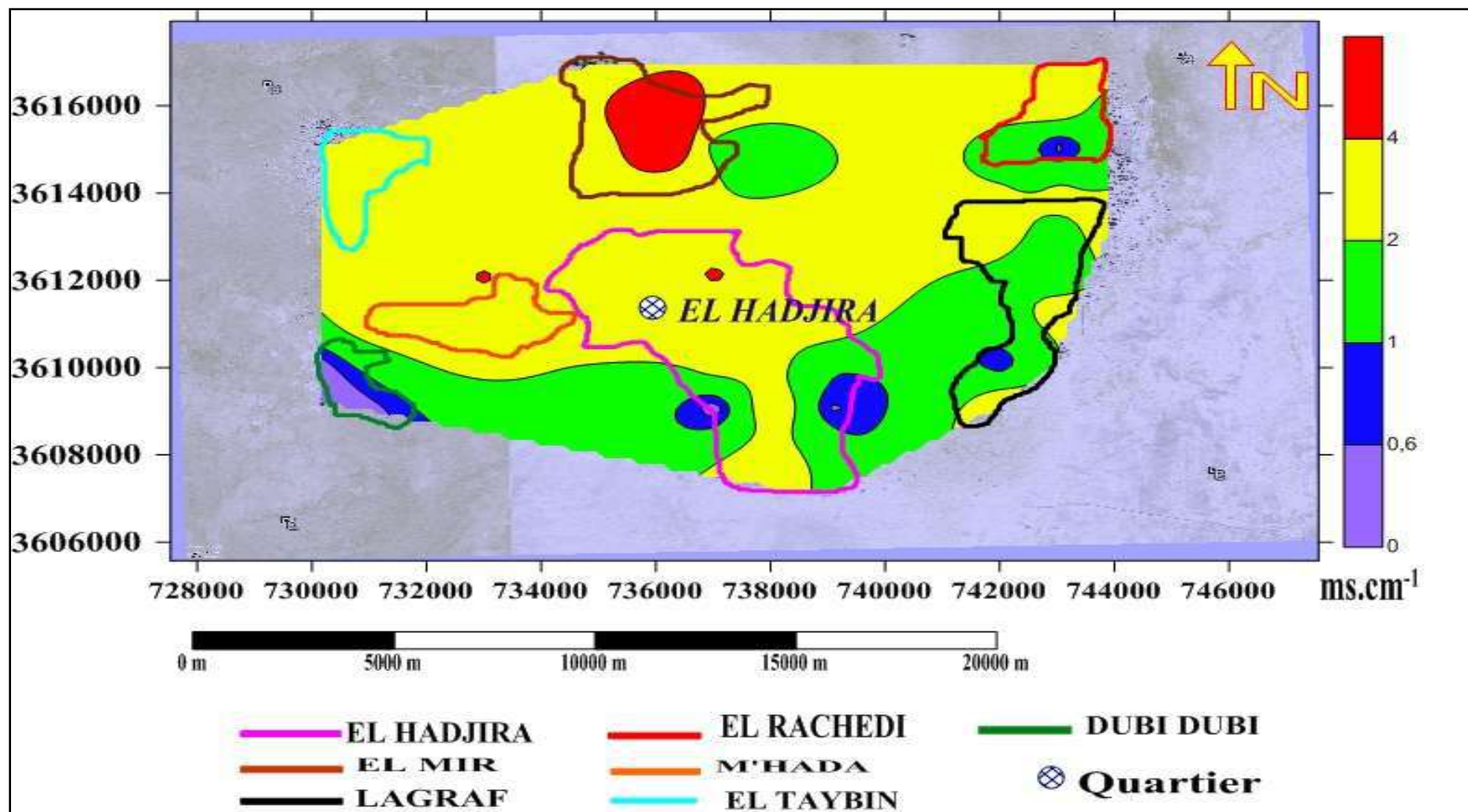


Figure 20: Carte de la variabilité spatiale de la conductivité électrique de la couche superficielle (0-40 cm) dans les sols cultivés à EL HADJIRA.

On peut constater que cet horizon est le plus dégradé qui peut être due à : la remontée de la nappe phréatique salée en hiver qui empêche le lessivage des sels et l'utilisation des eaux d'irrigation chargées en sels avec une mauvaise irrigation. En plus l'absence de drainage des eaux remontées et les eaux usées. Selon (DREW., 2015) les eaux d'irrigations sont pompées à partir de la nappe Miopliocène et Sénonien, ces eaux sont classées de fortement salées à très fortement salées avec un risque élevé de salinisation des sols.

La salinisation est probablement due à la conduite culturale, la mauvaise gestion de l'irrigation-drainage, la remontée des eaux phréatiques et la faible densité de couvert végétal ou des terres non cultivées.

#### IV.3.1.2. Variabilité spatiale dans la couche médiane (40-80 cm)

La salinité du sol de la couche médiane (40-80 cm), sont situés entre 0,10 à 7,06 mS.m<sup>-1</sup>, avec une moyenne de 1,88±1,07 mS.m<sup>-1</sup> et un coefficient de variation de 57 %. Cette variabilité est relativement faible (annexe 5). Les fréquences de différentes classes de salinité varient entre 0% et 56% (Fig. 23).

Dans cette couche, avec la prédominance de la classe des sols « très salés » 55% dans les ghouts et 42 % pour les mis en valeur. La carte de la Conductivité électrique de la couche médiane (Fig. 17) indique que :

- **les sols non salés** ( $CE_{e1:5} \leq 0,6$  mS/cm) occupent une partie importante et se situent essentiellement dans le secteur de DUBI DUBI située au Sud-ouest d'EL HADJIRA et petite plage située dans le l'Est exacte dans le secteur de EL RACHEDI
- **les sols légèrement salés** ( $0,6$  mS/cm  $< CE_{e1:5} \leq 1$  mS/m) sont représentés par des petites parties dans quelques différents secteurs tels que DUBI DUBI, EL HADJIRA, LAGRAFE et EL RACHEDI
- **les sols salés** ( $1$  mS/m  $< CE_{e1:5} \leq 2$  mS/m) sont assez bien représentés, situés surtout aux sols Nord, Est et Nord-est essentiellement dans le secteur EL HADJIRA et LAGRAF.
- **les sols très salés** ( $2$  mS/m  $< CE_{e1:5} \leq 4$  mS/m) occupent la majeure partie à cette profondeur sont très largement répandus dans elle est occupent une partie importante et se situent essentiellement au Nord-est et nord-ouest

- les sols **extrêmement salés** ( $CE_{e1:5} \geq 4$  mS/m) sont très rares et ne sont représentés que par une seule très petite plage située à l'est d'EL HADJIRA.

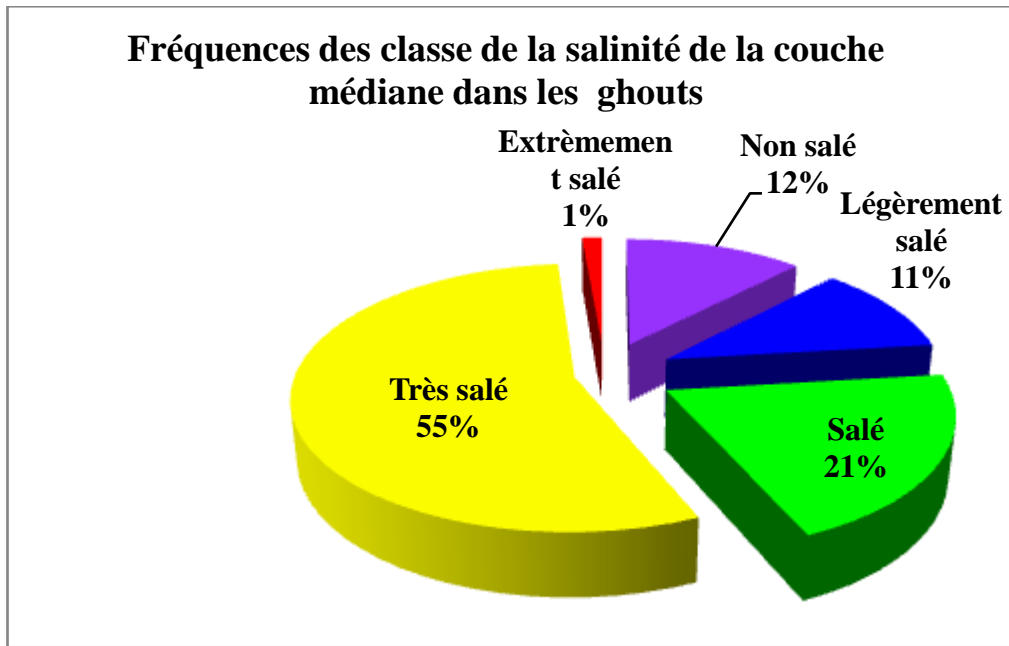


Figure 21: Fréquences de différentes classes de salinité dans la couche médiane (40-80 cm) dans les sols cultivés par système ghouts.

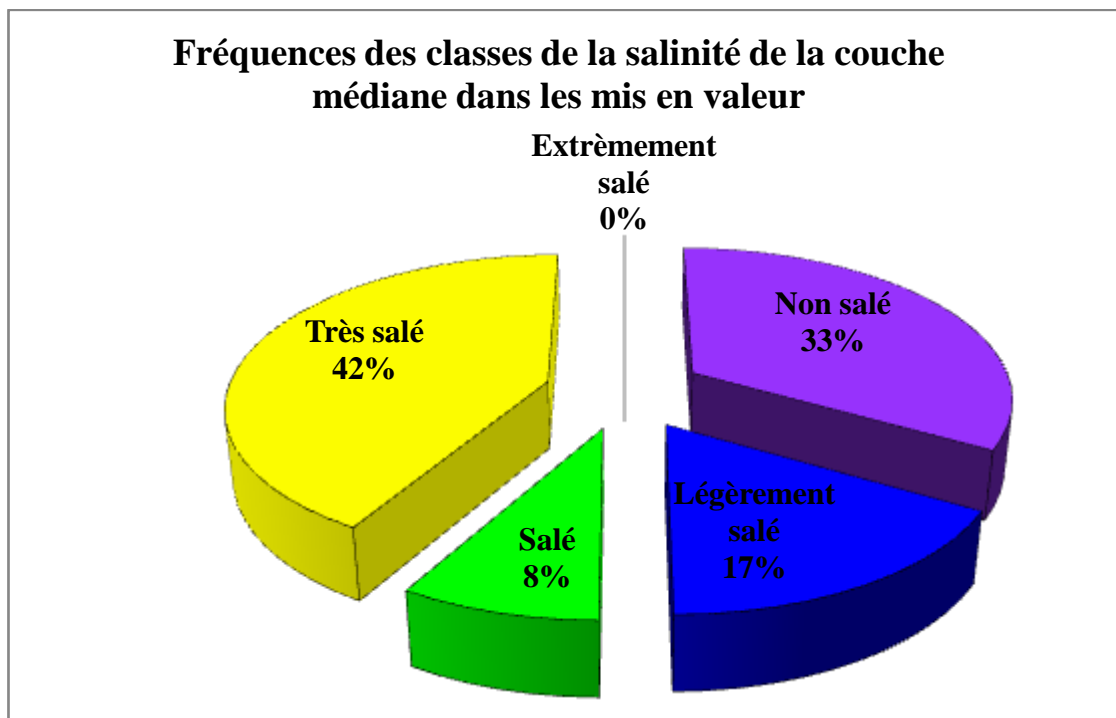


Figure 22: Fréquences de différentes classes de salinité dans la couche médiane (40-80 cm) dans les sols cultivés par système mise en valeur.

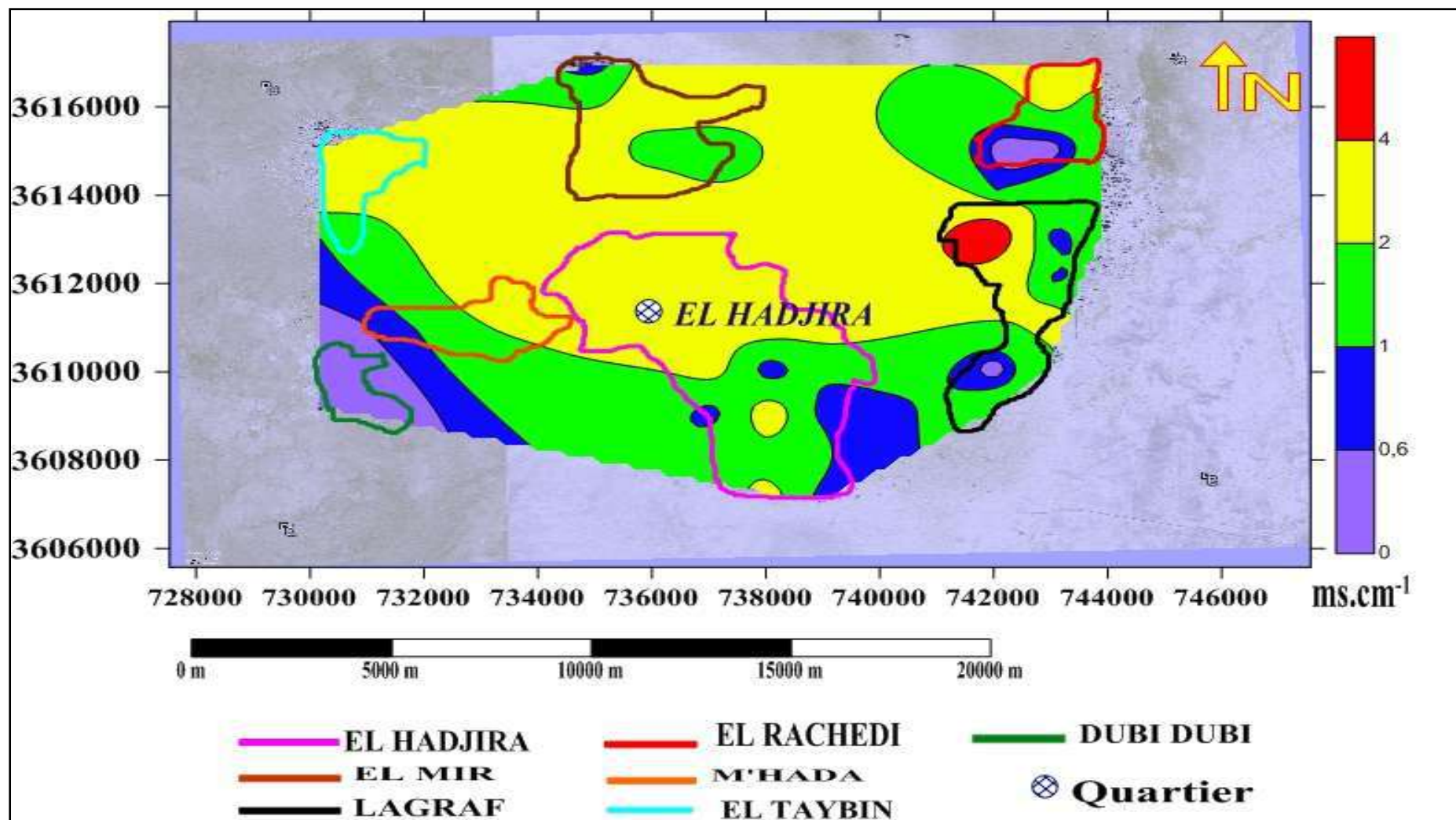


Figure 23: Carte de la variabilité spatiale de la conductivité électrique de la couche médiane 40-80 cm dans les sols cultivés à EL HADJIRA.

**IV.3.1.3. Variabilité spatiale dans la couche profonde (80-120 cm)**

Les résultats de la  $CE_{e1:5}$  de cette couche profonde (80-120 cm) sont situés entre 0,11 à 7,72 mS.m<sup>-1</sup>, avec un moyen de (1.80 mS.m<sup>-1</sup>±1.06), et un coefficient de variation de 59 %, cette variabilité est relativement faible (annexe 5). Les fréquences de différentes classes de salinité varient entre 2% et 56 % (Fig. 26)

Nous remarquons la prédominance de la classe des sols « très salé » avec un taux de 56% dans les systèmes mise en valeur et de 48% dans les ghouts. La carte de la CE de la couche médiane (Fig. 19) révèle un certain gradient de salinité orienté du sud-ouest vers nord-est le où :

- **Les sols non salés** ( $CE_{e1:5} \leq 0,6$  mS/cm) sont représentés par des petite plages en Est de EL HADJIRA dans les secteurs de LAGRAF et EL RACHEDI.
- **Les sols légèrement salés** ( $0,6$  mS/cm  $< CE_{e1:5} \leq 1$  mS/m) sont répartis essentiellement en Est aussi dans les secteurs de LAGRAF et EL RACHEDI et Est-Sud d'EL HADJIRA et ils sont représentés que par des plages situées dans les secteurs de DUBI DUBI ,M'HADA et TAYBIN au Ouest EL HADJIRA.
- **Les sols salés** ( $1$  mS/m  $< CE_{e1:5} \leq 2$  mS/m) sont assez bien représentés, situés dans tous les secteurs avec une répartition très importante surtout en Nord, Est et sud essentiellement dans le secteur EL HADJIRA et LAGRAF.
- **Les sols très salés** ( $2$  mS/m  $< CE_{e1:5} \leq 4$  mS/m) occupent une partie importante qui se situe en Sud-ouest d'EL HADJIRA près EL TYBIN, Secteur DUBI DUBI et secteur de M'HADA et en Est et Nord de secteur EL HADJIRA.
- **Les sols extrêmement salés** ( $CE_{e1:5} \geq 4$  mS/m) sont représentés dans une partie très importante située au Nord-ouest d'EL HADJIRA. Elles occupent une grande partie de secteur jusqu'au secteur EL MIR.

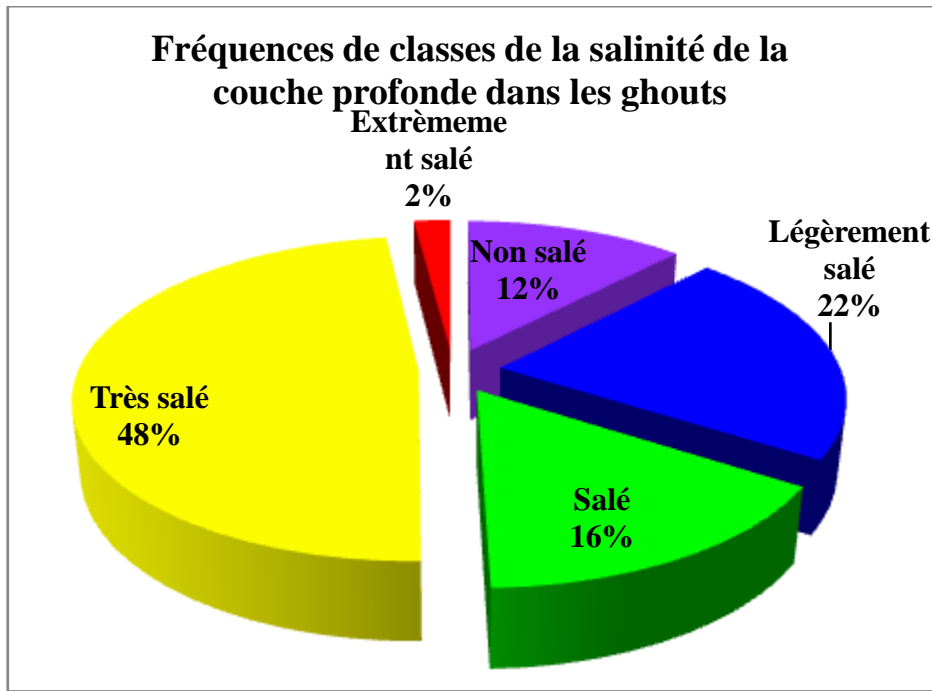


Figure 24: Fréquences de différentes classes de salinité dans la couche profonde (80-120 cm) dans les sols cultivés du système ghouts.

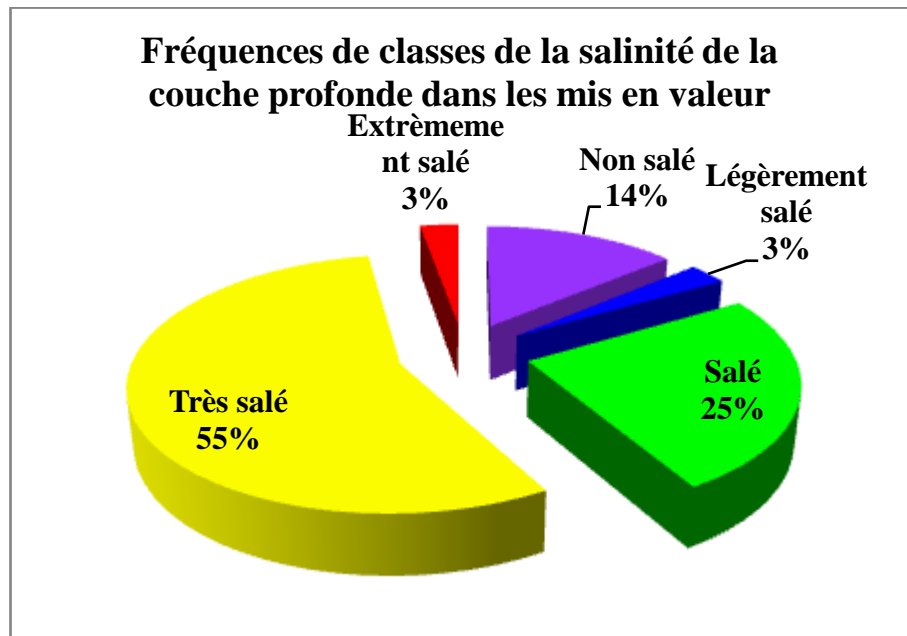


Figure 25: Fréquences de différentes classes de salinité dans la couche profonde (80-120 cm) dans les sols cultivés du mise en valeur

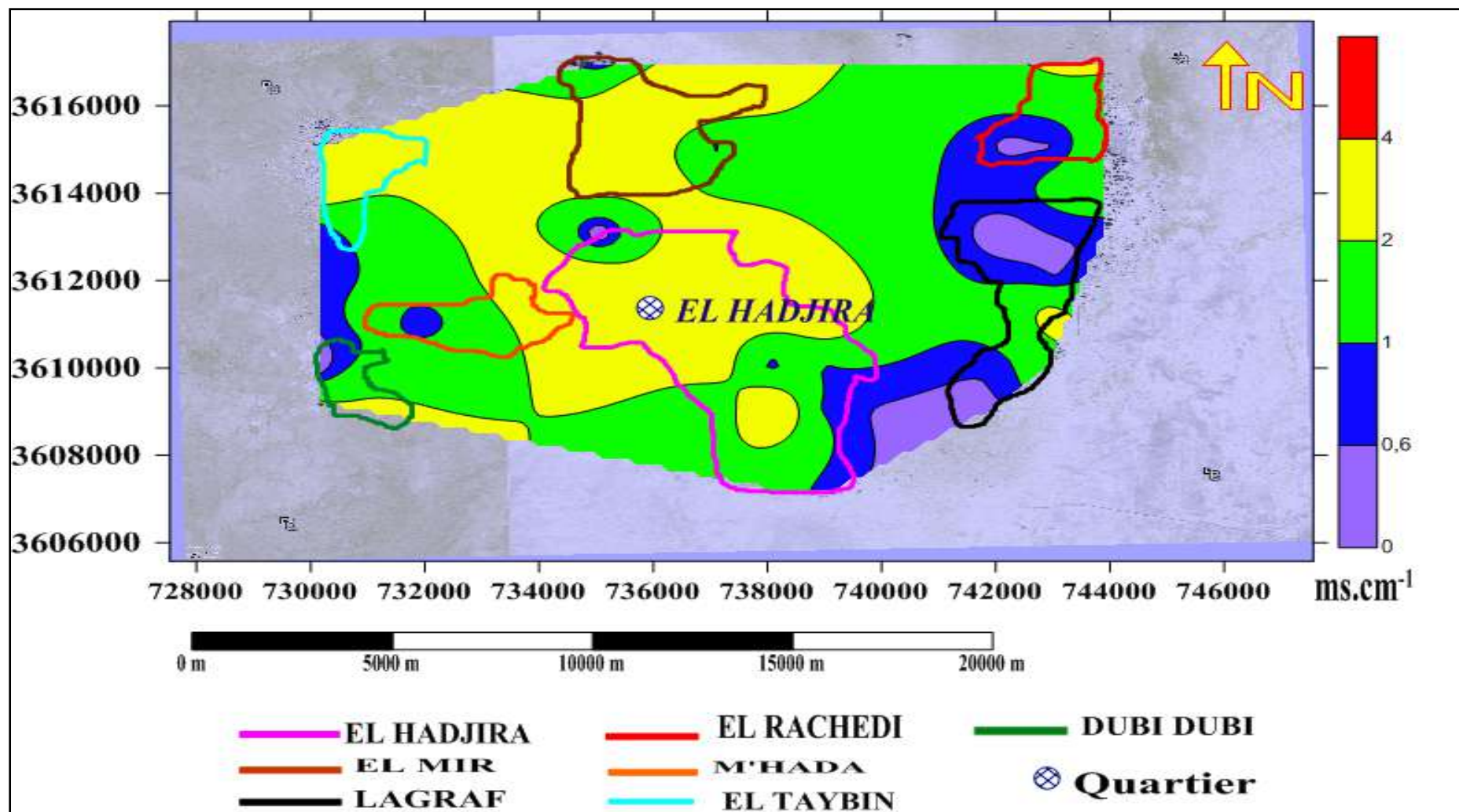


Figure 26: Carte de la variabilité spatiale de la conductivité électrique de la couche médiane 80 -120 cm dans les sols cultivés à EL HADJIRA.



D'après les cartes obtenues nous remarquons qu'il y a une grande variation de la salinité des sols cultivés sur le plan spatiale à EL HADJIRA. L'étude de la variabilité spatiale de la salinité des différentes couches du sol a révélé une dégradation par salinisation, oscillant de 0,10 à 7.72 mS.m<sup>-1</sup>, où les sols sont « non salés » à « extrêmement salés » selon la classification de MATHIEU et PIELTAIN (2009) (annex 7).

La mauvaise gestion de l'irrigation-drainage est un facteur principale de la salinisation du sol surtout le drainage car il est absent dans la pluparts des secteurs échantillonnés dans la région de EL HADJIRA. Cette situation est aggravée en absence des réseaux d'assignements où on a remarqué que les eaux usée sont assigné vers des puits traditionnels. La conduite culturale, la remontée des eaux phréatiques (photos), la faible densité de couvert végétale et le non mise en culture des terres se sont des facteurs qui favorisent la salinisation.



**Photo 3: la remonté de la nappe phréatique de système « ghouts » à EL HADJIRA**

D'après les analyse de l'histogramme, nous distinguons que la classe « très salé » est la classe le plus dominant surtout dans les systèmes ghouts et dans la couche superficielle (0-40 cm), Pour les autre classes sont faible et rare on observe que les tous sont varie dans tous les horizons et secteur surtout la classe « extrêmement salé ».

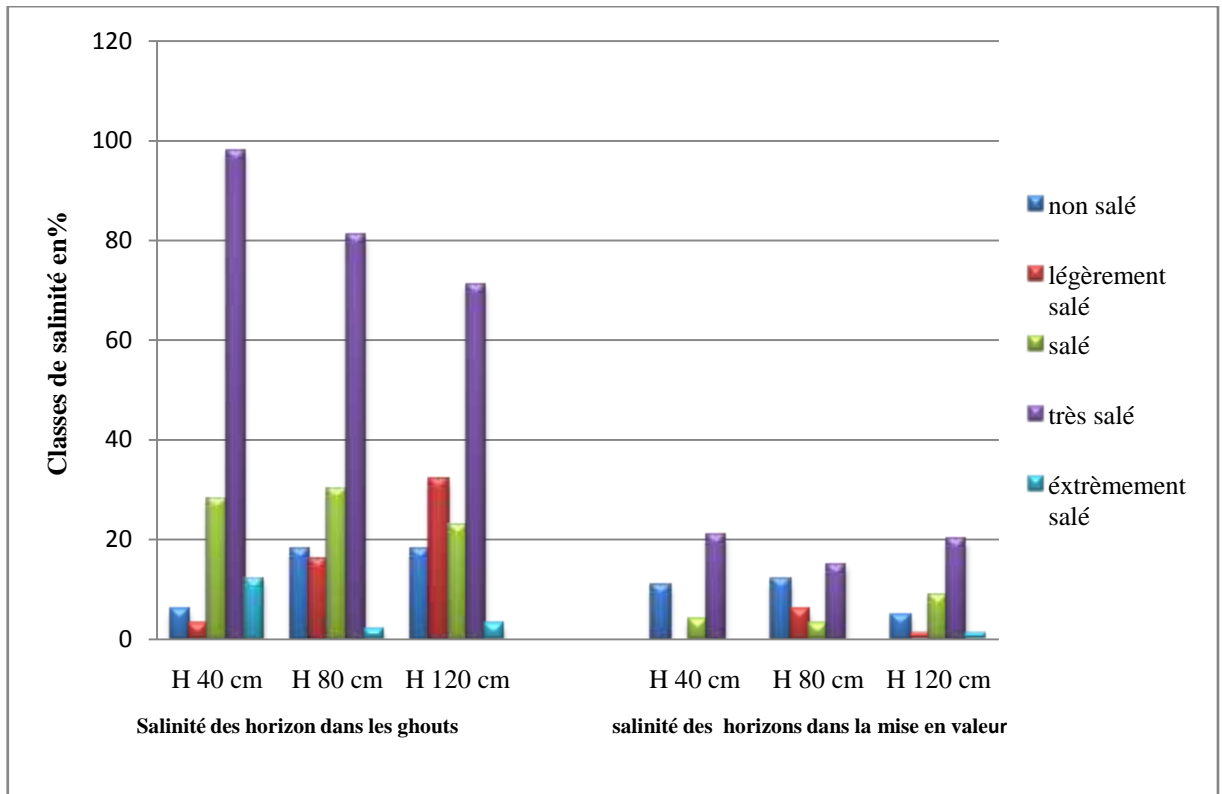
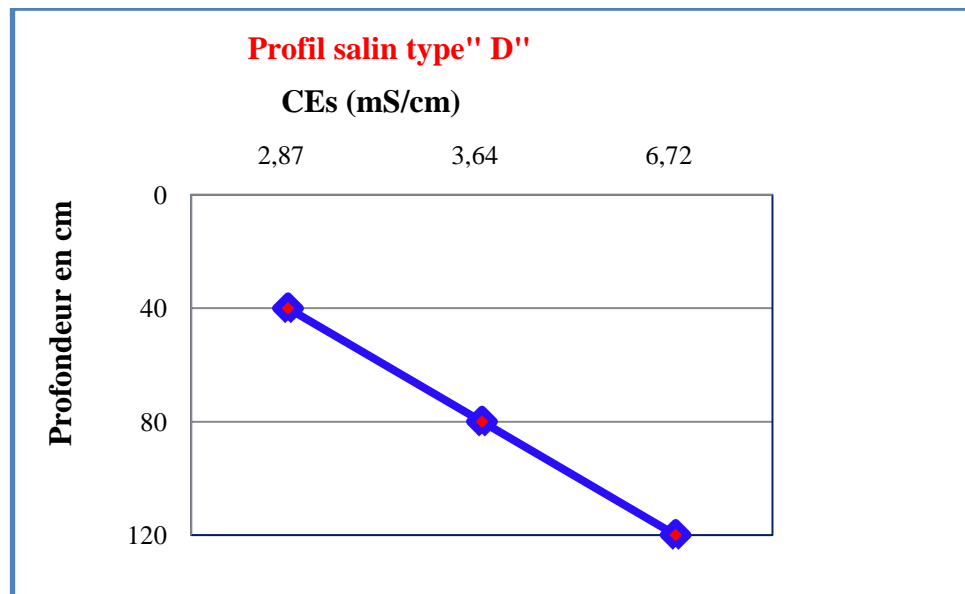


Figure 27: Les classes de la salinité dans les sols cultivés à EL HADJIRA

#### IV.3.2. Dynamique des sels

Dans les régions sahariennes, il est important de bien apprécier les risques de salinisation et la dynamique des sels dans le système eau-sol-palmeraie (DADDI BOUHOUN et BRINIS, 2006).

Les profils salins des sols cultivés à El HADJIRA, sont avec une prédominance de profil salin type D dite profil descendant (Fig.28). Ce type est caractérisé par un maximum de la salinité dans l’horizon profond (80-120) et un minimum dans l’horizon de surface (0-40 cm) (annexe.4). Selon SERVANT (1976), ce type de profil à gradient de salinité dirigé vers le bas avec un maximum en profondeur serait les résultats d’une désalinisation du sol, et il indique en général que le sol a subi une phase de lixiviation des sels solubles sous l’effet des eaux d’irrigation.



**Figure 28: Type de profils salins prédominant dans les sols cultivés à EL HADJIRA**

### IV.3.3. pHe1:5

Les valeurs du pH du sol cultivé d'EL HADJIRA sont comprises entre 6,3 et 8,7 avec une moyenne de  $7,4 \pm 0,5$  (annexe.7), On peut conclure que le pH des sols cultivés à EL HADJIRA a une « alcalinité modérée », selon la classification de MATHIEU et PIELTAIN (2009) (annexe.8).

#### IV.3.3.1. Variations spatiales du pHe1:5

La variabilité spatiale du pHe1:5 est presque homogène dans les sols cultivés d'EL HADJIRA avec un coefficient de variation de 7%. A partir de la carte pH du sol de la couche de la surface (Fig.29), nous avons remarqué que le sol a une alcalinité modérée dans tous les secteurs avec une faible alcalinité. Sauf l'ouest d'EL HADJIRA, il y a une forte alcalinité dans le secteur de DUBI DUBI et EL TAYBIN.

Dans les deux autres couches (Fig.30; Fig.31), nous avons remarqué que le sol à une alcalinité modérée reste localisée dans tout le secteur, Sauf le secteur de DUBI DUBI où on observe une forte alcalinité située à sud-ouest EL HADJIRA.

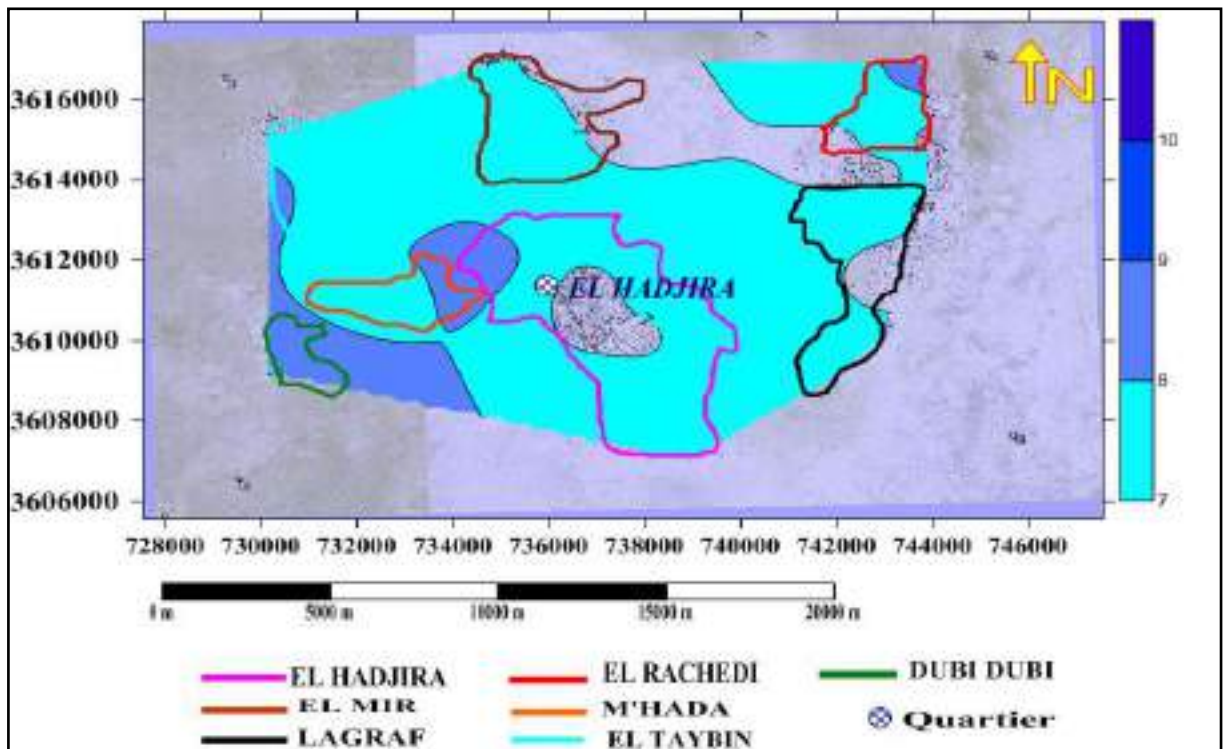


Figure 29: Variation spatiale de pH dans la couche ( 0-40 cm) aux sols cultivés à EL HADJIRA.

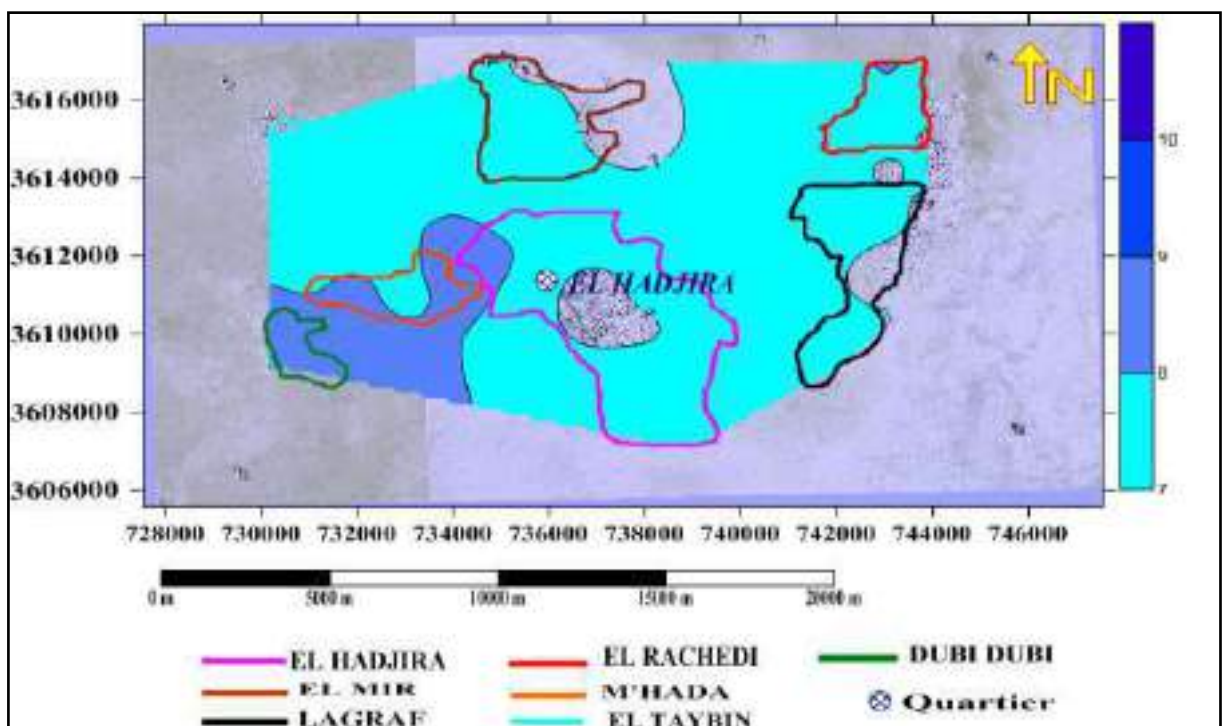


Figure 30: Variation spatiale de pH dans la couche (40-80 cm) aux sols cultivés à EL HADJIRA.

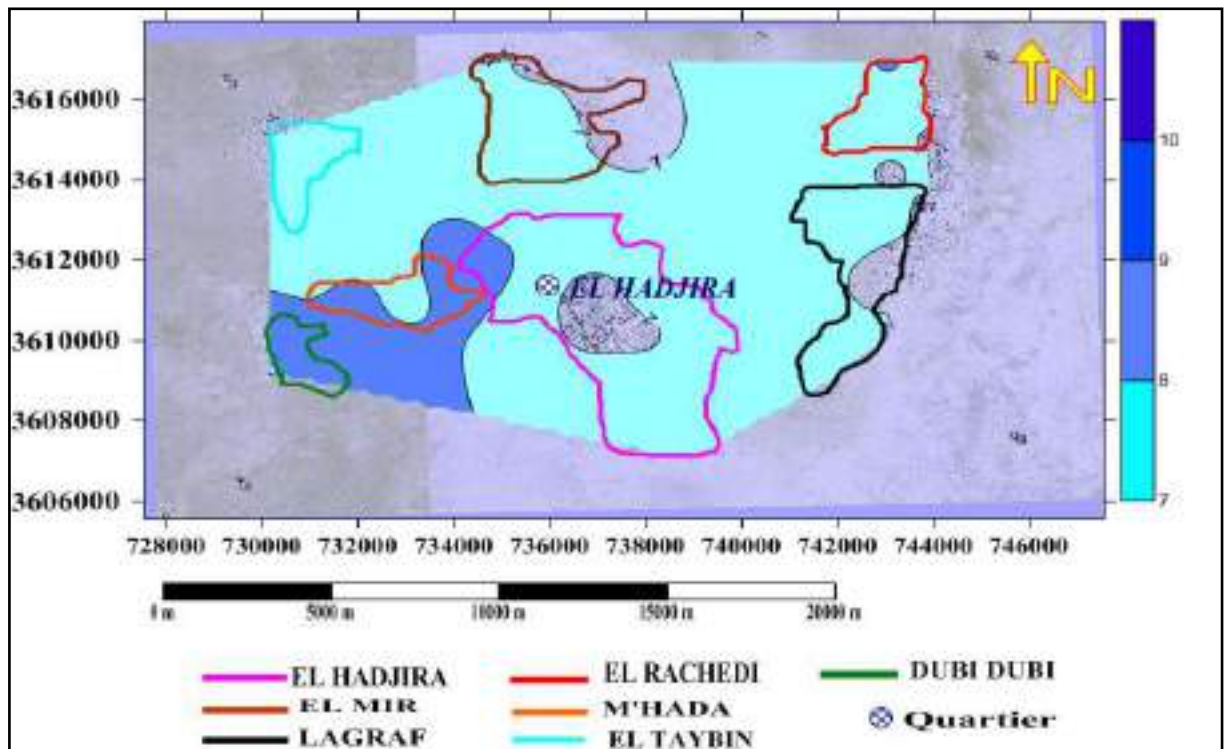


Figure 31: Variation spatiale de pH dans la couche (40-80 cm) aux sols cultivés à EL HADJIRA.

An ornate, golden frame with intricate scrollwork and floral patterns at the corners and midpoints of each side, surrounding the central text.

# *Conclusion*

## **Conclusion**

La salinisation est l'un des aspects de dégradation du sol. Il constitue l'un des problèmes les plus importants et sérieux qui touche les sols agricoles dans les régions semi-arides et arides. Pour cela il faut suivre et étudier ce phénomène pour protéger ces sols contre la dégradation.

Dans ce sens nous avons étudié la variabilité spatiale de la salinité de sol cultivé à EL HADJIRA. L'étude édaphique du sol montre que la classe la plus dominante est la classe très salée avec la présence importante de la classe extrêmement salée et la classe salée dans les trois couches étudiées. Les sols de la région d'EL HADJIRA ont un pH d'une alcalinité modérée. Ces résultats signifient que les sols sont en majorité dégradés par la salinisation. Cette dernière reste variable entre les secteurs et les systèmes soit ghouts ou mis en valeur.

L'étude du sol montre que :

- Il y a une variation spatiale de la salinité du sol qui augmente avec la remontée du niveau de la nappe phréatique.
- Les sols sont en général alcalins avec une salinité des sols importante au Nord d'EL HADJIRA,
- le niveau élevé des eaux phréatique semble favoriser la remontée capillaire des sels en surface.
- l'irrigation contribue à la dynamique descendante des sels celle-ci reste liée au niveau de la nappe phréatique et la pratique de l'irrigation et de drainage.
- L'absence de drainage et des réseaux d'assainissements ne permet pas l'évacuation de l'excès d'eaux d'irrigation et favorise l'augmentation de la salinité du sol par la remontée des eaux phréatique, en provoquant ainsi l'asphyxie des racines
- Les principaux sens d'écoulement de la nappe sont vers les dépressions ou il y a les ghouts ces dernières sont plus salées par rapport aux palmeraies de la mise en valeur.

L'étude des eaux phréatique montre que :

- La salinité des eaux de la nappe phréatique est extrême dans les points situés dans les ghouts et supérieur à celle des mis en valeur.
- Niveau de la nappe dans les sols cultivés de la mise en valeur et plus profond par rapport au système ghouts.
- L'analyse des données piézométriques indique que la zone Sud-ouest de la palmeraie de secteur de EL TYBIN et DUBI DUBI est la zone la moins affectée par la remontée de la nappe phréatique.

➤D'après les données traitées, on note que les eaux de la nappe phréatique du sol cultivé à ELHADJIRA se caractérisent par un pH alcalin modéré à dans toutes les stations.

Des mesures rapides de pouvoirs publics sont nécessaires pour protéger et conserver les ghout et les oasis de cette région qui risqueront de disparaître avec un risque de désertification de toute la région.

Pour sauvegarder cet héritage il est indispensable de condenser les efforts entre les différents secteurs concernés. Dans ce sens, et en visage aux résultats obtenues on a vue de terminer ce modeste travail par certains recommandations :

- Sensibiliser les habitants à l'importance de l'eau et l'importance de sol cultivé.
- En courage les agricultures pour revenir à exploitée les ghouts, dans les cultures de cucurbitacées et culture paysanne et la diversification leur activité agricole
- Letter contre les forages illfet
- Traité et Continuer l'installation des réseaux d'assainissement.
- Contrôler sévèrement et régulièrement le débit d'exploitation des forages
- Mettre en place un système de suivi et de contrôle de niveau de la nappe phréatique.

Enfin, ce travail reste préliminaire qui nécessite d'autres études complémentaires au niveau de la région de EL HADJIRA. Ces travaux vont nous permettre d'étudier l'évolution de l'état hydro-édaphiques de système agraire à d'EL HADJIRA.



An ornate, gold-colored rectangular frame with intricate, swirling patterns at the corners and along the edges. The frame encloses the text.

*Références  
bibliographiques*

**Références bibliographiques**

1. **ABBANI .B, et ABDE-LALI .Y, 2005.** Contribution à l'étude de la qualité des eaux Phréatiques sur l'état de dégradation de la palmeraie de Ouagla. Mémoire ing. Unvi de Ouargla. p 21.
2. **AMRAOUI F., 1997** - Hydrogéologie. Fascicule de cours. Université Hassan II Ain Chock. département de géologie. CASABLANCA. 44p.
3. **ASKRI B., BOUHLILA R., 2010** - Évolution de la salinité dans une oasis moderne de la Tunisie étude et Gestion des Sols, Volume 17, 3-4,197 à 212p.
4. **AUBERT.G, 1976** ; Annales de l'institut agronomique el harache. Vol VI n°01. 297p.
5. **BADACHE A, 2005**, *Etude expérimentale de l'influence des sels solubles sur le compétement d'atriplexhalimus l* ; Magister en sciences Agronomiques, option Pédosphère, INA El Harrach – Alger. ydraulique dans les milieux arides. Université, Ouargla.
6. **BELLAOUEUR A., 2008** - Etude hydrogéologique des eaux souterraines de la région de Ouargla Soumise à la remontée des eaux de la nappe phréatique et Perspectives de solutions palliatives (Sahara Nord-Est Septentrional - Algérie). Mémoire de Magister En Géologie du Génie Civil et des Milieux Aquifères. Université El-Hadj Lakhdar-Batna. 146p.
7. **BELKHIRA C., 2008** - Contribution à l'étude de la remontée des eaux de la nappe phréatique dans la région d'Ouargla : Modélisation hydrodynamique de la remontée. Mémoire Magister en Hydraulique. Université Ouargla. 71p.
8. **BENCHALLAL.A, OUKIL. A et A. BELHADJ-A .2009.** Identification et détection, par imagerie satellitaire, de la dégradation des sols par la salinité dans la cuvette de Ouargla, sud de. Journées d' Animation Scientifique (JAS09) de l' AUF Alger Novembre 2009 l'Algérie
9. **BOUTLLI, 2012.** Salinité des eaux et des sols au niveau de la Sebkhha de Bamendil, caractérisation et conséquences sur l'environnement. Magister en hydraulique .Option : Aménagement hydraulique dans les milieux arides. Université, Ouargla.
10. **CALVET R., 2003** - Le sol : Propriétés et fonctions. Édition France Agricole. 511p.
11. **CHALLAMEL A., 1901.**L'agriculture pratique des pays chaude : bulletin du jardin coloniale st des jardins d'essai des colonies françaises, société d'édition géographique, maritimes et coloniales, Paris .313 p.
12. **CEAEQ., 2008** - Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales. Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec. Cahier 5 échantillonnage des sols. Edition courante. 57 p.
13. **CHETTI, 2006.** Fonctionnement géochimique et écologique du chott ain baida ouargla) évolution et dégradation, p 114
14. **CHESWORTH W., 2008** - Encyclopedia of Soil Science, Ed. Springer Dordrecht, Berlin, 902 p.

15. **DADDI BOUHOUN et BRINIS, 2004**, *Etude de la dynamique des sels solubles dans un sol irrigué Gypso-Salin : cas d'une palmeraie de la cuvette de Ouargla*, journal algérienne des régions arides, Colloque International « TERRE et EAU » Annaba.
16. **DADDI BOUHOUN M et BRINIS L., 2006** - Etude de la dynamique des sels solubles dans un sol irrigué gypso-salin : cas d'une palmeraie de la cuvette de Ouargla. Journal Algérien des Région Arides, N° spécial. p: 17-20.
17. **DADDI BOUHOUN M., 2010** - Contribution à l'étude de l'impact de la nappe phréatique et des accumulations gypso-salines sur l'enracinement et la nutrition du palmier dattier dans la cuvette d'Ouargla (Sud Est algérien).Thèse de Doctorat. Université BADJI Mokhtar, Annaba. 365 p.
18. **DADDI BOUHOUN M., BRINIS L., SAKER M L., KEMASSI A., OULD EL HADJ M. D., BOUTOUTAOU D., OULD EL HADJ M D., 2012** - Impact des eaux phréatiques sur la salinité et le rendement du palmier dattier à Ouargla. *Algerian journal of arid environment*. vol. 2, n° 2, 71-77.
19. **DURAND J. H., 1983** - Les sols irrigables. Etude pédologique. Ed. Imbert, Alger, 190 p
20. **DJAMAI R., (1993)** ; contribution à l'étude de la salinité des sols et des eaux du la Felzara (Annaba). Thèse Magister, I.N.A., Alger, 78p.
21. **DIARRA L., 1991** - Contribution a l'étude de la résistance de quelques espèces fourragères aux phénomènes de salinisation – alcalinisation. Mémoire d'Ingénieur, Ministère de l'éducation Nationale du Mali. Sciences Appliquées d'IIPR de Katibougou. Spécialité Agriculture.63p.
22. **DIALLO .M.D, NDIAYE .O, MAHAMAT SALEH .M,TINE .A, DIOP.A et GUISSÉ .A ; (2015),ETUDE COMPARATIVE DE LA SALINITE DE L'EAU ET DES SOLS DANS LA ZONE NORD DES NIAYES (SENEGAL),AfricanCrop Science Journal, Vol. 23, No. 2, pp. 101 – 111.**
23. **DURAND J.H 1983**. Les sols irrigables. Étude pédologique. ED. Imprimerie Boudin. Paris 339p.
24. **DURAND J.H 1958**. Les sols irrigables. Etude pédologique. ED. Imbert, Alger.190p.
25. **DJILI, K., DAOUD, Y., GAOUAR, A et BELDJOUDI, Z. (2003)**. La salinisation secondaire des sols au sahara. Conséquence sur la durabilité de l'agriculture dans les nouveaux périmètres de mise en valeur. Sécheresse. 4, 14 : 241-246.
26. **F.A.O., 2008**: Annuaire statistique de la FAO
27. **FURR, J.R., 1975**. Water and salinity problems of Abadan Island date gardens. Ann. Rep. Date Growers' Inst., 52: 14-17.
28. **GAUCHER G., BUBDIN S., 1974** - Géologie, géomorphologie et hydrologie des terrains salés. Université de France. 230p .In MISSAOUI Y., 1991. Evolution de la salinité en fonction des doses d'irrigation. Mémoire de Magistère. L'ITDAS de Biskra. 91p.
29. **HADDAD S., ABBES K., 2015** - Etude de l'impact de l'irrigation-drainage sur la salinisation des sols à l'exploitation de l'université. Mémoire master agronomie. Université Ouargla. 42p.
30. **HAMDI AISSA B., 2001** – Le Fonctionnement actuel et passé de sols du Nord du Sahara (cuvette de Ouargla). Approches micro-morphologique, géochimique et

- minéralogique et variabilité spatiale. Thèse de doctorat. Institut National Agronomique. Paris-Grignon. 310p.
31. **HAMDI-AISSA B., GIRARD M.C., 2000** - Utilisation de la télédétection en régions sahariennes, pour l'analyse et l'extrapolation spatiale des pédopaysages. Sécheresse. Volume 11, Numéro 3, 179-88.
  32. **HALITIM A, 1988.** Sols des régions arides. Edit. OPU, 1988.
  33. **HAMDI A, 1999.** Saline irrigation and management for sustainable use In:Advanced Short Course on saline irrigation Proceeding, Agadir.152-227.
  34. **IPTRID. (2006):** conférence électronique sur la salinisation. Extension de la salinisation et stratégie de prévention et réhabilitation. p 2, 11.
  35. **IRD 2008.***Les dossiers thématiques de l'Institut de recherche pour le développement. Les sols sont fragiles* : 1er partie Salinisation et sodisation des sols. 2ème partie La dégradation des sols par salinisation ou alcalisation.
  36. **LEGROS, 2009** - *Académie des Sciences et Lettres de Montpellier, 2009, (Jean-Paul Legros <http://www.ac-sciences-lettres-montpellier.fr/>)*
  37. **LUZOLO LUTETE K., 2012** - Géographie Les eaux souterraines: captage, exploitation et gestion. Mémoire en ligne. Université de Kinshasa – Graduat. Disponible sur : [http://www.memoireonline.com/10/13/7528/Les-eaux-souterraines-captage-exploitation-et-gestion.html#\\_Toc333552490](http://www.memoireonline.com/10/13/7528/Les-eaux-souterraines-captage-exploitation-et-gestion.html#_Toc333552490).
  38. **MATHIEU .C, LOZET .J, 2011-** Dictionnaire encyclopédique de science du sol. Lavoisier. Edition Tech&Doc. Paris. 733 p
  39. **MATHIEU C., AUDOYE P., CHOSSAT J.C., 2007** - Bases techniques de l'irrigation par aspersion. Edit TEC & DOC. Paris. 474 p. In KEMASSI S., 2015-Etude de l'impact des vers de terre sur l'évolution de la matière organique en régions sahariennes (Cas de la cuvette de Ouargla). Mémoire de Magister. Université d'Ouargla. 127p
  40. **MATHIEU C et PIELTAIN F., 2009** - Analyse chimique des sols: méthodes choisies. 2ème édition. Edition Tec & Doc Lavoisier. 317 p.
  41. **MERMOUD, A. 2006.** Cours physique du sol. Maitrise de la salinité des sols, pp1-14
  42. **ONM** l'Office National de la Météorologie (ONM) d'Ouargla.
  43. **OZINDA ,1977** .Flore de Sahara,Ed Centre Nationale de la recherche scientifique, paris, 2eme édition, p 15.
  44. **OUSTANI M, 2006.** Contribution à l'étude de l'influence des amendements organiques sur les propriétés microbiologiques des sols sableux non salés et salés dans les régions Sahariennes (Cas de Ouargla) .Thèse Magister.Université .Ouargla. 187p
  45. **P.ROGNON, 1994.** Les oueds de la dorsale du M'Zab.
  46. **REMINI B, 2004.** La remontée des eaux dans la région d'El-Oued. Revue vecteur environnement Canada.
  47. **RODIER J., LEGUBE B., MERLET N., 2009** - L'analyse de l'eau. Paris : DUNOD.
  48. **ROUVILOIS- BRIGOL M., 1975** - Le pays de Ouargla (Sahara Algérien). Université de SORBONNE. Paris. 389p.
  49. **S.O.C.O, 2009.** Sustainable Agriculture and soil conservation: Salinisation et sodification :<http://soco.jrc.ec.europa.eu>

50. **SOLTNER D., 1989** - Les bases de la production végétal. Tome I: Le sol, 17ème Ed. C.S.T.A., Angers, 468 p. in HADDAD S., ABBES K., 2015- Etude de l'impact de l'irrigation-drainage sur la salinisation des sols à l'exploitation de l'université. Mémoire master agronomie. Université Ouargla. 42p.
51. **SLIMANI R., GUENDOUCZ A., 2015** - Etude du potentiel de contamination des eaux de la nappe phréatique de la région de Ouargla (Sahara Septentrional est Algerien). *Algerian journal of arid environment* 106 vol. 5, n° 1, 106-114
52. **SERVANT J., 1975** - Contribution à l'étude pédologique de terrains halomorphes. L'exemple des sols salés du Sud et du Sud-ouest de la France. Thèse d'état. Université de Montpellier, 200 p.
53. **USSL., 1954** - Diagnostic and improvement of saline and alckali soils. U.S.A.D, Handbook. N°60. 160p.
54. **WEEKS, L.O., 1957**. Agricultural drainage in Coachella Valley. Ann. Rep. Date Growers' Inst.,34 p.

-



# *Annexes*

## Annexes

## Annexe 1: Résultats des analyses des eaux phréatiques

	<b>CEn (mS/cm)</b>	<b>pHn</b>
<b>Min</b>	4.44	7.2
<b>Max</b>	33.22	7.99
<b>Moyen</b>	12.46	7.59
<b>Ecart-type</b>	7.51	0.18
<b>Coefficient de variation</b>	60%	2%

## Annexe 2 : Échelle de pH des eaux phréatique (GAUCHER ,1968 in SOLTANER ,1992)

6,75 <pHn< 7.25	Neutre
7.25 <pHn< 8.5	Alcalin
>8.5	Très alcalin

## Annexe 3: Évaluation de la salinité des eaux de la nappe phréatique (la norme internationale ISO 11265:1994 in SLIMANI et GUENDOOUZ, 2015).

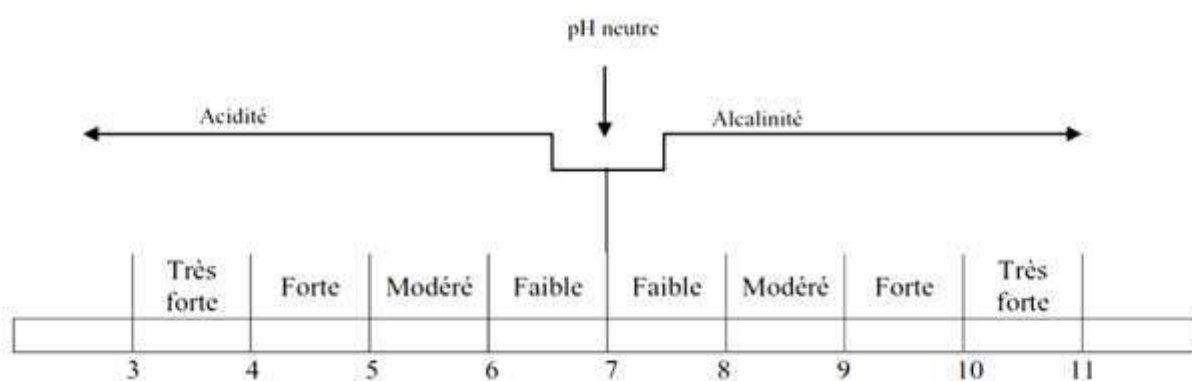
<b>CE</b>	<b>Salinité</b>
< 2,5 dS/m	Non salin
2,55 à 5 dS/m	Légèrement salin
5 à 10 dS/m	salin
10 à 20 dS/m	Très salin
>20 dS/m	excessivement

## Annexe 4: Résultats de la salinité du sol selon la profondeur

<b>CEe1:5</b>	<b>0-40 cm</b>	<b>40-80 cm</b>	<b>80-120 cm</b>
<b>Min</b>	0,14	0.11	0.11
<b>Max</b>	7.63	7.06	7.72
<b>Moyenne</b>	2.48	1.89	1.80
<b>Ecart-type</b>	1.32	1.07	1.06
<b>Coefficient de variation</b>	53%	57 %	59%

**Annexe 5:** Résultats du  $pH_{e1:5}$  du sol

pH sol	0 - 40	40 - 80	80 - 120
Max	8,7	8,7	8,6
Min	6,3	6,4	6,4
Moyenne	7,46	7,46	7,37
Ecart-type	0,56	0,51	0,45

**Annexe 6:** Normes d'interprétation du  $pH_{eau}$  du sol (MATHIEU et PIELTAIN, 2009).**Annexe 7:** Classes de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux 1/5 du sol à 25 °C (MATHIEU et PIELTAIN, 2009)

$CE_{e1:5}$ à 25 °C	Classe de salinité
$CE_{e1:5} \leq 0,6$	Non salé
$0,6 < CE_{e1:5} \leq 1$	Légèrement salé
$1 < CE_{e1:5} \leq 2$	Salé
$2 < CE_{e1:5} \leq 4$	Très salé
$CE_{e1:5} > 4$	Extrêmement salé



## La variabilité spatiale de la salinité de sol cultivé à EL HADJIRA- OUARGLA

### Résumé

La salinité est l'un des facteurs les plus importants dans le domaine agricole, son effet étant affecté négativement sur le sol et la végétation, il est donc nécessaire d'étudier ce phénomène et d'essayer de trouver des solutions adaptées. Notre travail est basé sur l'étude de la distribution spatiale de la salinité du sol évitluçen période hivernale au niveau de la région et de El Hadjira.

Nous avons opté pour une méthode d'échantillonnage systématique aléatoire, où Nous avons fixé 61 points d'échantillonnages dans chaque point on a 3 répétitions. L'étude édaphique a été faite sur trois profondeurs (0-40cm, 40-80cm, 80-120cm) où on a mesuré (CEs, pHs) sur un extrait 1/5. En parallèle on a fait l'étude de la nappe phréatique où on a mesuré (CEe, pH, sec et niveau statique et piézométrique)

Les résultats de l'étude ont montré qu'il y a une variation des degrés de la salinité de faible salin à extrêmement salin avec une dominance de la classe très salée et un pH généralement alcalin modéré. Le niveau d'eau phréatique est proche de la surface dans plusieurs zones et se caractérise par une très forte salinité, notamment dans les anciens systèmes agricoles où la salinité est maximale, ce qui nécessite une intervention pour reformater ces systèmes afin de les protéger de la dégradation.

**Mots clés :** Salinité , sol cultivé , variabilité spatiale , dégradation , ELHADJIRA. Nappe phréatique

## The spatile variability of soil salinity cultivated at EL HADJIRA-OUARGLA

### Abstract

Salinity is one of the most important factors in the agricultural field, its effect being negatively affected on the soil and the vegetation, it is therefore necessary to study this phenomenon and to try to find adapted solutions. Our work on this subject is based on the study of the spatial distribution of soil salinity cultivated during the winter period in the region and the province of Ouargla.

We opted for a random systematic sampling method, where We fixed 61 sampling points in each point we have 3 repetitions. The edaphic study was done on three depths (0-40cm, 40-80cm, 80-120cm) where we measured (ECs, pHs) on a 1/5 extract. In parallel we did the study of the water table where we measured (CEe, pH, and static and piezometric level)

The results of the study showed that there is a variation of salinity from low salinity to very salty and extreme salinity and the majority is very salty and the acidity is usually a moderate alkaline. The water level is close to the surface in several areas and is characterized by a very high salinity, especially in the old agricultural systems where salinity is maximum, which requires an intervention to reformat these systems to protect them from degradation .

**Key works :** Salinity , Cultivated soil , Spatial variability , Degradation , EL HADJIRA. Groundwater.

## التباين المكاني لملوحة التربة المزروعة في الحجيرة - ورقلة

### ملخص

تعتبر الملوحة من أهم العوامل المؤثرة في المجال الفلاحي حيث أن تأثيرها ينعكس بالسلب على التربة والنبات وعدم استمراريتها لذا استوجب دراسة هذه الظاهرة ومحاولة إيجاد حلول مناسبة لها، وعملنا في هذا الموضوع يستند إلى دراسة التوزيع المكاني لملوحة التربة المغروسة في الفترة الشتوية على مستوى منطقة الحجيرة ولاية ورقلة.

حيث اعتمدنا منهجية النظام العشوائي والتي مكنتنا من أخذ عينات حيث تحصلنا على 61 من عينات التربة و 24 من عينات المياه الجوفية، ولكل عينة 3 تكرارات الدراسة بالنسبة للتربة كانت على مستوى ثلاثة أعماق ( 0- 40سم . 40 - 80 سم . 80 - 120 سم ) أين قمنا بقياس درجة الملوحة والحموضة على المستخلص 5/1 ( ماء/ تربة ) ونفس القياسات بالنسبة لمياه الطبقة السطحية. نتائج الدراسة بينت أن هناك تباين في الملوحة من ملوحة منخفضة إلى مالحة جدا وملوحة قصوى والأغلبية مالحة جدا أما الحموضة فهي عموما قاعدي متوسطة. أما مستوى المياه فهو قريب من السطح في عدة مناطق ويتميز بملوحة عالية جدا خاصة في الأنظمة الزراعية القديمة أين تكون الملوحة في أقصى درجاتها مما يستوجب التدخل لإعادة تهيئة هذه الأنظمة لحمايتها من التدهور.

الكلمات المفتاحية: الملوحة , تربة مزروعة , تباين مكاني, تدهور , الحجيرة, مستوى المياه الجوفية