

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET
SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS



Département des Sciences Agronomiques

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'État en Agronomie

Saharienne

Option : Mise en valeur des sols sahariens

THEME

**Contribution à l'étude des ressources
Hydro-Edaphique à Oued Righ**

Soutenu publiquement par

M^{elle} NOUI HAYAT

Devant le jury

Président	HAMDI-AISSA B.	Professeur
Promoteur	SAKER ML.	M. C. A
Co- promoteur	DADDI BOUHOUN M.	M. C. B
Examineurs	KAHELSEN CH.	M.A.A
	YOUCEF F.	M.A.A

Année Universitaire : 2010 / 2011

Remerciement

Avant tous, je remercie **Dieu** qui m'a permis d'accomplir ce modeste travail. Je ne peux commencer mon mémoire sans remercier toute personne de près ou de loin qui a aidé à l'élaboration de ce travail.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à l'égard de :

Mr. SAKER ML., Mon promoteur pour ses conseils utiles qu'il m'a apporté et d'avoir dirigé ce travail.

Mr. DADDI BOUHOUN M., Mon Co-promoteur pour sa précieuse aide, sa patience, son appui et ses conseils précieux.

Aux membres du jury, qu'ils ont fait l'honneur d'examiner ce travail :

Mr. HAMDI-AISSA A. d'avoir accepté de présider ce jury

Mr. KAHELSEN C. et **M^{me} YUUCF F.** qui ont examiné ce modeste travail, je les remercie infiniment

Mes remerciements vont également aux personnes de la bibliothèque, qu'ils sont aidés mois dans la réalisation de ce présent travail, à tout les administrations des structures (A.N.R.H Ouargla, C.D.A.R.S Ouargla, I.T.D.A.S Djamaa, S.H.D Djamaa, I.N.R.A Touggourt ...) que je suis visité

Je ne saurais oublier les personnes du département des Sciences Agronomiques de l'Université de Ouargla.

Je remercie très vivement tous les collègues de 23^{eme} promotion toutes les options.

Enfin je remercie toute ma famille, mes aimées et toute personne aide mois pour réaliser et continuer ce mémoire.

Table de matière

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

Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre I. Présentation de la région d'étude

1. Situation géographique.....	3
2. Etude climatique.....	5
2.1. Températures	5
2.2. Précipitations.....	5
2.3. Humidité relative	5
2.4. Evaporation.....	6
2.5. Insolation	6
2.6. Vents	6
2.7. Classification du climat	6
2.7.1. Diagramme Ombrothermique de Gaussen	6
2.7.2. Le climagramme d'Emberger.....	7
3. Géologie	8
4. Géomorphologie.....	9
5. Hydrogéologie	9
5.1. L'aquifère du continental intercalaire CI (Albien)	9
5.2. L'aquifères du complexe terminal (CT)	9
5.3. La nappe phréatique.....	10
6. Pédologie.....	10

7. Activité agricole.....	10
---------------------------	----

Chapitre II. Impact des ressources hydro-édaphiques sur la mise en valeur agricole

1. Impact des ressources édaphiques	11
1.1. Impact de la fertilité.....	11
1.2. Impact de la salinité.....	11
1.3. Impact de l'engorgement d'eau	12
2. Impact des ressources hydriques	12
2.1. Les eaux d'irrigation.....	12
2.2. Drainage des eaux d'irrigation	13
3. Conception de la mise en valeur agricole.....	13
3.1. Pratique de l'irrigation-drainage.....	13
3.2. Pratique culturale.....	14

Partie II. Matériel et méthode

Chapitre III. Matériels et méthode d'étude

1. Approche méthodologique.....	15
2. Présentation des zones d'étude	16
3. Méthode d'étude.....	18
3.1. Collecte des données.....	18
3.2. Le diagnostic.....	18
3.2.1. Diagnostic hydrique.....	18
3.2.2. Diagnostic édaphique.....	18
3.2.2.1. Etude quantitative du sol.....	18
3.2.2.2. Etude morphologique du sol.....	19

3.2.2.2. 3. Etude qualitative du sol.....	19
3.2.2. 3.1 Les niveaux de fertilité	19
3.2.2.3.2. Les niveaux des stress.....	19
3.2.2.2.4. Etude graphique.....	19

Partie III. Résultat et discussions

Chapitre IV. Etude des ressources hydriques

1. Irrigation.....	20
1.1. Étude quantitative.....	20
1.1.1. Le Bas Oued Righ (Méghaier).....	21
1.1.2. Le Moyen Righ (Djamâa)	21
1.1.3. Le Haut Oued Righ (Touggourt)	21
1.2. Etude qualitative.....	22
1.2.1. Conductivité électrique dS/m (C.E).....	22
1.2.2. Résidu sec g/l (R.s)	22
1.2.3. pH	22
1.2.3. SAR.....	23
1.2.4. Classes	24
2. Eau d'AEP.....	25
3. Eau de la nappe phréatique.....	25
4. Drainage.....	26
5. Etude graphique.....	26
1.3.1. Relation entre le SAR et la C.E.....	26
1.3 .2. C.E (dS/m) dans les deux aquifères.....	27

1.2.3. Débit exploité dans la zone d'étude.....	27
6. Conclusion	28

Chapitre V. Etude des ressources édaphiques

1. Etude quantitative du sol.....	29
2. Etude morphologique du sol.....	29
3. Etude qualitative du sol.....	30
3.1. Niveau des stress	30
3.1.1. Stress salin	30
3.1.1.1. Conductivité électrique C.E.....	30
3.1.1.2. pH	31
3.1.1.3. SAR.....	31
3.1.1.4. Résidu sec.....	32
3.1.2. Stress hydromécanique.....	32
3.1.2.1. Profondeur de la nappe phréatique.....	32
3.1.2.2. Gypse.....	32
3.1.2.3. Calcaires	33
3.2. Niveau de fertilité	34
3.2.1. Matière organique (MO).....	34
3.2.3. C/N.....	34
3.2.4. Phosphore P	35
3.2.5. pH	36
4. Etude graphique (Moyennes de quelques paramètres)	36
4.1. C.E et R.s	36

4.2. pH	37
4.3. MO.....	38
4.4. Gypse et calcaire.....	38
5. Conclusion.....	39
Conclusion générale.....	40
Références bibliographiques	
Annexe.....	

Liste des tableaux

N° des tableaux	Titre	Page
I	Données climatiques de la région de l'Oued Righ	05
II	Production mensuelle de forages	20
III	Sols exploités par l'agriculture	29

Liste des figures

N° de figure	Titre	Page
1	Situation de la région de Oued Righ dans d'Algérie	4
2	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен appliqué de la région de l'Oued Righ	7
3	Climagramme d'Emberger de la région de l'Oued Righ	8
4	Carte représentative des trois zones de l'Oued Righ	17
5	Classes des eaux à Oued Righ et le risques de salinisation et d'alcalinisation	24
6	Evolution du SAR en fonction de la C.E (dS/m)	26
7	Comparaison de la C.E entre les deux aquifères	27
8	Variations du débit d'eau entre les zones	27
9	C.E moyenne des zones	36
10	R.s moyen des zones	37
11	pH moyen des zones	37
12	MO moyenne des zones	38
13	Gypse moyen des zones	38
14	Calcaire moyen des zones	39

Liste des abréviations

A : Argile

A.N.R.H : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

AEP : Alimentation en Eau Potable

C : Carbone

C.E : Conductivité électrique

CEC : Capacité d'Echange Cationique

CI : Continental intercalaire

CT : Complexe terminal

D: Djamâa

Da : densité apparente

Exp: Exploité

F.A.O: Food and Agriculture Organization

H : Humidité

I.T.D.A.S : Institut Technique de développement de l'agriculture saharienne

Ins : Insolation

IRR : Irrigation

KT : Potassium total

L : Limon

M : Méghaier

MO : Matière Organique

N : Azote

ONM : Office National de Météorologie

P : Phosphore

Préc : Précipitation

PT : Phosphore total

Rs : Résidu sec

S : Sable

S.H.D : Subdivision Hydraulique Djamâa

S1: station 1

SAR: Sodium Adsorption Ration

SAU : Surface Agricole Utilie

T moy : Températures moyennes

T : Touggourt

T.C : terre cultivé

T.N : terre nu

TM : Températures maximales

Tm : Températures minimales

V total : volume total

V : vent

Introduction générale

L'eau et le sol sont des ressources naturelles limitées, nécessaires à la vie et aux systèmes écologiques, le développement économique et social. L'eau constitue une ressource indispensable pour de nombreux usages : agriculture (67%) de l'eau prélevée, l'industrie (23%), l'usage domestique (10%). Dans la planète, elle est présente dans l'atmosphère, sur et sous la surface de la terre et dans les océans (Envirobf, 2011). Environ 97% de la ressource représente de l'eau salée, 2% de l'eau est bloquée sous forme de glace. Seulement 1% de cette ressource représente l'eau douce, sous forme liquide (précipitation, rivières, plans d'eau et eaux souterraines, représentant 0,6% de la ressource totale en eau (Wikipédia, 2011). Le sol était considéré comme un milieu statique, dont les principales propriétés dites « fonctionnelles » (celles qui influencent les plantes) étaient essentiellement héritées du matériau d'origine (substratum géologique) (DUCHAUFOR, 2001).

L'Algérie a une superficie de 2. 381.741 km², c'est un pays semi-aride à aride, dont près de 80% du territoire représente une zone désertique et des ressources en eau faibles et irrégulières avec 110 barrages, mais ils ne mobilisent que 45109 m³ où on a 20106 m³/an de volume perdu. Au nord de l'Algérie, on a 1,8 milliards de m³ de ressources en eau. Les potentialités du sud en eau sont estimées à 60000 milliards de m³, mais sont difficilement exploitables et renouvelables. Le volume rejeté annuellement est évalué à plus de 600 millions de m³. Chaque année, la demande en eau douce augmente de 4 à 5%, tandis que les ressources en eau restent invariables pour ne pas dire qu'elles diminuent (problème de pollution de plus en plus grand), donc il faut concentrer les efforts sur le dessalement de l'eau de mer (KETTAB, 2001). L'Algérie peut être divisée en deux grands ensembles, nettement opposés ; au nord, on a le tell, à largeur de 350 km où il se caractérise par les montagnes, au sud on a des zones arides ou semi-arides. Les 238 millions d'hectares du territoire algérien sont répartis, avec des terres utilisées par le secteur agricole qui occupent 40 millions d'hectares, soit 17 % de l'ensemble du territoire (31 millions d'hectares sont utilisés comme pacages et parcours, 8 millions d'hectares représentent la surface agricole utile « SAU », 4,1 millions d'hectares sont des forêts et 5 millions d'hectares sont occupés par l'alfa qu'elles sont réduites à moins de 2 millions d'hectares). Les terres improductives qui représentent 80 % du territoire algérien sont localisées essentiellement dans les régions sahariennes. On peut

trouver plusieurs types de sols, principalement les sols halomorphes (sols salins), les sols peu évolués, les sols calcimagnésiques (sols carbonatés), les sols iso humiques et les sols minéraux bruts (très peu évolués) (NEDJRAOUI, 2001).

Les perspectives de l'agriculture saharienne sont liées aux ressources naturelles épuisables et au développement socio-économique. Malgré que le Sahara couvre plus de deux millions de km² de la superficie algérienne, et en dépit qu'il est riche en ressources hydriques souterraines, la SAU reste limitée et faible (BEN ABDELKADR, 1991). Les terres de cette partie de l'Algérie sont occupées par des plateaux rocheux, des accumulations sableuses et des dépressions salées qui sont impropres à l'agriculture sans une mise en valeur efficace. Les aires les plus favorables se situent dans les vallées fossiles des oueds, dans les dépressions (Dayas) et les plaines sableuses. Les ressources en eau au Sahara sont représentées essentiellement dans les aquifères souterrains (Continental intercalaire, Complexe terminal), mais malheureusement ces deux nappes sont faiblement réalimentées (600 million de mètre cubes/ an). On trouve aussi des eaux superficielles qui prennent principalement origine au pied de l'atlas saharien et dont certaines alimentent les barrages de Djorf Tourba à Béchar dont la capacité est de 360 millions de mètre cubes et ceux de Foug El Gherza et Fontaine des Gazelles à Biskra, dont les capacités sont de 50 millions de mètres cubes chacun. Cependant, ces ressources restent faibles et aléatoires vu l'irrégularité des précipitations et l'envasement auquel ces barrages sont exposés (ZENKHRI, 2008).

La région de l'Oued Righ est une zone phéonicoles par excellence. Elle est soumise un problème de salinisation et de remonté de la nappe phréatique qui nécessite une bonne gestion de l'irrigation-drainage.

Notre étude se propose d'étudier à partir d'une synthèse des données hydro-édaphique, les potentialités agricole par les évaluations de leur degré de salinité et de fertilité pour recommander une démarches de mise en valeur. Elle est divisée en plusieurs parties: la première partie est une synthèse bibliographique, avec la présentation de la région d'étude, la deuxième partie concerne la réalisation du plan d'enquêtes à partir de la collecte des données expérimentales (sol, eau), et enfin une exploitation et une interprétation des données, le tout complété par une conclusion et des recommandations.

Introduction générale

Partie I.

Synthèse bibliographique

Partie II.
Matériel et méthode

*Partie III. Résultat et
discussions*

Conclusion générale

Annexe

Chapitre I. Présentation de la région d'étude

1. Situation géographique

La vallée de l'Oued Righ est une entité géographique, située sur un axe Nord-Sud (Biskra-Ouargla), d'environ 150 Km de longueur, entre d'El Goug et Oum El Thiour, et 15 à 30 Km de largeur. La vallée se trouve entre le plateau du M'Zab à l'Ouest et le grand Erg oriental à l'Est. Elle est comprise entre les latitudes nord de 32°54 et 34°9, avec une longitude moyenne de 6° Est (DUBOST, 1991). La région est constituée des Dairates de Touggourt, Témacine et Méggarine, dans la partie nord de la wilaya de Ouargla, et des Dairates de Djamâa et Méghaier, dans la partie ouest de la wilaya d'El Oued (KHADRAOUI, 2007).

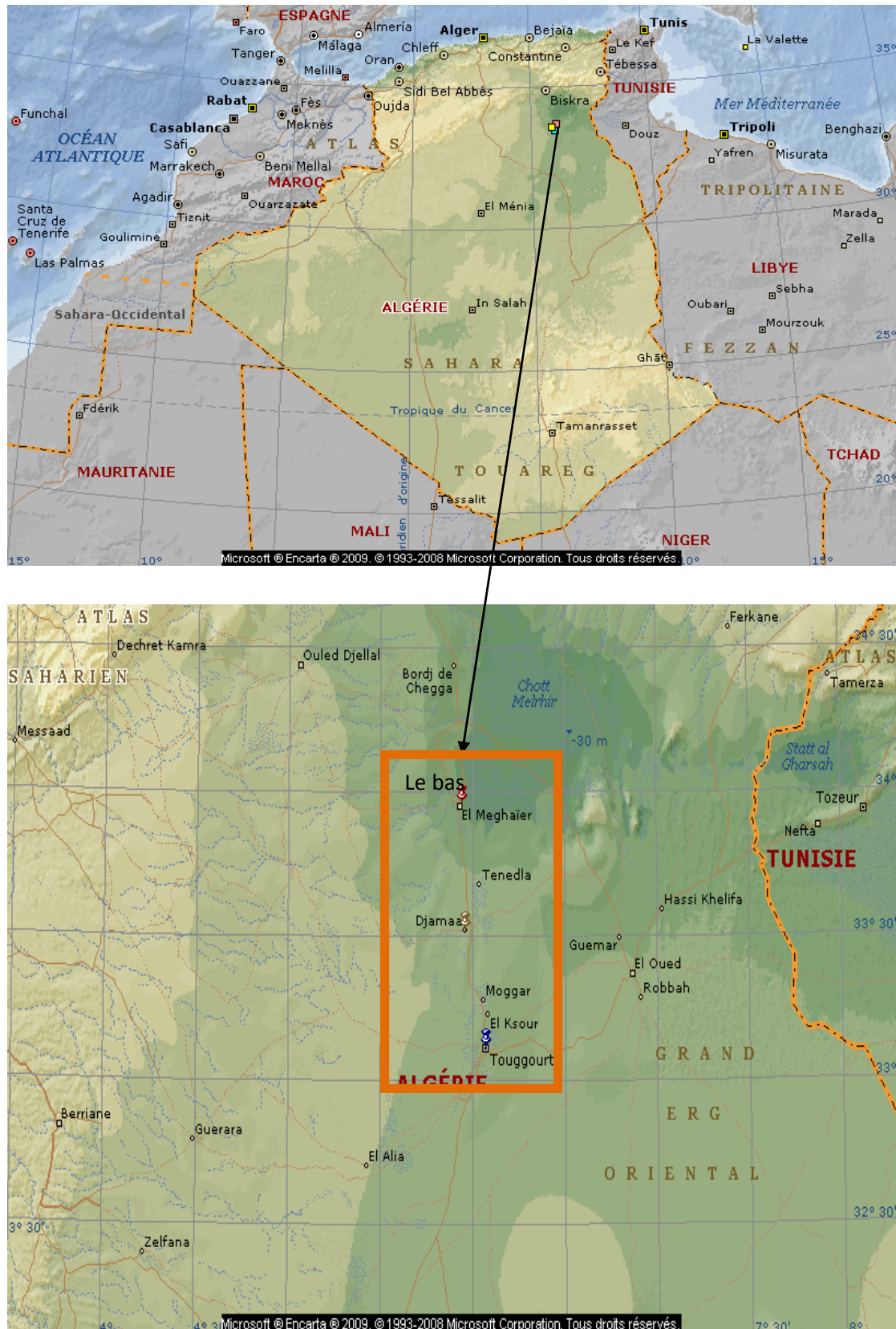


Figure 1. Situation de la région de Oued Righ d'Algérie (Encarta 2009)

2. Etude climatique

Tableau I. Données climatiques de la station de Touggourt (2000-2009)

Paramètres	T M	Tm	H%	V	Evapora	Ins (h)	T moyenne	P (mm)
Mois	(°C)	(°C)		(m/s)	(mm)		(°C)	
Janvier	16,83	4,28	67,3	2,53	66,3	226,9	10,48	22,49
Février	19,5	6,08	46,6	2,39	96,7	231,9	12,75	1,85
Mars	24,75	10,59	46,4	3,63	146,8	267,4	17,86	6,71
Avril	28,68	14,41	40,9	4,09	182,6	285,9	21,54	6,96
Mai	33,7	20,25	37	4,1	230,5	299,7	27,11	3,04
Juin	38,92	24,09	32,3	3,4	286,7	335	31,62	0,75
Juillet	41,66	26,14	31	3,17	304,3	354,4	34,23	0,21
Aout	39,86	26,3	33	3,3	369,2	332,8	30,29	4,77
septembre	35,54	22,23	43,8	2,87	191,5	277,7	28,73	5,76
octobre	30,49	17,36	50,4	2,68	153,9	258,8	24,02	9,57
novembre	22,67	9,65	58,3	2,46	119,1	254	15,95	7,24
décembre	18,07	5,84	66,3	2,76	77,3	239,7	11,67	6,94
Moyenne	30,26	15,60	46,11	3,12	2224,9*	3364,2*	22,19	76,29*

* cumul

(O.N.M, 2010)

2.1. Températures

Dans la région de l'Oued Righ, on remarque une température moyenne annuelle de 22,19°C avec un maximum de 41,66 °C au mois de juillet, et un minimum de 16,83°C au mois de janvier.

2.2. Précipitations

Les pluies sont irrégulières et faibles avec un cumul annuel de 76,29 mm. En été, elles sont rares surtout en juillet, avec 0,21 mm et en juin, avec 0,75 mm, avec un maximum obtenu au mois de janvier avec 22,49 mm.

2.3. Humidité relative

Elle varie au cours des saisons avec une moyenne annuelle de 46,11 %, mais généralement, elle est faible et prend son maximum au mois de janvier, avec 67,3 %. L'humidité est minimale au mois de juillet avec 31 %.

2.4. Evaporation

L'évaporation est très intense surtout si elle est sous l'effet des vents chauds, avec un maximum de 369,2 mm au mois d'août et un minimum de 66,3 mm au mois de janvier.

2.5. Insolation

L'ensoleillement à Oued Righ est maximum avec 354,4 heures en juillet et un minimum de 226,9 heures en janvier. L'insolation est de durée moyenne (2000-2009), avec 280,35 h/mois et 9,35 h/jour.

2.6. Vents

La région de l'oued Righ est caractérisée par des vents qui soufflent durant la majeure partie de l'année à une vitesse qui peut dépasser les 18 km/h. Les vents changent leurs directions en fonction des saisons. On remarque une direction Nord-Nord Est en hiver et Sud-Sud Est en été. Ces vents peuvent provoquer le déplacement des dunes de sable et le dessèchement des végétaux. Le vent le plus remarqué est le siroco, qui est chaud, et qui souffle durant la période d'avril à juillet.

2.7. Classification du climat

2.7.1. Diagramme Ombrothermique de Gaussen

Le diagramme de (BAGNOULS et GAUSSEN, 1953 in Daddi BOUHOUN, 1997), permet de suivre les variations mensuelles des températures et des précipitations. Il représente une échelle, $P=2T$.

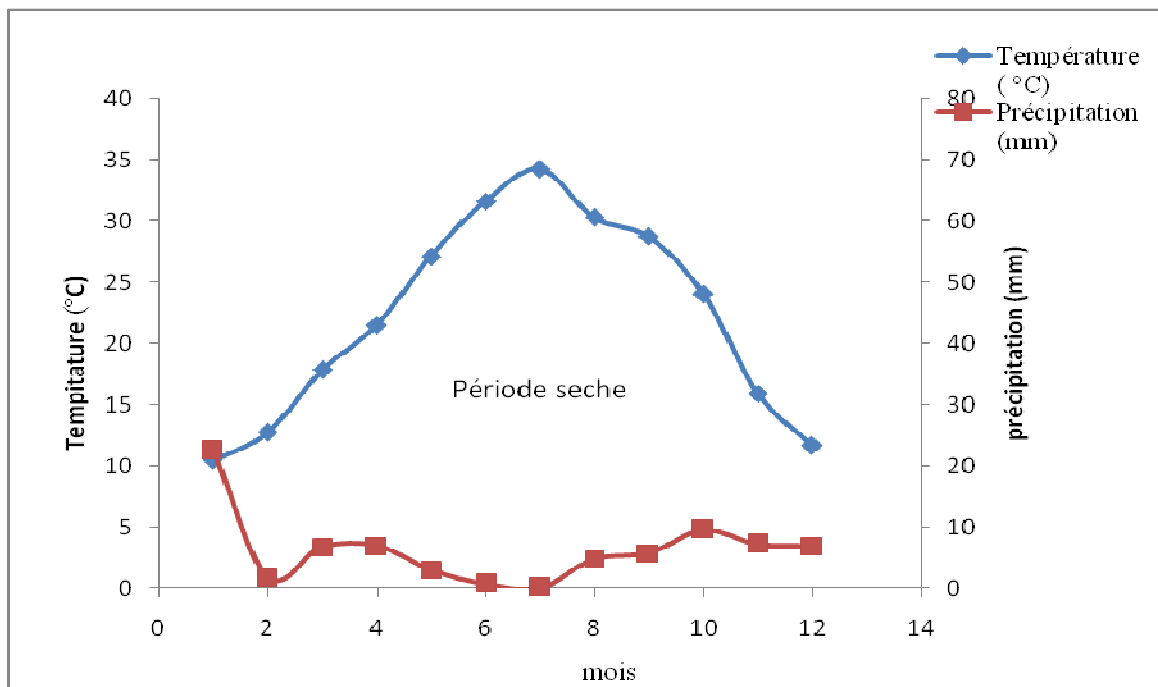


Figure 2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen appliqué à la région de l'Oued Righ

L'aire existant entre les deux courbes exprime la période sèche, notre région est à période sèche, qui s'étale sur toute l'année.

2.7.2. Le climagramme d'Emberger

Nous avons utilisé la formule de (STEWART, 1969), adaptée à l'Algérie et le Maroc, qui est : $Q_2 = 3,43 * P / M - m$

P : cumul de la pluviométrie moyenne annuelle en mm, qui est égal 76,29 mm

M : la température moyenne maximale du mois le plus chaud en °C, qui est égal 41,66°C

m : la température moyenne minimale du mois le plus froid en °C, qui est égal 4,28°C

À partir de ces données, on peut calculer le quotient pluviothermique qui est égal 7, donc la région est classée dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux.

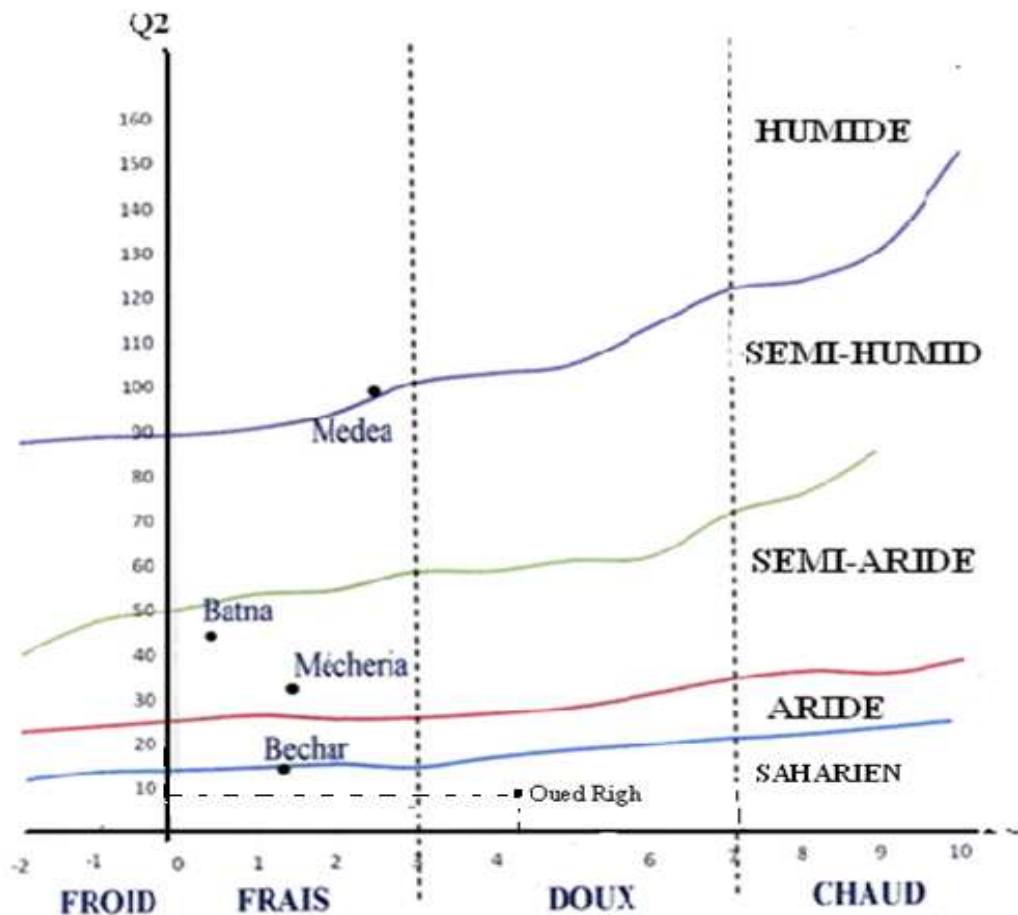


Figure 3. Climagramme d'Emberger de la région de l'Oued Righ

3. Géologie

La vallée de l'Oued Righ fait partie du bassin du Sud-Est de l'Algérie, qui se présente comme une vaste cuvette limitée :

- ✓ Au nord par l'accident sud atlasique
- ✓ Au sud par la falaise méridionale du Tihert
- ✓ A l'est par les affleurements crétacés du Dahar
- ✓ A l'ouest par la dorsale du M'Zab

Les formations géologiques rencontrées dans ce bassin comprennent trois ensembles géologiques dont la succession du sommet à la base est la suivante :

- des terrains du mésozoïque et du début du cénozoïque représentés par des dépôts tantôt continentaux tantôt marins, constituant ce qu'on appelle le « continental intercalaire »
- des terrains paléozoïques affleurant plus à l'ouest et au sud (Tassili) (HATHAT, 1990)

4. Géomorphologie

La vallée de l'Oued Righ est une large fosse, de direction sud nord, la pente générale est de l'ordre de 1% (GUEZZOUN, 2009). Elle est le Bas Sahara, à cause de son altitude où on trouve dans la zone nord Ourir et Méghaier (-16 m et -10 m) par rapport au niveau de la mer, et Touggourt (+75 m) et Témacine (+80 m) (DUBOST, 1991).

5. Hydrogéologie

Les ressources en eau souterraines au Sahara septentrional sont contenues dans deux grands aquifères du complexe terminal (CT) et du continental intercalaire (CI). Ces formations sont constituées par une série de dépôts alternativement marins et continentaux, déposées dans un vaste bassin sédimentaire (KHADRAOUI, 2006). Dans la région de l'Oued Righ, il existe plusieurs niveaux aquifères, à savoir : la nappe phréatique, celle du complexe terminal et celle du continental intercalaire (GUEZZOUN, 2009).

5.1. L'aquifère du continental intercalaire CI (Albien)

Le continental intercalaire est d'âge du crétacé inférieur. Ce réservoir se caractérise par un volume considérable du à la fois à son extension dans tout le Sahara septentrional (600.000 Km²) et son épaisseur, atteignant les 1000 m au nord ouest du Sahara. Elle se situe à une profondeur de 1400 à 2200 m dans la région de l'Oued Righ. (A.N.R.H, 2010)

5.2. L'aquifère du complexe terminal (CT)

La nappe du complexe terminal (CT) s'étend sur une superficie de 350.000 Km², avec une profondeur, oscillant entre 100 et plus de 500 m, et une épaisseur de 50 à 100 m. Dans la vallée de l'Oued Righ, les nappes du CT étaient à l'origine jaillissantes. Le CT est constitué par des formations d'âge et de lithologie différents : à la base, il y a le Sénono-Eocène carbonaté, dans son sommet, on trouve le Mio-Pliocène sableux-argileux. (A.N.R.H, 2010)

5.3. La nappe phréatique

La nappe phréatique ou l'aquifère superficiel, à profondeur qui n'excède pas 50 m. elle est partout au Sahara dans les dépressions ou les vallées, alimenté par les pluies, les crues, les eaux de drainage et aussi par les remontées naturelles des aquifères profonds. La salinité de cette nappe est très élevée (9 g/l), ce qui limite leur utilisation (DUBOST, 1991 In GUEZZOUN, 2009).

6. Pédologie

Au Sahara septentrional, la roche mère des sols est de continental intercalaire, elle se caractérise par des formations gréseuses plus ou moins compactes, avec des passés argileux (KHADRAOUI, 2006). La couverture pédologique présente une grande hétérogénéité et se compose des classes suivantes : sols minéraux, sol peu évolués, sols calcimagnésique, sols halomorphes et hydro morphes. Elle présente une texture le plus souvent sableuse, mais on peut rencontrer des textures limono-sableuses. La fraction organique est très faible et très peu fertile, c'est pour quoi la rétention en eau est faible, environ 8% en volume disponible (Daoud et al, 1994 In GUEZZOUN, 2009).

7. Activité agricole

L'activité agricole concerne 42% de la population. Elle est axée principalement sur la phoeniculture, produisant la plus grande partie des dattes algériennes (variétés Déglet Nour 65%), avec quelque deux millions de palmiers, répartis sur 15000 ha (KHADRAOUI, 2007). Les autres productions végétales (maraichères et fruitières) sont faibles et ne couvrent pas les besoins de la région. La production animale est essentiellement axée sur l'élevage caprin et ovin, qui sont alimentés par les produits de la palmeraie (MERROUCHI et al, 1999).

Chapitre II. Impact des ressources hydro-édaphiques sur la mise en valeur agricole

1. Impact des ressources édaphiques

1.1. Impact de la fertilité

Les sols sahariens se caractérisent par une texture à teneur en sable fin et grossier, très élevé (90%), engendrant une structure particulière (forte perméabilité, faible rétention en eau, matière organique très faible...), pouvant provoquer la souffrance des cultures. Ils sont pauvres en NPK et leur utilisation est difficile à cause des conditions d'anaérobie (sol humide ou inondé) (KHADRAOUI, 2006). Ce caractère engendre des cultures moins développées avec des symptômes de carences de ces éléments. A cause des obstacles mécaniques, on peut observer des problèmes sur les cultures (palmier dattier), l'enracinement ne dépasse pas les 1,2 m de profondeur, et les racines au contact de la croûte subissent une déformation à cause de la résistance mécanique des accumulations gypseuses, donc les palmiers dattiers restent fragiles et leur développement végétative risque d'être compromis (DADDI BOUHOUN et al, 2008). Cette faible fertilité peut augmenter le coût de l'exploitation du sol par des apports très élevés d'amendements organiques ou minéraux et par le sous-solage, et le labour profond pour briser les croûtes.

1.2. Impact de la salinité

La salinité constitue un obstacle majeur pour le travail du sol, la croissance et le développement des plantes qui ne peuvent se développer et assurer les fonctions physiologiques vitales à cause de l'effet dépressif du sel. L'absorption de ces sels dans les tissus menace le bon fonctionnement physiologique des cellules (ALEM et al, 2008), « sècheresse physiologique » qui est une conséquence d'une modification de la pression osmotique : la concentration de la solution du sol entraîne une augmentation de la pression, ce qui diminue le passage de l'eau et des sels à la plante (BOUHADDA, 1988 In SANAA, 1991). A cet égard, les végétaux ne peuvent plus prélever sélectivement les ions nécessaires pour leur développement. Certains éléments de la solution du sol provoquent au-delà de certains seuils de concentration des toxicités sur les végétaux. Ces seuils sont en fonction des espèces végétales, comme par exemple : le Bore est toxique pour tous les végétaux lorsque sa concentration dépasse 4 mg/l. Pour le Chlore, il est toxique pour les agrumes à une

concentration de 10 à 25 mg/l (DAOUD, 1983 In SANAA, 1991). La quantité très élevée des sels solubles dans le sol peut ralentir l'évolution de la culture, provoquer des diminutions des rendements (VIENNOT-BOURGIN, 1959). Le stress salin peut modifier la morphologie des plantes par une faible ramification, une diminution de la longueur du diamètre, du poids frais et du poids sec, des tiges et des racines (RENTSCH et al, 1996 In BELHOCINE, 2010), un raccourcissement des entre-nœuds et une diminution du nombre de nœuds (WAIZEL, 1972 in BELHOCINE, 2010), et une réduction du nombre de feuilles, ainsi que la surface foliaire chez le haricot avec une diminution de 20% à 40% (IARHER et al, 1987 in BELHOCINE, 2010).

Le taux élevé de sodium disperse les colloïdes argilo-humiques et donne une capacité d'échange cation faible, provoquant la non fertilité du sol, le mauvais développement des cultures et une carence en éléments majeurs (BENSEDDIK, 1997). La salinité a un effet dégradé sur la structure du sol par la floculation d'argile, l'obstruction des pores, l'accumulation des sels à la surface et la formation des couches blanchâtres. La salinité peut engendrer des sols non propices à l'agriculture.

1.3. Impact de l'engorgement en eau

La remontée de la nappe phréatique avec l'eau d'irrigation peuvent donner un excès d'eau dans le sol et diminuer l'aération avec l'absence d'oxygène et la présence de produits toxiques. Par son caractère salé, la nappe phréatique contribue à augmenter la salinité du sol. Elle gêne le développement des cultures par la diminution de la profondeur du sol et l'asphyxie des racines, ce qui engendre de faibles rendements et l'arrêt de croissance des plantes à certains stades (SOLTNER, 2003).

2. Impact des ressources hydriques

2.1. Les eaux d'irrigation

L'irrigation se fait essentiellement à partir de deux aquifères, respectivement le complexe terminal (salinité plus ou moins élevé) et le continental intercalaire (forte température). Pour cela, on remarque des effets néfastes sur les cultures (effets de brûlures, dépérissement etc.). L'eau de l'Albien appauvrit le sol en éléments minéraux par le lessivage et même les mauvaises herbes sont incapables de se développer (DUBOST, 1980). L'eau du complexe terminal est fortement salée, avec des valeurs dépassant (4200mg/l), impropre à l'irrigation (KHADRAOUI, TALEB, 2008). Elles peuvent provoquer un stress osmotique et toxique aux cultures et inhiber l'absorption de l'eau par les racines.

2.2. Drainage des eaux d'irrigation

Cette opération consiste en l'élimination des sels solubles par un lavage, c'est-à-dire faire un surplus de doses d'irrigation après installation d'un bon réseau de drainage qui sert à évacuer ces sels et ces eaux en excès, dans le cas de l'existence d'une nappe phréatique à faible profondeur. Une action sur le cycle hydrologique est nécessaire, telle que l'abaissement du niveau de la nappe (SANAA, 1991). La remontée de la nappe phréatique est due à la multiplication des forages, le mauvais drainage des eaux agricoles et à la mauvaise gestion des eaux usées (COTE, 1998 In DADDI BOUHOUN, 2008). Cette situation entraîne des conséquences néfastes sur l'asphyxie des racines et la limitation de l'enracinement des cultures (DUTIL, 1971 In DADDI BOUHOUN, 2008). Ce dysfonctionnement du patrimoine phoenicicole a entraîné la chute des rendements et la diminution de la qualité des dattes. La remontée de la nappe appauvrit la zone racinaire en oxygène, ce qui produit l'asphyxie et la pourriture racinaire. La nappe phréatique est à un niveau de salinité extrêmement élevé, qui augmente avec les apports en eau de drainage et la salinité des palmeraies (I.N.R.A, 2010).

3. Conception de la mise en valeur agricole

La mise en valeur d'un domaine agricole est dépendante du contexte géographique, topographique, économique, social et des propriétés du sol : profondeur suffisante pour le développement racinaire, granulométrie équilibrée, structure assurant l'aération et le drainage naturel, faible teneur en squelette grossier et taux humique adéquat en surface.

3.1. Pratique de l'irrigation-drainage

Les dangers habituels résultants des propriétés physiques défavorables sont, soit l'excès d'eau générateur d'asphyxie, auquel on remédie par le drainage, soit au contraire, le déficit d'eau absorbable qui relève de la pratique de l'irrigation (DUCHAUFOR, 2001).

Dans les sols salins, on procède le plus souvent par irrigation à l'aide d'eau douce ou un peu saumâtre, accompagnée si possible d'un drainage pour éviter la remontée des sels dans les parcelles voisines non irriguées. Mais un tel drainage est souvent difficile à réaliser dans les plaines basses, faute d'exutoire pour les eaux. Les eaux saumâtres peuvent être utilisées pour l'irrigation dans la mesure où elles contiennent une forte proportion d'ions calcium en solution. Dans ces conditions, l'ion Ca^{++} remplacera l'ion Na^+ du complexe par échange, si les eaux ne

contiennent pas de calcium. Il est prudent de procéder à des apports de gypse CaSO_4 , ce qui peut éviter toute alcalinisation du profil (DUCHAUFOR, 1977).

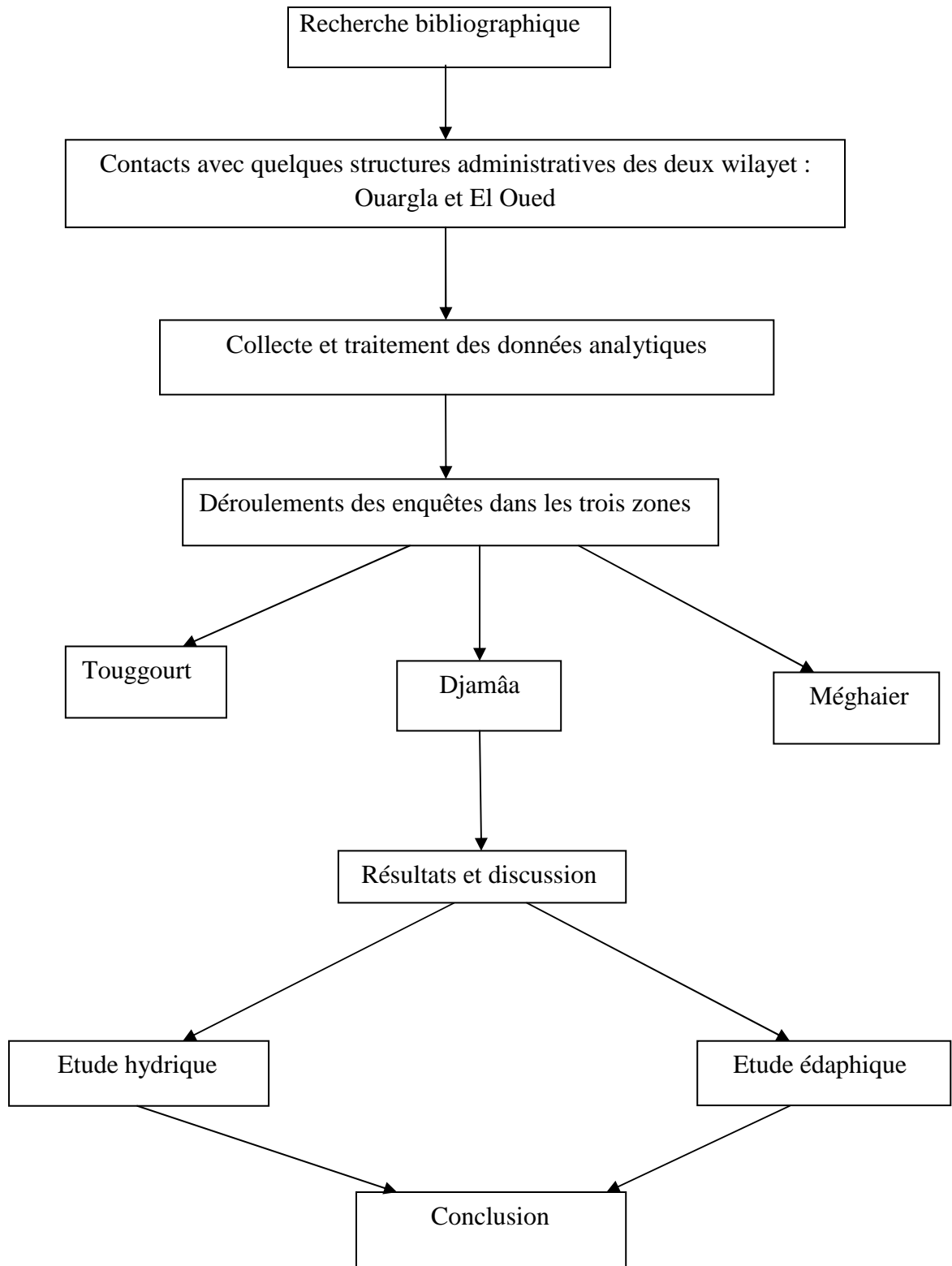
3.2. Pratique culturale

Dans la plupart des sols, l'humus est en général peu abondant et est représenté par ses composants les plus stables. Elles augmentent temporairement lors d'incorporation d'amendements organiques (fumier de ferme, résidus de récoltes, engrais verts). La réserve d'azote minéralisable est souvent insuffisante et doit être complétée par les apports d'engrais minéraux azotés. La réserve minérale dépend de la pédogénèse et le matériau d'origine, il faut donc évaluer par des analyses de fertilité, permettant de calculer la nature et la qualité des engrais minéraux apportés au sol. Dans le cas de sol extrêmement pauvre, tous les éléments de la plante doivent être sous la forme d'engrais. Le choix des cultures dans les zones de mise en valeur se fait en fonction des conditions locales par l'utilisation d'aptitude, généralement obtenue par informatique à partir de cartes thématiques, à travers une carte d'aptitude générale, permettant d'orienter à l'échelle de la région, le mode d'utilisation des sols le plus approprié. Ceci rejoint le problème des vocations (DUCHAUFOR, 2001).

Chapitre III. Matériels et méthode d'étude

1. Approche méthodologique

Les différentes étapes de notre méthodologie de travail sont schématisées comme suit :



2. Présentation des zones d'étude

On a effectué une synthèse bibliographique sur la vallée de l'Oued Righ, située dans le sud-est algérien. Elle débute de Touggourt jusqu'à Méghaier, et est divisée en trois grandes parties :

- ✓ L'amont ou le Haut Oued Righ, représenté par Touggourt au sud, ayant une superficie de 1874 km². Il est situé entre la latitude nord 32°54' et 34°9' et la longitude 5°30 et 6°20, et une altitude proche de 70 m.
- ✓ Le moyen Oued Righ, représenté par la zone de Djamâa, ayant une superficie de 37850 km², s'étendant du nord au sud sur une distance de 98 Km, et est situé à 33° 95' de latitude nord et 5°93' de longitude est.
- ✓ L'aval ou le Bas Oued Righ, représenté par la zone de Méghaier au nord de la vallée, situé à 33°53' de latitude nord et 5°99' de longitude est. Il se caractérise par la présence du chott Merouane (exutoire du canal de l'Oued Righ).

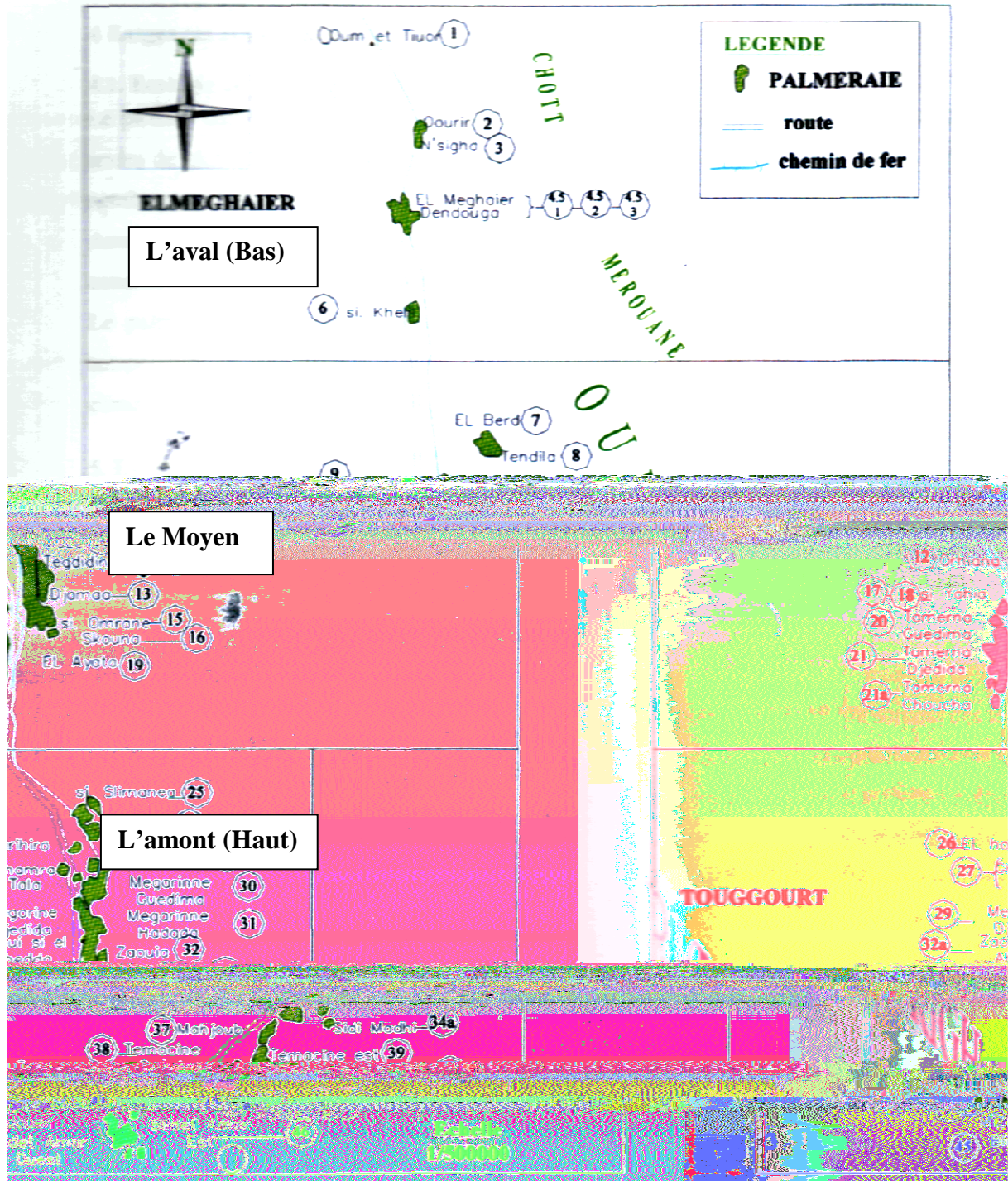


Figure 4. Carte représentative des trois zones de l'Oued Righ (I.N.R.A, 2005)

3. Méthode d'étude

Notre étude nous a permis d'effectuer des collectes de données hydro-édaphiques pour réaliser un diagnostic à partir de la synthèse de ces données. Pour cela, on a utilisé des outils de diagnostic pour apprécier les potentiels hydro-édaphiques en relation avec la mise en valeur.

3.1. Collecte des données

A partir des documents disponibles et des rapports de certaines structures : A.N.R.H, S.H.D, I.N.R.A, on a procédé à une collecte des résultats expérimentaux des ressources en eau et en sol. Sur la base de ces données, on a établi des tableaux (annexe 1, 2, 3), avec certaines modifications, telles que : la conversion des unités (mg/l à me/l) et le calcul des paramètres manquants (SAR, faciès...)

3.2. Le diagnostic

Nous avons établi un bilan diagnostic à partir de l'interprétation de la synthèse des données hydro-édaphiques collectées. Nous avons utilisé des outils de diagnostic d'échelle d'interprétation, sous formes d'intervalles et de diagrammes, et aussi des interprétations graphiques.

3.2.1. Diagnostic hydrique

Il consiste à apprécier les potentialités en eau : eau d'irrigation, eau potable, les eaux de la nappe phréatique, et le niveau des eaux de drainage par des études quantitatives et qualitatives.

3.2.2. Diagnostic édaphique

Il consiste à effectuer une caractérisation quantitative, morphologique, qualitative sur le niveau de fertilité du sol, les stress des cultures, et graphique du sol.

3.2.2.1. Etude quantitative du sol

Les potentialités de la région en sol

3.2.2.2. Etude morphologique du sol

A partir de la description des profils des travaux étudiées, on a essayé d'avoir une idée générale sur la morphologie du sol (texture, gypse, calcaire, ...).

3.2.2.2. 3. Eude qualitative du sol

3.2.2. 3.1 Les niveaux de fertilité

La fertilité du sol est déterminée à partir des caractéristiques suivantes : MO, C/N, pH (qui influe sur l'assimilabilité de certains éléments nutritifs et l'activité microbienne).

3.2.2.3.2. Les niveaux de stress

Le stress est apprécié par rapport au stress hydromécanique (profondeur de nappe P n, profondeur des croutes Pc, ..), stress salin et alcalin (pH, C.E, SAR, faciès).

3.2.2.2.4. Etude graphique

A partir des moyens et de certains paramètres analysés, on a effectué un travail de comparaison entre les zones de la région d'étude.

Chapitre IV. Etude des ressources hydriques

La vallée de l'Oued Righ est une partie du Sahara septentrional, où elle se distingue par des réserves en eau souterraines importantes (60000 milliards de m³). Elle se caractérise aussi par des caractères climatiques spécifiques (température pouvant aller jusqu'à 50°C, précipitation faible et irrégulière, ...). A partir des données collectées et traités, nous avons étudié les ressources en eau utile : eau d'irrigation, eau potable, eau de la nappe phréatique et eau de drainage.

1. Irrigation

1.1. Étude quantitative

Tableau II. Production mensuelle de forages

Localisations		Forages en service			Volumes produits			Nappes	
Dairate	Lieux de forages	Nbre de forages	Débit exp (l/s)	Débit exp (m ³ /jour)	V total m ³ /mois	AEP	IRR		
Méghaier	Méghaier	75	1820	130665,6	4050633,6	0	4050633,6	CT	
		4	112	7286,4	225878,4	225878,4	0	CT	
		5	600	50112	1553472	0	1553472	CI	
		129	1930	138960	4307760	0	4307760	phréatique	
	Oum Thiour	25	592	48982	151843	0	151843	CT	
		3	106	8726	270518	270518	0	CT	
	Sidi Khelil	21	591	49364	1465978	0	14659978	CT	
		3	65	2808	87048	87048	0	CT	
		1	120	10368	321408	321408	0	CI	
	Total		266	5936	447272	12434539	-	-	-
	Djamâa	Djamâa	120	3616,3	259803,5	7818634,4	-	10663634,4	-
Sidi Amrane		63	2228,5	153740,8	8404128	-	3799004	-	
Tinedla		62	2059,6	136696,3	3897850	-	3794170	-	
M'rara		6	605	42486	1138735	-	1464420	-	
Total		251	8509,4	592726,6	21259347	-	-	-	
Touggourt		333	-	732649,59	-	-	-	CT	
		6	-	69204	-	-	0	CI	

(S.H.D, A.N.R.H, 2010)

La pluviométrie moyenne annuelle est très faible, répartie entre novembre et mars. Ces eaux n'ont aucun effet sur les cultures. En effet, notre région se distingue par des potentialités agricoles très importantes (zone phoenicicole 2.929.832 palmiers (I.T.D.A.S, 2004)). On remarque une exploitation considérable des réserves hydriques souterraines répartie sur toute la vallée, de l'amont à l'aval. Le développement de la palmeraie a démarré avec la mise en exploitation du premier sondage moderne en 1856, avec un débit de 66,6 l/s. D'après enquête sur les forages et les débits extraits faites par les services de l'A.N.R.H, elle fait ressortir un débit d'irrigation total de 11284 l/s, ce qui permet d'irriguer 15000 ha à raison d'une dotation de 0,75 l/s/ha (MEDJBER, 2011). On trouve au niveau de la vallée 694 forages avec un débit de 525022832,6 m³/an, exploités à partir du complexe terminal, ayant des profondeurs qui varient entre 65 m et 300 m pour le Mio-pliocène, pouvant atteindre jusqu'à 416 m pour l'éocène, avec un résidu sec compris entre 3 et 11 g/l. Il y a aussi 10 forages ayant un débit total de 95191716 m³/an dans le continental intercalaire où il est capté à une profondeur de 1760 m au sud et 2200 m au nord de la vallée, avec un résidu sec qui varie entre 1,6 et 1,9 g/l (A.N.R.H, 2010).

1.1.1. Le Bas Oued Righ (Méghaier)

On a un nombre élevé de forages, soit à partir des CT, CI, et quelques uns à partir de la nappe phréatique avec 129 forages. Il y a des forages à utilisation unique et d'autres, ayant une double utilisation pour l'irrigation et l'AEP. Le nombre total de forages dans Méghaier est de 266 forages avec un débit total de 5936 l/s et 447272 m³/jour, et un volume total produit de 12434539 m³/mois, réparti de façon non égale dans les communes de Méghaier (S.H.D, 2010).

1.1.2. Le Moyen Righ (Djamâa)

La zone de Djamâa dispose de 251 forages, répartis à travers toutes les communes. Le nombre de forages le plus élevé se trouve à Djamâa, avec 120 forages, puis à Sidi Amrane, avec 63 forages, Tinedla avec 62 forages et 6 forages à M'rara. Leur volume total est de 21259347 m³/mois, et le débit exploité est de 8509,4 l/s (S.H.D, 2010).

1.1.3. Le Haut Oued Righ (Touggourt)

Il dispose de 339 forages exploités, soit pour l'irrigation ou pour l'AEP. Plus de la moitié de ces forages relève du complexe terminal. L'irrigation est assurée par 333 forages, avec débit total de 732649,59 m³/jour, avec 2 forages destinés pour l'AEP. Il y a aussi 6

forages à partir du continental intercalaire débitant de 69204 m³/jour pour l'AEP. Mais aucun forage n'est exploité à partir du CI pour l'irrigation (A.N.R.H, 2010).

1.2. Etude qualitative (Annexe 1)

1.2.1. Conductivité électrique dS/m (C.E)

Pour la C.E, on n'a pas une grande hétérogénéité sur le plan des résultats. L'amont de la vallée se caractérise par une C.E comprise entre 3,3 dS/m et 8,1 dS/m, où il y a une eau d'irrigation de classe fortement à très fortement salée. Dans le moyen d'Oued Righ, la C.E est comprise entre 4,77dS/m ≤ C.E ≤ 18,66dS/m. Cet intervalle peut classer les eaux dans la classe 5, très fortement salée, et à l'aval de la vallée, la C.E est comprise entre 3,5 dS/m et 7,69 dS/m, donc les eaux d'irrigation sont fortement à très fortement salées. Généralement, les eaux d'irrigation dans la vallée sont fortement salées, pouvant exercer des effets néfastes sur les cultures et les productions agricoles. Les effets sont aussi néfastes, en contribuant à l'augmentation de leur salinité, où avec l'évaporation et la capillarité engendre une couche blanchâtre à la surface du sol. On peut diminuer la salinité dans le sol par l'application de doses d'eau supplémentaires pour lessiver les sels. Pour cela, il faut installer un réseau de drainage lorsque le drainage naturel est insuffisant (CLEMENT et al, 2007).

1.2.2. Résidu sec g/l (R.s)

Le R.s se mesure à partir des sels solubles, où le Haut Oued Righ se caractérise par 1,99 g/l ≤ R s ≤ 7,24, exprimant des eaux fortement salées à excessivement salées. Dans le Moyen Oued Righ, le R s est compris entre 5,04 g/l-20,13 g/l, justifiant d'une eau d'irrigation excessivement salée. Dans le Bas Oued Righ, le R.s est compris entre 3,5 g/l et 8,37 g/l où les eaux sont considérées très fortement salées à excessivement salées (DURAND, 1968 In GUEZZOUN, 2009). Cette salinité excessive de l'eau augmente la salinité du sol de façon très remarquable, en provoquant la toxicité des cultures et la dégradation de la structure du sol, pouvant engendrer des coûts supplémentaires pour corriger les sols (réseau de drainage, doses élevées d'irrigation, ...)

1.2.3. pH

Le pH dans l'amont de la région de Oued Righ montre des valeurs comprises entre 8,02 et 8,73, c'est à dire alcalin à très alcalin. Dans le moyen Oued Righ, le pH est compris entre 7,01 à 8,37, où l'eau est neutre à alcaline. Dans l'aval de la vallée, le pH est compris

entre 6,56 et 7,28, traduisant une eau légèrement acide à légèrement alcaline (GAUCHER, 1968 In GUEZZOUN, 2009) (Annexe 4). Ce pH généralement neutre à alcalin peut disperser certains éléments acides dans le sol et inhiber leur absorption par les cultures, provoquant des carences de ces éléments tels que : Fe et Al. Le pH alcalin peut être corrigé par le déchaulage, par les apports acidifiants.

1.2.3. SAR

Le SAR se calcule à partir des cations Na^+ , Ca^{++} et Mg^{++} , selon la relation suivante $\text{SAR} = \text{Na}^+ / \sqrt{(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} / 2)}$. Donc, après le dosage de ces cations, on mesure le SAR. L'eau dans l'amont de la vallée de l'Oued Righ, présente un SAR compris entre 3,07 et 7,61 (annexe 1), exprimant une eau faible en sodium. Le SAR moyen dans la vallée est compris entre 4,35 et 10,77, donc l'eau a un taux de sodium faible à moyen. Dans l'aval de la vallée, le SAR est compris entre 0,59 et 9,8, traduisant un taux faible en sodium (CLEMENT et al, 2007) (Annexe 4). L'eau de l'Oued Righ se caractérise par un taux faible ou moyen en sodium. Le sodium en excès peut provoquer la dispersion des particules, l'éclatement des agrégats du sol et la toxicité des cultures. Le taux de sodium élevé dans les eaux d'irrigation présente un danger d'alcalinité. Les eaux de notre région sont salées, avec un SAR moyennement faible. Effectuer des analyses annuelles des échantillons du sol afin d'éviter d'éventuels problèmes de salinité.

1.2.4. Classes

◇ : Djamâa

* : Méghaier

⊠ : Touggourt

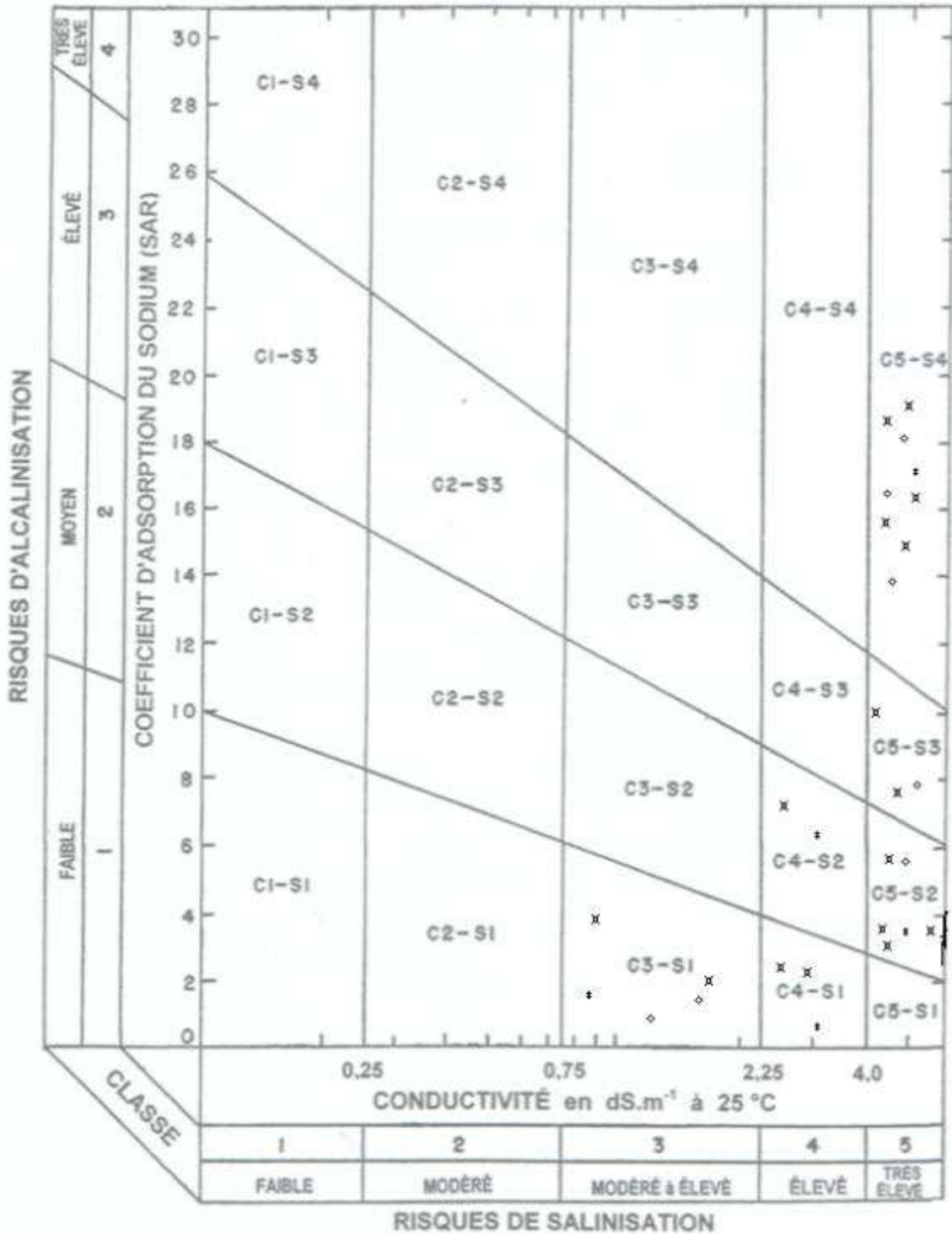


Figure 5. Classes des eaux à Oued Righ et risques de salinisation et d'alcalinisation

Pour déterminer la qualité saline de l'eau à partir du SAR (4 classes : de S1-S4), et la C.E dS/m (5 classes : de C1-C5). L'aval de l'Oued Righ est représentée par les classes suivantes : C4-S1, C4-S2, C5-S2, C5-S4, donc l'eau se caractérise par une C.E élevée à très élevée et un SAR faible, moyen à très élevé. Le moyen de la région présente des classes : C5-S2, C5-S3, C5-S4. L'eau se distingue par une CE très élevée et un SAR moyen, élevé à très élevé. L'amont de l'Oued Righ est représenté par les classes suivantes : C5-S2, C5-S3, C5-S4, traduisant une C.E très élevée et SAR moyen, élevé à très élevé (CLEMENT et al, 2007) (Annexe 4). Donc, l'eau est salée à très salée. Cette eau peut augmenter la salinité du sol, disperser sa structure et présenter des dangers de toxicité pour les cultures.

2. Eau d'AEP (Annexe 1)

A Oued Righ, l'eau potable est exploité généralement à partir du continental intercalaire, avec volume total de 33144336 m³/an, pour une population totale de 280993 habitants, avec une dotation journalière de 323,161 l/j/habitant, avec une prise en considération des pertes dans le réseau de 40% (MEDJBER, 2011). Le CI se caractérise par une salinité moyennement faible par rapport au complexe terminal, où on trouve une C.E comprise entre 2dS/m et 3,04dS/m, un SAR compris entre 2,13 et 3,14, un R.s qui varie de 1,87g/l à 2,43g/l, et il se classe dans la classe C3-S1. L'eau du CI se caractérise par une température élevée, plus de 50°C (DUBOST, 1980). L'utilisation des eaux du CI pour l'irrigation présente des avantages, par contre pour la salinité, elle a des effets néfastes sur le sol et les cultures.

3. Eau de la nappe phréatique (Annexe 2)

Cette nappe de profondeur faible est très importante dans la région où elle est alimentée essentiellement par l'excès d'eau d'irrigation. Généralement, elle est de qualité excessivement salée, où elle ne peut pas être utilisée pour l'irrigation des cultures. Le Haut de la vallée exprime une C.E qui varie entre 6dS/m et 122 dS/m, un R.s compris entre 4,70 g/l et 7,50 g/l et un SAR compris entre 14,49 à 17,41. Le pH varie entre 7,2 et 7,9, traduisant une eau excessivement salée et alcaline (GAUCHER, 1968 In GUEZZOUN, 2009). Le Moyen Oued Righ montre une C.E de 23,48 ds/m, un R.s de 4,67 g/l et un pH égal à 7,8, exprimant une eau très fortement salée, passant de la neutralité à l'alcalinité. Dans le Bas Oued Righ, cette zone manque de travaux d'analyse.

4. Drainage

L'Oued Righ est une région à vocation agricole, principalement le palmier dattier, se traduisant par une forte exploitation des ressources en eau, à travers un nombre très élevé de forages et de puits pour l'irrigation, qui sont alimentés par la nappe phréatique (remontée de la nappe), et augmentation de la concentration du sol en sels. Pour cela, il faut appliquer des doses de lessivage. Pour cela, aucune culture ne serait possible sans un réseau de drainage, constitué par un canal collecteur d'une longueur de 150 km (MEDJBER, 2011). En 1925, on a creusé un canal collecteur, partant de Blidet Amor et rejoignant le chott Merouane, en suivant approximativement la succession des sebkhas installées en bordure de l'erg. Le réseau présente certains problèmes, tels que la pente faible, souvent inférieure à 1/1000, le colmatage par l'accumulation du sable, traversant les chotts. Le canal évacue 22 millions de m³/an dont 8 m³ en été et 14 m³ en hiver (DUBOST, 1991), par un débit de 260 l/s à l'amont et 2450 l/s à l'aval (SAIGHI et al, 2004).

5. Etude graphique

Cette étude a été effectuée à partir des relations avec les paramètres analysés, tels que le SAR et la C.E (dS/m).

1.3.1. Relation entre le SAR et la C.E

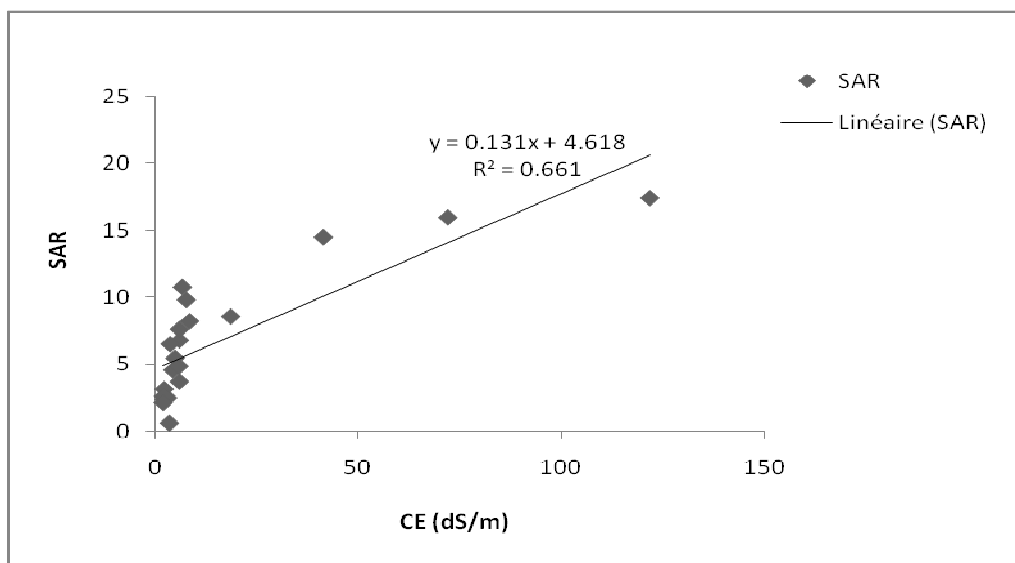


Figure 6. Evolution du SAR en fonction de la C.E (dS/m)

On a une relation significative entre la C.E et le SAR où l'augmentation de la salinité provoque l'augmentation des sels sodiques, donc les sels sodiques sont très importants dans l'eau.

1.3 .2. C.E (dS/m) dans les deux aquifères

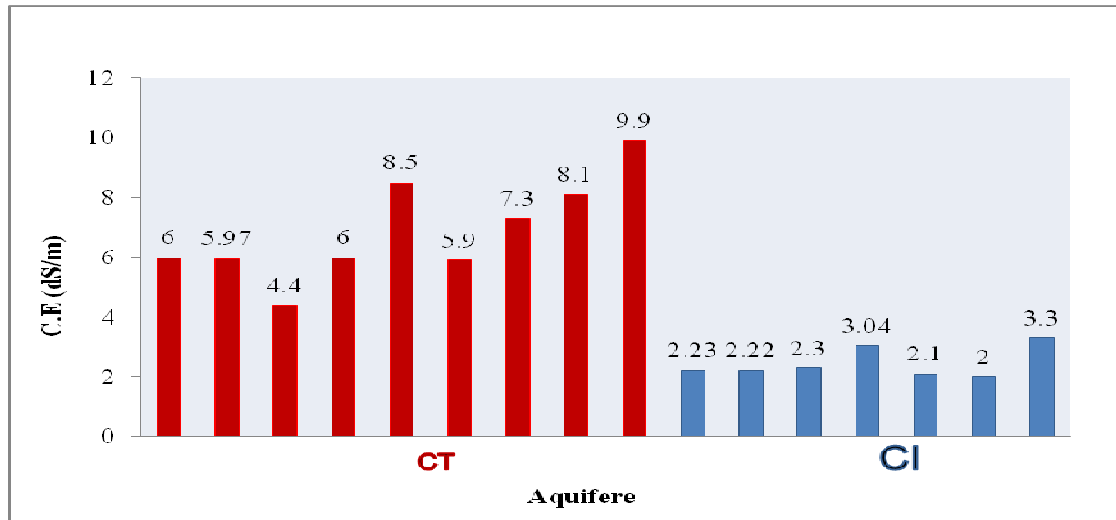


Figure 7. Comparaison de la C.E entre les deux aquifères

A partir des histogrammes, on remarque que la conductivité électrique est très élevée dans le CT par rapport au CI, ce qui indique une salinité excessive du CT, et salinité faible à moyenne dans le CI. Cette différence de la salinité est causée par les couches aquifères (sable, gravier et calcaire) pour le CT et (grès hétérogène) pour le CI.

1.2.3. Débit exploité dans la zone d'étude

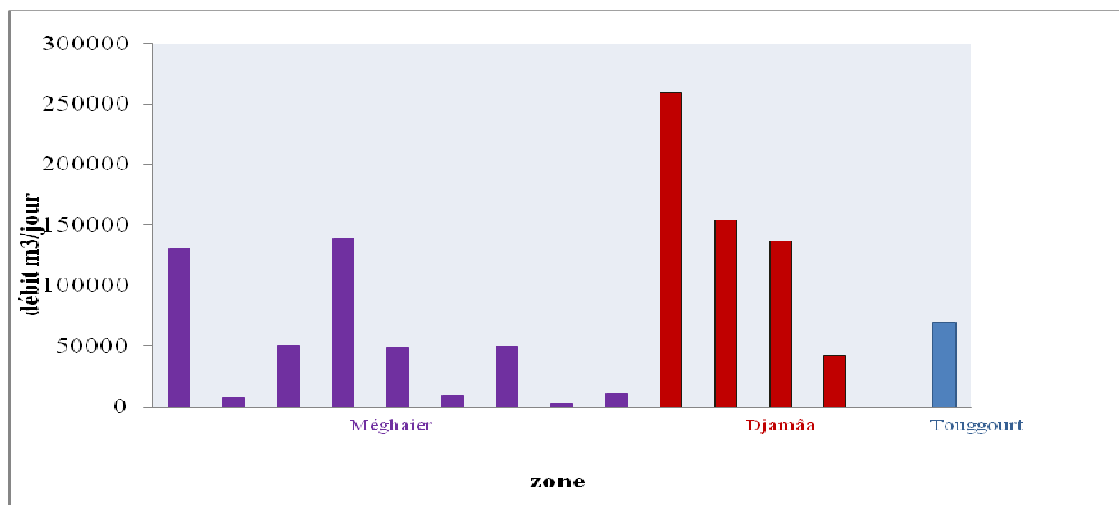


Figure 8. Variations du débit d'eau entre les zones

On remarque que le débit d'eau est réparti de façon inégale dans la région. Il est important dans le Moyen Oued Righ, puis diminue dans le Bas et le Haut Oued Righ. Cela se justifie par la superficie irriguée et le nombre de forages inégaux.

6. Conclusion

Notre étude sur la ressource hydrique à Oued Righ montre que celle-ci est contenue dans les deux aquifères souterrains (CT et CI). Elle est exploitée pour l'agriculture et la consommation en eau potable, avec une nappe phréatique généralement non utilisable, parce qu'elle est excessivement salée et à profondeur moyennement faible, provoquant l'excès d'eau dans le sol. La nappe la plus exploitée pour l'irrigation est celle du CT, se caractérisant par une conductivité électrique et un résidu sec très élevés, un SAR moyennement faible, un pH variant de neutre à alcalin. Généralement, l'eau d'irrigation dans la vallée de l'Oued Righ varie de salée à très salée, avec plusieurs classes, telles que : C5-S2, C5-S3, C5-S4 ... qui montrent des eaux très salées, moyennement alcalines à alcalines. L'eau potable dans la région est exploitée à partir du continental intercalaire qui est peu salée par rapport à celle du complexe terminal, mais avec des températures très élevées, pouvant avoir des effets néfastes sur les cultures et les sols. On trouve des eaux de surface, telles que le canal de l'Oued Righ (grand drain), qui dans le passé a joué un rôle important dans l'évacuation des eaux et le lessivage des sels. Mais aujourd'hui, il assure le transport des eaux usées non traitées et provoquant la pollution.

Chapitre V. Etude des ressources édaphiques

1. Etude quantitative du sol

Tableau III. Sols exploités par l'agriculture

	surfaces totales (ha)	surfaces agricoles (ha)	surfaces non agricoles (ha)	surfaces exploitées (ha)	surfaces des palmiers (ha)
Mégghaier	448800	406943	41857	8414	7253
Djamâa	231000	109366	121634	11035	9590
Méggharine	92000	12710	79290	3010	2977
Touggourt	40400	6668	33732	3380	3375
Témacine	30000	3870	26130	1842	1842
Total	842200	539557	302643	27681	25037

(I.T.D.A.S Djamâa, 2004)

L'Oued Righ a une surface totale de 842200 ha, à partir de cette celle-ci, on a 539557 ha de superficie agricole, avec une exploitation de 27681 ha. Il y a 302643 ha de terres non agricoles. La phoeniciculture occupe 90 % de la terre agricole exploitée (25037 ha). Cette surface est répartie dans toute la vallée, où la plus grande se trouve à Mégghaier, avec 406943 ha, puis Djamâa avec 109366 ha, et finalement Touggourt (y compris Touggourt, Méggharine et Témacine) avec surface de 23248 ha.

2. Etude morphologique du sol

Les profils des sols ont l'objet d'une description morphologique sur le terrain, où il n'y a pas une hétérogénéité remarquable de la morphologie des profils dans les zones « Haut, Moyen, Bas » de la région d'étude. Dans le haut de la vallée, la profondeur du sol peut aller jusqu'à 250 cm dans les terrains nus (sans cultures), mais dans les terrains cultivés, elle ne peut dépasser les 50 cm (excès d'eau d'irrigation due à la remontée de la nappe phréatique). Le moyen de la région de l'Oued Righ a une profondeur de sol limitée à cause de la nappe phréatique, surtout dans les palmeraies, où on peut trouver des profondeurs, allant de 40 à 60 cm. Dans les secteurs non cultivés, elle peut aller de 100 cm à 120 cm. La majorité des profils de la région présente un nombre des horizons qui varie entre 3 et 4, mais le rabattement de la

nappe phréatique augmente le nombre des horizons, ayant des épaisseurs comprises entre 20 cm et 30 cm. Les sols de l'Oued Righ ont une texture à dominance sableuse à sablo-limoneuse, du Haut jusqu'au Bas Oued Righ. La structure est à dominance sableuse (particulière), avec des accumulations gypseuses. Entre le gypse et le calcaire, la région est plus gypseuse par différentes formes : cristaux, cailloux, encroûtement et croûtes (horizons profonds dans les terrains non cultivés). Le taux de calcaire est faible, avec une humidité importante dans les sols cultivés.

3. Eude qualitative du sol (Annexe 3)

3.1. Niveau des stress

3.1.1. Stress salin

3.1.1.1. Conductivité électrique C.E

Étude du profil

On sépare l'interprétation des travaux réalisé par des profils et des travaux, qu'ils sont étudiés les horizons superficiels du sol.

A partir des travaux réalisés, on remarque que la mesure de la conductivité électrique (C.E) se fait par l'usage du conductivimètre et l'extrait 1/5, avec des résultats presque homogènes. Dans l'amont de la vallée de l'Oued Righ, la C.E varie entre 1,59 dS/m et 21,22 dS/m, selon AUBERT (in BELHOCINE, 2010). Les sols sont classés peu salés à extrêmement salés (CLEMENT et al, 2007). Les cultures peuvent tolérer les sols peu salés, sauf les cultures halophiles tolérantes aux sols salés (luzerne, betterave sucrière, ...). Dans le Moyen Oued Righ, la C.E est importante dans les horizons superficiels par rapport aux horizons profonds. Elle est comprise entre 2,09 dS/m \leq C.E \leq 46,84 dS/m, se traduisant par légèrement salés à extrêmement salés. Dans l'aval de la vallée de Oued Righ, les études réalisées sont rares, présentant des C.E qui varient entre 12,94 et 18,05 dS/m. Selon AUBERT (1978), un sol extrêmement salé, donc généralement, ayant une C.E très élevée à excessivement salée peut être toxique pour les cultures, pouvant contribuer à flocculer l'argile, bloquer certains éléments nutritifs. Elle est élevée dans les premiers horizons par rapport aux horizons profonds dans les sols cultivés. On remarque l'inverse dans les sols nus où la C.E est très élevée dans les horizons profonds, pouvant accumuler à la surface des efflorescences salines, suite à l'évaporation et à la remontée de la nappe phréatique, augmentant la salinité.

Etude des horizons

Les analyses réalisées sur les couches du sol, montrent que dans le moyen de la vallée de Oued Righ, la C.E varie entre 2,45 dS/m et 8,4 dS/m, en profondeur de 20 cm, ces sols sont très salés à extrêmement salés (AUBERT, 1978).

3.1.1.2. pH

Etude du profil

Le pH mesuré par un pH mètre dans tous les travaux, utilise l'extrait 1/5, mais normalement, il faut utiliser l'extrait international 1/2,5. La région de l'Oued Righ en général se caractérise par un pH neutre à alcalin, avec rarement un pH légèrement acide. Dans l'amont, le pH est compris entre 6,88 et 8,9 selon SOLTNER (in BELHOCINE, 2010). Le sol est neutre à très alcalin. Le moyen Oued Righ présente un pH qui varie entre $7,13 \leq \text{pH} \leq 8,20$, donc il est neutre à très alcalin (SOLTNER in BELHOCINE, 2010). Dans l'aval de l'Oued Righ, le pH est compris entre $7,8 \leq \text{pH} \leq 7,86$ selon SOLTNER (in BELHOCINE, 2010), avec un sol alcalin. Le pH est différent dans tout le profil, parce que dans certains profils, il est maximum en surface et dans d'autres, c'est le contraire, à cause des cations échangeables alcalins et leur lessivage et accumulation dans certains horizons. Le pH varie saisonnièrement dans les sols, en rapport avec la production et le mouvement de certains ions, soit alcalinisant, soit au contraire acidifiants. Cette variation saisonnière du pH montre la variation de solubilité du calcaire (DUCHAUFOR, 1968). Ce pH peut bloquer les éléments acidifiants et donner une déficience nutritive pour les cultures.

Etude des horizons

Le pH est compris entre 7,31 et 8,08, donc il est alcalin à très alcalin.

3.1.1.3. SAR

Le sodium adsorption ration indique la quantité de sodium dans le sol par rapport au calcium et au magnésium. L'amont ou le haut de la vallée a un SAR compris entre 6,45 et 23,04, selon SERVANT (in BENZAHY, 1994), présentant une faible alcalinisation jusqu'à une alcalinisation intense. Le Moyen Oued Righ montre un SAR qui varie entre 0,12 et 1,58, traduisant un sol non alcalin, donc le sodium est très faible à Oued Righ, par contre, dans le Bas Oued Righ, il n'existe pas de mesures sur le SAR.

Etude des horizons

Le SAR est compris entre 0,3 et 1,58, donc le sol est non alcalin (SERVANT in BENZAHY, 1994). Le SAR est réparti dans les différents horizons du sol selon la concentration de sodium, où il peut inhiber l'absorption de certains éléments (K⁺), en antagonisme.

3.1.1.4. Résidu sec g/l

On a trouvé un seul travail analysé le R.s, indiquant la charge saline du sol. Il est mesuré après dessiccation à 110°C durant 48 h. L'amont de la vallée se caractérise par un R.s compris entre 9,27 g/l et 12,73 g/l, traduisant un sol très chargé en sels. Le moyen Oued Righ représente un R.s qui varie entre 2,87 g/l à 4,53 g/l, exprimant un sol moins chargé en sels, et l'aval de la vallée, le R.s varie de 11 g/l à 12,6 g/l, où on trouve un sol très chargé en sels. La salinité dans les trois zones varie d'un horizon à l'autre, mais généralement, elle est donc le résultat de l'accumulation des sels en surface.

3.1.2. Stress hydromécanique**3.1.2.1. Profondeur de la nappe phréatique**

L'Oued Righ est une région généralement touchée par la remontée de la nappe phréatique. Le Haut de la vallée présente une nappe, de profondeur, oscillant entre 42 cm et 263 cm, avec un Moyen Oued Righ, dont la profondeur de la nappe varie entre 43 cm et 121 cm. Le Bas Oued Righ indique un niveau de nappe compris entre 101,33 cm et 189,5 cm de profondeur. La faible profondeur est causée par l'excès d'eau d'irrigation, l'exploitation intense des aquifères, le mauvais réseau de drainage, pouvant engendrer une dégradation des conditions d'aération du sol, entraînant l'asphyxie des racines, donc c'est un milieu favorable pour les hydrophiles. A partir des travaux de l'A.N.R.H en 2010, la nappe phréatique se distingue par un R.s de 13 g/l, donc, très chargée en sels, pouvant contribuer à augmenter la salinité du sol et menacer les cultures.

3.1.2.2. Gypse**Etude du profil**

Le dosage du gypse est basé sur le calcium (Ca⁺⁺) ou le sulfate (SO₄⁻), et cela peut produire une hétérogénéité des résultats. Le haut Oued Righ exprime un taux de gypse

compris entre 4,13 % et 68,60 %, donc le sol classé de légèrement à extrêmement gypseux. Le moyen Oued Righ se distingue par un taux de gypse qui varie de 20 % à 73,06 %, donnant un sol modérément à extrêmement gypseux. L'aval de l'Oued Righ se caractérise par un taux de gypse, variant entre 6% et 25,09 %, traduisant un sol modérément à extrêmement gypseux (BERZENJI, 1973 in GUEZZOUN, 2009). Les regs gypso-salins sont très fréquents dans le Bas Sahara, dans les vallées, telles que le Souf, l'Oued Righ (DUBOST, 1991), à cause des sols de la région qui sont très riches en gypse, beaucoup moins solubles avec différentes formes, présentant des dangers, et aussi avec des encroûtements en profondeur. Mais on peut trouver des encroûtements en surface (inhibition de la pénétration des racines). La présence du gypse sous forme poudreuse, permet une application correcte de l'irrigation et améliore la productivité des sols et des récoltes, telles que la luzerne, le raisin, l'abricot (FAO, 1990 In OMEIRI, 2008). Le gypse joue un rôle d'antitoxique puisqu'il entrave la formation du (salant noir) le carbone de soude ($\text{Na}_2 \text{CO}_3$) qui est un des éléments chimiques les plus toxiques (GAUCHER, 1948 In OMEIRI, 2008).

Etude des horizons

Le taux de gypse est compris entre 41,31 % et 67,89 %, où il peut donner un sol extrêmement gypseux. Le gypse peut limiter la croissance des racines et inhiber la circulation de l'eau d'irrigation, donc il ne peut convenir pour l'agriculture.

3.1.2.3. Calcaires

Etude du profil

Dans la majorité des travaux, le calcaire est dosé par le calcimètre de BERNARD. L'Amont de la vallée de l'Oued Righ montre un taux de calcaire compris entre 2,17 % et 23,07 %, donc les sols sont peu à modérément calcaires. Dans le Moyen Oued Righ, ce taux est compris entre 0,14 % et 7,61 %, donnant un sol non calcaire jusqu'à modérément calcaire. L'Aval de la vallée présente un taux de calcaire compris entre 1,19 % et 1,90 %, donc le sol est classé comme étant peu calcaire. Le calcaire peut engendrer des accumulations en surface, mais dans la majorité des profils, le taux de calcaire est élevé dans les horizons profonds.

Etude des horizons

Les travaux réalisés sur les couches dans le Moyen Oued Righ montrent que le taux de calcaire est compris entre 0,14 % et 12,75 %, donnant un sol non à modérément calcaire (BAIZE, 1988). Le calcaire en surface est représenté par des cristaux, des pierres ou cailloux.

Les croûtes et les encroûtements de gypse ou de calcaires ont des effets néfastes sur l'agriculture, provoquant la déchirure des racines et le dépérissement des plantes. Les croûtes, les tufs enserrant le collet des plantes et le font disparaître. Quand le tuf est superficiel, le sol se dessèche vite, la matière organique disparaît et les récoltes sont toujours maigres. On peut utiliser ces terres par la correction et la détuffation, ainsi que la sélection des cultures (DURAND, 1959).

3.2. Niveau de fertilité

3.2.1. Matière organique (MO)

Etude du profil

La MO est la réserve nutritive des cultures dans le sol qui se mesure par différentes méthodes, telles que l'incinération (perte au feu) ou à partir du carbone organique. Pour cela, on peut obtenir des résultats hétérogènes. Généralement, dans l'Amont de la vallée, le taux de MO est compris entre 0 % et 2,32 %, avec un maximum au niveau des horizons superficiels, selon MOROND (in GUEZZOUN, 2009), le sol est très faible à moyen en matière organique, pouvant provoquer une instabilité structurale. Dans le Moyen de la vallée, le taux de MO est compris entre $0,2\% \leq MO \leq 3,20\%$, traduisant un sol très pauvre à riche (rare dans les endroits cultivés) en MO (MOROND in GUEZZOUN, 2009), et dans l'Aval de la vallée, le taux de MO dans un des profils est compris entre 1,75% et 4,12 %, donc les horizons de ce dernier sont classés de moyen à riche en MO.

Etude des horizons

L'Amont de l'Oued Righ montre un taux de MO compris entre 0,41% et 0,84%, donc le sol est à très faible teneur en MO.

3.2.3. C/N

Le rapport se mesure après le dosage du carbone et de l'azote, ce rapport n'a pas fait l'objet d'étude.

Etude de profil

L'Amont de la vallée présente un rapport de 7,5 (C : 0,6% et N : 0,08%), donc le C/N est faible. Dans le Moyen de la vallée, ce rapport est compris entre 10 et 22, indiquant que le C est élevé par rapport au N. Les études réalisées dans l'Aval n'ont pas mesuré le C/N. Le C/N est élevé dans les horizons superficiels où l'on trouve de la MO.

Etude des horizons

Le C/N varie entre 0,5 et 1,02, traduisant un taux faible.

L'azote du sol de la région est très faible parce qu'elle constitue le pivot de l'agriculture et la base des protéines. Leur carence provoque divers problèmes, il est faible à cause de la pauvreté du sol en MO (POUSSET, 2002).

La teneur en MO dans les zones arides ne dépasse pas le 1% (DUCHAUFURE, 1984). Cette faiblesse en matière organique (inférieur à 1 et rarement dépassant le un) introduit la carence en azote et en carbone et donne un faible rapport C/N. Toutefois, il est supérieur à un, indiquant que le C est supérieur à le N, traduisant une faible décomposition de la MO fraîche. La MO améliore la capacité de rétention en eau du sol (KOULL, 2006), elle améliore aussi les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols salés, et diminue les principaux paramètres de la salinité, pH, SAR, ESP (OMEIRI, 2008). Au niveau des sols salés, on observe souvent une accumulation de la MO fraîche sous forme d'humine résiduelle et une diminution de la MO liée (GALLALI, 1980 In OMEIRI, 2008).

3.2.4. Phosphore P

Le phosphore est rarement analysé à cause de certains problèmes, tels que les produits réactifs, les méthodes utilisées. Mais généralement, concernant notre sol, il est alcalin, se caractérisant par un taux élevé de calcaire CaCO_3 et de gypse CaSO_4 . La présence de calcium dans le sol peut insolubiliser le phosphore (phosphate calcique). Le phosphore favorise le développement des racines et la résistance des plantes à la sécheresse et améliore le métabolisme des nitrates, mais le phosphore en excès peut gêner l'assimilation de la potasse en terre riche en magnésium (POUSSET, 2002).

3.2.5. pH

Le pH dépend de nombreuses propriétés du sol (taux de saturation, taux de matière organique, ...). Il influence directement la vie microbienne du sol et en particulier les bactéries du cycle de l'azote, et donc l'assimilabilité des nutriments et des oligo-éléments. Les rendements des cultures peuvent varier en fonction du pH. L'optimum pour le bananier se situe entre 6 et 7, de même le riz qui supporte des pH de 4 à 5, à ses meilleurs rendements à pH 6. En général, les cultures préfèrent des pH légèrement acides (6,5-6) aux pH acides (≤ 5). Lorsque les cations échangeables (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+) augmentent, le pH diminue (KHOLL, 2007), donc dans notre région d'étude où le pH est plus ou moins élevé, les cations échangeables sont moyennement faibles.

4. Etude graphique (Moyennes de quelques paramètres)

4.1. C.E et R.s

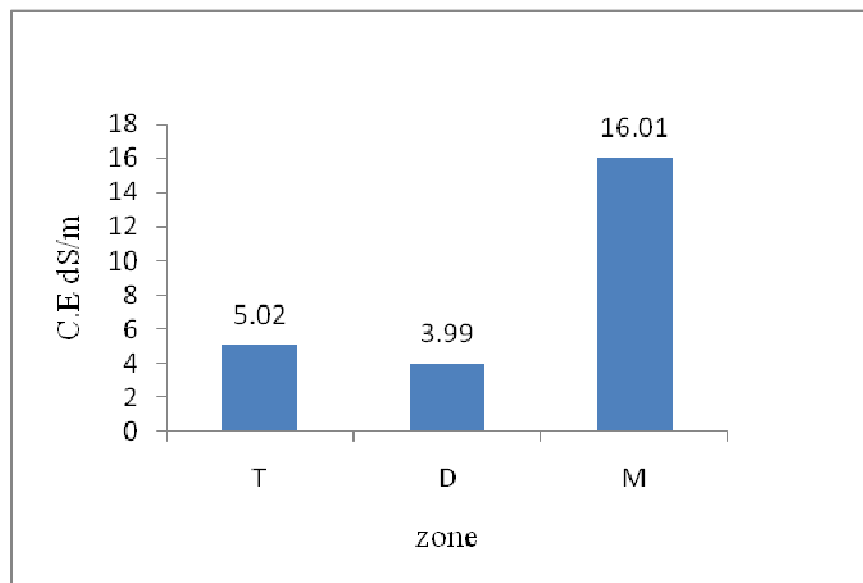


Figure 9. C.E moyenne des zones

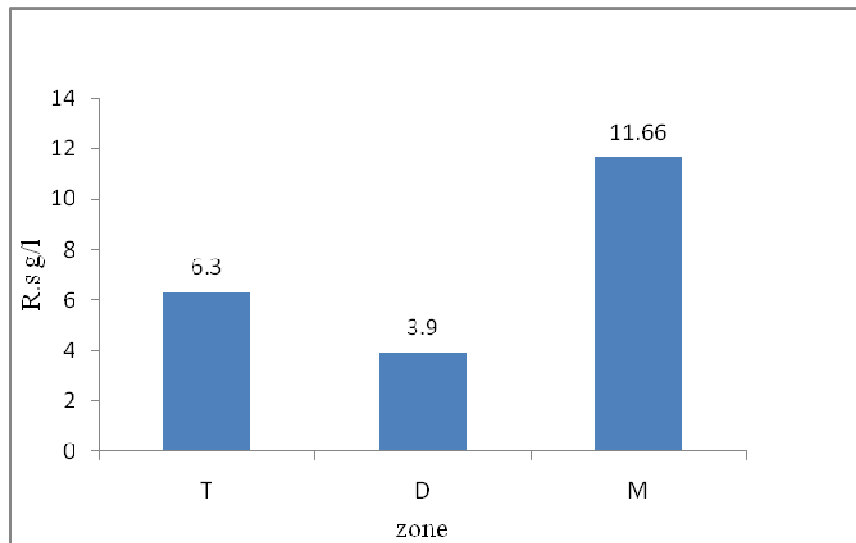


Figure 10. R.s moyen des zones

La conductivité électrique et le résidu sec sont généralement très élevés dans toute la région. Mais dans le Bas Oued Righ (Méghaier), ils sont plus élevés (C.E moyen : 16,01 dS/m et R.s moyen : 11,66 g/l), puis on a dans le Haut Oued Righ, ils sont moins élevés que dans le Moyen Oued Righ. Cette différence entre le Bas Oued Righ et les autres zones s'explique par l'existence des chotts (exutoire d'eau de drainage de la vallée) et l'absence d'études dans les différentes stations de la zone.

4.2. pH

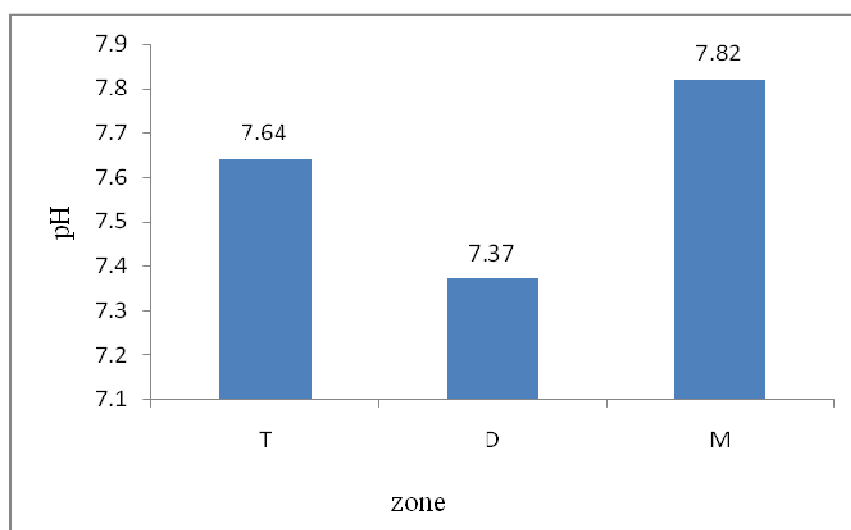


Figure11. pH moyen des zones de la région

Les sols du Bas Oued Righ (Méghaier) est plus alcalin que les Haut et Moyen Oued Righ à cause de la concentration des sels basiques (salinisation favorise l'alcalinisation) (chott Merouane). Le Haut Oued Righ est à pH élevé (7,64) que le Moyen Oued Righ (7,37).

4.3. MO

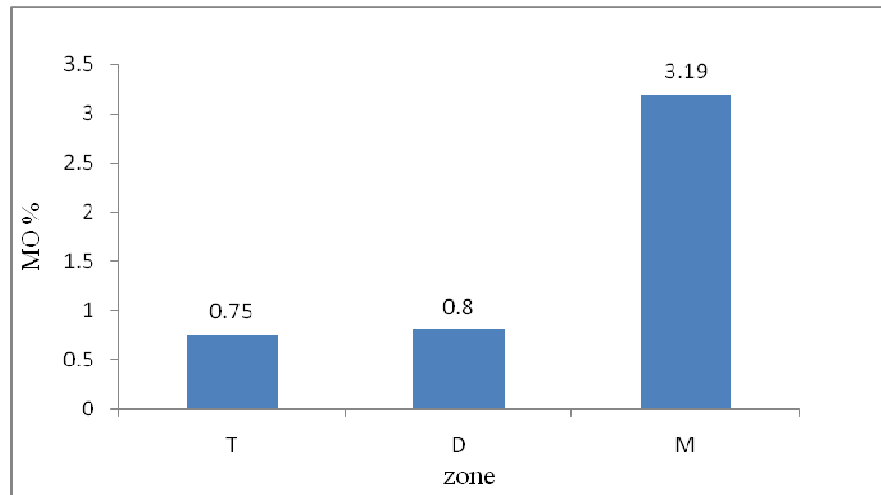


Figure12. MO moyenne des zones de la région

Dans les régions sahariennes, la matière organique est très faible, où on a un taux moyen de 0,75 % et 0,8 % dans les Haut et Moyen Oued Righ. Le Bas Oued Righ présente un taux élevé par rapport aux autres zones de la vallée (3,19 %) (zones cultivé avec des amendements organique).

4.4. Gypse et calcaire

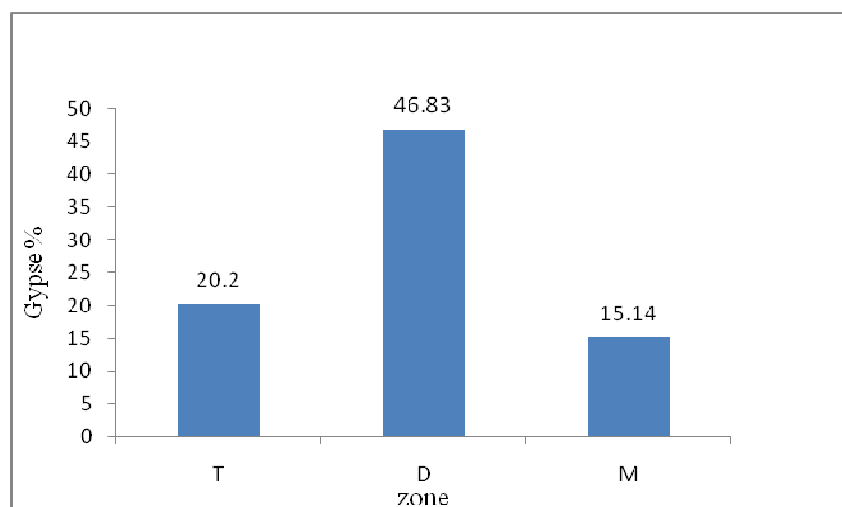


Figure13. Gypse moyen des zones

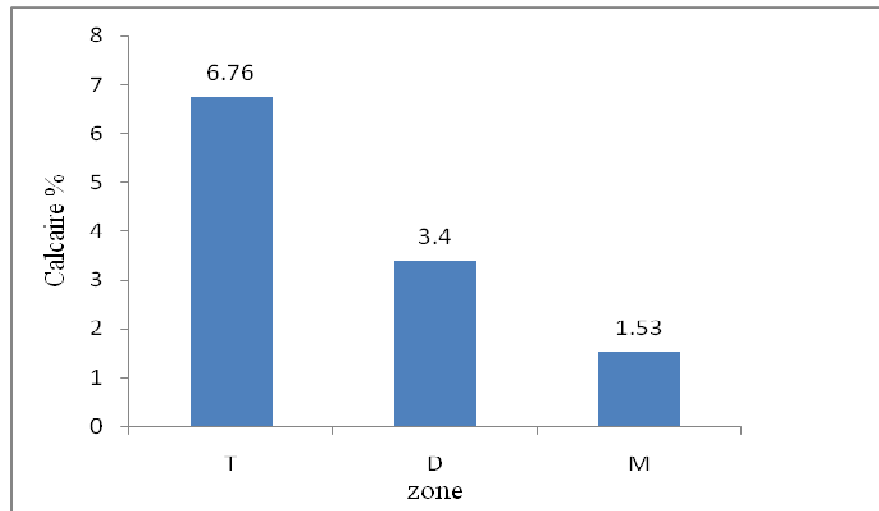


Figure14. Calcaire moyen des zones

Notre région d'étude montre un taux de gypse très important par rapport au calcaire. Le taux moyen le plus élevé de gypse est dans le Moyen Oued Righ (Djamâa) (46,83 %), puis on a le Haut, ensuite le Bas Oued Righ (à cause de l'engorgement du sol). Mais pour le calcaire, le taux moyen le plus élevé se trouve dans le Haut Oued Righ (Touggourt) (6,76 %), puis vient le Moyen et le Bas Oued Righ (les sels solubles diminuent la présence des sels peu solubles).

5. Conclusion

L'étude des résultats des travaux (annexe 3) montre que le sol de la région d'étude montre une salinité excessive (C.E, R.s ayant des valeurs extrêmement élevées et le SAR est modérément élevé). Il se caractérise par une neutralité à une alcalinité ($\text{pH} \geq 7$). Le gypse est très important et peut donner des encroûtements par rapport au calcaire qui est modéré. Notre région d'étude souffre de l'excès d'eau dans le sol à cause de la remontée de la nappe phréatique qui, dans certaines zones ne dépasse pas les 20 cm de profondeur. Les eaux sont très salées, engendrant des problèmes, tels que : la diminution des couches exploitées par les racines, l'augmentation de la salinité du sol avec accumulation des sels en surface, la toxicité et l'asphyxie des cultures... mais il y a aussi d'autres problèmes, tels que la pauvreté en MO « ne dépassant pas 1% », une faible teneur du sol en azote (activité microbienne faible) et carbone, et va diminuer avec l'augmentation de la salinité. La mise en valeur avec des méthodes modernes, c'est la solution pour corriger et exploiter les ressources en sol. Elle suppose un suivi régulier du niveau de leur fertilité, de leur déficit et excès en eau et de leur salinité.

Conclusion générale

Notre travail intitulé ‘ Contribution à l’étude des ressources hydro-édaphiques à Oued Righ’, ayant pour but de faire une synthèse générale sur la qualité et la quantité des ressources en eau et en sol dans la vallée de l’Oued Righ, à partir de l’exploitation, l’analyse et l’interprétation des travaux réalisés dans cette région. Il ressort que l’Oued Righ se caractérise par des surfaces importantes et de grands réservoirs d’eau souterraine, justifiant le niveau d’activité agricole élevé, particulièrement à travers l’activité de la phéoniculture. On remarque aussi une exploitation intense des ressources hydro-édaphiques. La majorité des travaux sont réalisés sur le sol et l’eau dans le Haut de la région de l’Oued Righ(Touggourt) puis le Moyen (Djamâa), et enfin le Bas Oued Righ, où les travaux réalisés restent limités.

L’eau utilisée est exploitée dans les deux aquifères, respectivement, ceux du complexe terminal et du continental intercalaire pour l’irrigation et l’AEP. Mais l’irrigation est réalisée généralement à partir du complexe terminal qui se caractérise par des C.E, Rs élevés et un SAR moyennement faible, donc l’eau est à salinité élevée, plus ou moins riche en sodium. Le pH est neutre à alcalin. Cette eau présente des inconvénients sur le sol (augmentation de la salinité du sol...), et sur les cultures (toxicité par certains éléments dominants). L’utilisation des eaux du continental intercalaire est importante pour l’alimentation en eau potable (AEP), moins salée que celle du complexe terminal (CE, SAR, Rs faibles), avec des températures très élevées. Leur utilisation pour l’irrigation présente des inconvénients, à travers les fortes températures, dispersant la structure du sol et provoquant la brûlure des cultures. La nappe phréatique se caractérise par des eaux excessivement salées, s’alimentant par les excès d’eau d’irrigation, d’assainissement etc. Avec l’augmentation capillaire, elle peut se trouver à de faibles profondeurs et engendrer des sols hydromorphes. Cette situation nécessite l’installation d’un réseau de drainage, qui est réalisé à Oued Righ depuis longtemps. Il se caractérise par un canal principal, prenant naissance à partir d’El Goug jusqu’au chott Merouane, et des drains secondaires dans les palmeraies. Mais actuellement, ce réseau connaît divers problèmes et n’arrive pas à accomplir la mission qui lui est dévolue.

Le sol de la vallée de l’Oued Righ est squelettique et est dominé par du sable, très pauvre en matière organique, avec une salinité importante à cause des matériaux d’origine, l’eau d’irrigation et la remontée de la nappe phréatique, qui avec l’augmentation de la salinité,

provoque l'hydromorphie du sol. Le gypse est important, pouvant se trouver sous forme d'encroûtements, avec un taux de calcaire faible.

La surface agricole est importante, mais il y a aussi des superficies abandonnées et non utilisées. La mise en valeur est la seule solution idéale pour résoudre les problèmes posés au sol et à l'irrigation, développer l'agriculture saharienne, améliorer et augmenter la production, en pratiquant certains travaux, tels que :

- La récupération des sols salés qui constituent un travail plus long et difficile par l'élimination des sels en excès (lixiviation), et la suppression de la ressource de sodium.
- L'utilisation des plantes résistantes à la salinité.
- L'augmentation de la fertilité du sol par les amendements et les apports de MO, pouvant stabiliser la structure et enrichir le complexe adsorbant.
- Il faut faire un labour de défoncement.
- Ratissage des sels en surface.
- Il faut faire un sous-solage pour briser les encroûtements et les couches imperméables.
- Il faut éliminer l'excès d'eau et des sels par un drainage efficace et contrôler par des travaux d'entretien, comme : la destruction de la végétation et le curage. La profondeur choisie pour un drain est en fonction de la nature du sol et des cultures (selon l'enracinement) et l'écartement entre les drains est en fonction de la profondeur et la vitesse d'infiltration du sol.
- Il faut faire un nivellement de pente pour la circulation de l'eau. Renforcer le rôle des drains par la gestion de l'eau d'irrigation,
- Il faut répartir l'eau selon les saisons et la surface de l'exploitation.
- Il faut appliquer un débit de lessivage pour les sels,
- Il faut conserver la source d'eau par la réutilisation des eaux, la production des eaux douces à partir des eaux salées,

- Il faut faire un refroidissement des eaux chaudes de l'albien ou le mélange avec les eaux froides du complexe terminal.
- Il faut faire des bilans complets des travaux soit de salinité ou de fertilité.
- Il faut répartir les analyses à toute zone de la vallée de l'Oued Rgh.

L'exploitation optimale et la gestion rationnelle des ressources hydro-édaphiques nécessite l'approfondissement de recherches poussées à travers toute la région de l'Oued Righ pour mieux préciser les problèmes posés et améliorer la situation dans la région. Les résultats engendrés profiteront aux agriculteurs et à la mise en valeur agricole, dont les retombées seront positives sur la production agricole en quantité et qualité. Le présent travail n'est qu'une première étape de cette recherche et mérite d'être poursuivi.

Références bibliographiques

- 1- **A.N.R.H., 2010.** Agence National des Ressources Hydriques. Les forages : analyses et productions
- 2- **ALEM S., BAKA M., BELATTAR H., 2008.** Réponse du blé dur à la salinité et à l'auxine au stade juvénile. Colloque Biskra pp 323-331
- 3- **AMMARI MS., 1991.** Essai de fertilisation Phospho-Azoté sur une variété d'Orge dans la région de Touggourt station expérimentale « INRA » de sidi Mahdi. Mémoire Inge. Agro. I.T.A.S Ouargla. 64p
- 4- **BAIZE D., 1988.** Guide des analyses courantes en pédologie. Ed INRA Paris p 172
- 5- **BELHOCINE A., 2010.** Contribution à l'étude de la relation entre la variabilité hydro-édaphique et floristique à Oued Righ. Memo. Inge. Bio. Univ. Ouargla. 79 p
- 6- **BEN ABDELKADR F., 1991.** Contribution à l'étude de l'influence de la fertilisation phosphatée sur le processus de la fixation biologique de l'azote moléculaire par quatre variétés locales de luzerne (MEDICAGO SATIVA). Memo. Ing. Agro. I.T.A.S Ouargla p 111
- 7- **BENSEDDIK IZ., 1997.** La salinité dans les régions sahariennes .Résumés de communication nationales d'études sur l'hydraulique agricole (A.G.I.D)
- 8- **BENZAHI Y., 1994.** Contribution à l'étude de la dynamique des sels solubles dans un sol irrigue sous palmeraie Mémoire, Ing, Agr, INFS/AS, Ouargla, 111p.
- 9- **BOUHANIA R., ZEHRI S., 2005.** Appréciation de la fertilisation phosphatée à partir des phosphates naturels sur l'orge en conditions sahariennes cas de la région de Djamaa (El Oued). Memo. Ing. Agro. Univ Ouargla p 69
- 10- **CHAOUKI A., 1989.** Influence de la fertilité azotée sur la production de trois variétés de blé dur (*Triticum durum*) en condition irriguée à El Arfiane (Djamaa). Inge. Agro. Univ Ouargla p 47
- 11- **CLEMENT M., JEAN-CLAUDE C., PAUL A., 2007.** Bases techniques de l'irrigation par aspersion. Ed Lavoisier, Paris p 474
- 12- **DADDI BOUHOUN M., OULED EL HADJ M D., et BRINIS L., SAKER M L., 2008.** Effets du stress mécanique de la croute gypseuse sur l'enracinement du palmier dattier (DAGLET NOUR) dans la cuvette d'Ouargla (Sahara septentrional est Algérien). colloque Biskra pp 205-210
- 13- **DERDOUR S., 2006.** Contribution à l'étude du comportement de trois espèces condimentaires dans la région d'Oued Righ. Mémé. Inge. Agro. Univ Ouargla p 54

- 14- **DUBOST D., 1980.** Contribution à l'amélioration de l'utilisation agricole des eaux chaudes du continental intercalaire (albien) dans la cuvette du bas-Sahara Algérien. INRA Touggourt PP 7-15
- 15- **DUBOST D., 1991.** Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis Algérienne. Thèse Doc. Univ Ouargla p 547
- 16- **DUCHAUFOR P., 1968.** L'évolution des sols ; essai sur la dynamique des profils. Ed Masson et Cie Paris p 91
- 17- **DUCHAUFOR P., 1977.** Pédogénèse et classification. Ed Masson Paris p 477
- 18- **DUCHAUFOR P., 2001.** Introduction à la science du sol. Ed Dunod Paris p 331
- 19- **DURAND JH., 1959.** Les sols rouges et les croutes en Algérie. Ed Banlieue Alger p 188
- 20- **GUEZZOUN O., 2009.** Contribution à l'étude spatiale du phénomène de la remontée de la nappe phréatique : problème posé et conséquences sur l'écosystème oasien à Touggourt. Memo. Inge. Bio. Univ. Ouargla. 108 p
- 21- **HAFODA L., 2005.** Caractérisation et quantification de la salinité du sol et de la nappe dans la vallée de l'oued Righ. Thèse. MG. Agro. Univ Ouargla. P127
- 22- **HATHAT., 1990.** Contribution à l'étude hydrogéologique de la région de Djamaa. Memo. Inge. Hyd. Iniv. HOUARI BOMMEDIENE. 95 p
- 23- **I.N.R.A, 2010.** Institut National de la Recherche Agronomique. Journées nationales d'études sur l'hydraulique agricole
- 24- **I.T.D.A.S., 2004.** Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne. El Arfiane (Djamaa).
- 25- **I.T.D.A.S., 2007.** Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne. El Arfiane (Djamaa).
- 26- **IZRI A., 2010.** Contribution à l'étude de la relation sol-végétation des sols gypseux dans la rive gauche de l'oued Righ (cas de la région de M'rara). Mémé. Inge. Eco. Uni Ouargla p 56
- 27- **KHADRAOUI A., 2006.** Eaux et sols en Algérie gestion et impact sur l'environnement. p 392
- 28- **KHADRAOUI A., 2007.** Sols et hydrauliques agricole dans les oasis algériennes. Algérie 323 p
- 29- **KHADRAOUI A., TALEB S. 2008.** Qualité des eaux dans le sud algérien, potabilité, pollution et impact sur le milieu. Ed Khyam Algérie 367 p
- 30- **MEDJBER R., 2011.** Exploitations de la ressource hydrique dans la vallée d'Oued Righ. Séminaire International sur les ressources en eau au Sahara Ouargla pp 117-124

- 31- **MERROUCHI L., ACHOUR AF., ABABSAS F., FANTAZI K., FERROUKHI SA., 1999.** la vallée d'Oued Righ : une problématique, une approche, une tentative de diagnostic. Actes INRA Touggourt pp91-99
- 32- **O.N.M., 2009.** Office National Météorologique. Données climatiques d'Oued Righ 2000-2009.
- 33- **OMEIRI N., 2008.** Gestion intégrée de la fertilité d'un sol salé au sein d'un Agro-écosystème oasien : cas de la palmeraie du KSAR d'Ouargla. Thèse. MG. Agro. Univ Ouargla p 208
- 34- **POUSSET J., 2002.** engrais verts et fertilité des sols. Ed Agridécisions Paris p 303
- 35- **S.H.D, 2010.** Subdivision Hydraulique Djamâa : Etat de la production mensuelle d'eau souterraine
- 36- **S.H.D., 2008.** Subdivision Hydraulique Djamaa ; mission II/B : Cartes piézométrique et analyses chimiques.
- 37- **S.H.D., 2008.** Subdivision Hydraulique Djamaa ; mission II/B : Investigation, essais de pompage et bilan d'eau.
- 38- **SAIGHI O., HELAL F., OURIHANE D., BENZAOUI A., 2004.** La nappe de l'Albien et les problèmes technique poses par son exploitation à Touggourt. Colloque International « Terre et eau » Revue annuelle numéro 2006 Annaba pp 203-205
- 39- **SAKER M L., DADDI BOUHOUN M., OULED EL HADJ M D., et BRINIS L., 2001.** Effets de la gestion de l'irrigation-drainage sur l'engorgement des sols à oued Righ (sud est Algérien). Séminaire International sur les ressources en eau au Sahara Ouargla pp149-150
- 40- **SANAA A., 1991.** Influence du phosphore sur les propriétés chimique d'un sol salé dans l'exploitation de l'ITAS OUERGLA. Mémo. Inge. Agro. Univ. Ouargla. 55 p
- 41- **SOLTNER D., 2003.** Les bases de la production, tome 1 ; la plante. Ed S.T.A., p 304
- 42- **TEDJINI A., 1989.** Essai de comportement de cinq variétés d'Avoine en vert Avena sativa prévision-rouge 31 –Gueima-4-caravelle et noire 921 dans la région de Touggourt station expérimentale I.N.R.A de Sidi Mahdi. Mémoire Inge. Agro. I.T.A.S Ouargla. 77p
- 43- **VIENNOT-BOURGIN G., 1959.** Rapport du sol et de la végétation France 179 p
- 44- **ZEGHIB M., 2010.** Contribution à l'étude de la biomasse microbienne des sols gypseux dans la rive gauche de l'oued Righ (cas de la région de M'rara). Mémé. Inge. Eco. Univ Ouargla p

Références électronique

- 45- **BESSAOUD O., 1999.** L'Algérie agricole : de la construction du territoire à l'impossible émergence de la paysannerie. www.crasc-dz.org

- 46- **Envirobf., 2011.** Situation des ressources en eau dans le monde et en Afrique. 16e Colloque international en évaluation environnementale L'Afrique. **www.envirobf. Org.**
- 47- **KETTAB A., 2001.** Les ressources en eau en Algérie: stratégies, enjeux et vision. KETTAB@netcourrier.com
- 48- **KOULL N., 2006.** Effets de la matière organique sur les propriétés physique et chimique des sols sableux de la région d'Ouargla. Memo. Mag. Univ. Ouargla. webmaster@memoireonline.com
- 49- **NEDJRAOUI D., 2001.** Profil fourrager. www.fao.org
- 50- **Wikipédia., 2011.** Ressource hydrique. **fr. Wikipédia. Org**
- 51- **ZENKHRI S., 2008.** L'agriculture saharienne ; Situation actuelle et perspectives de développement www.zenkhri.1fr1.net

Annexe 4

Tableau I. Échelle d'interprétation du pH du sol de l'extrait 1/5

pH	Classes de sol
5 à 5.5	Très acide
5.5 à 5.9	Acide
6 à 6.5	Légèrement acide
6.6 à 7.2	Neutre
7.3 à 8	Alcalin
>8	Très alcalin

Source: (SOLTANER, 1989 In BELHOCINE, 2010)

Tableau II. Échelle de la salinité du sol en fonction de la conductivité électrique de l'extrait (1/5)

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

Source: (AUBERT, 1978 In BELHOCINE, 2010)

Tableau III. Échelle de la classification des eaux en fonction de le R.s (g/l)

Résidus secs g/l	Différents types des eaux
<0.25	Eau non salé
0.25<RS<0.75	Eau à salinité moyenne
0.75<RS<2.25	Eau à forte salinité
2.25<RS<5	Eau à très forte salinité
>5	Eau à salinité excessive

Source: (DURAND, 1958 In GUEZZOUN, 2009)

Échelle de la classification des eaux en fonction de SAR

SAR : rapport de sodium adsorbé

0<SAR<10 : eau faible en sodium

10<SAR<18 : eau moyenne en sodium

18<SAR<26 : eau riche en sodium

SAR>26 : eau très riche en sodium

Source : (CLEMENT et al, 2007)

Les classes des eaux (CLEMENT et al, 2007)

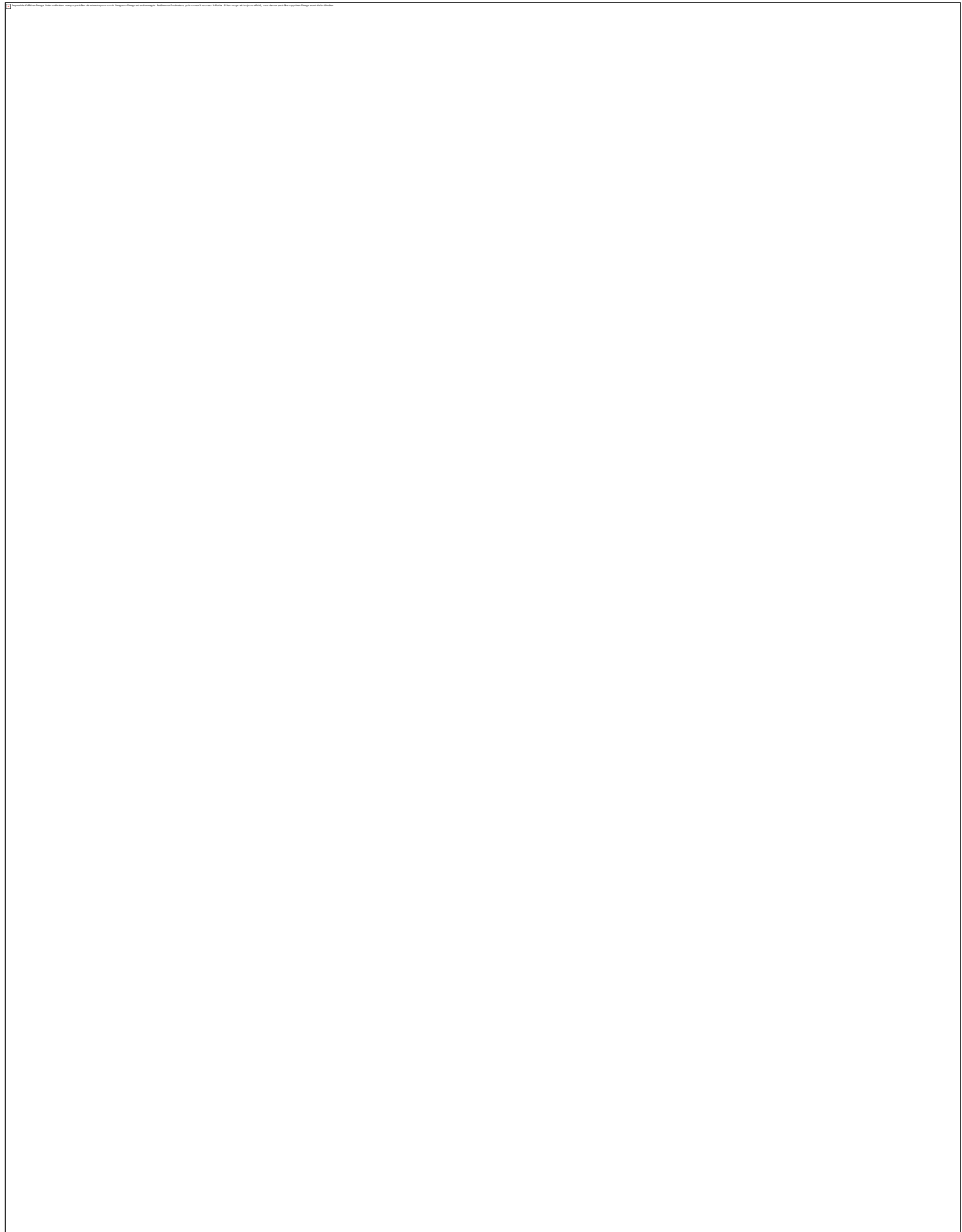


Tableau IV. Calcaire total (BAIZE, 1988)

CaCO ₃ (%)	Sol
<1	non calcaire
1 à 5	peu calcaire
5 à 25	modérément calcaire
25 à 50	fortement calcaire
50 à 80	très calcaire
>80	excessivement calcaire

Tableau V. Gypse dans le sol (BERZENJI, 1973 In GUEZZOUN, 2009)

Gypse (%)	Nom de classe
<0,3	Non gypseux
0,3 à 10	Légèrement gypseux
10 à 25	Modérément gypseux (les croissances des racines est limité)
25 à 50	Extrêmement gypseux (la croissance des racines est inhibée n'est pas convenable pour l'agriculture irriguée)

Tableau VI. Classe de la matière organique (MOROND, 2001 In GUEZZOUN, 2009)

MO (%)	Caractérisation
0,5<MO<1	Très faible
1<MO<2	Faible
2<MO<3	Moyen
3<MO<5	Riche
5<MO	Très riche

Tableau VII. Échelle de pH des eaux phréatiques

pH eau	sols
6.75<pH<7.25	neutre
7.75<PH<8.25	Alcalin
>8.5	Très alcalin

Source : (GAUCHER, 1968 In GUEZZOUN, 2009)

Tableau IX. Conductivité électrique des eaux d'irrigation (CLEMENT et al 2007)

Conductivité électrique (CE dS/m)	Non de classe
0 à 0,25	Eau faiblement salée
0,25 à 0,75	Eau moyennement salée
0,75 à 2,25	Eau moyennement à fortement salée
2,25 à 4	Eau fortement salée
4 à 6	Eau très fortement salée

Tableau X. SAR et degré d'alcalinité des sols (SERVANT in BENZAHY, 1994)

SAR	Alcalinisation
$SAR < 4$	Pas d'alcalinisation
$4 < SAR < 8$	Faible
$8 < SAR < 12$	Alcalinisation moyen
$12 < SAR < 18$	Alcalinisation forte
$SAR > 18$	Alcalinisation très forte

Résumé

Contribution à l'étude des ressources Hydro-Edaphique à Oued Righ

Dans la région de l'Oued Righ, comme partout en Algérie, le développement durable d'une région repose essentiellement sur la bonne maîtrise des ressources en eau et en sol.

Notre étude a pour objectif de constituer une banque de données sur les ressources en eau et en sol sur les plans quantitatif et qualitatif. Tout cela en vue d'apprécier efficacement la mise en valeur agricole dans la région.

A travers les résultats obtenus dans les zones de l'Oued Righ : le Bas, le Moyen et le Haut. Il semble que les zones de l'Oued Righ sont bien pourvues en eau souterraine (CT, CI). Ces eaux sont caractérisées par des salinités élevées et de fortes températures, et des eaux de nappes phréatiques excessivement salées, provoquant l'hydromorphie des sols avec l'augmentation de leur salinité. La région de l'Oued Righ se distingue par de grandes superficies agricoles, des sols pauvres en MO, salés, avec des accumulations gypso-calcaires.

Mots clés : ressources hydro-édaphique, Oued Righ, potentialité et qualité.

Abstract

Contribution to the study Hydro-Edaphic at Oued Righ

In the region of Oued Righ, as everywhere in Algeria, the sustainable development of a region depends essentially on the good control of water resources and soil. Our study aims to establish a database on water resources and soil both quantitatively and qualitatively. All this in order to effect assess the agricultural development in the region. Through the results obtained in zones of Oued Righ: Lower, Middle and High. It seems that the zones of Oued Righ are well endowed with groundwater (CT, CI). These waters are characterized by high salinity and high temperatures, and water excessively salty ground water, causing waterlogging of soils with increasing salinity. Region of the Oued Righ is known by large agricultural areas, poor soil OM, Salted, with accumulations gypsum and limestone.

Keywords: Hydro-edaphic resources, Oued Righ, quantity and quality.

في منطقة واد ريغ، كما في كل مكان في الجزائر، التنمية المستدامة للمنطقة تعتمد أساسا على مراقبة جيدة لموارد المياه والتربة. دراستنا تهدف إلى إنشاء قاعدة بيانات عن الموارد المائية والتربة من الناحيتين الكمية والنوعية. كل هذا من أجل تقييم فعالية التنمية الزراعية في المنطقة. من خلال النتائج التي تم الحصول عليها في مناطق واد ريغ: المنخفضة المتوسطة و المرتفعة، يبدو أن هذه المناطق مزودة بالمياه الجوفية (مجمع المحطة الطرفية القارية البيئية). تتميز هذه المياه بملوحة عالية و درجة حرارة مرتفعة، ، والمياه الجوفية مالحة بشكل مفرط، مما تسبب في تشبع التربة بالمياه وزيادة ملوحتها. يعرف إقليم واد ريغ بمساحة زراعية كبيرة، فقيرة من المواد العضوية، مالحة مع تراكبات الجبس و الحجر الجيري. كلمات الدالة: الموارد المائية-التربوية، واد ريغ، كمية ونوعية.