

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la

Recherche Scientifique



UNIVERSITE ECHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL-OUED



FACULTE DE TECHNOLOGIE

Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : sciences et technologie

Filière : hydraulique

Spécialité : OUVRAGE HYDRAULIQUE

Thème

**CONTRIBUTION A L'ETUDE MORPHOLOGIQUE ET
DEGRADATION DU CANAL OUED RIGH PARTI NORD**

Présenté par : Benferhat Akram Abdelatif

Benamor Khaled

Devant le jury composé de :

Mr RIGUET FERHAT

Examineur

Mr ASSIA MEZIANI

Examineur

Mr SAYAH LEMBAREK MOHAMMED

Encadreur

Promotion : septembre 2020

Année Universitaire : 2019/2020

Résumé

Notre étude, s'oriente sur l'objectif et l'impact du canal collecteur de l'Oued Righ qui s'étend le long de 131 kilomètres du Sud vers le Nord et se termine à Chott Merouane. Notons que les deux tiers du canal ont été achevés par l'État et le tiers restant est le cours naturel de l'Oued Khrouf. Donc son impact a une grande conséquence sur le niveau d'eau dans la nappe phréatique, la remontée de la nappe va asphyxier le palmier dattier, en plus l'évaporation des eaux d'irrigation de forte salinité vont conduire à la salinisation des sols. Dans un souci d'étude physico-chimique du canal, nous avons choisi cinq stations de la partie nord du canal qui représentent des points d'étude appropriés pour le calcul des propriétés physico-chimiques. Il s'agit de connaître les risques auxquels le canal est exposé et son impact sur les palmeraies, ainsi que d'avertir qu'il doit être pris en compte par les pouvoirs publics.

Mots clés : Oued Righ, Canal collecteur d'Oued Righ, les propriétés physico-chimiques, la nappe phréatique, salinisation des sols.

ملخص:

لقد تطرقنا في دراستنا هذه إلى تأثير القناة الرئيسية لوادي ريغ التي تمتد على طول 131 كيلومتراً من الجنوب إلى الشمال وتنتهي في شط مروان. علماً بأن الدولة قد أنجزت ثلثي القناة وأن الثلث المتبقي هو المسار الطبيعي لوادي خروف. لذلك فإن تأثيره له تأثير كبير على منسوب المياه الجوفية، فارتفاع منسوب المياه سيؤدي إلى اختناق نخيل التمر، بالإضافة إلى أن تبخر مياه الري ذات الملوحة العالية سيؤدي إلى تملح التربة. من أجل الدراسة الفيزيائية والكيميائية للقناة اخترنا خمس محطات في الجزء الشمالي من القناة والتي تمثل نقاط دراسة مناسبة لحساب الخواص الفيزيائية والكيميائية وهي مسألة معرفة المخاطر التي تتعرض لها تتعرض القناة وتأثيرها على بساتين النخيل، وتحذر من أن تأخذها السلطات العامة بعين الاعتبار.

الكلمات المفتاحية: القناة الرئيسية لوادي ريغ، تملح التربة، الخصائص الفيزيائية والكيميائية، المياه الجوفية.

Abstract:

Our study focuses on the objective and impact of the Oued Righ collecting canal, which stretches along 131 kilometers from South to North and ends at Chott Merouane. Note that two thirds of the canal have been completed by the State and the remaining third is the natural course of the Oued Khrouf. So, its impact has a great consequence on the water level in the water table, the rise of the water table will suffocate the date palm, in addition to the evaporation of irrigation water of high salinity will lead to the salinization of the soil. For the sake of physico-chemical study of the canal, we have chosen five stations in the northern part of the canal, which represent suitable study points for the calculation of the physico-chemical properties. It is a question of knowing the risks to which the canal are exposed, and its impact on palm groves, as well as warn that it must be taken into account by public authorities.

Keywords: Oued Righ, Oued Righ collecting channel, physicochemical properties, water table, soil salinization.

Dédicace

À

Nos parents

*Pour les sacrifices déployés à nos égards ; pour leur
patience*

Leur amour et leur confiance en nous

Ils ont tout fait pour notre bonheur et notre réussite.

*Qu'ils trouvent dans ce modeste travail, le témoignage de
Notre profonde affection et de notre attachement
indéfectible.*

*Nulle dédicace ne puisse exprimer ce que nous leur devons
Que dieu leur réserve la bonne santé et une longue vie.*

À

Nos amis

*En témoignage de nos sincères reconnaissances pour les
efforts*

*Qu'ils ont consentis pour nous soutenir au cours de nos
études.*

Que dieu nous garde toujours unis

À

Toute personne qui nous a aidé à faire notre projet.

Remerciements

Au terme de la rédaction de ce mémoire, nous tenons à remercier notre encadreur « Mr SAYAH

LEMBAREK MOHAMMED »

À pour leurs précieux conseils et leur aide durant toute la période du travail.

Nos remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Table des matières

Résumé.....	I
Dédicace	II
Remerciements	III
Table des matières	IV
Liste des tableaux.....	VII
Table des figures	VIII
Table des photos.....	IX
Introduction générale	2
Chapitre I : Présentation de la zone d'étude.....	5
I.1. INTRODUCTION :	5
I.2. Situation géographique de la zone d'étude.	5
I.3. Climatologie	9
I.3.1. Etude des paramètres climatiques	9
I.3.2. Synthèse climatique	14
I.4. Géologie et géomorphologie de la région	16
I.4.1. Géomorphologie de la vallée de l'Oued Righ	16
I.4.2. Géologie de l'Oued Righ	16
I.5. Hydrogéologie de la région de l'Oued Righ	16
I.5.1. Continental Intercalaire (CI)	16
I.5.2. Complexe Terminal (CT)	17
I.5.3. La nappe phréatique	17
I.6. Topographie	18
I.7. Pédologie de la région de l'Oued Righ	18

I.8. Conclusion	19
Chapitre II : Généralité sur les canaux en terre.....	21
II.1. Introduction	21
II.2. Etude historique du canal d'Oued Righ :	21
II.2.1. Réalisation du canal pendant la colonisation :	21
II.2.2. Réalisation du canal après l'indépendance :	22
II.2.3. Avantages et inconvénients des canaux en terre	24
II.3. Les problèmes qui affectent le canal :	25
II.3.1. Divers problèmes posés par les canaux	25
II.4. Les travaux d'aménagement du canal Pour les travaux exécutent de la 1ere phase de l'Oued Righ.....	30
II.4.1. Les travaux ont participé comme	30
II.4.2. Les levés Topographique	30
II.4.3. Exécution des terrassements :	30
II.5. Construction des ouvrages	32
II.5.1. Passage busés avec renforcement	33
II.5.2. Déversoir de mesure avec chute	33
II.5.3. Passage busé sous la route nationale d'El-Oued :	34
II.6. Historique de l'irrigation de la région	34
II.7. Le rejet des eaux usées, drainage et les problèmes d'environnement	35
II.8. Conclusion	36
Chapitre III : Matériels et methode &resultats et discussion	38
III.1. Introduction :	38
III.2. Choix de la région d'étude :	38
III.3. Présentation des stations d'étude :	38
III.3.1. Sidi amrane :	38

III.3.2. Z. riab :	39
III.3.3. Tendla :	40
III.3.4. Boufeggoussa :	41
III.4. Matériels d'étude	42
III.4.1. Sur le terrain	42
III.4.2. Sur le laboratoire	42
III.5. Méthode de travail :	44
III.5.1. Etude du sol :	44
III.5.2. Au niveau du laboratoire :	44
III.5.3. Méthodes de prélèvements du sol :	44
III.5.4. Mesures chimiques et physico-chimiques ph et conductivité élec.....	45
III.5.5. Résidu sec (R s) :	45
III.5.6. Calcaire total :	45
III.5.7. Matière organique :	46
III.5.8. Bilan ionique	46
III.6. Résultats et discussion :	46
III.6.1. Paramètres physiques des sols	46
III.6.2. Paramètres chimiques des sols :	51
III.7. Conclusion :	55
Chapitre IV : Dégradation du canal d'Oued Righ	57
IV.1. Introduction :	57
IV.2. La dégradation du canal d'Oued Righ	57
IV.3. Principales des causes :	58
IV.3.1. Mauvaise gestion des eaux d'ensemble des forages exploités destinés.....	58
IV.3.2. La pollution :	59
IV.3.3. Dégradation des sols :	59

IV.3.4. Salinisation :	59
IV.3.5. Mesures de la salinité :	61
IV.3.6. État du canal est I excès des eaux :	62
IV.3.7. Les rejets des eaux usées :	62
IV.4. Les différents problèmes du canal	63
IV.4.1. Les problèmes rencontrés par le réseau :	65
IV.4.2. Palmeraies	65
IV.5. L'aménagement des ouvrages annexes du canal Oued Righ :	66
IV.5.1. Aménagement des points de rejets des eaux de drainage	66
IV.5.2. Aménagement des passages buses	67
IV.5.3. L'entretien :	67
IV.6. Conclusion :	69
Conclusion Générale	71
Bibliographie	73

Liste des tableaux

Tableau I-1 Températures moyennes interannuelle en (°C), Période (2008-2017). (O.N.M)	9
Tableau I-2 Précipitations moyennes mensuelles en (mm), Période (2008-2017). (Ministère des travaux publics et des transports)	9
Tableau I-3 Les vitesses du vent moyenne interannuelles (m/s), Période (2008-2017). (O.N.M)	10
Tableau I-4 Evaporation moyennes interannuelles (mm) Période (2008-2017). (O.N.M)	11
Tableau I-5 Humidité moyenne interannuelle (%) Période (2008-2017). (O.N.M)	12
Tableau I-6 Durée d'insolation moyenne interannuelle en (h), (O.N.M)	13

Tableau II-1 représenté les coordonnées des stations	24
Tableau III-1 Variations du pH des eaux des stations d'études	46
Tableau III-2 Variations du CE des eaux des stations d'étude	47
Tableau III-3 Variations des concentrations en sodium des stations d'étudiés	51
Tableau III-4 Variations des concentrations en calcium des stations étudiés	52
Tableau III-5 Variations des concentrations les magnésiums des stations étudiés.....	53
Tableau III-6 représenté la variation des concentrations de Sulfate de stations étudiées .	54

Table des figures

Figure I-1 Situation géographique de l'Oued Righ. (TESCO-VIZITERV, 1989).....	8
Figure I-2 Répartition des pluies moyennes mensuelles (mm)	10
Figure I-3 Répartition des vitesses des vents moyens mensuels du vent (m/s)	11
Figure I-4 Répartition évaporation moyennes mensuelle du vent (mm).....	12
Figure I-5 Répartition de l'humidité moyenne mensuelle (%)	13
Figure I-6 Répartition de la durée d'insolation moyenne mensuelle (h)	14
Figure I-7 Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de d'Oued Righ (2008/2017)	14
Figure I-8 Position de la région de Touggourt dans le climagramme d'EMBERGER (2008/2017)	15
Figure III-1 Variation du pH des eaux des stations d'étude	47
Figure III-2 Variation du CE des eaux des stations d'étude	48
Figure III-3 Représentation des résultats d'une analyse granulométrique de station sidi amrane	49
Figure III-4 Représentation des résultats d'une analyse granulométrique de station z. riab	49
Figure III-5 Représentation des résultats d'une analyse granulométrique de station tinedla amont	50
Figure III-6 Représentation des résultats d'une analyse granulométrique de station tinedla aval	50
Figure III-7 Représentation des résultats d'une analyse granulométrique de station boufeggoussa	51

Figure III-8 Variations des concentrations en sodium des stations d'étudiés.....	52
Figure III-9 Variations des concentrations en calcium des stations étudiés.....	53
Figure III-10 Variations des concentrations les magnésiums des stations étudiés.....	54
Figure III-11 Variation des concentrations de Sulfate des stations étudiés.....	55
Figure IV-1 L'obstruction de l'écoulement par les drains reliés au canal	66
Figure IV-2 L'angle de réduction à l'entrée des passages buses	67

Table des photos

Photo I-1 Canal Oued Righ.....	6
Photo I-2 Image satellite du canal Oued Righ. (Google Earth, 2007)	7
Photo II-1 Canal principal d'Oued Righ dans la région nord	23
Photo II-2 Le rejet des eaux usées	35
Photo III-1 canal principal du station S. amrane	39
Photo III-2 canal principal du station Z. riab	39
Photo III-3 canal principal du station Tendla Amont.....	40
Photo III-4 canal principal du station Tendla Aval	41
Photo III-5 canal principal de la station boufeggoussa	41
Photo III-6 une étuve	43
Photo III-7 Une balance numérique	43
Photo III-8 Un spectrophotomètre à flamme.....	43
Photo III-9 station tendla aval	44
Photo III-10 Agiter et filtrer les échantillons	45
Photo IV-1 dégradation du canal région Boufeggoussa	58
Photo IV-2 point de rejet des eaux sur le canal (station Z. riab)	63
Photo IV-3 Les roseaux sont situés sur les deux rives.....	64
Photo IV-4 Affouillement d'une berge du canal au niveau de la zone (Tindla- Boufeggoussa)	65
Photo IV-5 L'entretien des berges du canal - station sidi amrane	68

Introduction générale

Introduction générale

La vallée d'oued righ est se groupe de 50 oasis, située dans la région sud-est d'Algérie, les réseaux de drainage agricole dans la région couvrent environ 20000 hectares de palmeraies et tous ces réseaux débutent dans le canal principal de la vallée, ce dernier s'étend le long de 130 kilomètres du sud vers le nord et se termine chott marwan, noter que les deux tiers du canal a été achevé par l'état et le tiers restant est le cours nature du oued khrouf.

Les réseaux de drainage agricole chargé de maintenir le niveau de la nappe phréatique à une valeur optimal pour les palmiers dattiers dont le canal principal est l'artère principale de ces réseaux et sa situation va affecter positivement ou négativement sur l'efficacité des réseaux de drainages et de la région dans son ensemble.

La région a connu ces dernières années, une remarquable développement du secteur agricole, ce qui a conduit à une augmentation des flux de l'eau d'irrigation en particulier avec l'exploitation de la nappe d'eau Albien, et la nouvelle expansion de la grande mise en valeur des terres a conduit à l'expansion des réseaux de drainage agricole, qui permet d'accroître la quantité d'eau versé vers le canal principal. Comme le canal principal d'Oued Righ est le principal transport des eaux usées dans la région, donc son impact a une grande conséquence sur le niveau d'eau dans la nappe phréatique. La remontée de la nappe va asphyxier le système racinaire de palmier dattier, à cause d'un manque d'aération, en plus de cela, nous savons que l'eau d'irrigation à forte salinité avec la hausse évaporation de l'eau vont créer des sels sur la surface du sol et conduire à la salinisation des sols qui est négative pour l'agriculture.

Dans ces dernières années le canal principal de Oued Righ a subit des problèmes de dégradation qui ce réagir sur la bonne fonctionnement du canal et cette état va réagir aussi automatiquement sur les autres paramètres de la région tels que le niveaux de la nappe phréatique et salinité du sol et le réseau de drainage. et le rendement des palmiers dattiers et d'autres cultures. Pour mieux comprendre la situation et que va se passer en cour d'une dégradation de canal et l'impact de cette dernière sur la région nous avons étudier les déférentes niveaux de degré dégradation par des scénarios supposer et la conséquence provoquer.

Dans cette région, il n'y a pas de rivières ou d'autres ruisseaux et pour cette raison le canal est sous pression de la nature sablonneuse du sol de la région, de sa forte teneur en sel et de sa forte pente dans certaines parties du canal collecteur, il se produit un phénomène de destruction et d'érosion sur les rives, ce qui pose d'autres problèmes de fermeture.

Afin d'étudier le sol de la région d'oued righ, nous avons calculé les paramètres physico-chimiques :

- Paramètres physiques (PH, conductivité, Granulométrie)
- Paramètres chimiques (sodium, magnésium, sulfate, calcium ...)

Pour aboutir à ce résultat, nous entamons notre étude par les étapes :

- ✓ Introduction générale.
- ✓ CHAPITRE I : Présentation de la zone d'étude
- ✓ CHAPITRE II : Généralité sur les canaux en terre
- ✓ CHAPITRE III : Matériels et méthode et résultats et discussion
- ✓ CHAPITRE IV : Dégradation du canal d'Oued Righ
- ✓ Conclusion générale.

Chapitre I :
Présentation de la zone d'étude

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I.1. INTRODUCTION :

La région dite « Oued-Righ » dans le Sahara algérien septentrional, est connue par le développement considérable de ses oasis qui produisent des dattes bonnes qualité. Ces oasis sont alignées du Nord au Sud, en partant de l'importante Oasis d'Ourir jusqu'à celle de Témacine, sur une longueur de 150 Km environ. La largeur de la zone varie entre 20 et 30 Km. La culture du palmier dattier dans cette région était pratiquée par la population locale bien avant l'arrivée des Français en Algérie, et grâce aux efforts de la population l'Oued-Righ est devenu la principale région productrice et exportatrice des dattes d'Algérie.

L'essor de la culture de la datte dans cette région est dû non seulement aux efforts de la population, mais surtout aux conditions climatiques particulières, aux caractéristiques favorables du sol et à l'existence des nappes souterraines importantes.

Géographiquement parlant, l'Oued-Righ n'est pas un court d'eau, mais en le survolant, on se rend compte que cette dénomination correspond à une réalité. Le tracé de l'Oued est marqué par l'échelonnement de petits « Chotts » exécutoires des eaux. Le grand canal Oued Righ relie ces petits chotts et sert à l'évacuation vers le grand chott Merrouane des eaux de drainage et des eaux usées des oasis le long de la vallée.

I.2. Situation géographique de la zone d'étude.

Notre région se situe au SUD-EST de l'Algérie, plus précisément au Nord-Est Du Sahara sur la limite Nord du Grand Erg Oriental, et la bordure Sud du massif des Aurès (Castany G., 1980), elle commence au Sud par le village d'El Goug (Touggourt) et se termine sur une distance de 150 km plus au Nord vers le village d'Oum-Thiours (100 km de la wilaya de Biskra), la largeur de la zone varie entre 20 et 30 km.

Elle s'étend sur un axe Sud- Nord entre les latitudes 32°54' à 39°9' **Nord**, et longitudes 05°50', 05°75' **Est** (Castany G., 1967) Administrativement la vallée d'Oued Righ fait partie de deux wilaya : (Ouargla et Oued Souf) ; passant par six daïras, du Sud vers le Nord : Témacine, Touggourt, Sidi Slimane, Mégarine appartiennent à Ouargla, Djamaa, El Meghaier à la wilaya d'El Oued, elle est limité par :

- La wilaya de Biskra et la commune de Tolga. au Nord

- Les oasis d'Ouargla. au Sud-Ouest
- La vallée d'Oued Souf a l'est (*Naceur zineb, 2016*)

-Reliefs

La région de l'Oued Righ fait partie d'un large fossé de direction Sud Nord. Cette région est connue sous le nom de Bas Sahara, à cause de sa basse altitude, notamment dans la zone des chotts au Nord, où les altitudes sont inférieures au niveau de la mer. Les altitudes s'élèvent progressivement du Nord au Sud : Négatives à Ourir et Meghaier (entre -16 et- 10 m), elles atteignent (+ 75 m) à Touggourt et (+ 80 m à Témacine). La pente générale est très faible, elle est de l'ordre de 1‰. Cependant, le profil longitudinal de la vallée est très irrégulier : on note une succession de petits chotts communiquant entre eux par des seuils bas. Une coupe géologique transversale fait apparaître à la partie supérieure, un niveau quaternaire ancien constitué par une croûte gypso calcaire recouverte de formation dunaire Erg. (**BEKKARI NACEUR EDDINE**, 2012)



Photo I-1 Canal Oued Righ

(Photo : Benferhat; benamor 08/03/2020)

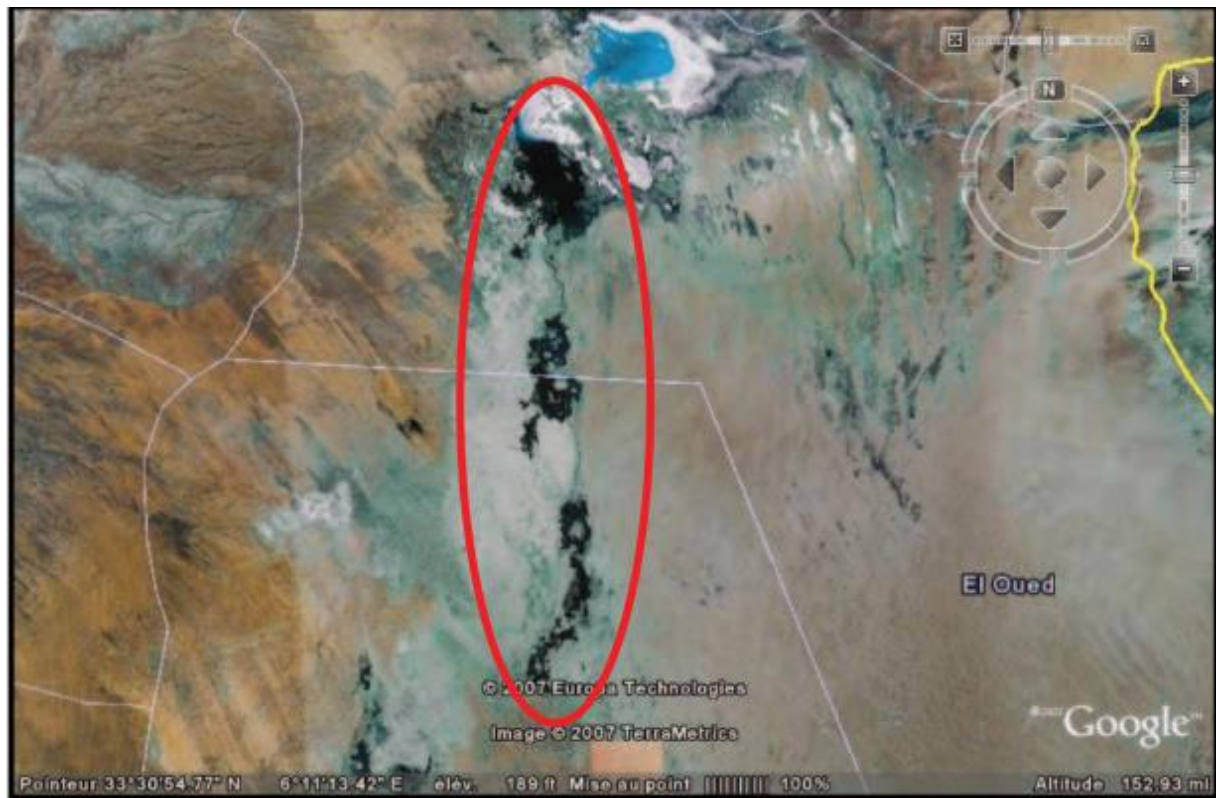


Photo I-2 Image satellite du canal Oued Righ. (Google Earth, 2007)

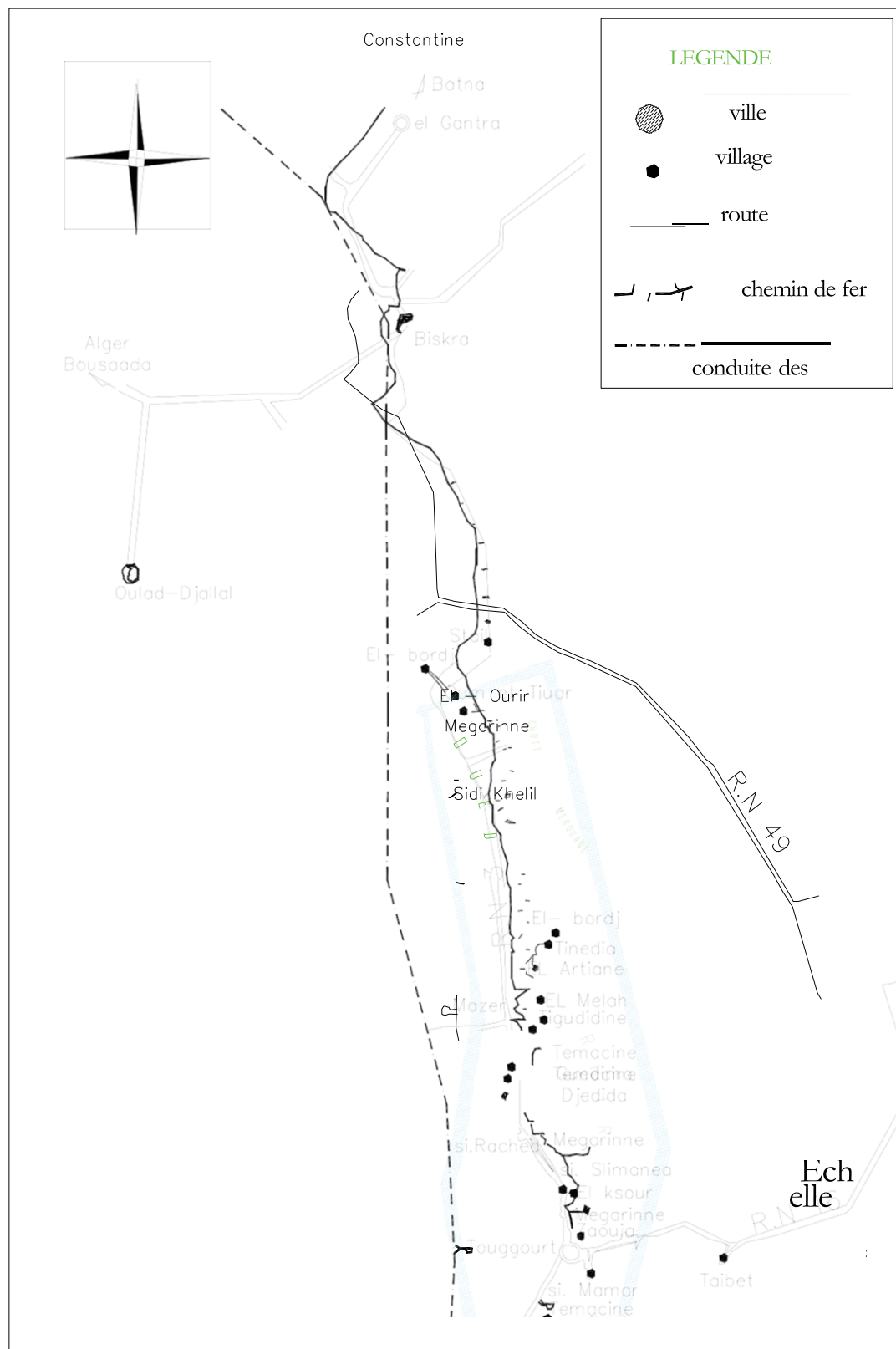


Figure I-1 Situation géographique de l'Oued Righ. (TESCO-VIZITERV, 1989).

I.3. Climatologie

Le climat de la vallée de l'Oued Righ est un climat désertique, caractérisé par des précipitations faibles et irrégulières, et par des températures accusant des amplitudes journalières et annuelles importantes et par une faible humidité de l'aire et par des vents de sable parfois très violents. Pour décrire le climat de la vallée, nous avons fait une synthèse climatique de 10 ans.

I.3.1. Etude des paramètres climatiques

→ Température

La température est soumise à des variations mensuelles importantes, que la température moyenne mensuelle maximale durant les dix ans est notée pendant le mois de juillet, avec $T_m = 42.2^{\circ}\text{C}$, alors que la température moyenne mensuelle minimale durant le mois de décembre atteint $T_m = 5.4^{\circ}\text{C}$

Mois \ T(°C)	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyenne annuelle
T.min(°C)	5.6	6.3	10.04	14.6	19.1	23.7	26.9	26.3	22.7	16.7	9.9	5.4	15.59
T.max(°C)	18.2	19.9	24.4	29.3	33.7	38.5	42.2	41.1	36.2	30.4	23.3	18.5	27.64
T.moy(°C)	11.6	13.1	17.09	21.9	28.8	31.1	34.5	33.7	29.4	23.6	16.6	11.9	22.81

Tableau I-1 Températures moyennes interannuelle en (°C), Période (2008-2017). (O.N.M)

→ Précipitation

Les valeurs de la pluviosité citées dans le (Tableau I-2) donnent une idée sur la faiblesse et l'irrégularité de la pluviosité au cours de la période considérée (10 ans), le cumul annuel est de 60.62mm.

Mois	jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sept	Oct	Nvm	Déc	Moye
Précipitation (mm)	11.49	5.01	6.79	9.66	1.80	0.47	0.05	1.2	6.02	3.75	6.35	3.41	4.35

Tableau I-2 Précipitations moyennes mensuelles en (mm), Période (2008-2017).
(Ministère des travaux publics et des transports)

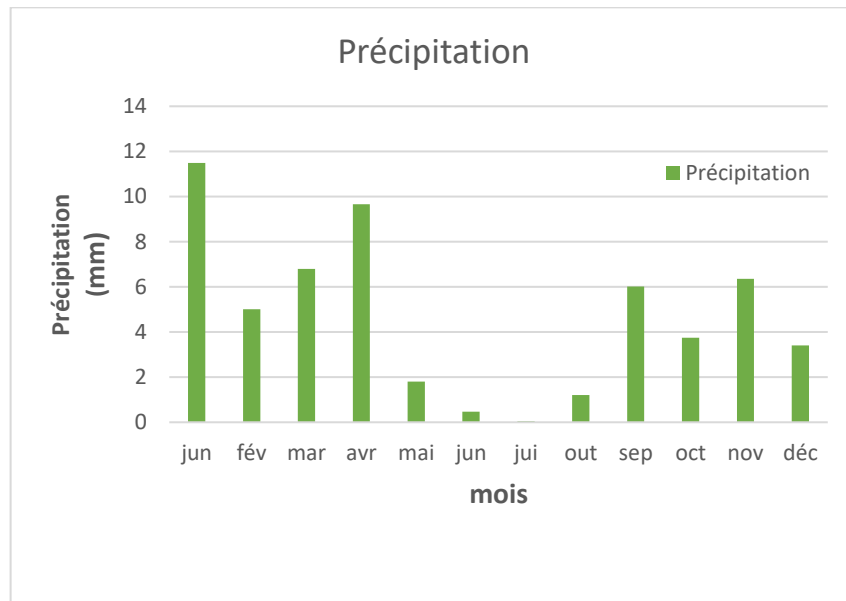


Figure I-2 Répartition des pluies moyennes mensuelles (mm)

→ Vents

D'après (Ministère des travaux publics et des transports) pour la période (2008-2017), les vents sont fréquents sur toute l'année, avec une moyenne annuelle de 9.14m/s. Le maximum de vitesse du vent annuelle est enregistré au mois de mai avec une valeur de 10.71 m/s et le minimum en mois décembre avec 7.26 m/s. ces vents soufflent suivant des directions différentes.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sép	Oct	Nov	Déc	Moyen
Vents (m/s)	8.39	9.39	9.98	10.71	10.48	9.73	9.29	9.11	9.26	7.99	8.13	7.26	9.14

Tableau I-3 Les vitesses du vent moyenne interannuelles (m/s), Période (2008-2017).
(O.N.M)

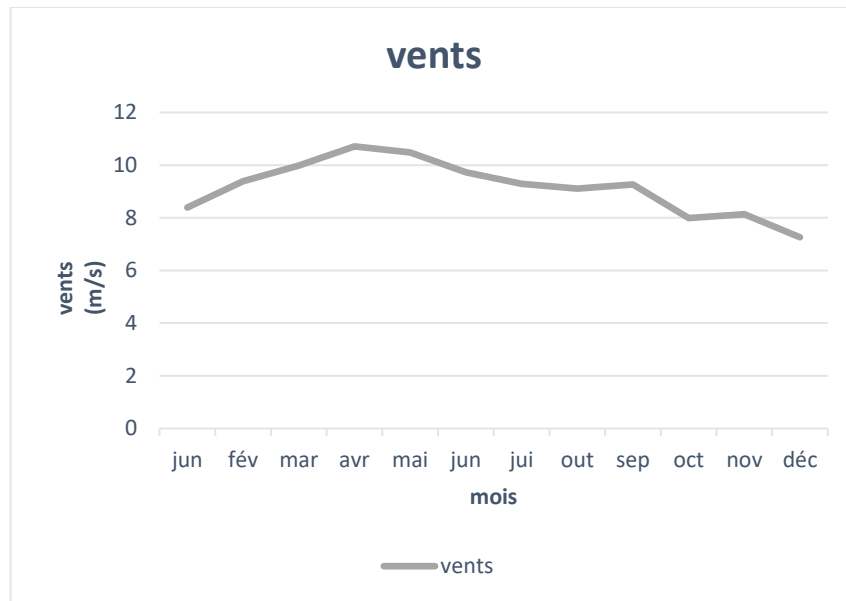


Figure I-3 Répartition des vitesses des vents moyens mensuels du vent (m/s)

→ Evaporation

L'évaporation est un phénomène physique qui augmente avec la température, la sécheresse de l'air et l'agitation de cet air. Dans le Sahara algérien l'eau évaporée annuellement serait de 3 à 5 mètres environ suivant les localités, c'est-à-dire une valeur infiniment plus forte que la quantité d'eau qui tombe sur le sol lors des pluies. Dans la région de l'Oued Righ l'évaporation est très importante, le maximum est de l'ordre de 331.1mm enregistré au mois de juillet et le minimum est marqué au mois de janvier avec 90.7mm. La moyenne annuelle de l'ordre de 232,9 mm.

mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Out	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
Eva (mm)	91	117,8	157	202	241	289	331	293	223	170	123	82	233

Tableau I-4 Evaporation moyennes interannuelles (mm) Période (2008-2017). (O.N.M)

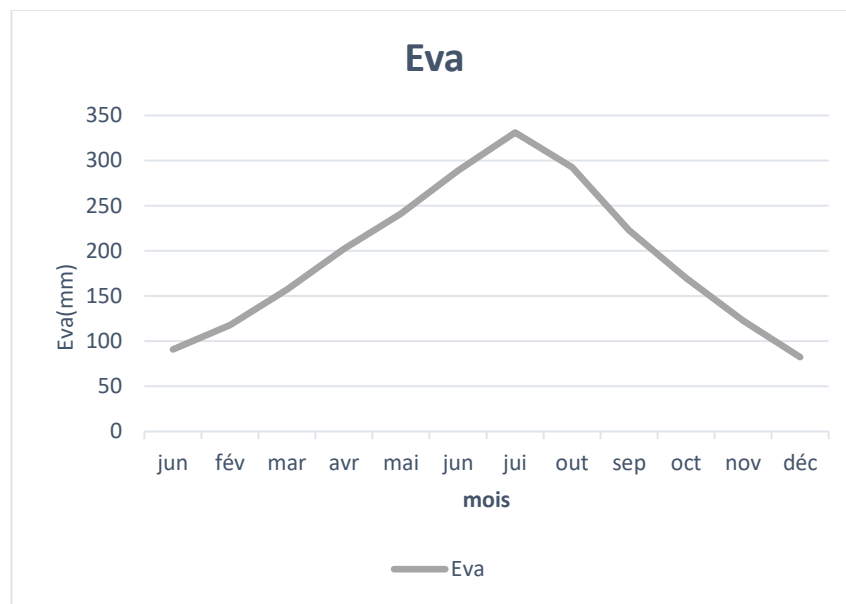


Figure I-4 Répartition évaporation moyennes mensuelle du vent (mm)

— Humidité de l'aire

Les valeurs de l'humidité relative de la région d'étude sont relativement homogènes. Les moyennes mensuelles varient entre 27.3% et 67.6%, sachant que la moyenne annuelle est de l'ordre de 47.5%. Juillet est le mois le plus sec et décembre est le mois le plus humide.

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Jun	Jui	Aou	Sép	Oct	Nov	Déc	Moyen
H.min (%)	38,7	30,5	27	23,4	21,9	19,6	17,1	19,7	26,7	29,5	34, 3	39,9	27, 3
H.max (%)	81,7	75,9	71,9	66,6	59,3	53,2	48,9	53,4	65,7	71, 3	79	84,8	67,6
H.moy (%)	60,2	53,2	49,4	45	40,6	36,4	33,6	36,5	46,2	50,4	56,6	62,3	47,5

Tableau I-5 Humidité moyenne interannuelle (%) Période (2008-2017). (O.N.M)

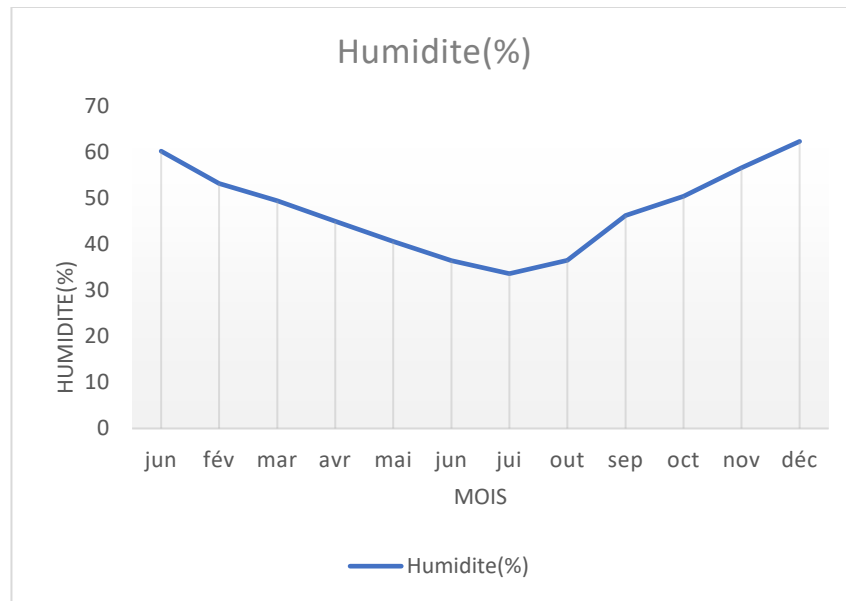


Figure I-5 Répartition de l'humidité moyenne mensuelle (%)

→ Durée de l'insolation

La durée d'insolation dépend de la période durant que le soleil pourra briller, cette insolation reste effective quand le ciel est dégagé de nuage. Dans notre zone d'étude la vallée de l'Oued right reçoit une durée d'ensoleillement relativement très forte, le maximum est atteint au mois de juillet avec une durée de 362 heures et le minimum au mois de décembre avec une durée de 235. Heures.

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Jun	Joui	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc	Moyen
Durée de l'insolation (h)	256	239	274	286	321	322	362	340	276	267	252.2	235	286

Tableau I-6 Durée d'insolation moyenne interannuelle en (h), (O.N.M)

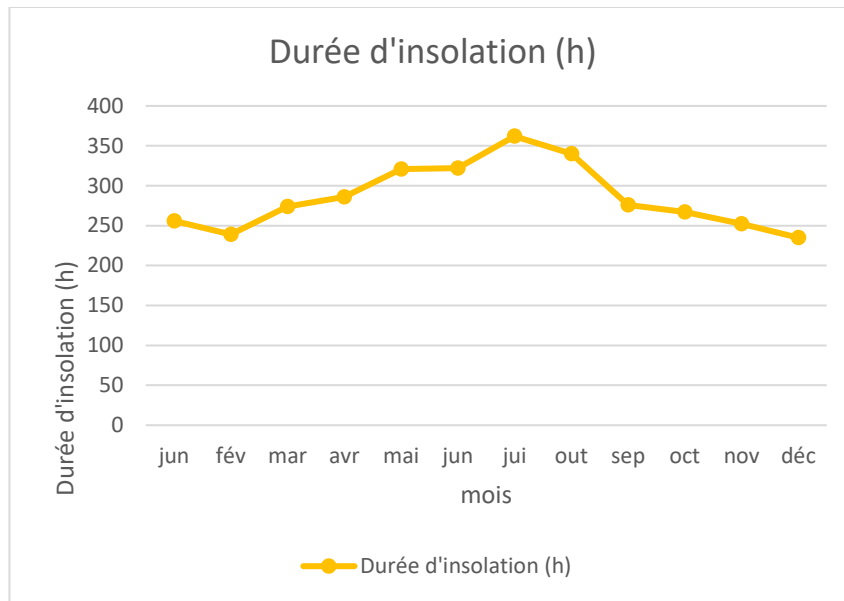


Figure I-6 Répartition de la durée d'insolation moyenne mensuelle (h)

1.3.2. Synthèse climatique

1.3.2.1. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN

Le diagramme ombrothermique de Gausсен permet de calculer la durée de la saison sèche. Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle qui sont portés sur des axes où l'échelle de la température est double de la pluviosité. Le diagramme Ombrothermique de la région d'Oued Righ indique le prolongement de la période sèche toute l'année et durant les dernières années.

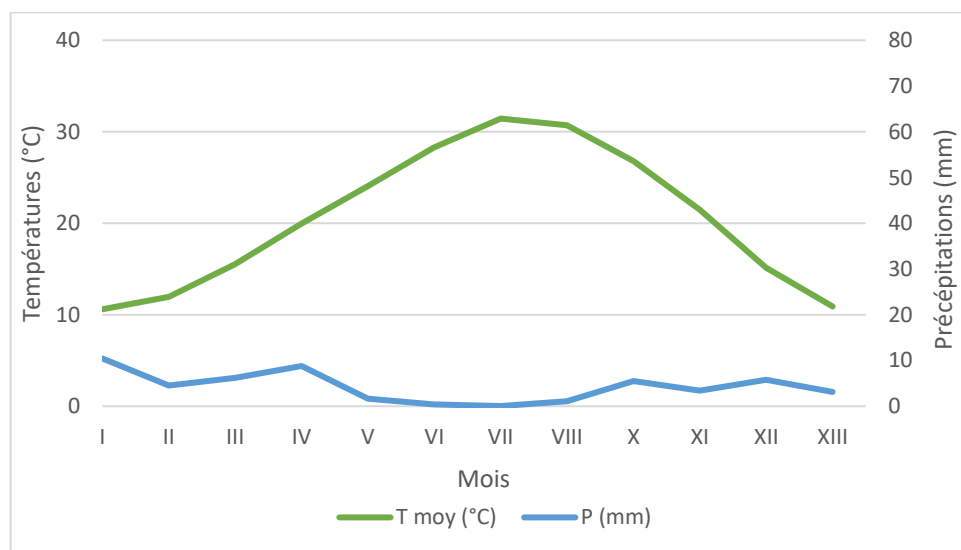


Figure I-7 Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de d'Oued Righ (2008/2017)

1.3.2.2. Climagramme pluviométrique d'EMBERGER

Les quotients pluviométriques d'Emberger (Q3) développées en 1990 sont destinés à la région méditerranéenne et tiennent compte des précipitations et des températures, ce qui permet de classer différents types de climat en fonction des températures et des précipitations récentes. Nous avons utilisé la formule établie par Stewart (1969) adaptée pour l'Algérie et le Maroc, comme suit :

$$Q3 = (3,43 \times P)/(M - m)$$

$Q3$: Quotient pluviométrique d'EMBERGER ;

P : Pluviométrie moyenne annuelle en mm ;

M : Températures moyennes des maxima du mois le plus chaud en °C ;

m : Températures moyenne des minima du mois le plus froid en °C.

Le calcul à l'aide de la formule décrite ci-dessus de $Q3$ donne une valeur égale à 5,7. Avec une $m = 5,4^{\circ}\text{C}$. De ce fait, ces dernières valeurs permettent de classer la région d'étude dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux.

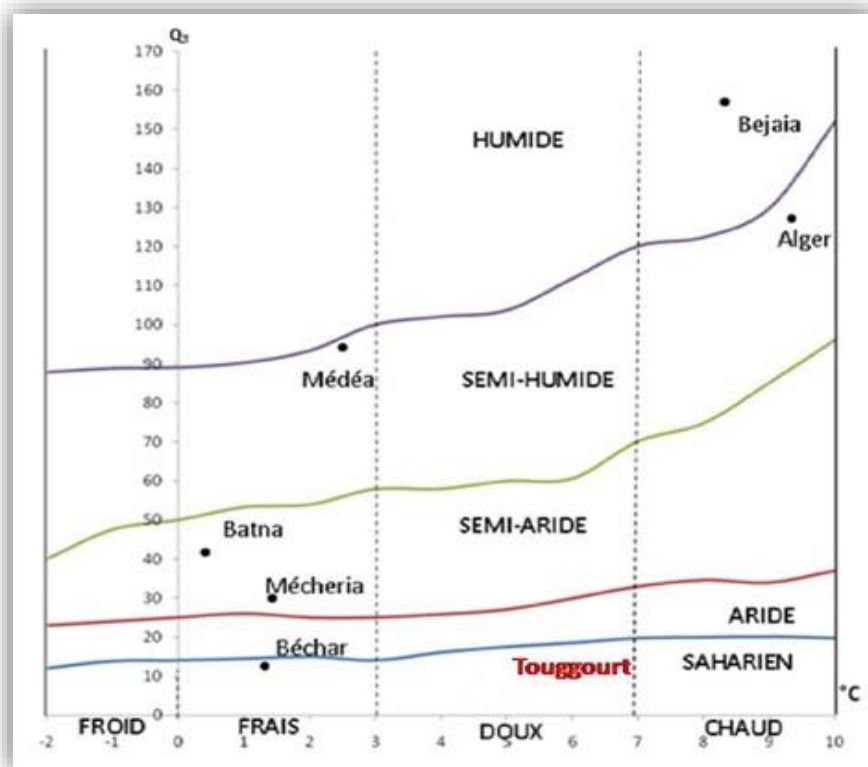


Figure I-8 Position de la région de Touggourt dans le climagramme d'EMBERGER (2008/2017)

I.4. Géologie et géomorphologie de la région

I.4.1. Géomorphologie de la vallée de l'Oued Righ

La vallée de l'Oued Righ est une large fosse de direction Nord-Sud prenant son origine au Sud de la palmeraie d'El-Goug et débouchant sur le chott Merouane. La pente générale est de 1'‰.

La dénivellation entre le haut et le bas du relief est peu marquée reposant sur les formations Miopliocène et Eocènes qui s'enfoncent progressivement vers le Nord, on trouve sur les parties hautes de la vallée un niveau quaternaire ancien à encroûtement gypso-calcaire, recouvert par endroits de formations dunaires ; le fond de la vallée est constitué de dépôts sablo argileux.

I.4.2. Géologie de l'Oued Righ

Du point de vue géologique, la région de l'Oued Righ appartient à la plateforme saharienne, elle s'étend sur des ensembles géologiquement différents totalement aplanis au début de l'Ere secondaire ; elle se comporte actuellement comme une vaste dalle rigide et stable.

La région de l'Oued Righ apparaît dans ce schéma comme un vaste fossé synclinal dissymétrique qui est limité :

- Au Nord, par l'accident Sud Atlasique ; et les premiers contreforts des monts des Aurès.
- Au Sud, par la falaise méridionale du TINHERT.
- A l'est par les affleurements crétacés du DAHAR.
- A l'Ouest par la dorsale du Mzab.

C'est donc entre la bordure septentrionale du Hoggar et la bordure méridionale de l'Atlas saharien que se situe le grand bassin sédimentaire du Bas-Sahara, s'étend des pieds de l'Aurès au Nord jusqu'au Tassilis au Sud. Une grande partie du bassin est recouverte par le Grand Erg Oriental, soit 125000 Km². La vallée de l'Oued Righ fait partie de cet ensemble (BERGUIGA et BEDOUI, 2012).

I.5. Hydrogéologie de la région de l'Oued Righ

I.5.1. Continental Intercalaire (CI)

C'est un aquifère de 1500m et plus de profondeur ; composé de sables gréseux ou argileux qui s'étend sur plus de 600 000 Km², son épaisseur peut atteindre 1000 m au Nord-Ouest du

Sahara. Il se situe entre 700 et 2000 m de profondeur. De point de vue lithologique, le continental intercalaire est formé par une succession de couches de sables, degrés, de grès argileux et d'argile.

La qualité de l'eau du Continental est bonne (la minéralisation totale est généralement < 3,5 g/l). L'eau d'Albien est relativement peu minéralisée de conductivité électrique de 3 mmhos/cm, mais dont la température est supérieure à 50 °C quand elle jaillit, ce qui pose des problèmes de refroidissement préalable à l'irrigation. Cette eau provoque des dépôts abondant de carbonate de calcium qui rendent sa distribution délicate. (SAYAH LEMBAREK, 2008).

1.5.2.Complexe Terminal (CT)

Le Complexe Terminal contient plus d'une nappe (Mio-pliocène, sénonien carbonates et l'Eocène) d'extension considérable de 350 000 Km², une puissance moyenne de 50 à 100 m et une profondeur varient entre 200 à 500. Il est Composé de trois aquifères principaux, on distingue de haut en bas la nappe des sables, la nappe des sables et grès et la nappe des calcaires.

On distingue trois aquifères principaux :

- La première nappe : dans les sables et argiles du pliocène, qui est en fait un réseau de petites nappes en communication.
- La deuxième nappe : dans les sables grossiers à graviers du Miocène supérieurs.
- La troisième nappe : dans les calcaires fissurés et karstiques de l'Eocène inférieur. Historiquement, ces trois nappes étaient artésiennes sur l'ensemble de la région de l'Oued Righ; cette région est caractérisée par la présence de la nappe sénonien carbonaté et le Turonien; mais l'exploitation croissante de ces nappes à conduit à l'utilisation de pompes visant à assurer des débits réguliers pour l'irrigation. (SAYAH LEMBAREK, 2008).

1.5.3.La nappe phréatique

C'est une nappe libre dont la profondeur varie entre 2- 10 m. Elle affleure sur le sol en plusieurs endroits de la vallée. La lithologie dominante est constituée de sables ou sables argileux avec gypse. Son eau est généralement très salée et excessivement chargée dans les zones mal drainées. Le résidu sec atteint les 13g/l. L'alimentation de cette nappe provient essentiellement de l'excédent d'eau d'irrigation et avec un très faible pourcentage des précipitations. Elle est rarement exploitée dans l'Oued Righ, sauf dans les zones hors vallée où

on l'utilise comme par exemple à Barkadjia (El Meghaïer) et Taïbet pour l'irrigation des petits périmètres éloignés de la palmeraie (BEKKARI NACEUR EDDINE, 2012).

I.6. Topographie

La caractéristique principale de cette région est son inclinaison vers le Nord ou plus particulièrement vers les grands chotts, elle se présente comme une dépression de large fossé orienté Sud-Nord, elle est connue sous le nom de Bas Sahara à cause de sa basse altitude. L'altitude passe très progressivement de 100 m à EL Goug à -27 m au milieu de Chott Mériouane (+70 m à Touggourt, +30 m à Djamaa, 0 m à EL Meghier). Cette pente permet aux eaux excédentaires de s'écouler vers le nord (BOUHORERA IBTISSAM, 2017).

I.7. Pédologie de la région de l'Oued Righ

Les sols de la vallée de l'Oued Righ sont d'origine alu-colluviale, à partir du niveau quaternaire ancien encroûté, avec des apports éoliens sableux, essentiellement en surface. Ce sont des sols meubles et bien aérés en surface, en majorité salés, l'influence de la nappe phréatique est déterminante et on observe parfois un horizon hydro-morphe ou un encroûtement gypso-calcaire ; dans les sols non encroûtés, les propriétés hydrodynamiques sont bonnes, améliorées par des apports de sable en surface et la réserve facilement utilisable RFU varie entre 78 et 106 mm La salure est du type sulfaté calcique dans les sols les moins salés ($CE < 6$ mmhos/cm) et de type chlorure sodique pour les sols les plus salés.

I.8. Conclusion

Le canal Oued Righ est le poumon de toute une région, qui est la vallée d'oued Righ. Cette région est étalée sur deux (02) wilayas, (Ouargla et El Oued). La vallée d'oued Righ est caractérisée par un climat aride avec de faibles précipitations, voir rare, est des vents de dominance (Sud - Ouest). Le terrain de la vallée est pratiquement plat, avec une dénivellation très faible de l'ordre de 10 vers le Nord, le sol de la vallée est constitué de dépôt de sable argileux.

L'hydrologie de la vallée est très réduite, ce qui fait que la principale source d'alimentation du canal en eau est le drainage. La vallée d'oued Righ repose sur trois principaux réservoirs d'eau, qui sont : La nappe phréatique ; La nappe du complexe terminal (CT) ; La nappe du continental intercalaire (CI) ;

Chapitre II :
Généralité sur les canaux en
terre

Chapitre II : Généralité sur les canaux en terre

II.1. INTRODUCTION

Le canal d'Oued Righ joue un rôle primordial dans la région d'étude, c'est un canal évacuateur des eaux de drainage et des eaux usées d'assainissement ainsi que des eaux dues au rabattement de la nappe phréatique. Il est passé par plusieurs étapes historiques de reconstitution. Dès sa genèse il a subi plusieurs interventions positives et négatives.

II.2. Etude historique du canal d'Oued Righ :

L'irrigation de la palmeraie de la vallée de l'Oued Righ est le principe pratiqué depuis des millénaires. Les eaux d'irrigation proviennent des sources naturelles par des puits exploités par pompage et par des puits artésiens.

Avant 1910, ces eaux d'irrigation ont provoqué la remontée des eaux en surface créant une stagnation des eaux.

Cette situation a engendré l'apparition de plusieurs maladies à transmission hydrique. Pour résoudre ces problèmes épineux, la population de la vallée de l'Oued Righ a créé un canal déversant ces eaux le long de cette vallée au niveau du Chott Mérouane. Le canal d'Oued Righ est passé par deux étapes avant d'aboutir à l'état actuel :

- Réalisation pendant la colonisation.
- Réalisation après l'indépendance.

II.2.1. Réalisation du canal pendant la colonisation :

Initialement, l'étude du canal collecteur de l'Oued Righ a été lancée avant 1910 après l'apparition de la remontée des eaux de la nappe phréatique. À partir du village de Temacine jusqu'à la zone des lacs de Sidi Slimane a été réalisé en tronçon manuellement par les fellahs en 1912.

Les eaux de drainage de la région de Djamaa étaient versées vers le Sud dans la zone des lacs de Sidi Slimane.

Les eaux de drainage de la région d'El Meghaïer sont versées au Nord vers le chott Merouane, et cela à travers l'Oued El Khrouf (sur une longueur d'environ 12 km). Avec la

multiplication du nombre de forages pour satisfaire l'extension des cultures irriguées, les problèmes de drainage commencent à s'aggraver :

- Remontée des eaux de la nappe phréatique à la surface ;
- Apparition des eaux stagnantes ;
- Apparition de maladies ;
- Accumulation des sels nuisibles dans les parcelles irriguées ;
- Suffocation des palmiers dattiers.

En 1926 il a été remarqué que la région présente une dénivelée naturelle moyenne de 10 /0 0 à partir de la commune de Blidet Amor (Daïra de Temacine wilaya de Ouargla) jusqu'à Dendouga (daïra d'El Meghaïer wilaya d'El-Oued) sur une longueur d'environ 136 km.

Sur la base de cette dénivelée des travaux manuels ont été lancés pour le creusement de l'actuel Oued Righ représentant le début de ce canal collecteur.

Une deuxième opération de raccordement des tronçons a été entamée par la population de la région durant cette même année (1926) avec des méthodes traditionnelles dans le but de faire drainer les eaux en excès d'irrigation des palmeraies vers le Chott Mérouane.

Le canal est resté dans cet état de bon fonctionnement grâce au nettoyage périodique assuré par les autorités de cette époque jusqu'à l'indépendance.

II.2.2. Réalisation du canal après l'indépendance :

Dans cette étape, l'efficacité de canal était très faible à cause du manque de nettoyage et curage, avec la croissance du nombre de forages créés dans les nouveaux périmètres irrigués ou même dans les anciennes palmeraies, sans oublier le débit d'assainissement provoqué par les agglomérations urbaines.

C'est pour cela que l'Etat a proposé plusieurs études d'aménagement dans la région à savoir :

- a) Le projet ERESS (Etude des Ressources en Eau du Sahara Septentrional) en 1972 concernant les nappes souterraines.
- b) L'étude de bureau TESCO (HONGRIE).

Pour le canal collecteur les travaux d'aménagement ont commencé en 1980, et pour les canaux secondaires en 1984.

Le canal de l'Oued Righ joue un rôle très important dans :

- Le rabattement de la nappe phréatique ;
- L'assèchement des sols de la vallée par l'évacuation des eaux d'irrigation ;
- L'évacuation des eaux d'assainissement des zones urbaines qui sont situées de part et d'autre du canal.

- Caractéristiques du canal :

- Longueur totale 131 km.
- Largeur moyenne 10 m.
- Profondeur moyenne 4 m.
- Vitesse moyenne d'écoulement 0,7 m/s.
- Débit moyen max 4 m³/s.
- Salinité moyenne 15 g/l.
- Pente d'écoulement moyenne 1‰.

Le débit du canal de l'Oued Righ est de l'ordre 260 l/s au point du dépôt, et augmente progressivement vers l'aval 5000 l/s.



Photo II-1 Canal principal d'Oued Righ dans la région nord

(Photo : Benferhat; benamor 08/03/2020)

Coordonnées des stations

Station	X			Y			Z
Sidi amrane	06°	04°	14°	33°	30°	18°	17
Z.riab	06°	00°	20°	33°	35°	59°	15
Tendla Amont	06°	02°	45°	33°	39°	00°	15
Tendla Aval	06°	03°	41°	33°	42°	46°	14
Boufeggoussa	06°	01°	41°	33°	51°	31°	0

Tableau II-1 représenté les coordonnées des stations

II.2.3. Avantages et inconvénients des canaux en terre

II.2.3.1. Avantages

L'avantage des canaux en terre réside dans leur faible cout de revient. Leur réalisation ne demande que des terrassements exécutent s'il le faut en partie par mains-d'œuvre locale.

Pour les canaux mixtes (remblai- déblai), les matériaux sont trouvés sur place et leur transport reste très limite. (ATEF BENLAMNOUAR, 2008).

II.2.3.2. Inconvénients

Ils sont malheureusement nombreux. Nous pouvons citer par exemple :

- Les pertes d'eau par infiltration au travers les parois et le fond ;
- L'érosion des profils même pour des vitesses assez faibles ;
- Le ravinement par le ruissellement des eaux pluviales et passage des animaux ;
- Les travaux d'entretien importants et permanent (lutte contre les mauvaises herbes, dévasement et maintien de la cuvette au profil) ;

Enfin, si le terrain est sableux (terrains perméables sans cohésion en général), la réalisation des canaux en terre s'avère difficile a impossible.

Malgré ces défauts très importants les canaux en terre sont encore utilisés à cause de leur très faible cout de revient dans les régions ou l'eau est surabondante, ou bien dans les périmètres d'eau de crue en Afrique du Nord dont la rentabilité marginale impose des équipements peu couteux. (ATEF BENLAMNOUAR, 2008).

II.3. Les problèmes qui affectent le canal :

Le canal collecteur tend vers une dégradation importante à cause :

- Certaines parties du canal sont dégradées par l'érosion, ce qui nuit à la stabilité des berges.
- Les plantes (canne) sur les berges du canal font obstacle à l'écoulement de l'eau et à la destruction des berges non protégées, ce qui entraîne le remplissage du lit.
- Mauvaise gestion des canaux d'égout (primaire et secondaire) Ce qui provoque des glissements de terrain et de la pollution :
- L'eau du composé est contaminée par le drainage par les personnes vivant à proximité :
- La présence d'algues le long du canal est due au phosphate (détergent), qui provoque une odeur désagréable.
- Le développement de parasites et la propagation d'insectes qui infectent les animaux
L'eau peut transporter des maladies parasitaires parfois mortelles pour l'homme.

II.3.1. Divers problèmes posés par les canaux***II.3.1.1. Caractéristiques du terrain de soubassement***

Quelle que soit la solution retenue (canal en terre, revêtement ou préfabriqué) l'élément de soutien est le sol.

Ce dernier peut être constitué de matériaux sans cohésion (sable, graviers, galets) ou avec une cohésion plus ou moins grande (argile, argilo-sableux, roches etc.).

Le canal étant soit en déblai, soit en remblai, certains sols seront meilleurs que d'autres, soit pour assurer la pérennité du profil retenu, soit pour recevoir un revêtement choisi. (ATEF BENLAMNOUAR, 2008).

- Perméabilité

C'est la caractéristique du sol la plus importante. Elle est influencée à la fois par la dimension des pores et par le pourcentage des vides (porosité). Les sols les plus imperméables sont ceux constitués d'un mélange de gravier et d'argile, alors que des perméabilités non négligeables sont observées dans les terrains à structure granulaire (sable.etc.) et dans les terrains à microfissures ouvertes (calcaire, grès, .etc.). La perméabilité conditionne

directement l'importance des échanges entre le canal et le milieu qui l'entoure par infiltration. Cette propriété est considérée comme un défaut, sauf dans notre cas (canal de drainage) où la perméabilité est une caractéristique primordiale. (ATEF BENLAMNOUAR, 2008).

- Stabilité du profil

La stabilité des terrains à forte cohésion est en général excellente (dans la mesure où la roche est saine). Les talus seront verticaux.

Dans les autres terrains, les bonnes terres sont celles qui sont hétérogranulométriques. Au cas où les caractéristiques assurant une bonne stabilité ne seraient pas atteintes naturellement, il est nécessaire de rechercher une zone d'emprunt, même avec transport assez long.

Les terres à faible cohésion (sables, graviers, galets), les terrains argileux et terrains gypseux poseront des problèmes délicats tels que : glissement de talus, détérioration du revêtement. (ATEF BENLAMNOUAR, 2008).

- Travaux de terrassement

Ils sont aisés dans les terrains à faible et moyenne cohésion et plus difficile dans les roches tel que calcaires, gres, etc. Néanmoins, la trace n'évitera pas obligatoirement ces derniers car le contournement de terrains difficiles lorsque cela reste possible entraîne une longueur de canal telle que l'économie escomptée n'est pas en fin de compte obtenue. (ATEF BENLAMNOUAR, 2008).

II.3.1.2. Pertes d'eau par infiltration

Dans le cas général, l'une des qualités fonctionnelles d'un canal est d'être étanche, or, des enquêtes faites par le « Bureau on réclamation » aux USA ont démontrées que les pertes d'eau qui se produisent dans les berges et à travers le fond des canaux non revêtus pouvaient atteindre 40 % du débit dont 25 à 30 % par percolation. (ATEF BENLAMNOUAR, 2008).

II.3.1.3. Revêtement d'un canal

Le revêtement d'un canal en terre est décidé d'après un certain nombre de critères parmi lesquels nous pouvons citer :

- La présence d'une nappe phréatique ;
- La cote du niveau piézométrique de cette nappe par rapport au plan d'eau du canal ;

- La perméabilité, du terrain ;
- Le retrait ou le gonflement du terrain ;
- La topographie du terrain environnant.

(ATEF BENLAMNOUAR, 2008).

II.3.1.4. Conditions imposées par la nappe phréatique (La perméabilité)

En fonction des trois premiers critères cités dans le revêtement d'un canal, divers cas peuvent se présenter. Ils sont étudiés dans les hypothèses suivantes :

- Absence de nappe phréatique, ou nappe a niveau bas par rapport au canal ;
- Terrain perméable ;
- Terrain peu perméable ;
- Terrain instable ou non.
- Présence d'une nappe phréatique avec un niveau supérieur à celui du canal. (ATEF BENLAMNOUAR, 2008).

II.3.1.5. Retrait ou gonflement des terrains

D'une manière générale, le terrain gonflant s'accommode mal des revêtements rigides, et il vaudra mieux prévoir un revêtement souple.

Parfois lorsque le canal doit traverser cette catégorie de sols sur une longueur réduite, il peut être avantageux d'éliminer ces sols par du sable ou tout autre matériau pouvant convenir comme sol de fondation pour un revêtement a surface dure. (ATEF BENLAMNOUAR, 2008).

II.3.1.6. Ecoulement de l'eau dans le canal

Le rôle du canal est de transporter l'eau. Ce transport doit être assuré dans les meilleures conditions économiques possibles. Celles-ci sont remplies lorsque :

- Pour un profil donné il s'écoule un débit maximum.
- La rugosité des parois et du fond est la plus faible possible.

Ces deux éléments dépendent directement du matériau choisi, qui devra de plus résister à l'érosion de l'eau en mouvement.

Avec le temps, la couche de surface des parois se dégrade et entraîne un accroissement sensible de la rugosité ce qui modifie le profil hydraulique de l'écoulement. (ATEF BENLAMNOUAR, 2008).

II.3.1.7. Action de l'eau sur l'ensemble revêtement- sol de soubassement

Le contact intime entre les milieux liquides et solides entraîne des problèmes complexes.

II.3.1.8. Sous-pressions

Les sous-pressions peuvent prendre naissance :

Par infiltration des eaux de pluie sous le revêtement et apport des pertes à travers du revêtement.

Quand le canal recoupe la nappe phréatique ou une zone plus perméable (lentille de graviers).

Les sous-pressions sont à craindre quand il y a un revêtement étanche entre l'eau du canal et l'eau du sous-sol. Ainsi, lors de la vidange d'un canal (phénomène rapide par rapport aux écoulements en milieu poreux), une sous-pression prend naissance.

Lutter contre les sous-pressions nécessite que l'on précise les valeurs relatives des perméabilités du revêtement et du terrain sous-jacent.

Ainsi, si le canal est situé entièrement dans la nappe phréatique (notre cas, qui est un cas rare), le revêtement devra être perméable. Les fuites seront réduites voire nulles et les sous-pressions inexistantes. (ATEF BENLAMNOUAR, 2008).

II.3.1.9. Erosion du canal

Le transport de l'eau s'effectue suivant une certaine vitesse. Cette vitesse doit toujours être inférieure à la vitesse d'entraînement des particules des parois et du fond. Ainsi, la vitesse autorisée dans un canal en terre peut être aux environs de cinq (05) fois plus faible que celle dans un canal bétonné. (ATEF BENLAMNOUAR, 2008).

II.3.1.10. Contacts ouvrages en dur-terre

Un canal en terre comporte un certain nombre d'ouvrages en dur (ponts, prises d'eau, buses etc.). Le contact entre ces ouvrages et le sol compacte ou non est un lieu privilégié

d'érosion. Le même phénomène a lieu quand le revêtement des canaux en terre est intermittent. (ATEF BENLAMNOUAR, 2008).

II.3.1.11. Corrosion chimique

L'eau du canal ou du terrain peut être agressive pour le revêtement du canal. Lorsque l'eau est reconnue agressive, la solution consiste en général à utiliser soit du béton à base de ciment sur sulfate par exemple, il faut que le revêtement soit inerte avec cette eau. (ATEF BENLAMNOUAR, 2008).

II.3.1.12. Autres considérations

Le choix du mode de réalisation du canal ayant été fait d'après les éléments précédents, il faut tenir compte également : (ATEF BENLAMNOUAR, 2008).

- De la résistance aux variations thermiques ;
- Des destructions par la végétation ;
- Des facteurs économiques.

II.3.1.13. Variations thermiques et températures élevées

En pays arides et tropicaux, les amplitudes thermiques sont importantes. Elles seront la cause de la fissuration des bétons. Le fluage des bitumes est lié directement aux valeurs des températures les plus fortes.

On réduit l'importance de » s fissurations en armant le béton et en ménageant des joints. Le fluage du bitume est réduit en utilisant des bitumes soufflés en les isolants thermiquement et en réduisant la valeur des pentes des talus.

Certains matériaux résistent très bien aux variations thermiques (briques cuites, butyle). (ATEF BENLAMNOUAR, 2008).

II.3.1.14. Dommages causés par la végétation

La végétation trouve un terrain privilégié pour son développement le long des berges humides d'un canal. Sa destruction est assurée par l'arrosage d'un herbicide puissant. (ATEF BENLAMNOUAR, 2008).

II.3.1.15. Aspects économiques

Le choix final entre plusieurs solutions doit être basé sur le moindre coût.

II.4. Les travaux d'aménagement du canal Pour les travaux exécutés de la 1ère phase de l'Oued Righ**II.4.1. Les travaux ont participé comme**

- L'investissement et surveillance.
- La direction irrigation générale – ALGER-
- Le responsable : TESCO – Visiter HONGRIE.
- L'entrepreneur : E. T. H. TO - TOUGGOURT.

Sous l'égide de la direction de l'Hydraulique de OUARGLA. Subdivision de TOUGGOURT.

II.4.2. Les levés Topographique

Les levés topographiques ont été effectués avant les travaux entre les points kilométriques de PK 0+000/ El Goug à 65,275 et de PK 80+200 Sidi Amrane à PK 115 + 100 sur une longueur totale de 100,175 Km réseau des points de repère, profil en long, profil en travers, ensuite avant et après le creusement aussi pour contrôler et pour fixer les situations des rendements des machines.

II.4.3. Exécution des terrassements :

Au début du commencement des travaux de l'Oued Righ en avril 1980 sur trois tronçons :

II.4.3.1. Exécution des terrassements sur le premier tronçon

Le premier tronçon était le tronçon du nord (aval) où ils ont commencé le travail vers l'amont (sud). Le point kilométrique PK115 + 100 était le point de départ du tronçon d'aval. Ce point est le raccordement de l'Oued Righ avec l'Oued Khrouf.

La fin de ce tronçon était à Sidi Amrane à la zone des lacs au point kilométrique PK 80 + 200. La longueur de ce tronçon est de 34,900 Km à Sidi Amrane au PK.80+519, on avait réalisé deux ligues aux deux côtés de l'Oued Righ, presque perpendiculaires à l'axe du collecteur principal. La digue à la rive droite est de longueur 1500m et celle de gauche 500m. Les deux

digues servent à recueillir et reconduire les eaux dans le lit de l'Oued Righ au temps des crues et des précipitations.

II.4.3.2. *Exécution des terrassements sur le deuxième tronçon*

Le deuxième tronçon commençait de Sidi Slimane à la zone des lacs, jusqu'à Touggourt, c'est-à-dire du PK.65+250 au PK.31+679 route nationale vers El-Oued.

La longueur de ce tronçon est 33,571Km selon le plan sur ce tronçon entre PK.58+100 et le PK.63+924.

En conséquence, on avait continué le creusement de l'ancien lit de nouveau jusqu'au PK.65+250 au lieu du PK.64+890, ce qui nous a donné l'avantage d'augmenter la pente dans ce tronçon afin d'avoir une vitesse de l'eau plus supérieure qu'avec l'ancien projet, parce qu'il y avait le problème de colmatage avec ce dernier.

Avec cette solution, exécuter ce tronçon n'exigerait plus de grands travaux d'entretien. Sur ce tronçon il y a une section du PK.63+000 au PK.65+250 où ils ont réalisés le terrassement avec seul talus à la rive droite, car sur l'autre côté le terrain naturel est très haut (dunes) et recouvert de végétations (qui est nécessaire contre le sable), ce qui demande un grand décapage, avec transport de terre, édification d'une nouvelle piste avant le creusement, ce qui nécessite de grandes dépenses.

Le talus restait à ce côté 1/ 0,75 mais ne serait pas dangereux, car le terrain est suffisamment résistant et solide. Pour la même raison nous n'avons pas exécuté la conduite enterrée projetée d'El Mégarine du PK.42+310 au PK.43+570 avec doubles tuyaux parallèles de diamètre 1500 mm. Sur ce tronçon l'Oued Righ est défendu du vent de sable régnant par les palmeraies.

Ainsi ils ont aménagé l'ancien lit avec décapage d'une rive parce que même avec les machines de creusement, on n'arrivait pas à atteindre le fond projeté.

II.4.3.3. *Exécution des terrassements sur le Troisième tronçon*

Le troisième tronçon commençait du passage busé d'El-Oued jusqu'à la conduite enterrée ancienne d'El Goug.

Du PK.27+577 au PK.25+715 nous avons modifié le tracé de l'oued Righ par un nouveau lit extérieur à la palmeraie, car l'ancien lit coule avec beaucoup de courbe, et pour l'aménager, il aurait fallu arracher plus de 300 palmeraies, ce qui aurait entraîné des dépenses supplémentaires. Vu le prix exorbitant d'une seule palmeraie.

Ce tronçon s'appelle Touggourt – déviation. Il se raccorde avec l'ancien lit revêtu au PK.24+595. De ce PK, à fin de la conduite enterrée ancienne d'El Goug.

Pendant l'exécution sur les trois tronçons, ils ont suivis les règles d'appel d'offre, coupe travers type, mais les endroits où le sol n'était pas solide pour les talus projetés, naturellement ils ont modifiés la pente des talus. On peut voir ces modifications sur les pièces profil en long où ils ont signalés tous les profils travers types.

Sur les tronçons où le terrain était chotteux (affaissement des engins) ils ont édifiés une piste sur les deux rives (surtout sur le tronçon du Nord) de largeur 5mètre et d'épaisseur variable. Les déblais ont été déposés sur les deux cotés et entre les palmeraies où il a fallu transporter.

La méthode du creusement était presque la même :

- Approfondissement de l'ancien lit d'un côté.
- Former un profil rude des deux côtés.
- Finissement des talus définitivement.
- Régilage des terres sur la piste, ou sur les rives.

Naturellement tous ces travaux se faisaient en face de l'écoulement d'eau. Le tracé de l'Oued Righ avec les points kilométriques, les ouvrages, les canaux secondaires qui sont aménagés et ceux qui sont en cours et qui sont à l'étude de la 2 ème phase et les bornes sont désignés sur les plans de situation.

II.5. Construction des ouvrages

Au début de la construction des ouvrages, ils ont dû commencer par le renforcement du point de Sidi Slimane à cause de l'approfondissement de l'ancien lit de l'Oued Righ.

Après cela, suivit le passage sous la route goudronnée de Touggourt vers El Oued. Enfin les autres passages du Nord vers le sud, par trois équipes.

Ils ont modifiés des ouvrages d'appel d'offre et projeté les types d'ouvrages pour un double et triple buse à construction simplifiée.

L'ensemble des ouvrages construit par l'entrepreneur par type du passage selon le plan.

- Avec une simple buse, ils ont construit 18 passages busés.
- Avec doubles buses ils ont construit 10 passages busés.

- Avec triples buses ils ont construit 3 passages busés.
- Selon ces types l'ensemble est : 31 passages busée. (SAYAH LMBARK

MOHAMMED)

II.5.1. Passage busés avec renforcement

Les deux passages où la route goudronnée traverse l'Oued Righ et où on compte une grande circulation des véhicules, il était nécessaire de renforcer les buses de passages par une gaine en béton armé.

Ces deux passages busés sont les suivants :

PK.4+496 à Blidet amor avec simple buse.

PK.42+844 à El Mégarine avec doubles buses.

Ils ont annexés à ce plan le projet de Blidet Amor.

II.5.2. Déversoir de mesure avec chute

Sur le long de l'Oued Righ ils ont construit trois déversoirs de mesures :

Au PK.87+622 sans chute.

Au PK.25+715 avec chute de 70 cm.

Au PK.17+892,50 avec chute de 75 cm pour mesurer le débit d'eau.

Le premier est construit avant le passage de Touggourt, c'est seulement un revêtement en maçonnerie hourdée (moellons bruts) avec 10 cm de béton comme revêtement superficiel.

Les relations de pente après le creusement, ils n'ont pas permis la formation d'une chute ; c'est pourquoi qu'ils avaient construit les mesures il faut nettoyer le fond du sable.

Le deuxième déversoir de mesure est construit à la fin du lit revêtement ancien au PK.25+715 avec chute de 70 cm en béton armé et avec un regard de visite pour un limnigraphe, avec quoi on peut mesurer les débits.

Après le déversoir, ils ont construit un diffuseur de revêtement en maçonnerie hourdée jusqu'à la fin de la courbe avec pierres sèches. Ils ont annexés ce projet au plan de recollement.

Le troisième déversoir de mesure est au PK.17+892 avant le passage busé du PK.17+906 à Témacine sur l'ordre du projeteur, ils ont construit ce déversoir de mesure avec une chute de 75 cm en béton armé et le revêtement en maçonnerie hourdée raccordée avec le passage après la chute.

II.5.3. Passage busé sous la route nationale d'El-Oued :

Au PK.31+679, la route nationale traverse l'Oued Righ

Vu la largeur de la route et l'importance du débit, il était nécessaire de poser 6 tuyaux de diamètre 1500mm avec renforcement en béton armé.

Ils ont assuré la circulation par une déviation pendant la construction et aussi l'écoulement de l'Oued Righ par une autre déviation à travers la route nationale.

Les détails de construction sont dans le projet exécuté, ils ont annexé au plan de recollement.

En cour d'exécution des travaux de l'Oued Righ, les travaux suivants les plus importants ont été réalisés :

1. Battage et dessouchage des arbres : 496 unités.
2. Démolition d'ouvrage existant : 23 unités.
3. Déblai en grande masse : 570144 m³.
4. Transport de terre : 44600 m³.
5. Déblai en tranchée : 43550 m³.
6. Remblai de la tranchée : 16783 m³.
7. Réglage des terres : 25615 m³.
8. Réalisation de piste en zones chotteuses : 31900 ml.
9. Évacuation des eaux par pompage : 1468ml.
10. Revêtement en maçonnerie de M'Rara : 4522m³.
11. Mise en œuvre de revêtement en maçonnerie : 1238m².
12. Construction de passage busé : 31 unités.
13. Construction des autres ouvrages : 7 unités.

II.6. Historique de l'irrigation de la région

L'irrigation des jardins se faisait grâce à un réseau de rigoles principales et secondaires, les Séquia : point de vanne, le jardinier se contentant d'ouvrir avec sa houe (la Mesha) l'accès de sa parcelle quand vient son tour d'eau.

Quelques mottes de terre suffisent ensuite à détourner l'eau vers la parcelle voisine. Mais, en raison de la salure de l'eau, il n'est pas possible de se contenter de remplir d'eau de petits bassins creusés au pied du palmier comme cela se fait dans le M'zab.

Ici l'eau doit être abondante, puis évacuée par un autre réseau de drains, les Khandegs. Ces eaux usées, eaux de Nezz, aboutissent à un canal collecteur qui longe les palmeraies et les déverses dans les chotts.

La présence de vastes dépressions comme le chott Mérouane, au nord de l'oued Righ, apparaît donc comme le complément nécessaire de ce type d'irrigation. [PERENNES J., 1979].

II.7. Le rejet des eaux usées, drainage et les problèmes d'environnement

Il existe une seule station d'épuration dans la région de d'Oued Righ à Touggourt et sa capacité d'épuration est de 20% des eaux usées.

Toutes les eaux d'assainissement de la région d'Oued Righ rejeté directement dans le canal, Cette situation a été provoquée des problèmes sur l'environnement et la qualité des eaux du canal, et chott Mérouane par la présence des algues et des matières organiques et minérales et les sels.

- la région de Touggourt déverse le plus grand débit d'assainissement directement dans le canal sans passer par l'unique station d'épuration cette station épurée 20% des eaux d'assainissement de la ville de Touggourt.



Photo II-2 Le rejet des eaux usées

(Photo : Benferhat; benamor 08/03/2020)

II.8. Conclusion

La vallée de l'oued Righ est une large fosse de direction Nord- sud prenant son origine au sud (El-Goug) et débouchant sur le chott Mérouane. Jouez un rôle essentiel dans la région.

Malgré la mauvaise gestion et Exploit des eaux souterraines dans la région(méthodes traditionnelles d'irrigation, utilisation excessive de l'eau ...), nous en avons besoin et nous ne pouvons pas nous passer de cette ressource malgré les dégâts qu'elle cause aux nappes phréatiques. Par conséquent, le canal joue un rôle important car il protège l'environnement et les cultures grâce au drainage, il faut donc entretenir correctement les canaux en terre afin d'éviter les conséquences de l'accumulation d'eau et ce afin de maintenir la canalisation légèrement au-dessus du afin de faciliter l'irrigation sans risque d'inondation interne.

Chapitre III :
Matériels Et Méthode
& Résultats Et Discussion

Chapitre III : Matériels et méthode & résultats et discussion

III.1. INTRODUCTION :

Le canal d'oued Righ, poumon de la vallée et nerf névralgique de toute la région d'oued Righ; du sud de la ville touggourt (el goug) jusqu'au chott merouane. La source de l'eau de ce canal est l'excès d'eau d'irrigation et d'assainissement dans la nappe phréatique. On a constaté, depuis déjà une décennie une dégradation progressive de la qualité des eaux des lacs ainsi que l'état environnemental des écosystèmes lacustres en amont de l'oued Righ. Objectif de cette étude est de mettre le point l'impact des paramètres chimique et physique dans la région oued Righ.

III.2. Choix de la région d'étude :

Nous avons choisi cette région parce que c'est l'une des régions où on observe 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, coïncidant avec cinq stations d'études.

III.3. Présentation des stations d'étude :

III.3.1. Sidi amrane :

Sidi Amrane, daïra de Djamâa, c'est une zone humide, à une importance écologique, l'une des espaces phoenicicoles très importantes où on trouve un mélange de palmeraies traditionnelle et modernes. Ces coordonnées géographiques sont :

- Longitude : 06° 04' 14" Est
- Latitude : 33° 30' 18" Nord
- Altitude : 17 m



Photo III-1 canal principal du station S. amrane

(Photo : Benferhat; benamor 08/03/2020)

III.3.2. Z. riab :

- Les coordonnées géographiques sont :
- Latitude : 06° 00' 20" Est
- Longitude : 33° 35' 59" Nord
- Altitude : 15 m.



Photo III-2 canal principal du station Z. riab

III.3.3. Tendla :

Cette station est Tendla qui dépend administrativement de la Daïra de Djamaa, mais on la considère comme étant l'une des stations d'études de cette zone. Elle est située au Sud du chef-lieu de la Daïra de Meghaier, avec un patrimoine phoenicicole important.

III.3.3.1. Tendla Amont :

- Les coordonnées géographiques sont :
- Latitude : 06° 02' 45" Est
- Longitude : 33° 39' 00" Nord
- Altitude : 15 m



Photo III-3 canal principal du station Tendla Amont

(Photo : Benferhat; ben amor 08/03/2020)

III.3.3.2. Tendla Aval :

Les coordonnées géographiques sont :

- Latitude : 06° 03' 41" Est
- Longitude : 33° 42' 46" Nord
- Altitude : 14 m



Photo III-4 canal principal du station Tendla Aval

(Photo : Benferhat; benamor 08/03/2020)

III.3.4. Boufeggoussa :

Les coordonnées géographiques sont :

- Latitude : 06° 01' 41" Est
- Longitude : 33° 51' 31" Nord
- Altitude : 00 m



Photo III-5 canal principal de la station boufeggoussa

(Photo : Benferhat ; benamor 08/03/2020)

III.4. Matériels d'étude

Pour la réalisation de notre travail, nous avons utilisé les matériels suivants :

III.4.1. Sur le terrain

- Un Bloc not : pour noter toutes les informations
- GPS : (G: Global, P: Positioning, S: System), nous l'avons utilisé pour relever les coordonnées géographiques de nos stations d'études.
- Des sachets en plastique pour mettre les échantillons du sol.
- Un appareil photo numérique pur : pour prendre les photos des canaux.

III.4.2. Sur le laboratoire

- Verriers (Entonnoirs ; Bêchers de différent volume ; les éprouvettes ...etc.)
- Les capsules en porcelaine.
- Une étuve : pour séchage des échantillons.
- Une balance numérique : pour mesure le poids des échantillons.
- Agitateur orbital numérique : Pour mélanger les échantillons avec de l'eau distillée.
- Broyeur à mortier
- Un spectrophotomètre à flamme : pour mesure la concentration des cations
- Un réfrigérateur : pour conserve les échantillons.
- Four à moufle pour l'estimation de la teneur en sulfate.
- Un conductimètre : pour mesure la conductivité électrique.
- Un pH mètre : pour mesurer le pH de l'eau.



Photo III-6 une étuve

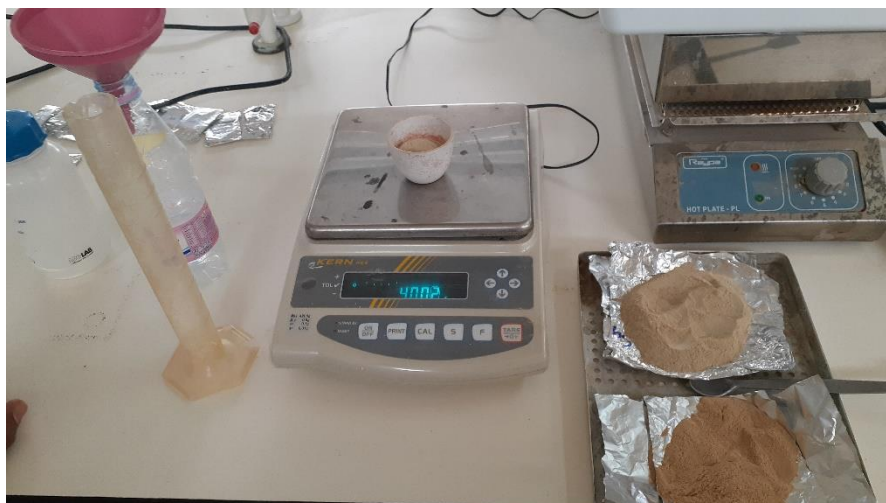


Photo III-7 Une balance numérique



Photo III-8 Un spectrophotomètre à flamme

III.5. Méthode de travail :

III.5.1. Etude du sol :

Afin d'étudier le sol pour chaque station, nous avons déterminé les lieux de levage, puis nous avons creusé à une profondeur de 70 cm à l'aide de la pelle, puis mis les échantillons dans des sacs en plastique avec des autocollants précisant les profondeurs à chaque niveau, et enfin nous avons analysé les échantillons en laboratoire.



Photo III-9 station tendla aval (Photo: Benferhat; benamor 08/03/2020)

III.5.2. Au niveau du laboratoire :

Nous avons effectué pour l'étude des caractères physiques (granulométrie, humidité). Nous avons effectué les analyses physicochimiques : conductivité électrique (C.E.), le résidu sec et le pH, et aussi nous avons réalisé la caractérisation chimique au niveau du gypse, du calcaire, de la matière organique et le bilan ionique. En fin on a pris la moyenne des mesures pour chaque niveau de la station.

III.5.3. Méthodes de prélèvements du sol :

Méthodes d'analyse Pour avoir une idée de certaines propriétés du sol, nous avons réalisé des analyses physico-chimiques après séchage des échantillons de sol. Les échantillons ont été broyés avec un broyeur à mortier puis tamisés à 2 mm pour des mesures selon les normes AFNOR : granulométrie, pH, CE, résidus secs, calcaire. L'analyse granulométrique vise à

quantifier la quantité de particules minérales élémentaires regroupées en classes (Normalisation française, 1990) Mesures physiques, sels solubles.

Les échantillons sont mélangés avec de l'eau distillée puis placés dans l'agitateur, puis laissés à décanter et filtrés avec du papier filtre.

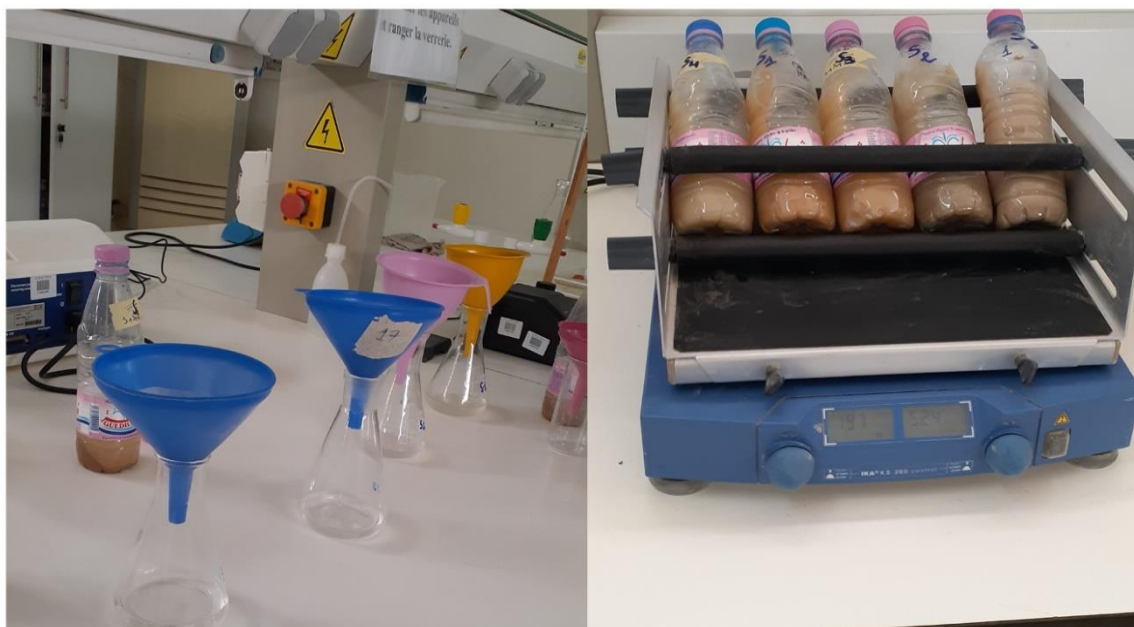


Photo III-10 Agiter et filtrer les échantillons

III.5.4. Mesures chimiques et physico-chimiques ph et conductivité électrique :

Les mesures du ph et de la conductivité électrique ont été appréciées par méthode électrométrique à l'aide d'un pH-mètre et d'un conductimètre, sur des extraits aqueux dont le rapport sol/eau est de 1/5.

III.5.5. Résidu sec (R s) :

C'est la totalité des sels dissous dans l'eau et suspensions (organiques et minérales) obtenues par peser (évaporation à 110°C durant 24 heures) exprimée en mg/l, c'est donc la minéralisation totale de l'eau.

III.5.6. Calcaire total :

Nous avons utilisé la méthode de l'altimètre de Bernard, qui est basée sur la décomposition de carbonates de calcium par l'acide chlorhydrique et la mesure de volume du gaz dégagée (BOUHORERA IBTISSAM 2017).

III.5.7. Matière organique :

Elle se mesure à l'aide d'un spectrophotomètre. Elle se base sur le principe d'oxydation de la matière organique par une quantité en excès de dichromate de potassium en milieu sulfurique (HAMMOUDA Nadjia 2012).

III.5.8. Bilan ionique

Effectué sur des extraits du rapport (terre/eau) de 1/5 MATHIEU et PIELTAIN (2009).

a. Cations solubles

Na^+ et K^+ par spectrophotomètre à flamme. Ca^{2+} et Mg^{2+} sont dosés à la fois ($Ca + Mg$) par complexométrie MATHIEU et PIELTAIN (2009).

b. Anions solubles

HCO_3^- : Dosés par titrimétrie avec H_2SO_4 en présence de méthyle orange.

SO_4^{2-} : Par gravimétrie après précipitation à l'état de sulfate de Baryum.

III.6. Résultats et discussion :

III.6.1. Paramètres physiques des sols

➤ Potentiel hydrogène (pH) :

Station	Sidi amrane	Z. riab	Tendla amont	Tendla aval	Boufeggoussa
PH	8.26	8.06	9.53	7.13	7.53

Tableau III-1 Variations du pH des eaux des stations d'études

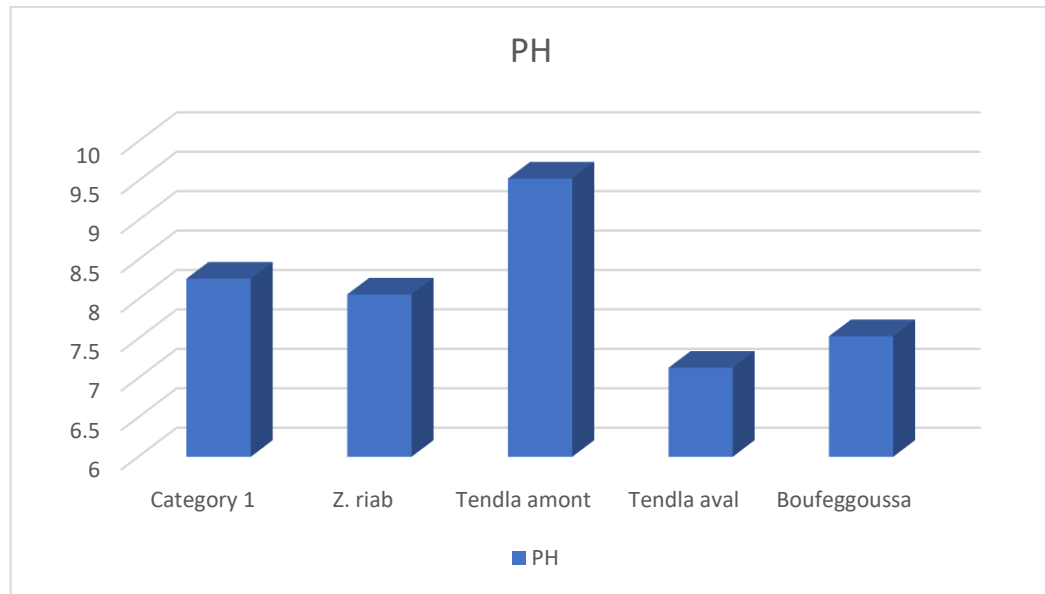


Figure III-1 Variation du pH des eaux des stations d'étude

PH du sol : Le ph des extraits des sols ne change pas dans les stations d'études, comme la (fig.III.1) Suivante : D'après les résultats obtenus (fig.III.1), le ph du sol dans les stations est varié de 7,13 à 9,53 ; ils sont variés en profondeur. On peut classer selon l'échelle du ph de l'extrait 1/5 (Annexe 2). Le ph du sol dans les cinq stations d'études est alcalin, à cause de l'importance du taux de gypse, que le ph de sols halomorphes est souvent alcalin, résultant surtout d'une importante teneur en gypse.

➤ **Conductivité électrique (CE)**

Station	Sidi Amrane	Z. Riab	Tendla Amont	Tendla Aval	Boufeggoussa
CE	5.75	8.88	5.41	12.43	3.56

Tableau III-2 Variations du CE des eaux des stations d'étude

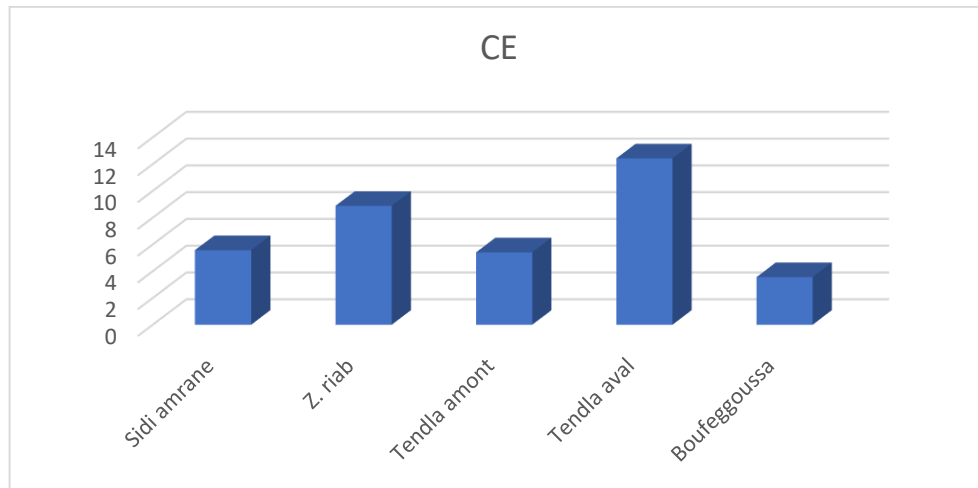


Figure III-2 Variation du CE des eaux des stations d'étude

La conductivité électrique de l'extrait du sol est variable, comme la (fig.III.2). La conductivité électrique du sol au terrain des stations varie d'une façon où ses valeurs sont très approchées en fonction de la profondeur, elle a des valeurs faibles en surface et élevées en profondeur. Dans la station sidi amrane égale ($C.E. = 5.75 \text{ ms/cm}$). Et pour la station z. riab est ($C.E. = 8.88 \text{ ms/cm}$), pour la station tendla amont la conductivité ($C.E. = 5.41 \text{ ms/cm}$). Dans la station tendla aval le $CE = 12.43 \text{ ms/cm}$, dans la Station Boufeggoussa le $CE = 3.56 \text{ ms/cm}$. Selon l'échelle de salinité du sol (Annexe 2), on peut classer les sols des stations d'études du terrain comme sols très salés.

Granulométrie :

L'essai consiste à fractionner au moyen d'une série de tamis un matériau en plusieurs classes granulaires de tailles décroissantes. Les masses des différents refus et tamisas sont rapportées à la masse initiale du matériau. Les pourcentages ainsi obtenus sont exploités sous forme graphique.

Les résultats des analyses granulométriques dans les stations d'études montrent que la fraction sableuse qui domine de façon visible :

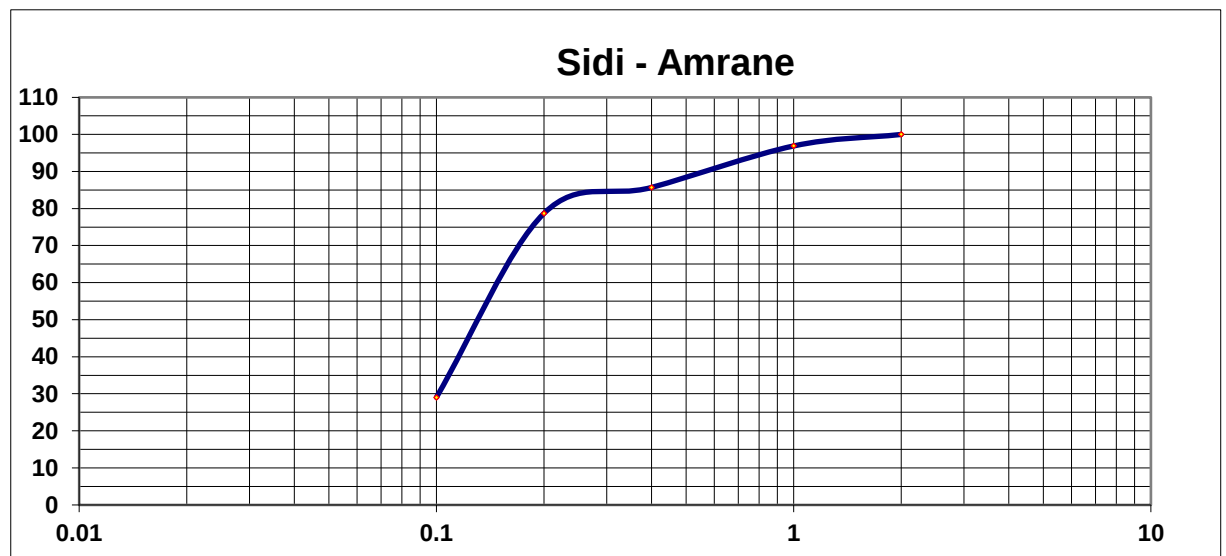


Figure III-3 Représentation des résultats d'une analyse granulométrique de station sidi amrane

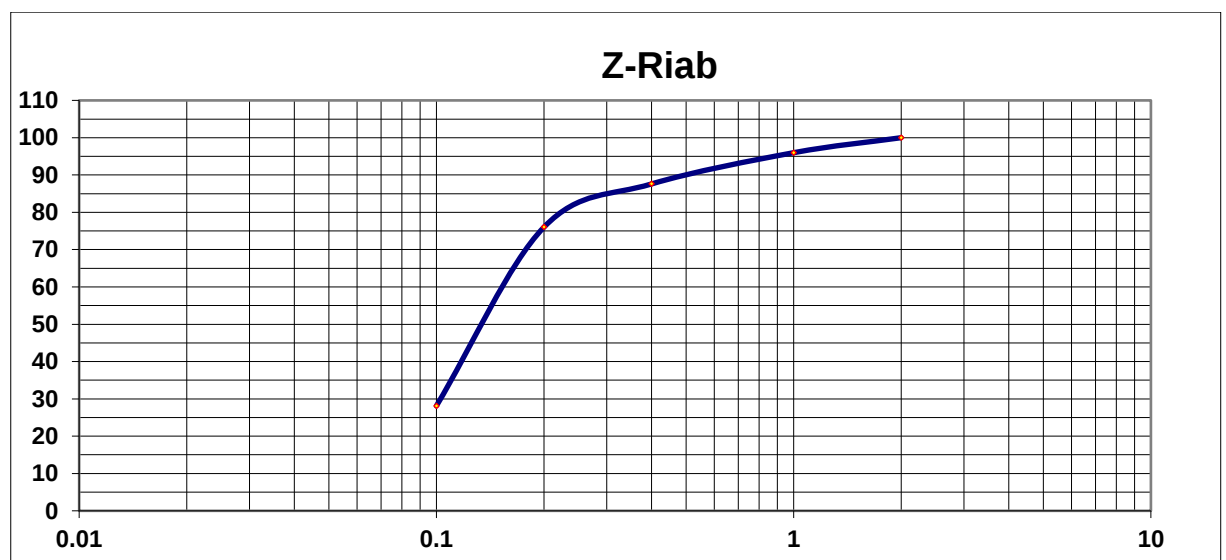


Figure III-4 Représentation des résultats d'une analyse granulométrique de station z. riab

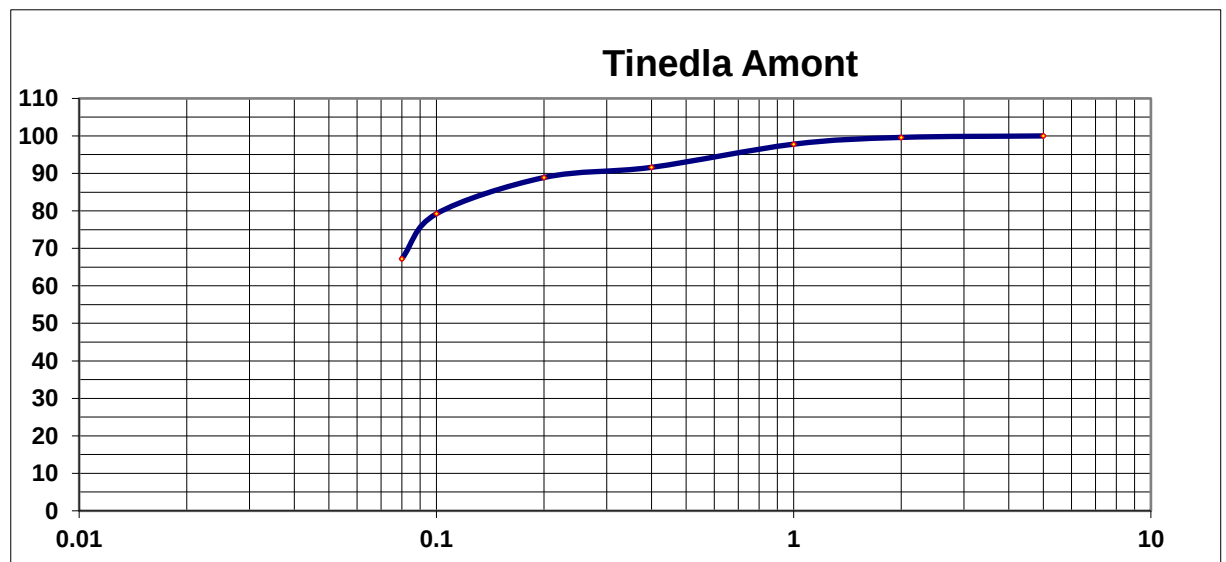


Figure III-5 Représentation des résultats d'une analyse granulométrique de station tinedla amont

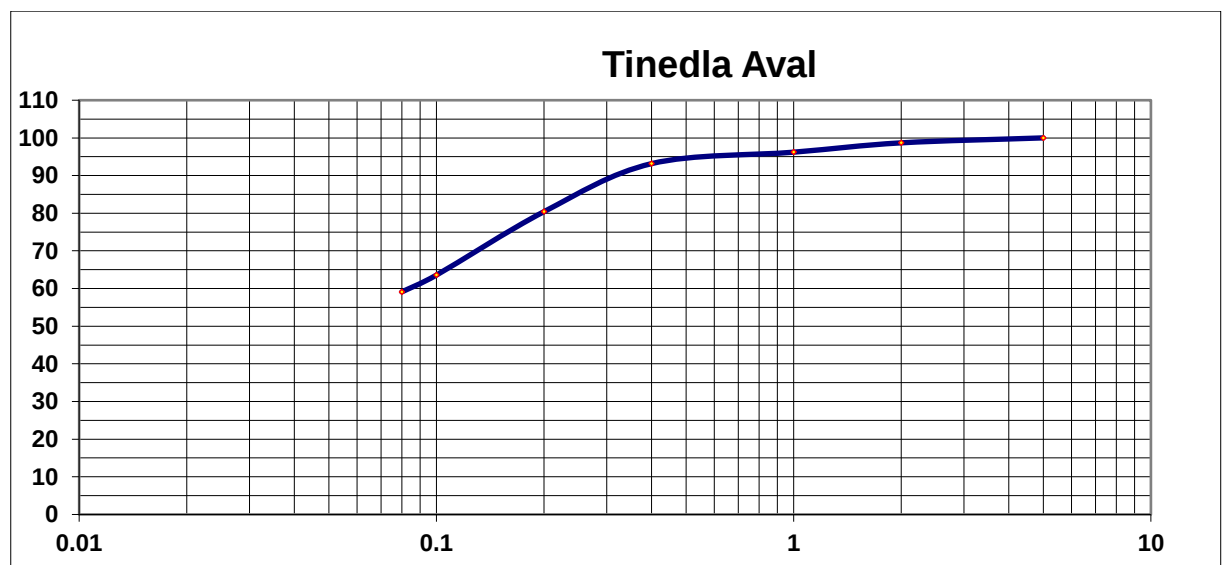


Figure III-6 Représentation des résultats d'une analyse granulométrique de station tinedla aval

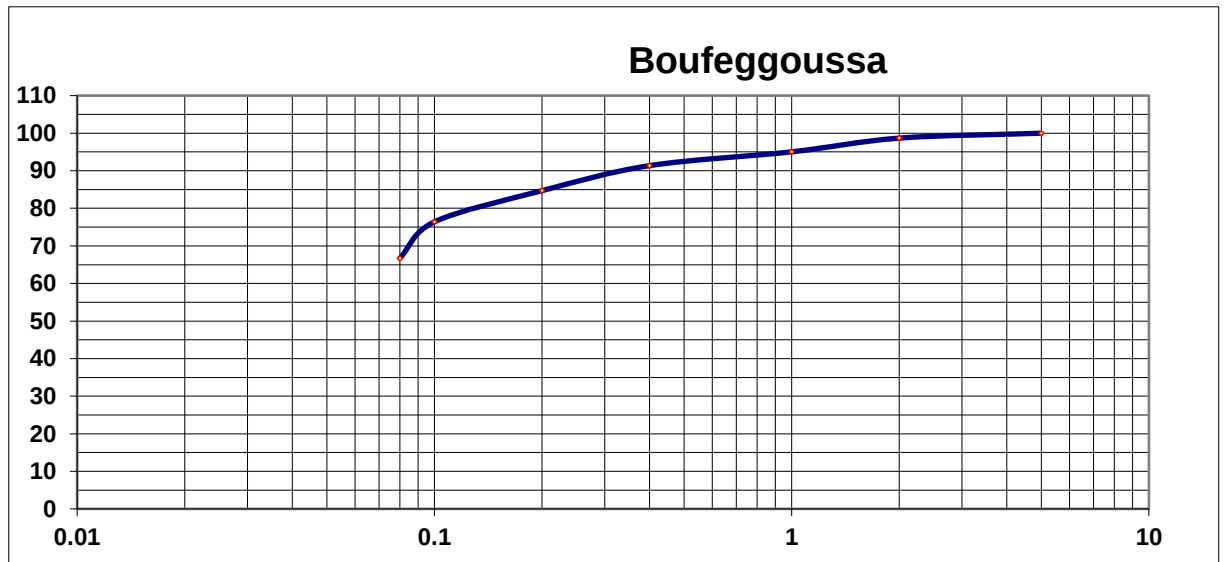


Figure III-7 Représentation des résultats d'une analyse granulométrique de station boufeggoussa

Pour la partie nord du canal d'oued righ, le sol est sablonneux pour toutes les stations.

Les pourcentages de sable fin pour la première et deuxième station varient entre 96,89 % (pour la station Sidi amrane) et 95,98 % (pour la station Z. Riab), tandis que les faibles pourcentages représentent les proportions de sable normal.

Quant aux trois stations restantes, les pourcentages de sable fin pour chacune de Tendla en amont, en aval et boufeggoussa sont respectivement de 97.8 %, 96.2 % et 95.03 %, tandis que les faibles pourcentages représentent les pourcentages de sable normal. On trouve que le sable convient un peu aux berges du canal.

III.6.2. Paramètres chimiques des sols :

Concentrations moyennes des éléments chimiques majeurs Dans les sols cultivés D'après les résultats obtenus, on note que :

➤ Le Sodium (Na^+)

Station	Sidi Amrane	Z. Riab	Tendla Amont	Tendla Aval	Boufeggoussa
Na^+	65	67	59	69	82

Tableau III-3 Variations des concentrations en sodium des stations d'étudiés

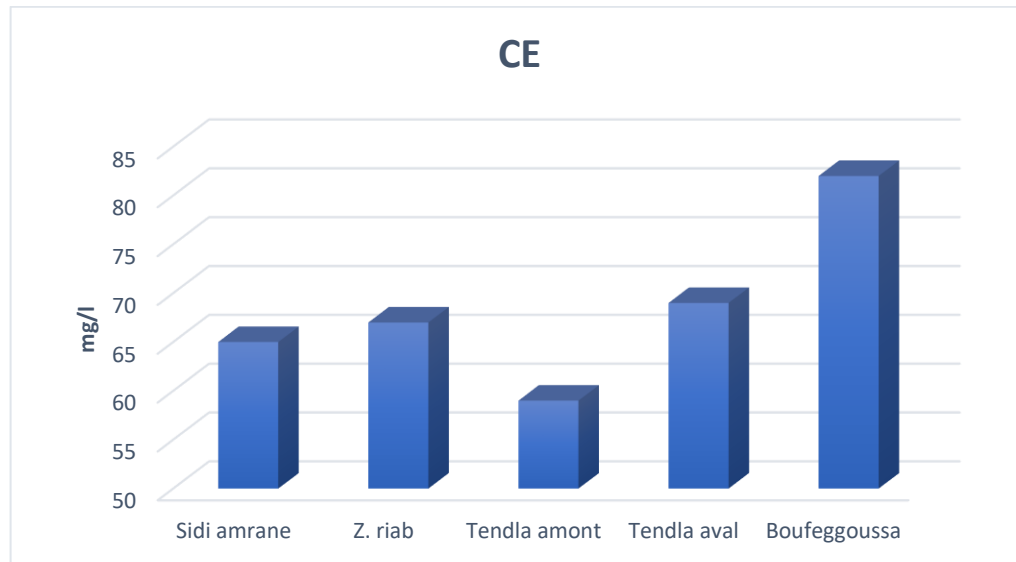


Figure III-8 Variations des concentrations en sodium des stations d étudiés

Le sodium constitue 2.83% de constituant de la croûte terrestre, il a un degré de dissolution très élevé dans le sol. La représentation graphique des teneurs en sodium des sols des stations étudiées (Figure III.08) montre que le sodium est un élément dominant dans les stations surtout dans la station boufeggoussa et tendla aval, aussi on remarque que la concentration de Na^+ varient entre 82 mg/l (enregistrée dans La station boufeggoussa) et 59 mg/l (enregistrée dans tendla amont). Le Na^+ varie entre 65 mg/l (enregistrée dans station Sidi Amrane) et 67 mg/l (enregistrée dans station Z. Riab) et 59 dans la station Tendla Amont, on explique cette augmentation par la caractéristique géologique au premier lieu, aussi le comportement de sodium est sensiblement géré par plusieurs facteurs climatiques (température élevée, évaporation intense).

➤ **Calcium (Ca^{2+})**

Station	Sidi Amrane	Z. Riab	Tendla Amont	Tendla Aval	Boufeggoussa
Ca^{2+}	112,22	120,24	104,20	80,16	102,60

Tableau III-4 Variations des concentrations en calcium des stations étudiés

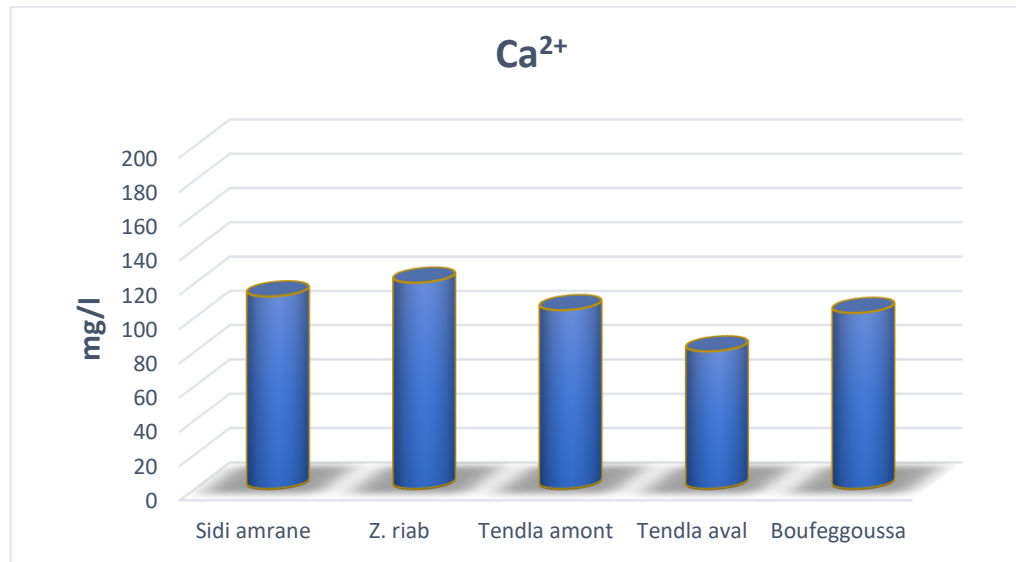


Figure III-9 Variations des concentrations en calcium des stations étudiés

L'origine de Ca^{2+} lié, en générale, au terrain traversé et les eaux d'alimentation et de type de formation géologique. La représentation graphique des teneurs en Calcium des sols des stations étudiées (Figure III.09) montre que le Calcium est un élément dominant dans les stations surtout dans la station Z. Riab et Sidi Amrane, aussi on remarque que la concentration de Ca^{2+} varie entre 120.24 mg/l (enregistrée dans La station Z. Riab) et 80.16 mg/l (enregistrée dans tendla aval). Le Calcium varie entre 104.20 mg/l (enregistrée dans station Tendla Amont) et 102.60 mg/l (enregistrée dans station Boufeggoussa), on explique cette augmentation par le phénomène d'évaporation des eaux sous l'effet des températures

➤ **Magnésium (Mg^{+})**

Station	Sidi Amrane	Z. Riab	Tendla Amont	Tendla Aval	Boufeggoussa
Mg^{2+}	235,22	232,30	232,80	228,42	237,16

Tableau III-5 Variations des concentrations les magnésiums des stations étudiés

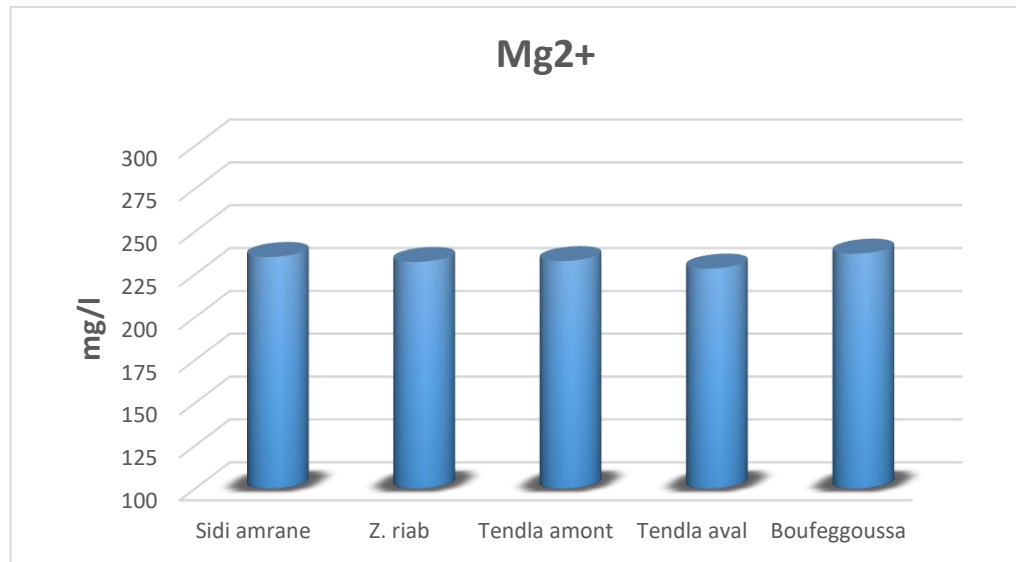


Figure III-10 Variations des concentrations des magnésiums des stations étudiées

La concentration de Mg^{+} est très importante dans toutes les stations d'études, la teneur en Mg^{+} varie entre 237,16 mg/l (enregistrée dans la station Boufeggoussa) et 228,42 mg/l (enregistrée dans la station Tendla Aval) la teneur Mg^{+} varie entre 235,22 mg/l (enregistrée dans la station Sidi Amrane) et 232,30 mg/l (enregistrée dans la station Z. Riab) et 232,80 (dans la station Tendla Amont) (Fig. III.10). Le magnésium provient ; soit de la dissolution des formations carbonatées à fortes teneurs en magnésium (magnésite et dolomite), soit des formations salifères riches en magnésium « $MgSO_4$ ».

➤ Sulfates (SO_4^{-2})

Station	Sidi Amrane	Z. Riab	Tendla Amont	Tendla Aval	Boufeggoussa
SO_4^{-2}	01,24	01,33	01,52	01,22	01,20

Tableau III-6 représente la variation des concentrations de Sulfate de stations étudiées

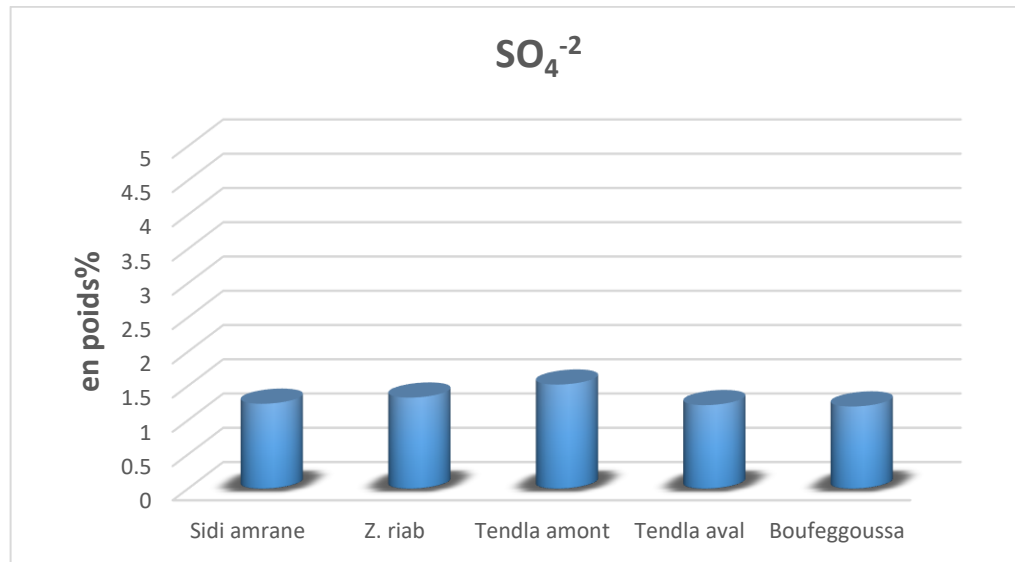


Figure III-11 Variation des concentrations de Sulfate des stations étudiés

D'après les résultats obtenus La concentration en ions sulfates est comprise entre 01,22 % et 01,52 % (Figure III-11). Les valeurs passent de 01,24%, de 01,33%, de 01,52%, de 01,22% et 01,20% respectivement dans la station, Sidi Amrane, Z. Riab, Tendla Amont et station Tendla Aval et Boufeggoussa. Les fortes concentrations sont enregistrées dans les La station Tendla Amont avec 01,52 %. Ces valeurs sont dues peut-être au lessivage des dépôts évaporitique.

III.7. Conclusion :

Cette étude nous a montré les différences dans les paramètres physiques et chimiques du sol dans la station d'étude dans la zone d'oued righ : Les analyses ont montré les mesures granulaires du sol dans les zones d'étude que le sol de toutes les stations était principalement constitué de sable fin, ce qui représente le pourcentage le plus élevé. Au vu des résultats analytiques, le sol est très salin et très salé. La salinité augmente sur les terres des stations, et cette élévation se justifie par l'augmentation de la salinité de la nappe phréatique, l'augmentation de l'évaporation des terres et le lessivage des sols avec les eaux d'irrigation et de drainage. Le pH du sol dans toutes les zones d'étude est alcalin. Le sol de toutes les plantes étudiées varie généralement entre les sols non calcaires, légèrement calcaires et calcaires tempérés. Le pourcentage de matière organique est généralement faible par rapport au sol de la plante, du fait de l'activité agricole d'une part.

Chapitre IV :
Dégradation du canal d'Oued
Righ

Chapitre IV : Dégradation du canal d'Oued Righ

IV.1. INTRODUCTION :

Le canal d'oued righ a connu de nombreux problèmes de détérioration, qui se sont principalement manifestés par l'instabilité des berges, surtout ces dernières années, et cette situation résulte de la détérioration progressive des propriétés physiques et chimiques du sol, ainsi que de l'absence d'entretien régulier du canal.

Afin que le canal retrouve son rôle d'origine pour lequel il a été conçu, dans ce chapitre nous proposerons quelques solutions en fonction du diagnostic d'état du canal que nous avons réalisé.

IV.2. La dégradation du canal d'Oued Righ

Malgré le grand réservoir des eaux souterraines dans cette région, il n'y a pas des cours d'eaux ou des rivières qui nous aident à évacuer les eaux de drainage et d'assainissement. C'est pour ça que les habitants de cette vallée ont creusés ce canal artificiel. Vu la nature sableuse du sol de la région et sa richesse en sel ainsi que la pente élevée dans certains tronçons du canal collecteur on observe un phénomène de démolition et d'érosion sur les berges et cela à son tour provoque d'autres problèmes de bouchage et d'ensablement.

Le passage de ce canal dans les zones chottes ou sableuses provoque la destruction des berges notamment à Sidi Amrane, Zaouiet Riab, Tendla amont et aval, et Boufeggoussa.

La zone où la pente est élevée des turbulences provoque la destruction des berges à Boufeggoussa.



Photo IV-1 dégradation du canal région Boufeggoussa

(Photo : Benferhat ; benamor 08/03/2020)

IV.3. Principales des causes :

Les principales causes qui ont contribué à la remontée dans le canal de Oued Righ sont :

IV.3.1. Mauvaise gestion des eaux d'ensemble des forages exploités destinés :

A l'alimentation des agglomérations, aux irrigations des exploitations agricoles et en absence d'un réseau d'AEP et d'irrigation adéquate, et de compteurs sur les branchements et en tête des forages agricole, manque de sensibilisation chez les agriculteurs et les habitants sur l'économie d'eau. Plus de rejets et moins de prélèvements.

C'est la cause la plus importante du phénomène de la remontée, en effet l'absence de recyclage des eaux de drainage et des eaux d'assainissement urbain oblige toutes les eaux à rejoindre la nappe phréatique. Une mission d'expert soviétique entre 1965 et 1969 a avancé les chiffres de 22 millions m³ d'eau (drainage + assainissement urbain) évacués chaque année (8 en été et 14 en hiver) dans le grand canal Oued Righ afin de rejoindre le chott Mérouane.

Transfert des nappes profondes L'apport des eaux à partir des nappes profondes

Contribue énormément à la formation et à la remontée de la nappe, en effet, un important volume pompé journalière vient s'ajouter à celui de la nappe phréatique, et ce par le biais de

fuites provenant de conduites vétustes de réseau d'AEP et de rejet d'eau d'assainissement agricole (HAFOUDA 2005)

IV.3.2. La pollution :

La pollution de l'eau ; c'est un déversement, écoulement, rejet, dépôts directs ou indirects de matières de toutes natures, et plus généralement tout fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux, en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques, qu'il s'agisse d'eaux superficielles, souterraines ou même dans la limite, des eaux territoriales.

IV.3.3. Dégradation des sols :

La dégradation des sols est la baisse de la qualité et l'altération des propriétés d'un sol. Les différents processus qui peuvent y contribuer à l'érosion, la contamination, le drainage, l'acidification, l'altération et la disparition de la structure du sol, ou encore la combinaison de ces facteurs (BEKKARI NACEUR EDDINE, 2012).

IV.3.4. Salinisation :

C'est un phénomène de dégradation qui touche principalement les plaines agricoles irriguées.

La salinité ou la salinité du sol est le niveau élevé de sel dans le sol. Les sols sont salinisés en raison de l'accumulation de sels en excès et sont généralement plus visibles à la surface du sol. Les sels sont transportés à la surface du sol par des transporteurs capillaires naturels et sont chargés d'eau souterraine salée, puis ils s'accumulent en raison de l'évaporation, et la salinité peut également être dense dans le sol en raison de l'activité humaine, en trois façons spécifiques.

- **Irrigation** : les eaux d'irrigation fortement chargées en sels, conduisant à une salinisation des terres.
- **Fumure** : l'utilisation des engrais chimiques, des fumiers et des amendements qui contiennent beaucoup de sels, à des concentrations élevées, peut créer ou aggraver le problème de la salinité.
- **Régularisation des eaux** : la construction d'ouvrages régulateurs (canal) entraîne toute extension brute des zones salées dans l'avenir.

❖ **Aspects pédologiques de la salinisation** Les auteurs, précisent les aspects pédologiques de la salinisation, qui sont comme suit :

- Salinisation primaire : On considère une salinisation primaire, lorsque les sels qui se trouvent dans le sol proviennent de l'altération des roches salifères primaires.
- Salinisation secondaire : Dans ce cas, par exemple, si une partie d'une plaine littorale est envahie par la mer, bien que le contact soit direct, la salinisation reste secondaire. Le même pour un sol alluvial qui se sale sous l'effet de la remontée d'une nappe chlorurée.

IV.3.4.1. Effets de la salinité sur le sol :

La concentration saline des solutions du sol augmente le sel qui se dépose en surface des terres en fin d'été. Il se forme de minces couches grisâtres ou blanchâtres qui peuvent devenir dans les sebkhas et les chotts des régions telliennes et sahariennes.

Modification du réservoir renfermant la nappe phréatique, les fluctuations hiver / été de la nappe, provoquent des concrétionnements gypseux qui gênent la circulation de l'eau, et aussi, impose que la croûte gypseuse limite l'épaisseur utilisable des sols. Mais le phénomène de modification du réservoir ancien, n'explique en rien le changement du comportement depuis une décennie.

La destruction de la structure du sol par la dégradation chimique du complexe, la destruction de la structure colloïdale des sols, et par conséquent, la diminution de la perméabilité. La concentration de la solution du sol dans un sol, comme il a été signalé par, entraîne une augmentation de la pression osmotique et conduit à une réduction de la disponibilité en eau.

La perturbation des échanges ioniques, la présence de sels solubles diminuent la valeur du pH du sol, leur action augmente avec la valence des cations. La salinité réduit la biomasse microbienne et le dégagement de CO₂ et inhibe la nitrification. (BEKKARI NACEUR EDDINE, 2012).

IV.3.4.2. Effets de la salinité sur la plante :

La salinité provoque à la fois un stress ionique et un stress osmotique sur les plantes et les réponses les plus connues des plantes à la salinité sont liées à ces effets. L'effet de la salinité sur les plantes se traduit généralement par une réduction de leur croissance. D'autre part, les effets osmotiques des sels sur les plantes sont le résultat de l'abaissement du potentiel hydrique du sol dû à l'augmentation des concentrations des solutés dans le profil racinaire des plantes,

cette condition interfère avec la capacité des plantes à extraire l'eau à partir du sol et à maintenir leur turgescence.

L'accumulation des sels dans les feuilles cause la sénescence prématurée, la réduction de l'approvisionnement en assimilât dans les zones de croissance et de ce fait, elle altère la croissance des plantes. Chez les variétés sensibles, l'accumulation de sels est plus rapide, et les cellules ne peuvent pas compartimenter les sels dans les vacuoles au même degré que les variétés tolérantes.

En générale, le stress salin affecte tous les principaux processus vitaux de la plante tel que la croissance, les relations hydriques, la photosynthèse et l'absorption des minéraux

IV.3.5. Mesures de la salinité :

La salinité globale du sol peut être exprimée de différentes manières, soit :

- Par la somme des ions de l'extrait aqueux ;
- En gramme par litre de NaCl ;
- En pour-cent de sel dans le sol ;
- En termes de conductivité électrique (CE) déterminée sur l'extrait de pâte saturée à 25°C (RICHARD et al., 1954 cités par ADI, 2001) ; l'unité d'expression est le millimho (mmhos/cm) ou le milli siemens (ms).

Dans les sols salins, les sels solubles se trouvent soit à l'état cristallisé, soit sous forme dissoute. Dans le premier cas, il s'agit de cristaux ou efflorescences de sels qui se forment à la surface des sols halomorphes, ou bien se développent en profondeur du profil et qui sont des sels peu solubles tels que le gypse. Dans le second cas, il s'agit des cations ou des anions présents dans la solution du sol, laquelle constitue la dissolution aqueuse renfermant divers éléments provenant des phénomènes de solubilisation directe ou indirecte quand le sol se trouve imbibé par une certaine quantité d'eau. Cette solution du sol présente une composition cationique en équilibre avec les cations dits échangeables retenus par le complexe absorbant.

Deux approches méthodologiques peuvent être utilisées pour extraire les sels solubles : Saturation en eau du sol où Mélange à forte dilution.

- Par saturation en eau du sol, appelée encore l'extrait de pâte saturée, cette méthode consiste à mélanger un échantillon de sol à une quantité d'eau qui est proportionnelle à sa capacité de rétention. Cette méthode se rapproche des solutions salines réellement existantes dans le sol. La confection de la pâte saturée est relativement simple mais nécessite au moins 300g de terre

fine afin d'obtenir au moins 50 cm³ de solution d'extraction. Cette méthode reflète le mieux la composition ionique de la solution du sol, elle est la plus fréquemment utilisée.

- Par mélange à forte dilution (une partie de terre pour 2, 5 ou 10 parties d'eau pondérale), le rapport sol-eau reste constant quel que soit la nature du sol. Pour cette méthode, le souci n'est plus de se rapprocher des solutions existantes dans le sol en place, mais d'extraire le maximum de sels contenus dans l'échantillon. (BEKKARI NACEUR EDDINE, 2012).

IV.3.6. État du canal est l'excès des eaux :

Le calcul de bilan hydrique de la vallée de l'Oued Righ a montré qu'un excès important des eaux (169499047.20 m³) c'est-à-dire le débit entrant (192226147.20 m) dans le système est extrêmement élevé comparativement avec des débits sortant (22 727 100 m). Ce qui contribue à l'apparition des graves problèmes relatifs à cet excès d'eau.

Cet excès d'eau a provoqué une remontée progressive de la nappe phréatique qui va réagir d'une façon nocive sur les palmeraies avoisinantes (asphyxies des palmiers dattiers). Sur le long du canal, nous pouvons constater des dégâts provoqués par l'érosion. Certaines parties du canal principal montrent déjà des signes d'érosion telle que la zone de : Temacine, Sidi Amrane et Meghair. Cette érosion risque de mettre en drainage la stabilité des berges et quelques ouvrages qui existent telles que les passerelles...etc. Cela est dû au débit très élevé des eaux de drainage, donc le canal principal d'Oued Righ à son état actuel ne peut pas satisfaire au besoin de drainage demandé par les palmeraies et la conséquence de cet état c'est un excès d'eau qui menace les cultures.

IV.3.7. Les rejets des eaux usées :

L'assainissement de la région nord de l'Oued Righ (Djamâa, Meghaier) est doté d'un réseau primaire et secondaire, le taux de raccordement de ce réseau est important. Chaque commune a son point de rejet dont le nombre de ces points est égal à deux et Dans cette zone les points de rejets sont divers, et les rejets s'acheminent vers soit un drain, un oued, un chott ou canal Oued Righ. Ces rejets se jettent ensuite vers Oued Khrouf pour aboutir à la fin dans le Chott Merouane. Donc les eaux usées sont déversées directement dans le milieu naturel sans aucun traitement préalable



Photo IV-2 point de rejet des eaux sur le canal (station Z. riab)

IV.4. Les différents problèmes du canal

Le diagnostic a été effectué sur quelques tronçons du canal qui servent d'exemple pour déterminer les différents problèmes rencontrés, selon cet diagnostic il a été repéré que

- 1- L'affaissement des berges du canal de quelques tronçons. Dû à l'instabilité des pentes.
- 2- De grands affaissements des deux côtés du canal, à cause du changement subit des pentes, des glissements de terrain causés par les fortes pluies rare qui tombent occasionnellement sur la région mais avec une forte intensité.
- 3- La stabilité des berges dans quelques zones à cause de l'existence d'une forte végétation sur ces berges d'un côté et un changement du régime d'écoulement de l'autre côté. Là on note deux (02) cas :
 - a) Le roseau poussé sur une seule rive. Dirige ainsi l'eau vers la rive opposée qui est non protégée, entraînant la réduction de la surface mouillée, et l'augmentation de la vitesse d'écoulement, ce qui engendre l'entraînement du sol du fond du canal par l'eau qui s'écoule à une forte vitesse, et érode la berge non protégée.
 - b) Le roseau pousse sur les deux rives, alors l'écoulement se concentre au milieu avec une grande vitesse entraînant ainsi l'affouillement du fond du canal.



Photo IV-3 *Les roseaux sont situés sur les deux rives*

(Photo : Benferhat; benamor 08/03/2020)

- 4- L'existence des points de rejet des eaux usées sans subir un traitement dans des endroits non aménagés.
- 5- Des bouchons sur quelques tronçons formés par le roseau empêchant ainsi la circulation de l'eau, et favorisant l'accumulation des eaux dans la partie amont de ces bouchons, et par contre la remonter apparente de la nappe phréatique (Cas des palmeraies de Tinedla).
- 6- Le mauvais emplacement des réseaux de drainage a conduit à l'apparition de grandes quantités de sable dans le canal à cause de l'érosion local des berges causé par tes eaux venant des canaux secondaires de drainage refies au canal principal (Canal Oued Righ).



Photo IV-4 Affouillement d'une berge du canal au niveau de la zone (Tindla-Boufeggoussa)

(Photo : Benferhat; benamor 08/03/2020)

IV.4.1. Les problèmes rencontrés par le réseau :

Les points de contact des réseaux d'assainissement avec le canal ne sont pas aménagés, sans compter que les vitesses d'écoulement dans les conduites des réseaux sont très faibles ce qui a favorisé :

- Propagation des mauvaises odeurs dans les zones voisines du canal
- Une poussé d'herbes au niveau des points de contact avec le canal.
- Apparaisions des maladies a transmission hydrique et par les insectes.

L'absence des stations d'épuration a conduit à la pollution des eaux du canal, et l'augmentation du volume de la vase décanté au fond du canal, comme il a conduit à l'extermination de l'activité biologique représentée essentiellement par les poissons qui ont été une caractéristique du canal.

IV.4.2. Palmeraies :

Le rendement des palmeraies et dépend de deux essentielles paramètres ; l'irrigation et le drainage pour notre cas un drainage efficace avec une bonne irrigation augmente le rendement de palmier dattier si le canal fonction d'une façon correcte nous pouvons garanti le niveau optimal pour les racines de nutrition des palmiers dattiers en conséquent une bonne aération du

système racine ce dernier va se développer plus en plus et le palmier va bien se nourrir et la récolte augmente

IV.5. L'aménagement des ouvrages annexes du canal Oued Righ :

Comme il a été montré dans le diagnostic de l'état du canal, les ouvrages annexes du canal ont une grande influence sur l'efficacité de celui-ci. Les ouvrages annexes aménagés sont :

- Les drains ;
- Les passages buses. (Benlamouar Atef 2008)

IV.5.1. Aménagement des points de rejets des eaux de drainage

Les points de rejets dans le canal d'eau de drainage ne sont pas aménagés, et les niveaux d'eau dans certaines embouchures sont au même niveau que l'eau dans le canal ce qui n'est pas conforme aux normes techniques. Les points de rejets des eaux de drainage, forment un obstacle qui gêne l'écoulement dans le canal, en diminuant la vitesse à leur niveau, ce qui favorise l'apparition des herbes et la propagation des mauvaises odeurs.

- Méthode de raccordement

D'après la pratique technique, le raccordement des conduites au canal doit se faire avec un angle de (60°), ce qui permet d'éviter l'obstruction de l'écoulement comme la montre la figure (IV.1) et (Benlamnouar Atef 2008).

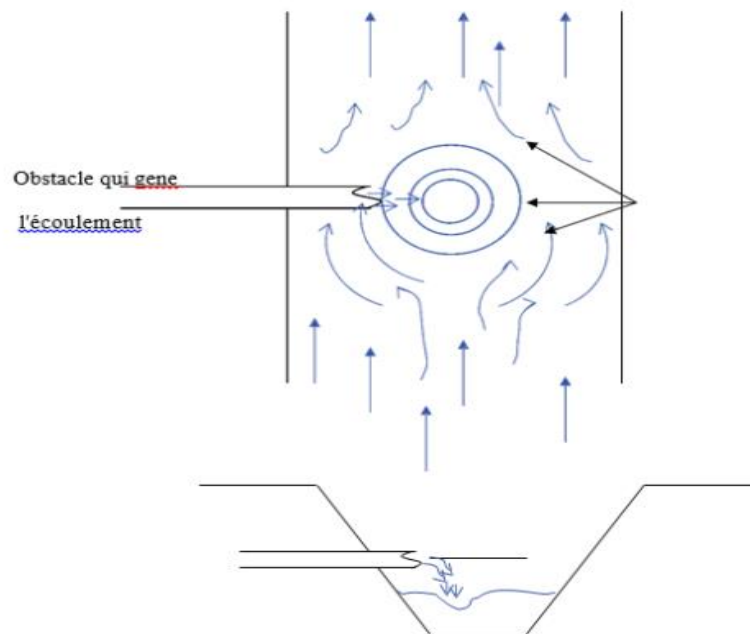


Figure IV-1 L'obstruction de l'écoulement par les drains reliés au canal

IV.5.2. Aménagement des passages buses

Les passages buses sont des ouvrages à écoulement superficiel (sans charge) et de forme circulaire ($I = 1500$), l'écoulement des eaux est perturbé du fait de la détérioration des paramètres hydraulique du déversoir. Les problèmes posés au niveau des passages buses, sont l'érosion et les fissurations des conduites à cause des fortes charges auxquelles sont exposées ces ouvrages. Pour cela on propose un aménagement qui peut réduire et lutter contre ces problèmes. En se basant sur les causes des problèmes, et pour éviter de gêner l'écoulement on donne la forme suivante des passages buses, cette forme vérifie les conditions techniques. Figure (IV.2). (Benlamouar Atef 2008)

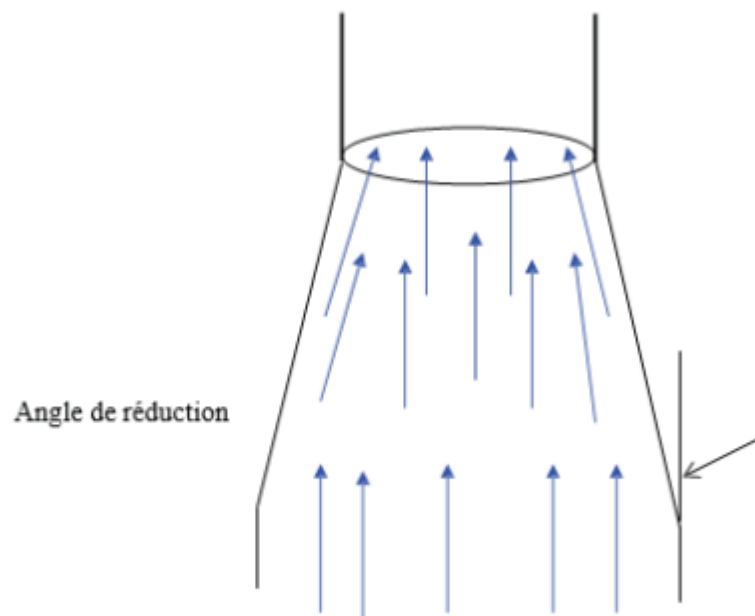


Figure IV-2 L'angle de réduction à l'entrée des passages buses

IV.5.3. L'entretien :

Afin d'assurer un bon écoulement des eaux, la végétation à l'intérieur du canal doit être entretenue. Sur le canal oued righ, l'entretien est mécanique et s'effectue par des actions de fauchage et Couper les mauvaises herbes (roseaux) et pas en le déracinant Pour ne pas réduire le débit du canal et profitant de leur effet anti-érosif qui protège les talus.

Examinez et traitez régulièrement les zones touchées. Elles peuvent être protégées en plaçant de simples pierres, des sacs de sable empilés ou des pneus qui protègent bien les zones de

nettoyage. Cela évite que les dommages ne s'aggravent pendant la saison d'irrigation ou pendant les fortes pluies.

La vérification des ouvrages (chutes, partiteurs, bassins de dissipation) et la réparation immédiate des fissures qui peuvent y apparaître.



Photo IV-5 L'entretien des berges du canal - station sidi amrane

(Photo : Benferhat; benamor 08/03/2020)

IV.6. Conclusion :

Le canal d'Oued Righ représente le poumon de la vallée Oued Righ comme le dit tous les hydrauliciens et hydrogéologues. Actuellement, Le canal collecteur tend vers une dégradation importante à cause des plusieurs phénomènes (Fortes pluies, mauvais drainage, mauvaises herbes), la protection durable du canal d'Oued Righ nécessite :

- Le nettoyage durable des végétations qui se trouvent sur les berges du canal, provoquant un obstacle à l'écoulement des eaux et détruit les berges non protégées, ce qui conduit à un comblement du lit de l'oued.
- La cimentation des berges dans certaines parties du canal, qui sont presque détruites par l'érosion ou par la turbulence où la pente est élevée. Le phénomène de la destruction des berges reste un danger permanent pour la stabilité des berges. .
- La lutte contre la pollution que ce soit rejets des eaux usées ou déchets solides rejeter dans le canal.
- Enfin, La lutte contre, Le développement des parasites et la multiplication naturelle de certains insectes qui peuvent transmettre des maladies parasitaires parfois mortelle.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

La vallée de l'oued Righ est une large fosse de direction Nord- sud prenant ses originaux sud (la palmeraie d'El-Goug) et débouchant sur le chott Mérouane.

Le projet du canal principal d'Oued Righ qui s'est achevée en 1984 est un projet de revivification pour la région après que cette dernière souffrait de l'augmentation des phénomènes de salinisation des terres et de la remontée de la nappe phréatique, il est tout à fait possible qu'après la création du canal la situation dans un grand nombre de palmeraies a été améliorée, mais la situation est revenue à la dégradation de nouveau au cours.

La vallée d'oued Righ est caractérisée par un climat aride avec de faibles précipitations, voir rare, est des vents de dominance (Sud - Ouest). Le terrain de la vallée est pratiquement plat, avec une dénivellation très faible de l'ordre de 10 vers le Nord, le sol de la vallée est constitué de dépôt de sable argileux.

Afin de connaître les problèmes rencontrés par le canal d'oued Righ, il était nécessaire de diagnostiquer l'état en effectuant des visites sur le terrain et en recherchant diverses données techniques sur le canal.

Ce diagnostic a donné les résultats suivants :

Calcium (Ca^{2+}) 120,24 mg/l , Magnésium (Mg^{2+}) 82 mg/l, Le Sodium (Na^{+}) 237,16 mg/l.

Les résultats du Granulométrie ont montré la prédominance du sable fin sur la zone avec un rapport compris entre 96,89% et 95,03%, et le faible pourcentage représentait du sable normal.

Les mauvais résultats des réseaux de drainage en raison que leur cours sont comblés à cause de l'effondrement des talus où à cause de la croissance des roseaux, et le canal principal ne peut pas terminer sa tâche seulement avec un bon réseau de drainage, le système d'évacuation des rejets doivent être intégrées.

La détérioration des propriétés physiques et chimiques du sol due à l'augmentation notable du pourcentage de sel présent dans la région, Cette augmentation est due à l'impact du climat sur la région.

Diminution de la vitesse d'écoulement dans le canal, cette situation soulève de manière problématique à cause des méthodes qui ont été appliquées, en particulier le processus de construire des passages (ouvrages d'arts) et l'aménagement des talus du Canal. La dégradation du canal principal a eu un impact négatif sur les jardins des palmiers dattiers, la faible capacité du canal et réseaux de drainage ont conduit à leur incapacité de rabattre le niveau de la nappe

Conclusion Générale

phréatique dans plusieurs zones de la région, dont il provoque la salinisation des terres et l'asphyxie des palmiers.

Suivant ces résultats nous avons proposé quelques solutions techniques qui peuvent améliorer l'état du canal, et qui peuvent être réalisées sur terrain, ces solutions consistent à :

- ✓ Curage périodique du canal.
- ✓ Adapter un revêtement adéquat pour les tronçons détériorés, nous avons proposé deux types de revêtements : un revêtement en maçonnerie, et un revêtement en béton avec les précautions à prendre afin de préserver son effet drainant.
- ✓ La méthode technique qu'il faut suivre pour aménager les points de rejet des eaux usées et des eaux de drainage sans gêner l'écoulement.
- ✓ Et enfin un schéma d'aménagement des passages buses qui peut réduire la dégradation à leur niveau.

Enfin de compte, le canal représente l'axe du développement agricole dans la région et l'entretien de ce canal est la responsabilité incombant à tout le monde, l'intervention de l'Etat est nécessaire dans les grandes œuvres d'aménagement et la participation des agriculteurs est essentielle pour le maintien des systèmes de drainage, comme ça nous arriverons à un développement véritable et durable de la vallée de Oued Righ

Bibliographie

- [1] B. Naceur Eddine, *Etude de l'impact des aménagements locaux sur la dégradation de l'environnement oasien de oued righ (Master Académique)*, Ouargla: Université kasdi merbah-ouargl, 2012.
- [2] B. N et B. R., «Contribution à l'étude phytoédaphique des zones,» Uni. Kasdi Merbah Ouargla, 2012.
- [3] S. L. M., «Etude hydraulique du canal Oued Righ,» Université Kasdi Merbah Ouargla, 2008.
- [4] S. Otmane, « La dégradation de l'Oued Righ et son impact sur les oasis périphériques,» Université Kasdi Merbah Ouargla, 2009.
- [5] B. Atef, «Etude de protection des berges du canal Oued Righ, Etude des variantes, Ouargla,» Université kasdi merbah-ouargla, 2008.
- [6] M. zineb, «Caractérisation hydro chimiques des eaux de la nappe libre dans la région d'Oued Righ, Ouargla,» Université kasdi merbah-ouargla, 2016.
- [7] B. IBTISSAM, «Caractérisation morphologique et analytique de quelques sols d'apport alluvial dans l'écosystème Saharien (cas de la région d'Oued Righ) , Ouargla,» Université kasdi merbah-ouargla, 2017.
- [8] H. Nadjia, «Contribution à l'étude de l'effet de l'action anthropique sur les zones humides du Sud-est du Sahara (Cas de l'Oued Righ)) , Ouargla,» Université kasdi merbah-ouargla, 2012.
- [9] H. L., «Caractérisation et quantification de la salinité de sol et de la nappe dans la vallée de l'Oued Righ .Thèse de Magister INA, Alger.,» 2005.

