RESEARCH PAPER

# Étude de l'impact des activités agricoles sur l'environnement Oasien de la région de l'Oued Righ

## *Study of the impact of agricultural activities on the Oasien environment of the region of Oued Righ*

**NE. Bekkari[1], Y. Halis[1], ML. Benhaddya[1], ML. Saker[2]**

1. Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides CRSTRA Station de milieu biophysique Touggourt, Ouargla, Algérie.
2. Université Kasdi Merbah, Ouargla

Received 05 December 2016; Revised 14 December 2016; Accepted 21 December 2016

**Résumé**

La région d'étude de l'Oued Righ, située au nord-est du Sahara algérien, se caractérise par une activité agricole importante et offre des possibilités de développement certaines à l'échelle locale. Mais sous le poids de diverses contraintes, cette évolution n'a pas pu être réalisée correctement. Le présent travail a pour objectif d'étudier les impacts des activités agricoles sur l'environnement Oasien de la région de l'Oued Righ.
L'étude montre que les terrains de la région d'étude (nus et cultivés) se caractérisent par une nappe phréatique moyennement profonde et des eaux à salinité excessive. Les sols sont très salés et alcalins, les valeurs des paramètres de salinités sont très élevées dans les terrains nus par rapport aux terrains cultivés.
On peut déduire que les aménagements hydro-agricoles, à travers les actions d'irrigation et de drainage, ont produit des effets préjudiciables sur la dégradation de l'environnement oasien, sous l'effet de la salinisation et de la remontée de la nappe phréatique qui ont fortement affecté cette région.

**Mots-clés:** Impact, aménagement, dégradation, environnement oasien, Oued Righ.

***Abstract***

*Oued Righ, region of study, situated in the north east of the Algerian Sahara. It is characterized by an important agricultural activity and it offers sure possibilities of development on the local level. Nevertheless, this evolution hasn't been correctly realized because of various factors.*

*This work aimed to study the impact of agricultural activity damaging the environment of Oued Righ oasis. This study showed that cultivated and non-cultivated areas of Oued Righ were characterized by a moderated deep of ground water and an excessive saltiness of water. The soil was very salty and alkaline. Moreover, the values of these parameters were very high in non- cultivated areas compared with cultivated ones.*

*So, we can deduce that hydro-agricultural arrangement through irrigation, draining and sanitation of water has made harmful effects on the oasis environment due to the salinity and rise of groundwater in this region.*

***Keywords:*** *Impact, arrangement, damaging, oasis environment, Oued Righ*

**Corresponding author**

Naceur Eddine BEKKARI
E-mail: bekkarinaceur@gmail.com

## 1. Introduction

La région dite «Oued Righ» dans le Sahara algérien septentrional (Sud-Est algérien) (Fig.1), se présente comme une vaste fosse synclinale dissymétrique, caractérisée par l'existence d'un sol sableux, en majorité siliceux et formée de quartz pur, insoluble. , et deux grands systèmes aquifères : le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT).

Les eaux souterraines représentent la ressource principale en eau potable. Leurs qualités chimiques naturelles dépendent essentiellement de leurs origines. La salinité des eaux souterraines présente l'un des grands problèmes dans cette région, vu son effet sur la détérioration de la qualité des eaux et l'abaissement des rendements agricoles.

La qualité des eaux de surface a connu ces dernières années une grande détérioration, en raison du développement urbain et industriel.

Dans la vallée de l'Oued Righ, un cas identique a été observé. La nature lithologique des formations aquifères (sables, argiles et évaporites), en contact avec l'eau de la nappe, constituent les principaux facteurs générateurs d'une salinité excessive des eaux, d'une dureté permanente et d'une fluoration au delà des normes préconisées, non seulement à la consommation humaine mais aussi à l'irrigation. Qualitativement, ces eaux souterraines présentent un risque naturel sur la santé publique et mettent en péril la durabilité de l'agriculture et les structures urbaines, et perturbent très sérieusement l'environnement (Hamdi-Aissa et al, 2000).

Le présent travail vise à étudier l'impact des activités agricoles sur la dégradation de l'environnement oasien de Oued Righ.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1 Région d'étude

Nous avons choisi la région de Oued Righ, parce qu'elle est une des régions où nous observons le plus les problèmes de dégradation de l'écosystème, de remontée de la nappe phréatique et de la salinité. Cette étude a été effectuée du Haut vers le Bas de Oued Righ. La région d'étude a été subdivisée en trois zones d'études selon sa géomorphologie : à savoir le Haut, le Moyen et le Bas de Oued Righ. La zone I représente le Haut Oued Righ, la zone II : la partie médiane de Oued Righ, la zone III : le Bas de Oued Righ. Pour chaque zone, trois stations ont été choisies. Pour chaque station, deux sous stations ont été choisies. Le choix des stations est basé sur le niveau de la nappe phréatique qui a un impact sur les caractéristiques hydro édaphiques.

D'après l'étude de l'A.N.R.H. (2006), les stations ont été choisies en fonction de trois catégories de niveau de la nappe phréatique :

• Station1: présente un niveau de nappe superficielle, de profondeur inférieure à 0,80m.

• Station 2 : elle correspond à un niveau de nappe moyennement profonde, compris entre 0,80 et 1,60 m.

• Station 3: présente un niveau de nappe profond, dépassant le 1,60 m.

Nos travaux ont été menés sur deux sites dans les périmètres agricoles de la région d'étude. Le premier site est cultivé par des palmiers dattiers et irrigué. Le second site non cultivé et jamais irrigué, soumis uniquement à la remontée et à l'évaporation de la nappe phréatique.

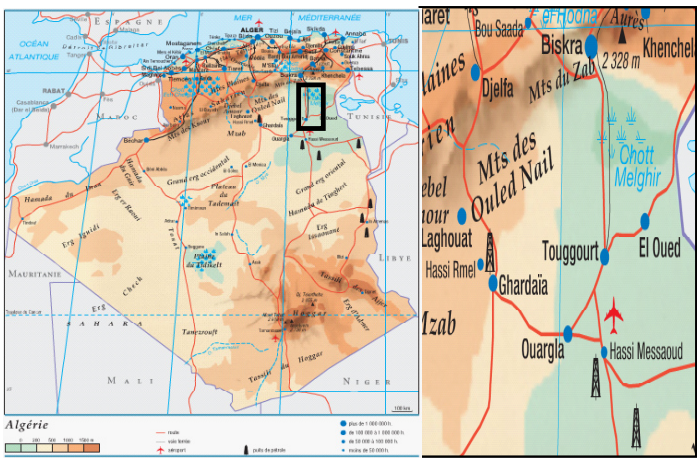


**Figure.1:** Situation géographique de la région de l'Oued Righ

### 2.2 Méthodologie d'étude

Notre travail a consisté à étudier les relations et les impacts des aménagements agricoles sur l'état de l'environnement hydro-édaphique, la fluctuation de la nappe phréatique dans les stations d'études et leurs impacts sur les caractéristiques hydro-édaphiques. La méthodologie du travail adoptée nous a permis de réaliser une étude sur terrain, de type hydro-édaphique et des enquêtes au niveau des stations de travail.

#### 2.2.1. Fluctuations de la nappe phréatique

Pour cela, nous avons mesuré le niveau de la nappe phréatique par rapport au sol, où dans chaque station, on a creusé un trou à l'aide d'une tarière de 2 m. Nous avons effectué la mesure du niveau de la nappe phréatique à l'aide d'un mètre-ruban. Les périodes des mesures du niveau de la nappe ont été réalisées en hiver.

#### 2.2.2. Etude de la nappe

A l'aide d'un tuyau, on a prélevé les échantillons d'eau de la nappe phréatique du trou et on les a mis dans des petites bouteilles en plastic.

Les prélèvements des échantillons d'eau sont réalisés en hiver.

#### 2.2.3. Etude du sol

Pour chaque sous station, nous avons procédé à la détermination des horizons, jusqu'à à une profondeur de 1,2 m, en utilisant la tarière pour relever les échantillons.

Pour 1a caractérisation du sol et de la nappe nous avons effectués les analyses des paramètres chimiques et physico-chimiques suivant: (la conductivité électrique, le résidu sec, le pH, et la matière organique).

Pour facilité l-interprétation des résultats obtenus d'après la connaissance des relations entre les paramètres mesurés une matrice de corrélation a été effectuer.

### 3. Résultats et discussion

### 3.1. Etude de la nappe phréatique

#### 3.1.1. Etude du niveau de la nappe phréatique

Les mesures du niveau de la nappe phréatique ont été effectuées en parallèle avec les échantillons du sol en hiver et à la lumière des résultats enregistrés dans la figure 2, On note que le niveau de la nappe phréatique dans les trois zones d'études est variable, il diffère entre les stations de la même zone. Les résultats obtenus montrent que le niveau de la nappe phréatique varie de façon importante d'un terrain à l'autre. On remarque une remontée de la nappe phréatique au niveau du terrain cultivé par rapport au terrain nu dans toutes les zones d'études. Cette remontée est temporaire, elle peut s'expliquer par l'activité agricole (irrigation) et le mauvais état des drains actuels (Cote, 1998).

L'étude de corrélation montre que la fluctuation de la nappe influe hautement significativement sur la salinité de la nappe et celle du sol (Tab 1 et 2)

#### 3.1.2. Conductivité électrique

D'après la figure n°3, il apparait que dans le terrain nu et le terrain cultivé, les teneurs en sels dans les eaux phréatiques sont décroissantes avec l'augmentation de la profondeur de prélèvement sauf dans la

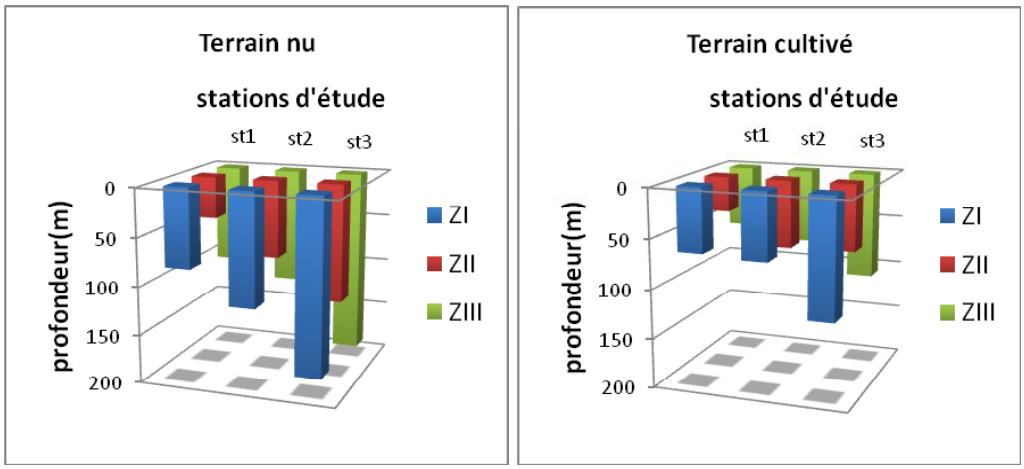


**Figure 2.** Fluctuations du niveau de la nappe phréatique dans les zones d'études

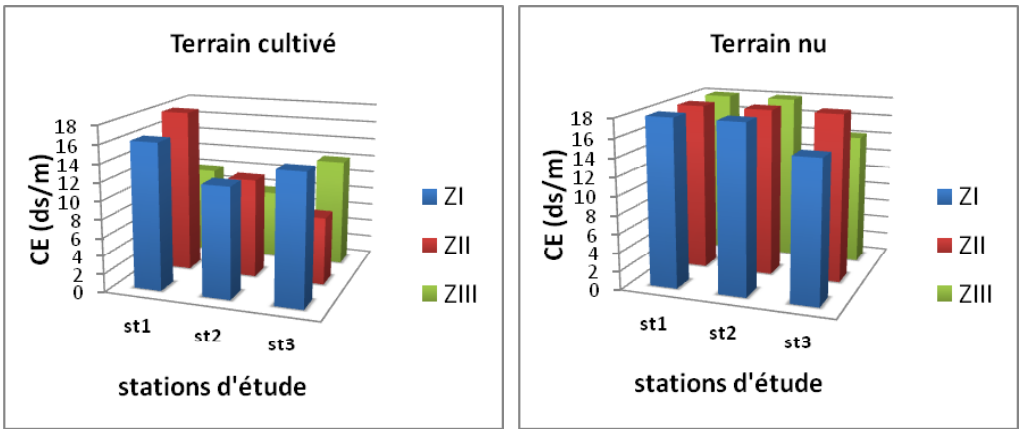


**Figure. 3** Variations de la conductivité électrique (C.E) des eaux phréatiques dans les zones d'études

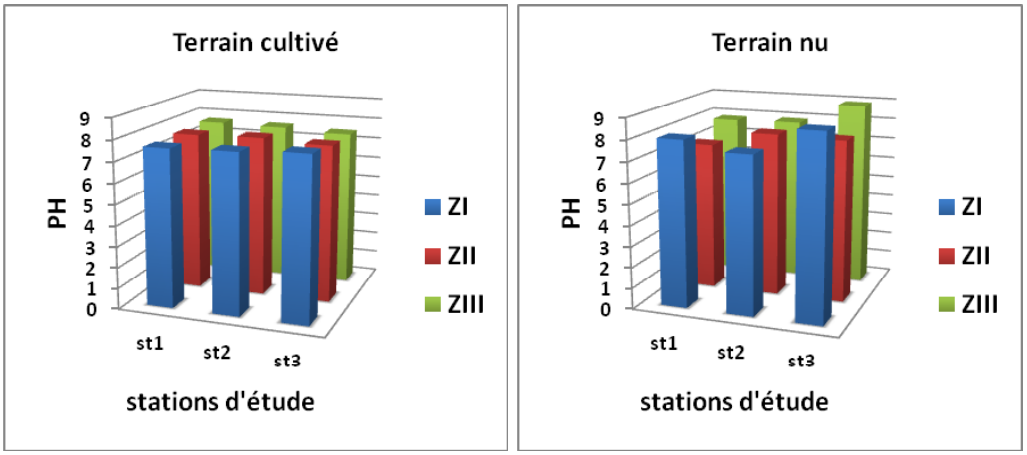


**Figure 4.** Variations du pH des eaux phréatiques dans les zones d'études

station 3 de la zone I et la zone III où la salinité augmente légèrement. Ce constat peut être lié aux horizons du sol, où l'eau d'irrigation est très chargée (eau salée du C.T. et celle de la nappe phréatique). D'après la comparaison entre les résultats du terrain cultivé et du terrain nu, on note que la teneur en sel reste basse au niveau du terrain cultivé par rapport aux teneurs observées dans le site à terrain nu. L'étude des corrélations montre que l'augmentation de la profondeur de la nappe influe significativement sur la diminution de la salinité (Tab 1 et 2).

Généralement, l'augmentation de la salinité est due à l'accumulation des eaux de lessivage qui entraîne naturellement la dissolution d'un certain nombre de sels.

Le tableau n°3 montre que les eaux de la nappe phréatique dans les zones d'étude sont des eaux à salinité excessive.

### 3.1.3 pH des eaux phréatiques

Le pH des eaux phréatiques ne connait pas des variations dans les stations d'études (Fig 4). :

Le pH de la nappe varie entre 7,5 et 7,69 pour le terrain cultivé et entre 7,14 et 8 ,9 pour le terrain nu. Le pH des eaux de la nappe phréatique est alcalin dans toutes les zones d'études (Aubert, 1978).

## 3.2. Etude du sol

### 3.2.1. Humidité du sol

L'humidité du sol est différente dans les zones d'études et elle ne varie pas de même façon (Fig 5).

Nous observons que le taux d'humidité augmente en fonction de la profondeur

du sol au niveau des trois zones, et le rapprochement de la nappe phréatique.

L'examen des graphiques montre une diminution de l'humidité du sol dans les terrains nus, par rapport

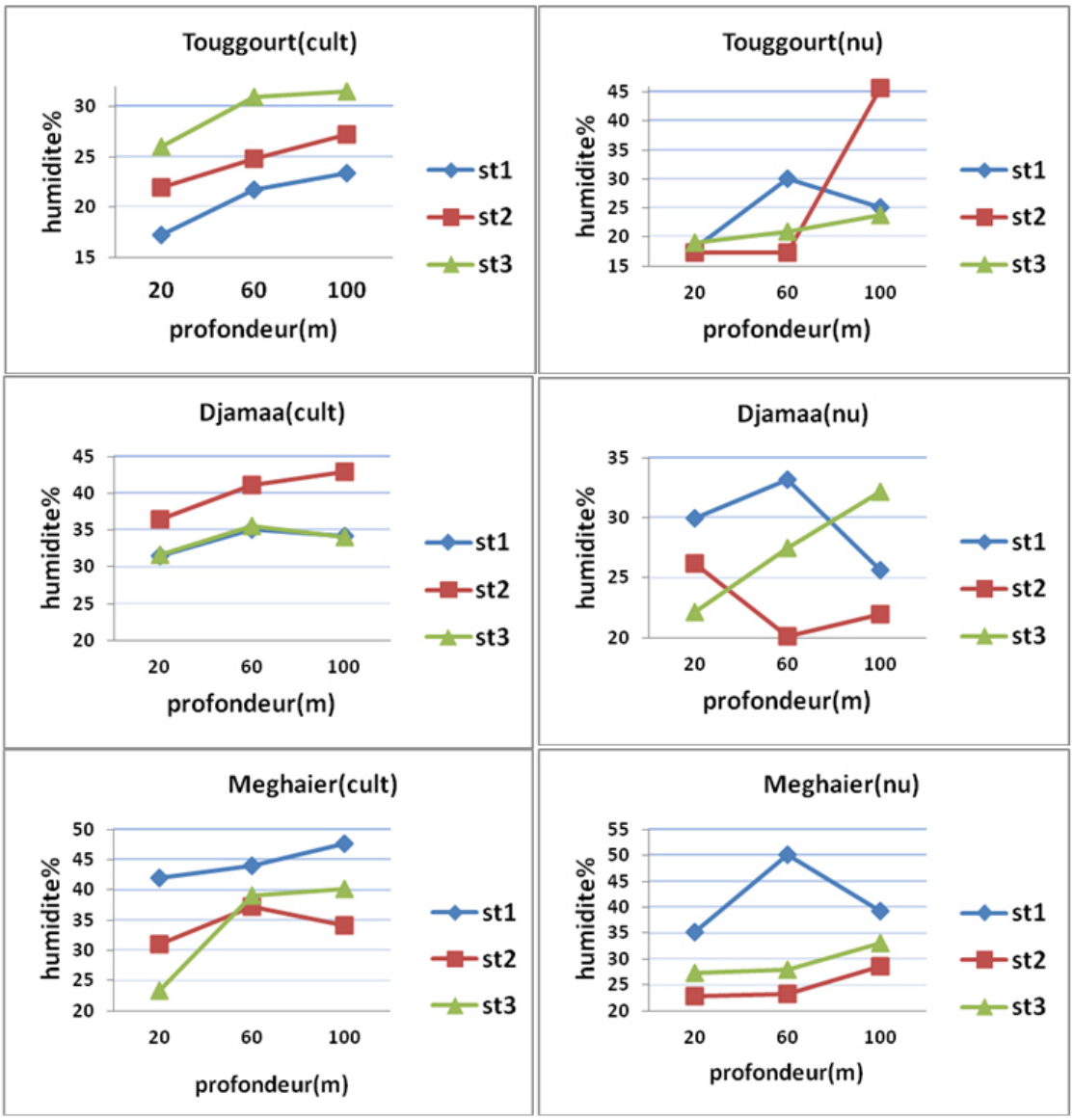


**Figure 5.** Variations de l'humidité du sol dans les zones d'études

aux terrains cultivés, cela est dû à l'effet d'une irrigation excessif d'une part et l'absence d'un réseau de drainage adéquate d'autre part.

### 3.2.2. Conductivité électrique du sol

La conductivité électrique de l'extrait du sol est variable (Fig 6). La conductivité électrique du sol en terrain cultivé varie d'une façon où ses valeurs sont très approchées en fonction de la profondeur. Elle est faible en surface et élevée en profondeur. De ce fait, le sol du terrain cultivé peut se classer comme sol très salé (Aubert, 1978).

Les résultats obtenus en terrain nu, montrent que la C.E. est plus importante. Elle est élevée en surface et faible en profondeur. Selon l'échelle de salinité du sol (Aubert, 1978), on peut classer les sols des stations des trois zones d'études du terrain nu, entre sols très salés et extrêmement salés. L'étude des corrélations montre que l'augmentation de la salinité de la nappe a un effet très hautement significatif sur l'augmentation de la salinité du sol (Tab 1 et 2), ce qui explique probablement la forte salinité du sol dans toutes les zones d'études, qui reste variable entre les stations.

Les valeurs de la conductivité électrique sont en générale faibles au sol cultivé, ceci est dû à l'irrigation et à l'aménagement du sol (labour, drainage). Ces deux pratiques agricoles lessivent les ions vers la profondeur du profil pédologique. Quant au terrain nu, le sol est très salé, où les valeurs sont très élevées à la surface à cause de l'accumulation des sels au cours de l'évaporation.

**Tableau 1:** Etude des corrélations entre sol-nappe (terrain nu) dans les stations d'études

| Variables | H1 0-40 cm | H2 40-80 cm | H3 80-120 cm | CE1 0-40 cm | CE2 40-80 cm | CE3 80-120 cm | RS1 0-40 cm | RS2 40-80 cm | RS3 80-120 cm | PH1 0-40 cm | PH2 40-80 cm | PH3 80-120 cm | MO1 0-40 cm | MO2 40-80 cm | MO3 80-120 cm | Niveau nappe | PH nappe | RS nappe | CE nappe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H1 0-40 cm | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H2 40-80 cm | 0,92 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H3 80-120 cm | 0,53 | 0,47 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CE 0-40 cm | 0,76 | 0,76 | 0,68 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CE2 40-80 cm | 0,89 | 0,92 | 0,64 | 0,88 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| CE3 80-120 cm | 0,81 | 0,82 | 0,63 | 0,86 | 0,96 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | |
| RS1 0-40 cm | 0,74 | 0,71 | 0,73 | 0,98 | 0,89 | 0,91 | 1,00 | | | | | | | | | | | | |
| RS2 40-80 cm | 0,78 | 0,74 | 0,73 | 0,93 | 0,92 | 0,97 | 0,98 | 1,00 | | | | | | | | | | | |
| RS3 80-120 cm | 0,75 | 0,68 | 0,84 | 0,91 | 0,87 | 0,91 | 0,96 | 0,97 | 1,00 | | | | | | | | | | |
| PH1 0-40 cm | 0,10 | 0,25 | -0,25 | -0,30 | 0,00 | -0,08 | -0,37 | -0,28 | -0,29 | 1,00 | | | | | | | | | |
| PH2 40-80 cm | 0,40 | 0,53 | 0,10 | 0,08 | 0,39 | 0,40 | 0,07 | 0,22 | 0,16 | 0,80 | 1,00 | | | | | | | | |
| PH3 80-120 cm | 0,59 | 0,66 | 0,29 | 0,33 | 0,59 | 0,56 | 0,31 | 0,43 | 0,37 | 0,66 | 0,94 | 1,00 | | | | | | | |
| MO1 0-40 cm | 0,08 | -0,18 | -0,31 | -0,41 | -0,23 | -0,23 | -0,34 | -0,28 | -0,21 | 0,19 | -0,05 | -0,09 | 1,00 | | | | | | |
| MO2 40-80 cm | 0,61 | 0,46 | 0,12 | 0,26 | 0,26 | 0,16 | 0,19 | 0,19 | 0,23 | -0,03 | -0,05 | 0,00 | 0,37 | 1,00 | | | | | |
| MO3 80-120 cm | 0,24 | 0,06 | 0,43 | 0,07 | 0,14 | 0,17 | 0,16 | 0,19 | 0,37 | -0,12 | -0,18 | -0,20 | 0,52 | 0,42 | 1,00 | | | | |
| Niveau nappe | -0,76 | -0,77 | -0,73 | -0,85 | -0,88 | -0,80 | -0,86 | -0,84 | -0,81 | 0,33 | -0,07 | -0,30 | 0,40 | -0,31 | -0,11 | 1,00 | | | |
| PH nappe | -0,12 | -0,26 | -0,34 | -0,34 | -0,24 | -0,14 | -0,30 | -0,21 | -0,20 | 0,46 | 0,35 | 0,29 | 0,61 | -0,22 | 0,04 | 0,62 | 1,00 | | |
| RS nappe | 0,81 | 0,89 | 0,67 | 0,90 | 0,94 | 0,94 | 0,89 | 0,92 | 0,89 | -0,02 | 0,38 | 0,52 | -0,37 | 0,29 | 0,19 | -0,82 | -0,31 | 1,00 | |
| CE nappe | 0,83 | 0,87 | 0,60 | 0,90 | 0,96 | 0,98 | 0,92 | 0,95 | 0,89 | -0,08 | 0,36 | 0,51 | -0,28 | 0,26 | 0,16 | -0,83 | -0,24 | 0,98 | 1,00 |

Très hautement significative

**Tableau 2 :** Etude des corrélations entre sol-nappe (terrain cultivé) dans les stations d'études

| Variables | H1 0-40 cm | H2 40-80 cm | H3 80-120 cm | CE1 0-40 cm | CE2 40-80 cm | CE3 80-120 cm | RS1 0-40 cm | RS2 40-80 cm | RS3 80-120 cm | PH1 0-40 cm | PH2 40-80 cm | PH3 80-120 cm | MO1 0-40 cm | MO2 40-80 cm | MO3 80-120 cm | Niveau nappe | PH nappe | RS nappe | CE nappe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H1 0-40 cm | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H2 40-80 cm | 0,84 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H3 80-120 cm | 0,87 | 0,99 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CE 0-40 cm | 0,79 | 0,88 | 0,92 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CE2 40-80 cm | 0,78 | 0,88 | 0,92 | 0,94 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| CE3 80-120 cm | 0,79 | 0,78 | 0,84 | 0,90 | 0,97 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | |
| RS1 0-40 cm | 0,71 | 0,49 | 0,55 | 0,54 | 0,69 | 0,74 | 1,00 | | | | | | | | | | | | |
| RS2 40-80 cm | 0,81 | 0,65 | 0,71 | 0,73 | 0,84 | 0,90 | 0,94 | 1,00 | | | | | | | | | | | |
| RS3 80-120 cm | 0,60 | 0,70 | 0,75 | 0,73 | 0,87 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 1,00 | | | | | | | | | | |
| PH1 0-40 cm | -0,24 | -0,42 | -0,48 | -0,60 | -0,67 | -0,70 | -0,21 | -0,44 | -0,48 | 1,00 | | | | | | | | | |
| PH2 40-80 cm | -0,73 | -0,87 | -0,90 | -0,88 | -0,91 | -0,88 | -0,41 | -0,66 | -0,63 | 0,78 | 1,00 | | | | | | | | |
| PH3 80-120 cm | -0,35 | -0,55 | -0,57 | -0,66 | -0,72 | -0,74 | -0,29 | -0,51 | -0,50 | 0,87 | 0,82 | 1,00 | | | | | | | |
| MO1 0-40 cm | 0,54 | 0,37 | 0,36 | 0,12 | 0,27 | 0,23 | 0,61 | 0,50 | 0,45 | 0,30 | -0,07 | 0,34 | 1,00 | | | | | | |
| MO2 40-80 cm | 0,52 | 0,19 | 0,17 | -0,05 | 0,01 | 0,03 | 0,51 | 0,38 | 0,11 | 0,46 | 0,09 | 0,39 | 0,79 | 1,00 | | | | | |
| MO3 80-120 cm | 0,09 | 0,41 | 0,33 | 0,13 | 0,11 | -0,08 | -0,03 | -0,05 | 0,24 | 0,34 | -0,03 | 0,18 | 0,42 | 0,16 | 1,00 | | | | |
| Niveau nappe | -0,81 | -0,95 | -0,94 | -0,88 | -0,77 | -0,67 | -0,36 | -0,51 | -0,56 | 0,31 | 0,79 | 0,44 | -0,23 | -0,15 | -0,37 | 1,00 | | | |
| PH nappe | -0,43 | -0,69 | -0,63 | -0,58 | -0,43 | -0,31 | 0,13 | -0,11 | -0,13 | 0,11 | 0,54 | 0,27 | -0,05 | 0,09 | -0,62 | 0,72 | 1,00 | | |
| RS nappe | 0,88 | 0,92 | 0,96 | 0,94 | 0,97 | 0,94 | 0,72 | 0,85 | 0,84 | -0,50 | -0,86 | -0,58 | 0,38 | 0,16 | 0,18 | -0,85 | -0,49 | 1,00 | |
| CE nappe | 0,91 | 0,92 | 0,95 | 0,97 | 0,93 | 0,90 | 0,62 | 0,78 | 0,71 | -0,47 | -0,87 | -0,56 | 0,30 | 0,16 | 0,15 | -0,91 | -0,58 | 0,97 | 1,00 |

Très hautement significative

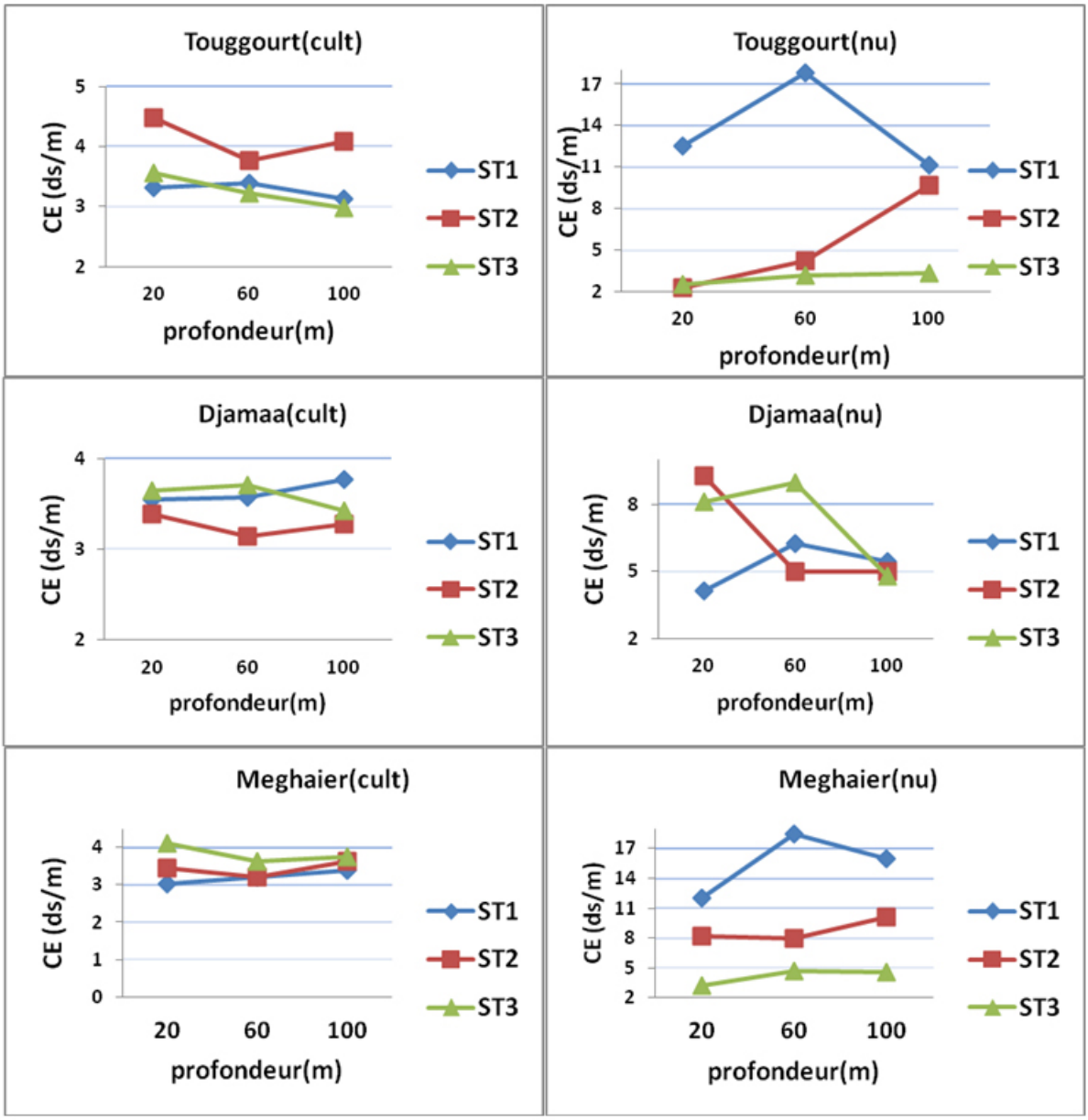


**Figure 6.** Variations de la conductivité électrique du sol dans les zones d'études

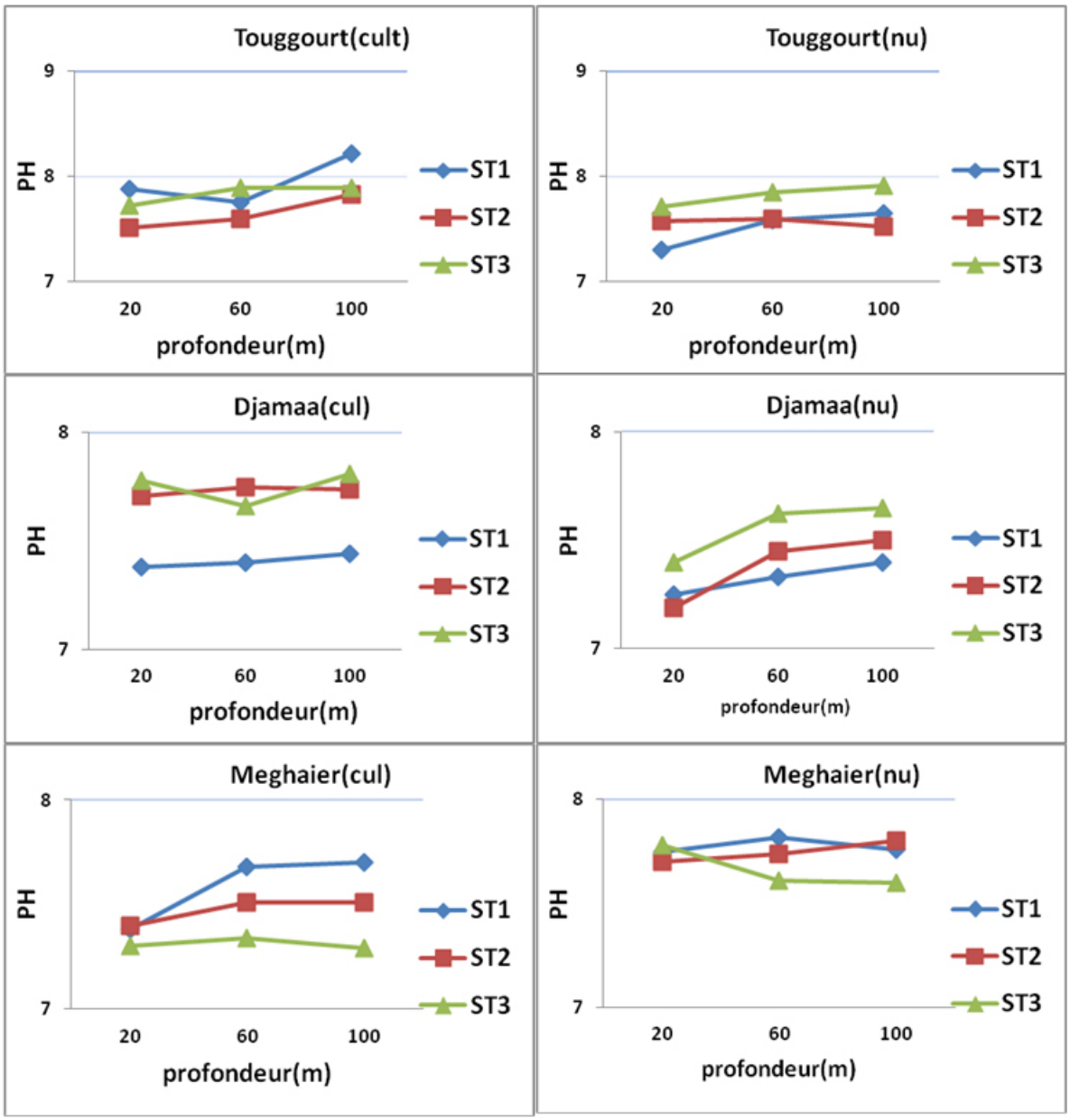


**Figure 7.** Variations du pH du sol dans les zones d'études

À cette forte teneur en sels (dûe à la forte évaporation de la région) s'ajoute l'importance du taux du calcaire et de gypse (sels peu solubles). D'après Dogar, 1978 in Daddi Bouhoun (1997), l'eau d'irrigation chargée de sels solubles utilisée sans drainage est l'origine de la salinisation des sols.

### 3.2.3. pH du sol

Le pH des extraits des sols ne change pas dans les stations d'études, comme montre la figure n°7.

D'une manière générale, on peut classer le pH du sol dans les trois zones d'étude comme un sol alcalin.

La variabilité du pH tient de la nature des roches (les sols sableux et limoneux sont plus acides que les sols calcaires), de la saison (en hiver il est plus élevé). L'activité biologique est aussi source de modification du pH.

Les pratiques culturales qui viennent modifier le pH:

• Les végétaux peuvent accumuler de l'alcalinité. Lorsqu'ils retournent au sol à leur mort, tout s'équilibre. Mais en milieu cultivé, la végétation est exportée après récolte donc l'équilibre est perturbé.

• L'apport d'engrais ammoniacal augmente l'acidité. En effet, leur nitrification ou absorption conduit à une production de protons.

• Une irrigation mal maîtrisée peut entraîner un drainage trop important, perte de bases et de $Ca^{2+}$ en profondeur, d'où une acidification de la surface (Delaunois, A, 2006).

### 3.2.4. Taux de la matière organique

Les graphes de la figure n°8 montrent une variation du taux de la matière organique dans les différentes stations d'études.

À la lumière des résultats obtenus nous constatons quel les teneurs en matière organique sont très faibles et presque nulles dans quelques endroits de sols nus ; ceci est dû à l'absence des sources de la matière organique, le couvert végétal en plantes spontanées est très clairsemé. La matière organique du sol provient essentiellement de la fumure appliquée dans la palmeraie; ceci explique la variabilité de teneurs en matière organiques des sols cultivés (Gaucher et Burdin, 1974).

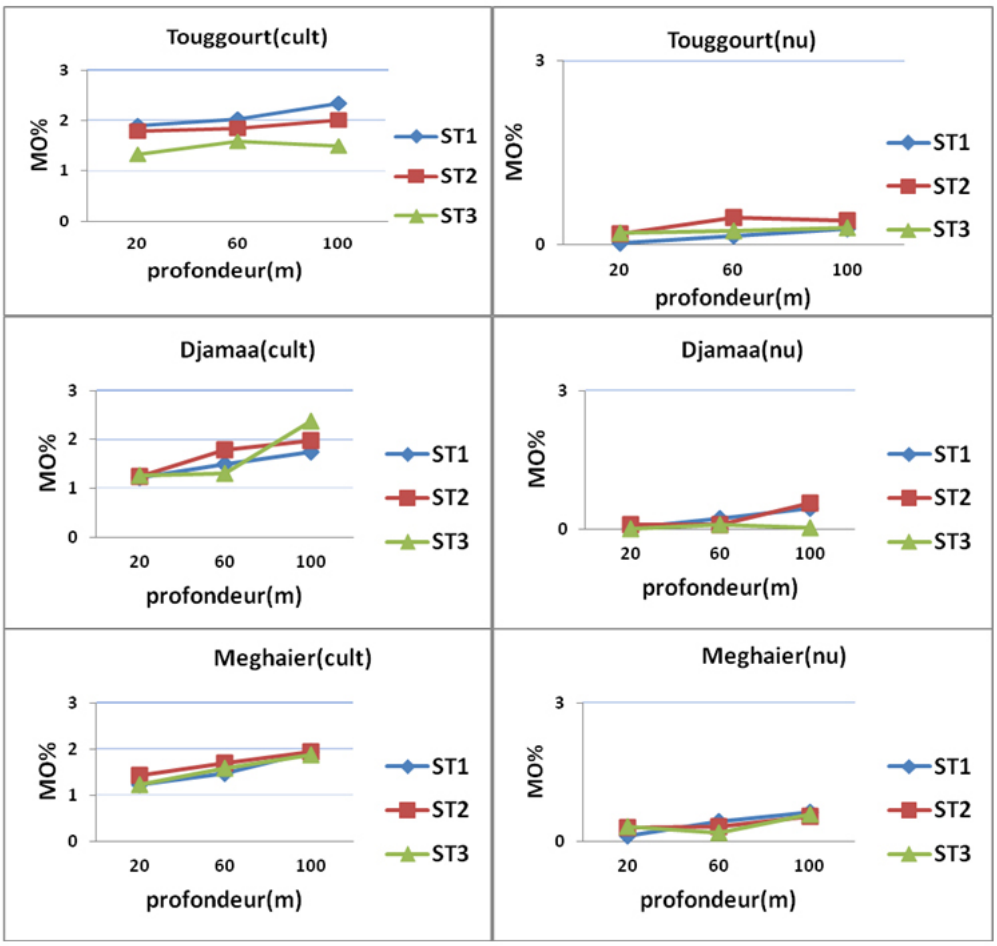


**Figure 8.** Variations du taux de matière organique du sol dans les zones d'études

## 4. Conclusion

A partir de ce travail, relatif à la réalisation d'une étude de l'impact des activités agricoles sur l'environnement Oasien de la région de l'Oued Righ, nous avons essayé de mettre en évidence les effets de ces activités sur la qualité de la nappe et du sol. Dans ce contexte, et à la lumière des résultats obtenus et après la comparaison entre les stations et les zones d'études, on a remarqué qu'il y a une grande différence entre les stations des terrains nus et ceux des terrains cultivés, se matérialisant sur les résultats obtenus dans les zones d'études.

D'après les analyses statistiques, nous avons remarqué qu'il y a une relation très hautement significative entre la salinité de la nappe et celle du sol. Egalement, entre la salinité de la nappe et du sol, d'une part, et la remontée de la nappe phréatique, d'autre part.

Les zones I (Touggourt) et II (Djamâa) ont une salinité élevée, mais inférieure par rapport à celle de la troisième zone (Meghaier), qui a une salinité excessive et importante.

Les palmeraies de la vallée de l'Oued Righ sont en effet menacées, surtout par la présence de la nappe phréatique, proche de la surface du sol et par sa salinité et celle des eaux. On peut remédier à cette contrainte par les actions de dessalage (KHADRAOUI, 2006).

Généralement, l'opération de drainage de certaines zones est nécessaire pour rabattre la nappe phréatique.

L'impact de drainage dans la région d'étude est lié à plusieurs facteurs, dont principalement:

- la végétation excessive (phragmites, Tamarix…)

- déversement des eaux usées dans les collecteurs principaux et secondaires.

- des drains à ciel ouvert à l'intérieur des zones d'habitation.

- remblaiement de certains canaux au niveau des zones urbaines.

Le mauvais entretien du réseau de drainage a engendré une stagnation des eaux usées et d'assainissement, entraînant de nombreuses nuisances (préjudices) au niveau de la région de l'Oued Righ(D.H. Djamaa, 2009) ,

## Références bibliographiques

**A.N.R.H, 2005.** Inventaire des forages d'eau de la wilaya d'Ouargla. Agence nationale de ressource hydrique. Ouargla. 25p.

**A.N.R.H., 2006.** Inventaire de forages. Agence nationale de ressource hydrique. Ouargla.123p.

**Aubert G., 1978.** Méthodes d'analyses des sols. Edit.C.R.D.P.Marseille.189p.

**Cote M., 1998.** Des oasis malades de trop de l'eau, Univ. Aix-Marseille . , Sécheresse. N°02 Vol 03. Juin 1998, pp 123-130.

**D.H. Djamaa, 2009.** Etude du schéma directeur d'assainissement et de drainage; Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique de la zone de l' Oued Righ-6Communes; Mission II B:Cartes piézométriques et analyses chimiques. Rap. Division hydraulique Djamâa. 66p.

**Daddi Bouhoun M., 1997.** Contribution à l'étude de l'évolution de la salinité des sols et des eaux d'une région saharienne. Cas de Mzab. Thése Mag. INR Alger. 178p.

**Delaunois, A, 2006.** Guide simplifié pour la description des sols, Chambre d'Agriculture Tarn, Albi.

**Durant J.H., 1959.** Les sols rouges et les croûtes en Algérie. SES. Alger. 187p.

**Gaucher Et Burdin, 1974**. Géologie, Géomorphologie et hydrologie des terrains salées Ed. Puf . Paris, 231P.

**Hamdi-Aïssa, B et al, 2000.** Gestion de l'eau pour une agriculture durable au Sahara algérien, pp. 63-66, in INRS-eau université du Québec & université de Poitier eds, Colloque international ESRA' 2000 : Eaux Souterraines en Région Agricole, Poitier.

**Heverry , 1968.** Exemple d'application des travaux de L'U.S. « Salinity laboratory » (1963-1968) sur l'alcalinisation des sols soumis à l'action des eaux bicarbonatée.

**Khadraoui A., 2007.** Sol et hydraulique agricole dans les oasis algériennes. Ed : Houma. Ouargla 317p.

**Soltner ,1989.** Les bases de la production végétale. Tome 1 ; le sol. 17ème édition C.S.T.A. Angers, 468p.

**Walling, D. E. et al, 2001.** Controls on the nutrient content of suspended sediment transported by British rivers. The Science of the Total Environment, 266, 113 – 123.