

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

Université Saad Dahlab Blida
Faculté de Technologie

Département des Sciences de l'Eau et de l'Environnement

Projet de fin d'études Master

Option: Hydraulique

Filière: Science de l'eau

Titre :

**LE CANAL D'OUED RIGH :
PROBLEMATIQUE ET PERSPECTIVES**

Présenté par :

GASMI KHADIDJA

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

M^r BOUIKNI. A	Maitre-assistant, U de Blida	Président
M^r BESSENASSE. M	Professeur, U de Blida	Examineur
M^r BELKACIMI. A	Maitre-assistant, U de Blida	Examineur
M^r REMINI. B	Professeur, U de Blida	Promoteur

Promotion 2012/2013

❧ Dédicace ❧

Je dédie ce modeste travail à tous ceux que j'aime mais surtout :

A mes parents qui ont toujours été les étoiles de mon ciel et ont illuminé mon Chemin depuis ma naissance, je ne les remercierai jamais assez (maman et papa que Dieu me les garde) ;

A ma grand-mère et mon grand-père que Dieu les gardes;

A mes frères : Ilyasse et sa femme Sakina, Hafed, Mohammed et Rfaa ;

A mes sœurs : Siham, Moufida, Linda, Lina et leurs maries Lazhar, Tahar, Abd El-Kader et mohammed;

A ma sœur chayma ;

A les fleurs de ma famille : Rabab, Raid, Bachir, Loaye, Bossayrie, Sidra, Alaa, Ossama et Ranime ;

A mes amis : Ahlem, Imene, Kaouthar, Meriem, Nafissa, Nadjat, Sana, Wissam, Sabah, Rahma....

A mes amis d'étude : Assia, Djohare, Narimane, Souad, Tinhinane, Talal, Youssef, Hamza, Mohammed;

A toute ma promotion 2013 sans exception ;

A tout les enseignants de SEE qui m'ont accompagné durant mes études surtout Mr. REMINI et Mr. BENSAFIA le chef de département ;

A toute personne utilisant ce document pour un bon usage.

Khadija.

❧ Remerciements ❧

Avant tout, je remercie le bon DIEU qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de force et de sagesse, ainsi que la bonne volonté pour achever ce modeste travail.

Je remercie mes chers parents qui ont le droit de recevoir mes chaleureux remerciements pour le courage et le sacrifice qu'ils ont consentis pendant la durée de mes études en leurs souhaitant une longue vie pleine de joie et de santé.

Au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à Mr REMINI.B (Mon promoteur) pour avoir contribué à l'élaboration de cette présente thèse et à ma formation durant les années d'étude.

Toute gratitude à mes professeurs et enseignants de département science de l'eau et de l'environnement qui m'ont guidé au cours de la formation

Je remercie également

-Mr MERABET.S et Mr MASSOUDI.C à l'ONID de Djamaa ;

-Mr CHRADID à la DHW de Djamaa ;

-Mr HOMYA.Z à la DSA de Djamaa ;

- Mr. ELUELMI.F ingénieur à l'ANRH de Touggourt.

Mes respects aux membres de jury qui me feront l'honneur d'apprécier ce travail.

Je remercie tous mes camarades de classe et mes amis et tous ceux qui ont été à mes cotés jusqu'à aujourd'hui.

Merci 

المخلص

في هذه المذكرة لنهاية الدراسة للماستر، درسنا تأثير قناة وادي ريغ في تصريف المياه المستعملة و مياه الترشيح القادمة من السقي لأكثر من 100 مزرعة نخيل. فهي تعتبر كالرئة لوادي ريغ لأنها تحفظ المنطقة من صعود المياه الجوفية. و على أساس البعثات خلال سنة 2013 في مزارع النخيل. كما كشفنا عن مختلف أنواع المشاكل الموجودة في الجزء من القناة لمنطقة الدراسة. متوسط التدفق السنوي 5م³/ثا يصرف بواسطة القناة.

الكلمات الدالة: وادي ريغ - قناة- تقهقر- صرف - مياه مستعملة.

Résumé

Dans ce mémoire de fin d'études de Master, nous avons étudié l'impact du canal d'Oued Righ sur l'évacuation des eaux usées et des eaux de lessivage en provenance de l'irrigation de plus de 100 palmeraies. Il est considéré comme le poumon de la vallée d'Oued Righ, puisqu'il a épargné la région d'une remontée des eaux de la nappe. Cependant, sur la base des missions effectuées durant l'année 2013 dans les palmeraies, nous avons relevé les différents types de problèmes existants dans le tronçon de la zone d'étude. Un débit moyen annuel de 5 m³/s est évacué par le canal.

Mots clés : Oued Righ – Canal – Dégradation – Drainage – Eaux usées.

Abstract

In this thesis at Master studies, we studied the impact of the Oued Righ canal on wastewater and leachate from the irrigation of more than 100 palm groves. It is considered the lungs of the Oued Righ valley, as he spared the region of upwelling groundwater. However, on the basis of missions during the year 2013 in the palm groves, we detect different types of problems existing in the section of the study area. An average annual discharge of 5 m³/s is evacuated by the channel.

Keywords: Oued Righ - Canal - Degradation - Drainage - Wastewater.

INTRODUCTION GENERALE

Le problème de lieu de rejets des eaux usées domestiques et de drainage en provenance de l'irrigation gravitaire se pose dans les régions du Sahara. Nous assistons actuellement à un phénomène spectaculaire d'inondation provoquée non pas par les crues mais plutôt par la remontée des eaux de la nappe phréatique. En l'absence d'un exutoire naturel, ce phénomène de la remontée des eaux est apparu dans les régions d'Ouargla, Oued Souf, Ghardaïa et El Golea. Cependant, l'existence d'un canal d'évacuation des eaux usées et de drainage dans la vallée d'Oued Righ a épargné la région d'une inondation par la remontée des eaux.

Dans ce mémoire de Master, nous intéressons au rôle de cet oued artificiel réalisé par des moyens traditionnels dans l'évacuation des eaux usées et de drainage en provenance de l'irrigation d'une centaine de palmeraies de la vallée d'Oued Righ. Des missions ont été menées durant l'année 2013 dans une partie du réseau total de drainage situé dans l'oasis de Djamaa et long du canal principal d'une longueur de 125 km. En plus des données de débits collectées au niveau des sévices d'hydraulique, des investigations et des enquêtes ont été effectuées auprès de la population locale pour positionner les véritables problèmes le long du canal.

Pour atteindre un tel objectif, notre document sera subdivisé en trois parties. Dans la première partie nous évoquerons la présentation et les caractéristiques de la vallée d'Oued Righ. Dans la deuxième partie, nous traitons l'importance du canal de drainage dans la vallée. Afin de remédier à la dégradation du canal, nous traitons dans la troisième partie les différents types de problèmes existants le long du canal. Des recommandations seront apportées à la fin de ce modeste travail du mémoire de Master.

Chapitre 1

PRESENTATION ET CARACTERISTIQUES DE LA REGION D'ETUDE

1.1.Introduction

La vallée d'Oued Righ est située à la porte du désert. Connue par ses palmeraies, la vallée d'Oued Righ est une entité économique régionale. Le canal de drainage est considéré comme le poumon de la région. Cependant, l'étude de l'importance du canal exige la connaissance des caractéristiques physiques et hydrographiques du site, le climat, la géologie, les ressources en eau, et les activités économiques.

1.2.Situation géographique

La daïra de Djamaa appartient à la vallée d'Oued Righ qui est située dans le Sud-Est de l'Algérie et s'étend entre deux Wilayas : El-Oued et Ouargla. La vallée débute au nord par Oum El-Tiour (Daïra El-Meghair Wilaya d'El-oued) et se termine au la fin au sud d'El goug(Daïra de Touggourt Wilaya d'Ouargla) entre les latitudes Nord $32^{\circ}54'$ et $34^{\circ}9'$ et longitudes Est $5^{\circ}30'$ et $6^{\circ}20'$. D'une superficie de 15300 ha, la vallée s'étend sur un axe nord-sud de 150 Km (figure1.1).



1.3

La daïra de Djamaa a été construite en 1987. Sa limite administrative au Nord la daïra d'El Meghair (El Oued), au Sud les deux daïra de la wilaya d'Ouargla : Megarine et El-hjira à l'Est El Rguba (El Oued) et à l'Ouest, les Wilayas de Biskra et de Djelfa (figure 1.2). La superficie globale de cette région est 3452 km² qui contient 4 communes : Djamaa, Tendla, Sidi Amrane et El Marrara. Le nombre de population est 91610 Habitant (tableau 1.1).

Tableaux 1.1. Mentionne les surfaces et nombre de population dans les trois communes.

La commune	La surface (km)	Population
Djamaa	780	114038
Sidi Amrane	552	21029
Tendla	988	9112
Totale	3452	144179

(La daïra de Djamaa, 2010)

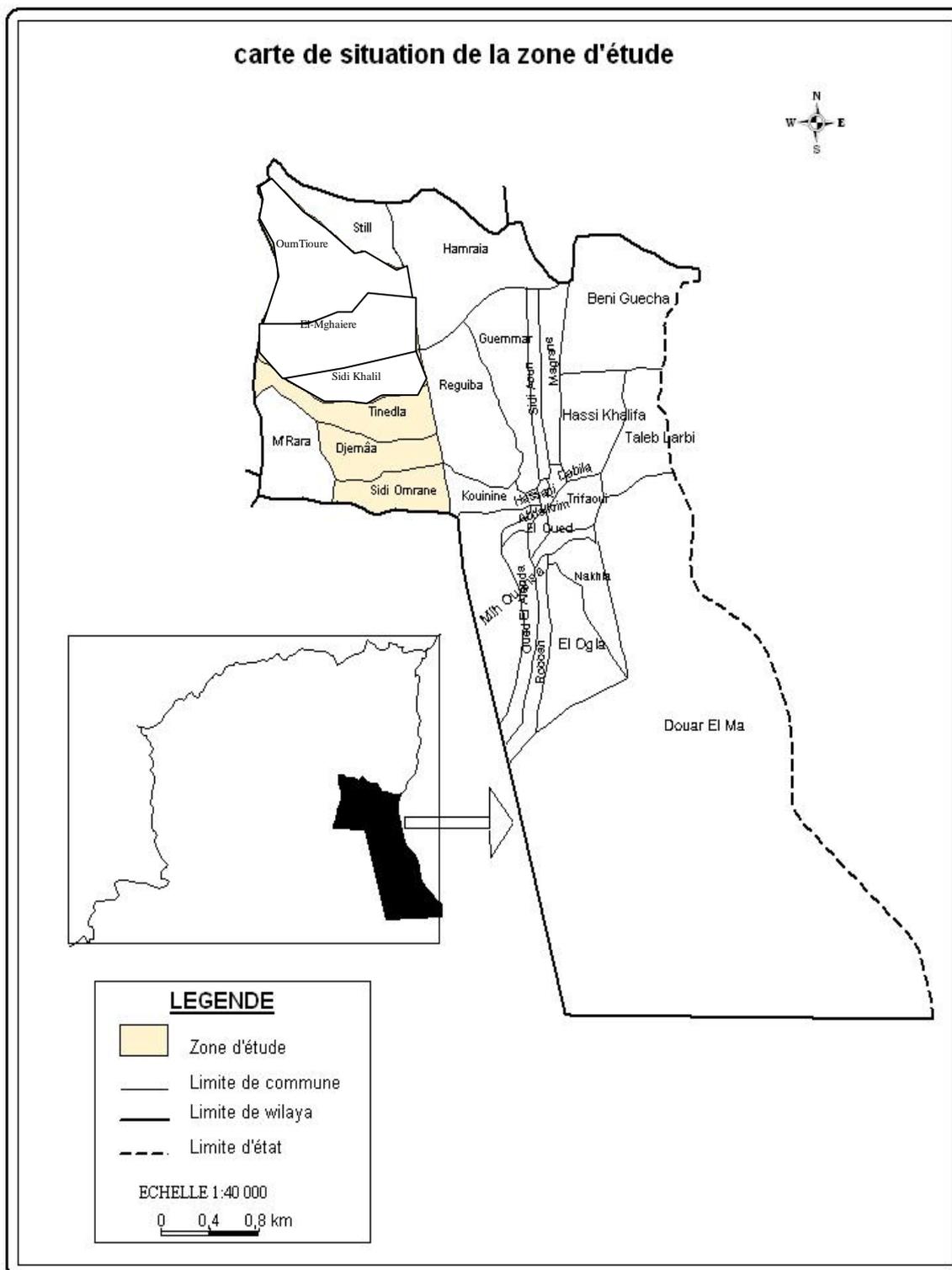


Figure 1.2. Carte de la situation administrative de la zone d'étude [11]

1.4. L'environnement de la région

La région d'Oued Righ est classée comme une zone humide, elle possède de dépressions naturelles représentées par des lacs et des chotts pour une superficie de 900000 ha. La diversité de la faune est très riche par les espèces (le flamant rose, le canard souchet, le tadorne la sarcelle d'hiver)[6].

Dans la zone d'étude, il existe des chotts et des lacs comme ; le lac d'Ayata, le lac d'Oued Khrouf, les chotts Tighdidine et Tindla. Ces oasis utilisent comme lieu de rejets des eaux usées, le canal principal d'Oued Righ (figure1.3).

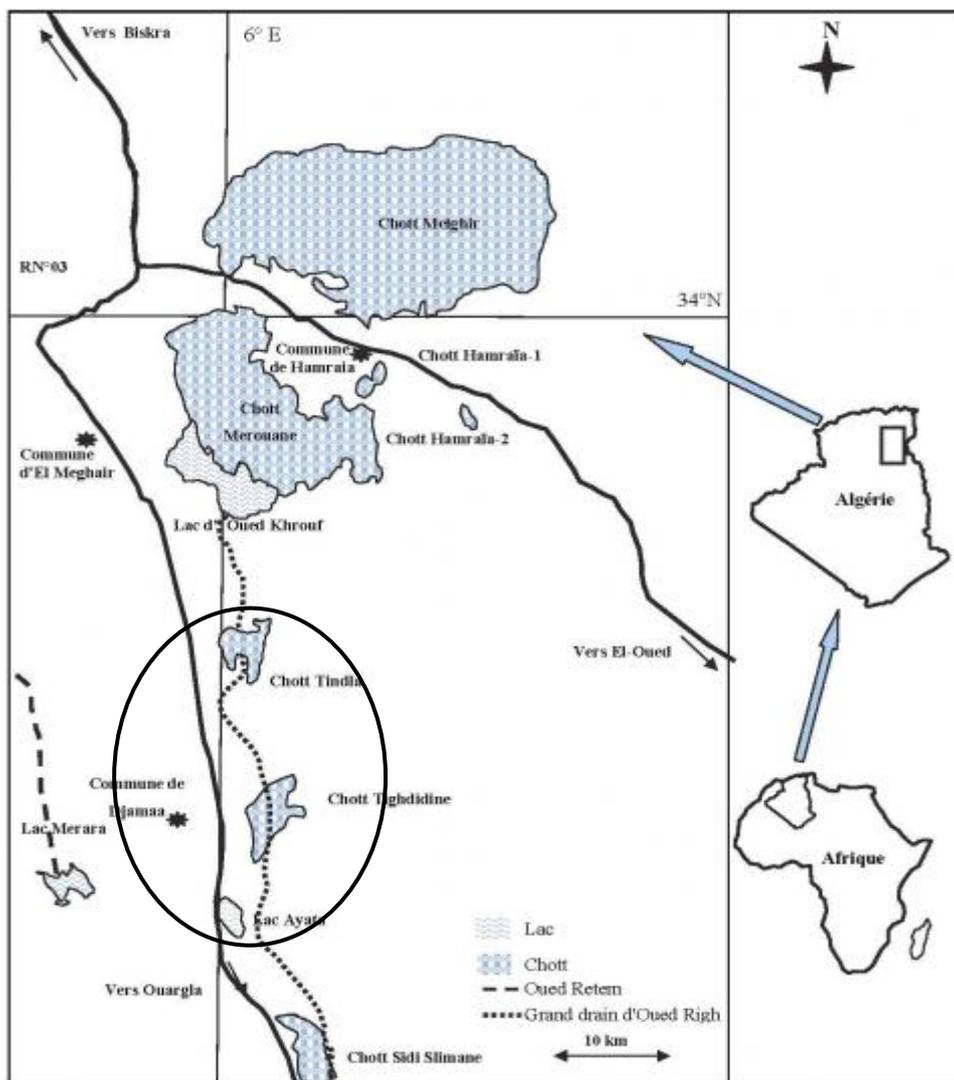


Figure 1.3. Situation géographique des dépressions dans la vallée d'Oued Righ[6]



Figure 1.4. Les flamant rose dans lac d'Ayata.

1.5. Les facteurs climatiques

La figure 1.5 représentant les différents sous bassins versants du Sahara algérien, ainsi que les principales stations météorologiques, actuellement en activité. La zone étudiée appartient au sous bassin versant 4 incluse dans le grand bassin saharien 13 (figure 1.5).

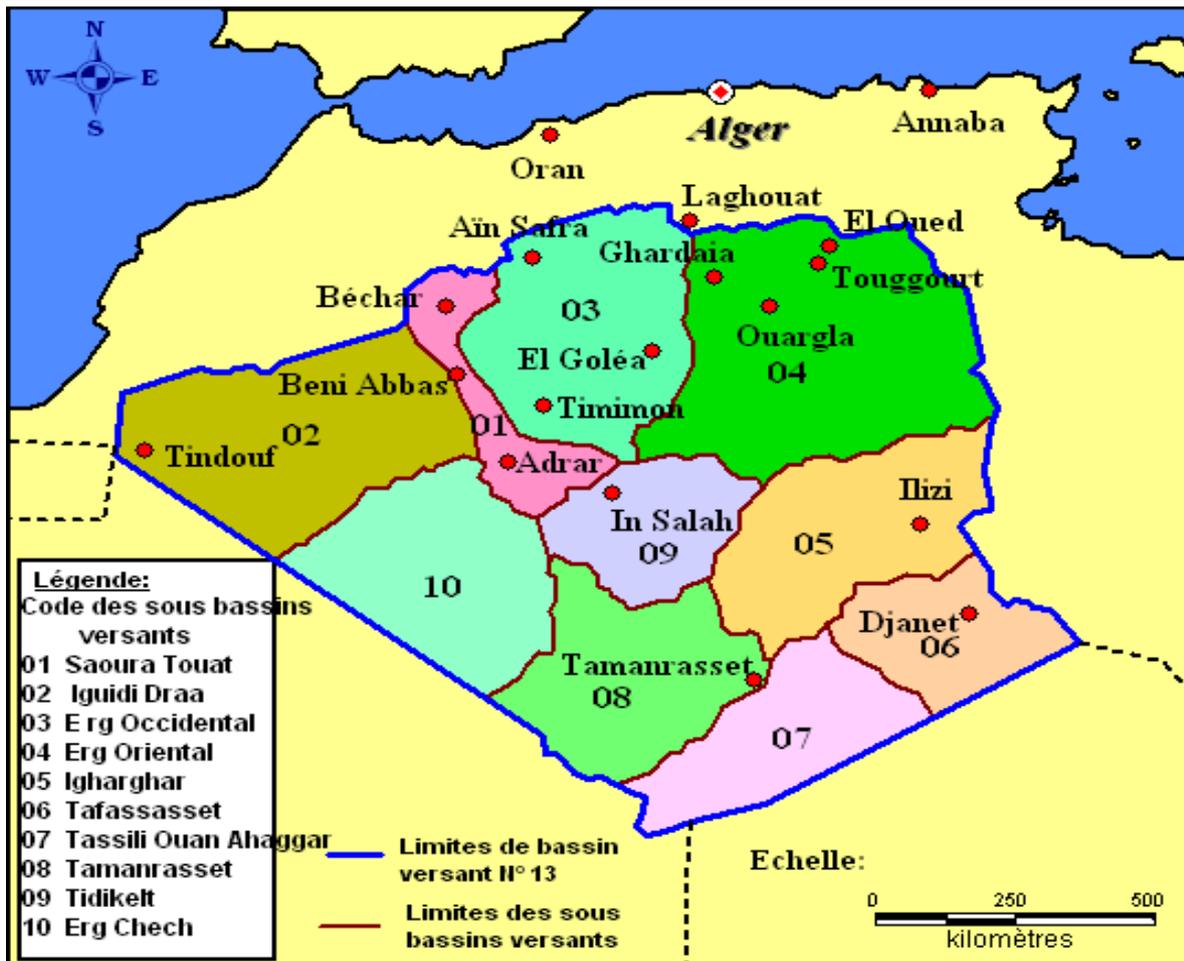


Figure 1.5. Les sous bassins versants du Sahara algérien et les stations Météorologiques (source ANRH)

1.5.1. Température

Le tableau 1.2 donne les valeurs moyennes mensuelles mesurées au niveau de la station de Touggourt durant la période : 1990-2012.

Selon le tableau (1.2) et la figure (1.6), la valeur la plus élevée est 41.34°C. La valeur la plus basse est 4.52°C. Quant à la moyenne annuelle correspondante à cette période, elle est de 22.28 °C. La figure 1.6 représente les variations des températures moyennes mensuelles et montre que les mois les plus chauds sont : Mai, Juin, Juillet, Aout et Septembre avec des températures qui dépassent 30 °C. Les mois les plus froids sont : Décembre, Janvier et Février avec des températures inférieures à 6°C.

Tableau 1.2. Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales en °C (1990-2012)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Moy
T_{min}	22.21	16.45	9.61	5.39	4.52	5.74	9.87	13.75	18.70	23.59	26.79	26.10	15.23
T_{moy}	29.11	23.44	16.31	11.9	10.87	12.91	16.84	20.96	26.08	31.19	34.07	33.69	22.28
T_{max}	36.01	30.44	23.01	18.41	17.22	20.08	23.80	28.16	33.45	38.78	41.34	41.28	29.33

Source (ONM-ANRH)

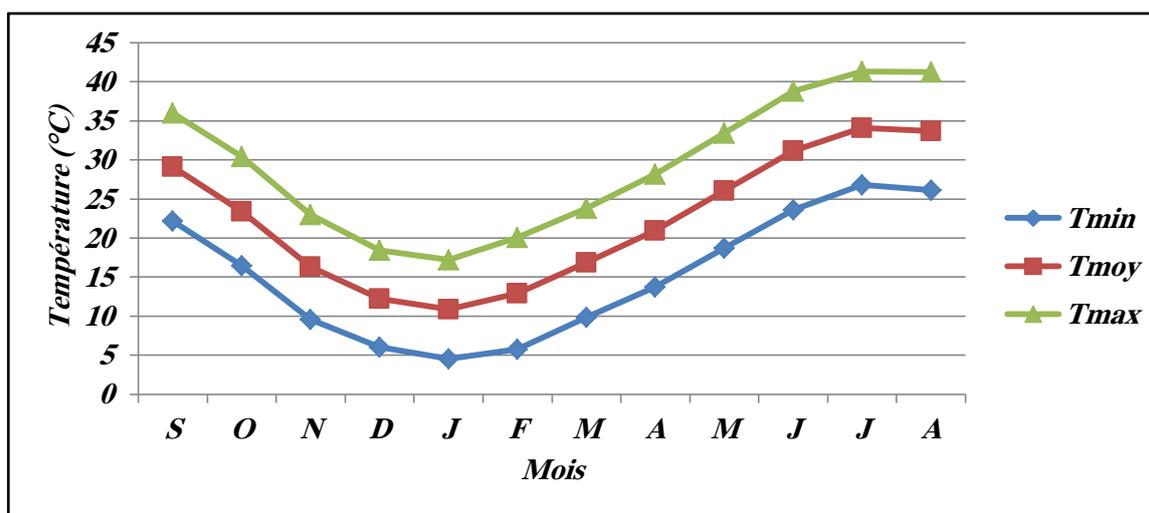


Figure 1.6. Variations des températures moyennes mensuelles, minimales et maximales durant la période (1990-2012)

1.5.2 Précipitation

La précipitation de la zone d'étude est de type désertique. Le tableau 1.3 représente les précipitations moyennes mensuelles à la station de Touggourt (1990-2011).

La figure 1.7 montre que les précipitations moyennes mensuelles se produisent du mois de septembre au mois de Mars. Le reste de l'année est relativement sec (particulièrement au mois du juillet 0.47 mm et au mois de juin 0.61mm) (figure1.7).

Tableau 1.3. Précipitations moyennes mensuelles (1990-2011)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Totale
P (mm)	5.52	4.72	4.14	4.40	15.13	2.35	5,05	4.32	3.13	0.61	0.47	2.67	52,51

Source (ONM-ANRH)

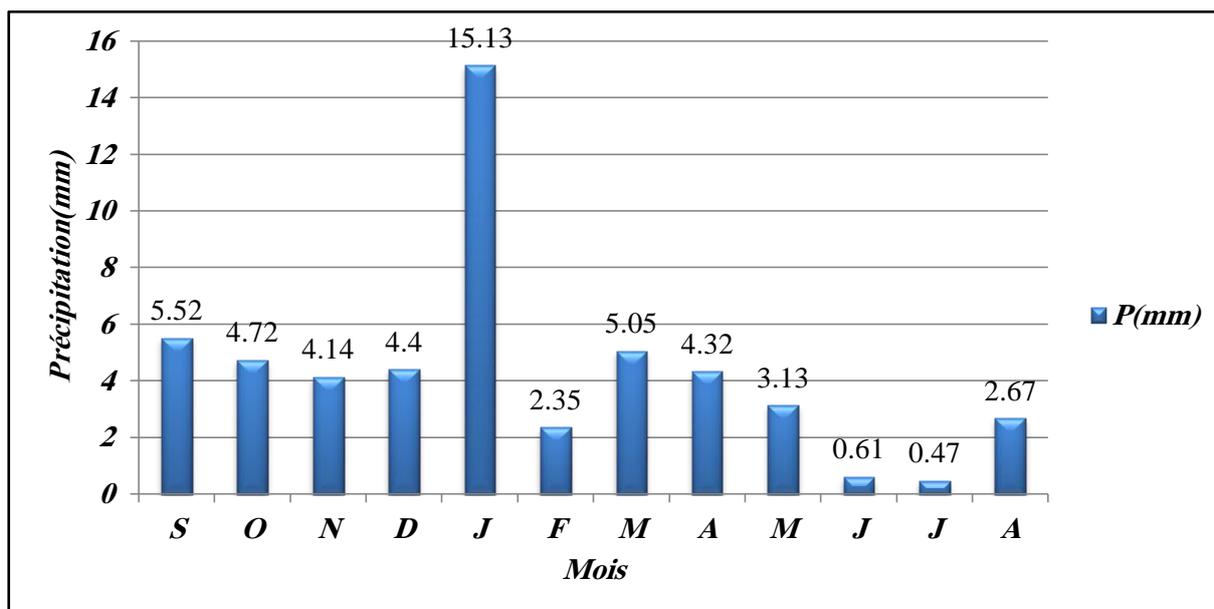


Figure 1.7. Répartition des pluies moyennes mensuelles

1.5.3 Le vent

D'après les mesures des vitesses moyennes mensuelles en station de Touggourt (1990-2012), la vitesse de vent varie entre 2.47 et 3.88 m/s (figure 1.4).

On remarque sur la figure 1.8 que la vitesse minimale du vent est enregistrée aux mois d'Octobre et de Novembre (2.47 m/s). La vitesse maximale est enregistrée au mois de Mai, elle atteint la valeur de 3.88 m/s. Ces vents soufflent dans des directions différentes.

Tableau 1.4. Vitesses moyennes mensuelles des vents (1990-2012)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Vitesse (m/s)	2.87	2.47	2.47	3.34	2.95	2.74	3.28	3.83	3.88	3.74	3.25	2.88

Source (ONM, ANRH)

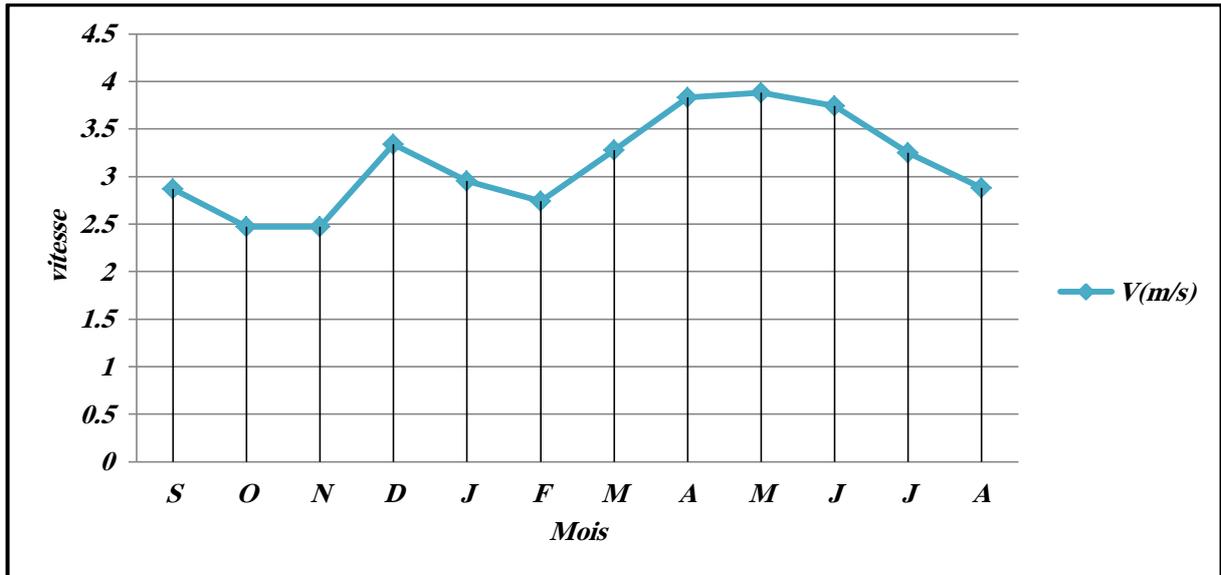


Figure 1.8. Répartition des vitesses moyennes mensuelles des vents (m/s)

1.5.4 L'humidité

Le tableau 1.5 donne les valeurs d'humidité moyennes mensuelles observées pendant 22 ans.

D'après la figure 1.9, les mois de Novembre, décembre et janvier sont les plus humides ($H > 40\%$). Les autres mois de l'année sont secs.

Tableau 1.5. L'humidité moyenne mensuelle (1990-2012.)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
H (%)	32.47	37.75	44.37	49.13	49.40	37.83	36.69	32.17	29.30	25.31	22.93	24.78

Source (ONM, ANRH)

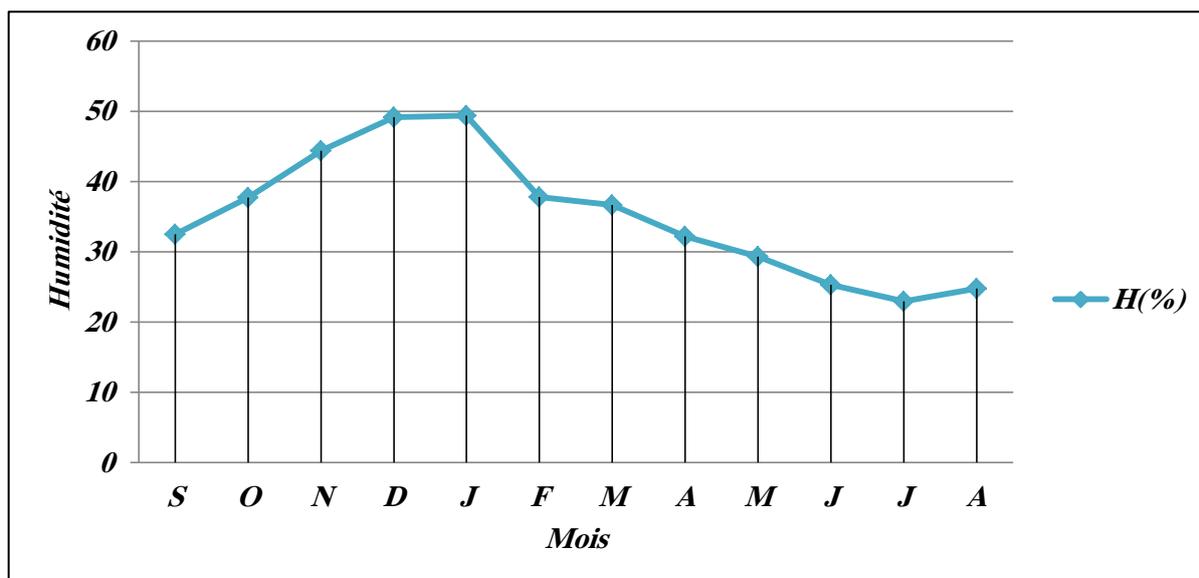


Figure 1.9. Répartition de l'humidité moyenne mensuelle en(%)

1.5.5 L'évaporation

Le tableau 1.6 représente les valeurs moyennes mensuelles mesurées à la station de Touggourt durant la période : 1990-2012.

La valeur maximale de l'évaporation a été enregistrée durant le mois de juillet (388.0 mm). Il est le mois le plus chaud. La valeur minimale de l'évaporation a été enregistrée durant le mois de janvier (2.47mm). Il est le mois le plus froid de l'année (figure 1.10).

Tableau I.6. Evaporation moyenne mensuelle (1990 – 2012)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Evap (mm)	254.8	191.7	129.1	98.3	86.4	118.7	185.3	231.8	294.6	355.5	388.0	336.3

Source (ONM, ANRH)

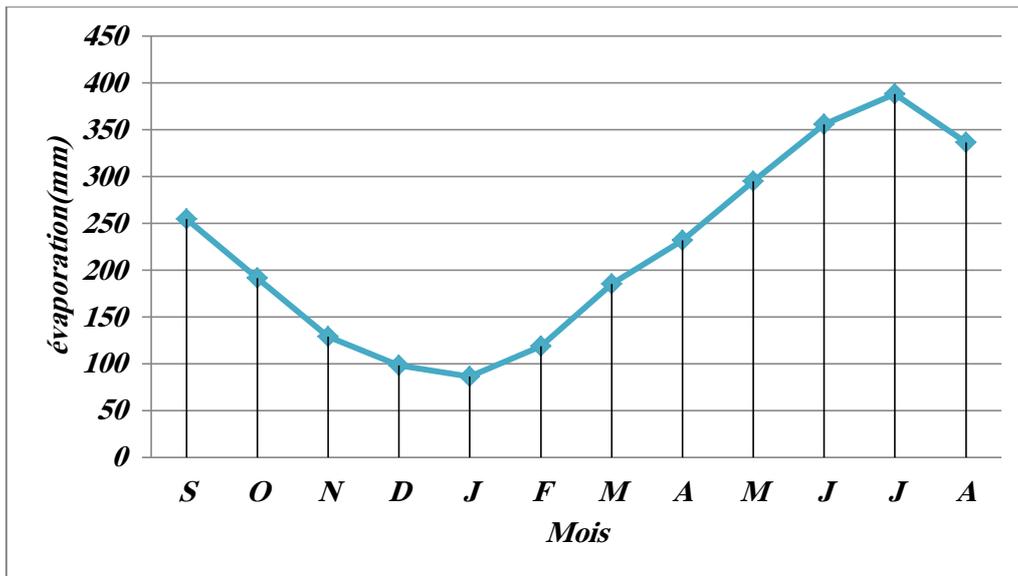


Figure 1.10. Répartition d'évaporation moyenne mensuelle

1.6. Géologie

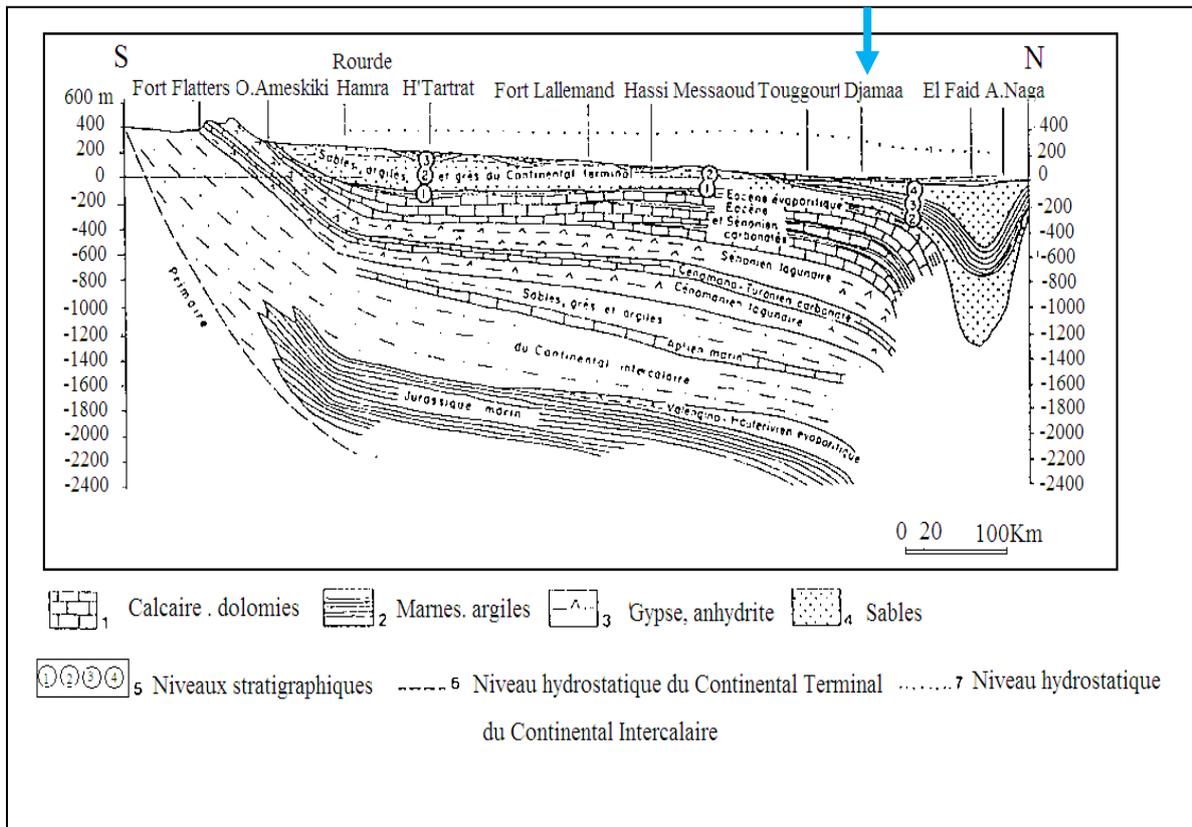
Le contexte géologique de la région d'Oued Righ est de type saharien ; celui-ci est assez simple et chaque formation couvre d'immenses surfaces.

La géologie du Sahara est de nature sédimentaire avec des couvertures primaires, secondaires et tertiaires, étagées assez régulièrement du Sud au Nord jusqu'à la faille de l'Atlas Saharien.

Sous l'effet de remaniement quaternaire, la plus grande partie du Sahara a été modelée en terrasses horizontales séparées des falaises ou hérissées de massifs discontinues ou de buttes témoins (Gour), les faciès les plus fréquents sont de plateaux rocheux (Hamada) et les plaines sableuses recouvertes d'un semi de cailloux (Reg).

Par ailleurs, le sable éolien a constitué des massifs de dunes qui peuvent couvrir le sol de façon plus ou moins dense (Erg), toutefois l'uniformité de l'aspect de surface dissimule une grande variété des sols pour diverses profondeurs et toutes les formations sédimentaires classiques (graviers, sables, marnes, grès, gypses, calcaires, etc.) s'y retrouvent [11].

La zone d'étude



1.7. Les ressources en eau

Dans la région d'étude, il existe deux systèmes aquifères, séparés par d'épaisses séries argileuses, de la base du Crétacé supérieur. Il s'agit du :

- Continental Intercalaire (CI), aquifère profond composé de sable gréseux ou gréseux argileux,
- Complexe Terminal, composé de trois nappes superposées:
 - ✓ L'une dans les sables et argiles du Pliocène (CT 1).
 - ✓ L'autre dans les sables grossiers à graviers, du Miocène supérieur (CT 2).
 - ✓ La troisième dans les calcaires fissurés, plus ou moins karstiques, de l'Eocène inférieur (CT 3).

Au-dessus, existe un aquifère superficiel c'est une nappe libre, dite nappe phréatique (figure 1.12) et (figure 1.13)

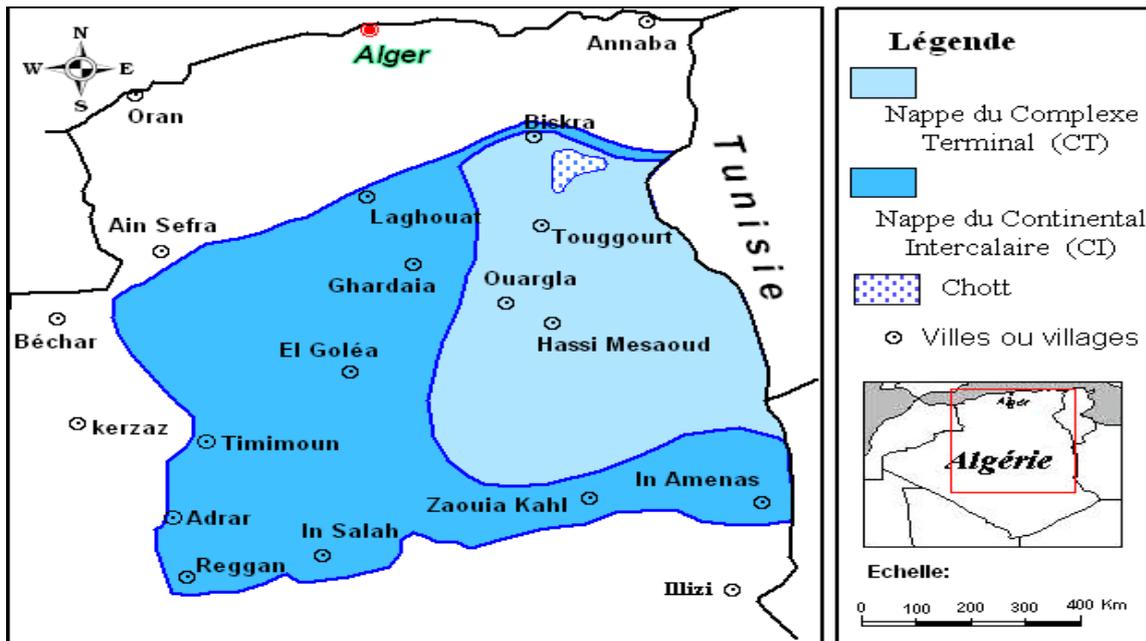


Figure 1.12. Carte des ressources en eau souterraine de complexe terminale et continentale intercalaire [4].

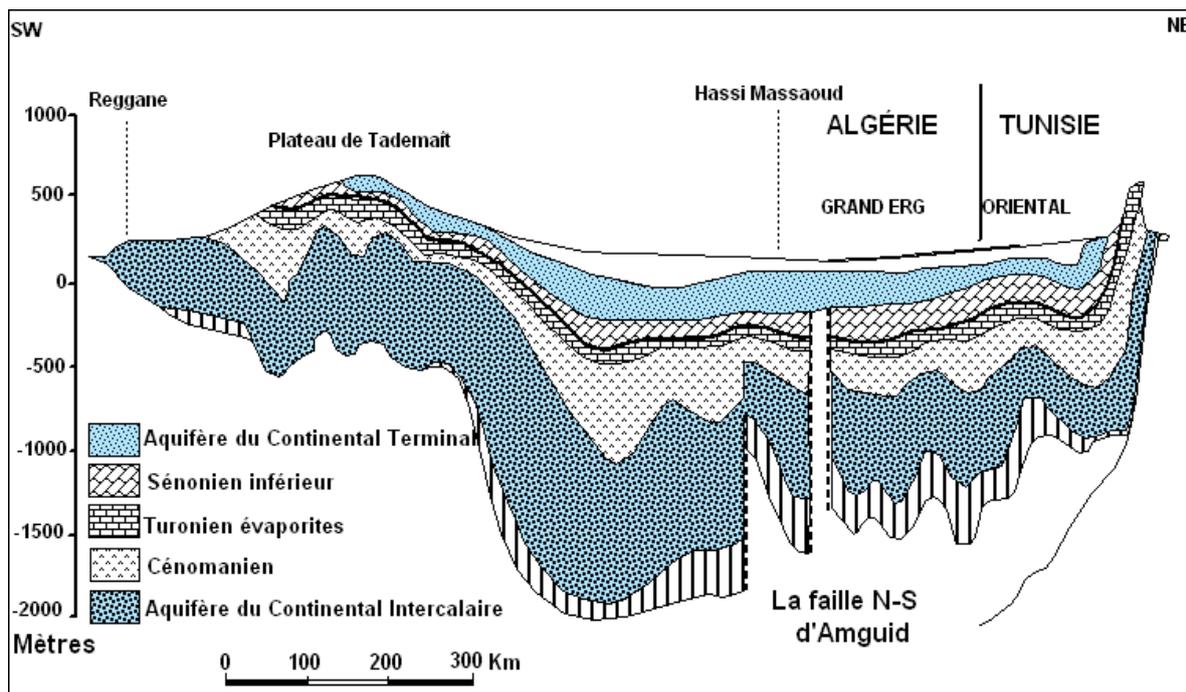


Figure 1.13. Coupe hydrogéologique de Sahara septentrionale (UNESCO 1972)

1.7.1. Le Continental Intercalaire

C'est une nappe qui est partagée entre trois pays maghrébins (l'Algérie, la Tunisie et la Libye). La partie Algérienne du Continentale Intercalaire couvre 600000 km^2 . Elle stock un volume d'eau considérable, estimé à 3.5×10^9 milliards m^3 environ. Cette nappe est plus

connue sous la dénomination d'Albien. Le terme Continental Intercalaire, par contre désigner l'ensemble des couches détritiques qui se sont déposées au Mésozoïque inférieur au Sahara entre deux cycles marins, c'est le plus puissant aquifère du Sahara (250 -1000 m épaisseur) [17].

1.7.2. Le Complexe Terminal

➤ **La 1ère nappe sableuse CT₁ :** Hormis la nappe superficielle, cette nappe est la moins profonde 50 à 100 m. Elle est constituée de sable fin à moyen, sable argileux et grés, d'âge Mio-pliocène. Le faciès sableux varie largement, latéralement. Un niveau d'argiles constitue son substratum et son toit est formé par des argiles et des évaporites. C'est une nappe captive qui était jadis très exploitée, avec un débit faible à moyen, de l'ordre de 20 à 40 l/s. Cependant, à cause de la salinité élevée de l'eau, les forages qui la capent sont actuellement moins utilisés.

➤ **La 2ème nappe sableuse CT₂ :** Les formations contenant cette nappe sont également d'âge Mio-pliocène. Comme la première nappe, elle est formée essentiellement des grés, de gravier et de sables avec la présence de quelques lentilles argileuses. L'épaisseur de la couche aquifère est de 20 à 36 m. Cette nappe captive est très exploitée par des forages moyennement profonds (100 et 165 m), avec un débit variant entre 25 et 45 l/s. Des argiles à niveaux calcaires et des marnes, forment son substratum, alors que des argiles et des argiles sableuses constituent son toit. Ces deux nappes du Mio-pliocène sont alimentées localement par les rares précipitations et les infiltrations d'eaux de surface (de la nappe superficielle et du canal de l'oued Righ), et les percolations des nappes artésiennes sous-jacentes. Les prélèvements par forages représentent leur seule exhaure. Ces deux nappes du Mio-Pliocène surmontent l'autre ensemble du Complexe Terminal (CT), constituant la troisième formation aquifère, formée par les carbonates de l'Eocène inférieur – Sénonien supérieur.

➤ **La 3ème nappe des calcaires Sénonien et de l'Eocène CT₃ :** Ces deux étages géologiques ont été regroupés parce qu'ils forment un ensemble lithologique et hydrogéologique homogène. Essentiellement carbonaté, il est formé de calcaires, calcaires dolomitiques ou marneux, d'anhydrite et gypse .A la base, le Sénonien lagunaire forme le substratum de cette nappe et au sommet, le toit est surtout argileux. La porosité moyenne de cette nappe est de 20% [17].

1.7.3. La nappe phréatique

La nappe superficielle est contenue dans les formations perméables sableuses et argilo-évaporitiques du Quaternaire. Son épaisseur augmente du Sud vers le Nord et elle est d'une vingtaine de mètres en moyenne. Elle est caractérisée par des eaux de forte salinité. La nappe superficielle est «gonflée» par l'excès d'eau d'irrigation et des pompages des nappes profondes. Généralement alimentée par l'infiltration des eaux d'irrigation et des eaux d'assainissement, les pertes sont surtout le fait de l'évaporation [14].

La zone d'étude

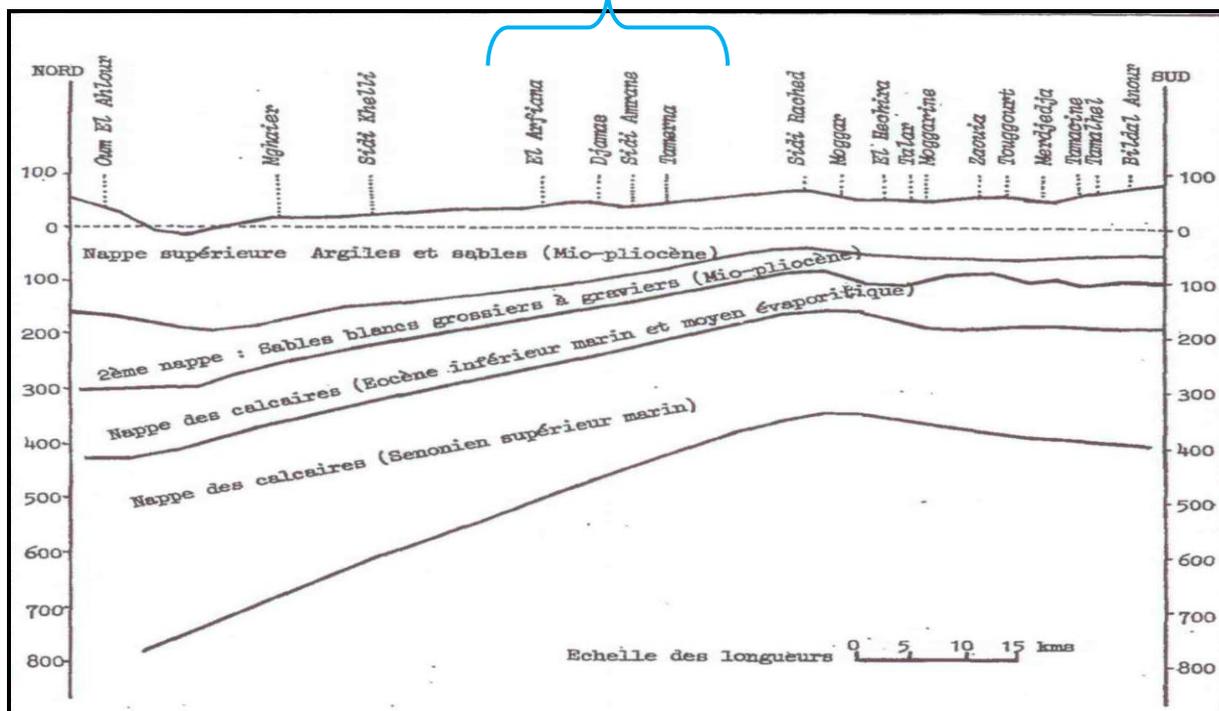


Figure 1.14. Coupe hydrogéologique de la vallée d'Oued Righ [11]

1.8.L'exploitation des nappes

1.8.1. Le Complexe Terminal et le Continentale Intercalaire

Les deux nappes (CT et CI) sont exploitées par des forages mentionnés dans le tableau 1.7.

Tableau 1.7. Tableau récapitulatif de l'état actuel d'exploitation des nappes

Commune	Nappe	Nombre de forage	Forages en service	Q Mob (m ³ /j)	Q Exp(m ³ /j)
Djamaa	CT	128	113	286053	199020
	CI	4	4	42336	42336
Totale		132	117	328389	241356
Tinedla	CT	64	48	155887	107787
	CI	1	1	10368	10368
Totale		65	49	166255	118155
Sidi Amrane	CT	93	80	197596	170173
	CI	3	2	22464	22464
Totale		96	82	220060	192637
Totale général	CT	285	241	639537	476981
	CI	8	7	75168	75168
	CT et CI	293	248	714705	552149

Source (DHW El-Oued)

Dans notre région d'étude, l'utilisation d'eau est mal contrôlée, avec 248 forages par un débit d'exploitation 552149m³/j qui est équivalent 1512m³/an pour l'AEP et l'irrigation (tableaux 1.7).

Tous les forages de la nappe Complexe Terminal sont utilisés pour l'irrigation ; par contre l'usage des forages de la nappe Continentale Intercalaire est mixte entre l'AEP et l'irrigation ou bien l'AEP seulement.

La figure 1.15 localise les lieux des forages de la nappe Complexe Terminal et le Continental intercalaire dans les trois communes de la daïra de Djamaa (Djamaa, Sidi Amrane et Tendla).

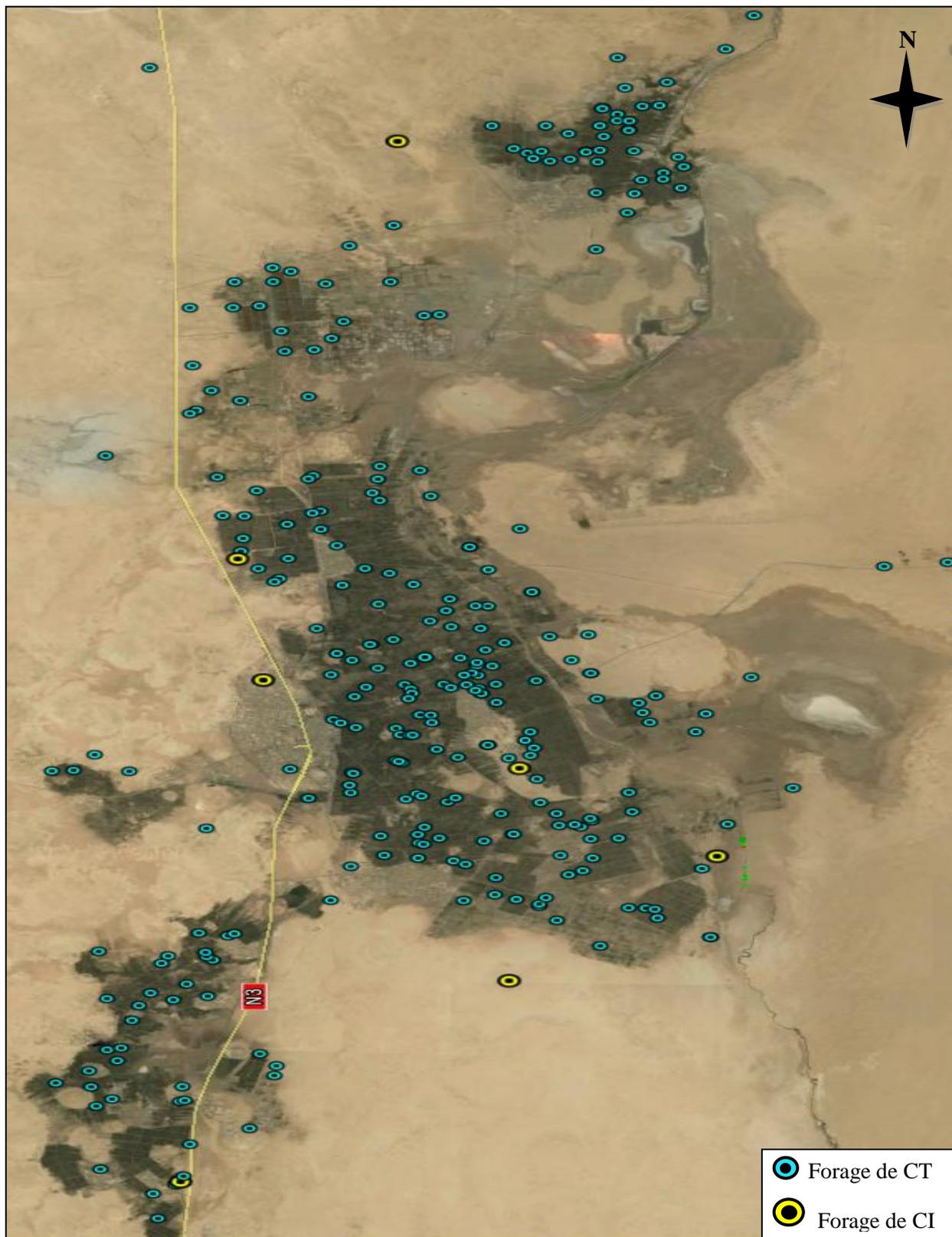


Figure 1.15. Positionnement des forages du CT et du CI de la région de Djamaa

1.8.2 Les puits de la nappe phréatique

Ce sont les puits traditionnels (puits à balancier, puits arabe : Degaga, puits par roulement). Ces puits sont creusés manuellement par les Agriculteurs de la région. Mais ces ouvrages ont disparu à cause de leur rendement d'eau faible devant les forages de CI et CT, et le développement agricole dans cette région.



Figure 1.16. Puits balancé (photo d'internet)



Figure 1.17. Puits arabe (GUETTICHE.S 2006)



Figure 1.18. Puits de la nappe phréatique dans la région de djamaa (GUETTICHE.S 2006)

1.9. Activités humaines

Jadis, l'agriculture était la principale activité, mais actuellement la population à préfère des activités commerciales ou industrielles. L'agriculture souffre du rendement dû à la salinisation des eaux et du sol, du phénomène de la remontée des eaux, et la difficulté de l'aménagement des parcelles.

1.10. Conclusion

La zone étudiée appartient au Bas Sahara. Cet environnement socio-économique se situe dans un contexte climatique de type désertique hyperaride. Les précipitations sont très faibles et irrégulières ne jouent qu'un rôle limité dans la recharges des nappes. L'agriculture est la principale activité dans ce territoire. Les ressources en eau d'Oued Righ représentées par les deux grandes aquifères :

- Continentale Intercalaire.
- Complexe Terminal.

Chapitre 2

L'IMPORTANCE DE SYSTEME DE DRAINAGE

2.1.Introduction

Le grand drain d'Oued Righ transporte l'excès des eaux d'irrigation et les eaux usées de la région. Dans ce chapitre nous étudions l'importance du système de drainage dans la vallée d'Oued Righ. Les points suivant seront traités :

- ✓ L'agriculture et l'irrigation de la région de Djamaa.
- ✓ Le drainage et l'assainissement, et son influence sur la remonté de la nappe phréatique.
- ✓ Le rôle de canal Oued Righ.

2.2.L'historique du canal

En 1910, les indices du phénomène de la remontée des eaux de la nappe phréatique font leur apparition dans la vallée d'Oued Righ à cause de l'excès des eaux d'irrigation. Cette situation a provoqué plusieurs maladies à transmissions hydriques et la mort des palmiers par asphyxie. En 1912 la population de la région ont commencé à excavé manuellement le premier tronçon du canal à partir du village de Témacine jusqu'au lacs de Sidi Slimane. Le deuxième tronçon qui verse les eaux de djamaa vers les lacs de Sidi Slimane. Les eaux d'El Meghaïer sont acheminées vers chott Mérouane à travers Oued Khrouf. La vallée d'Oued Righ présente une dénivellation naturelle dont la commune de Blidet Amor (Daïra de Témacine wilaya d'Ouargla). C'est le plus haut point à 100m d'altitude. Les oasis de Dendouga (El Mghaïer wilaya d'El-Oued) représente le point le plus bas a -36m et avec une pente de 1 ‰.

En 1926 les tronçons du canal ont été raccordé manuellement pour former le grand canal de Blidet Amor jusqu'à chott Mérouane [21].

2.3. Activités agricoles

Dans la vallée d'Oued Righ, l'agriculture principale est le palmier dattier. D'après la direction des services agricoles (DSA), la dernière statistique 2012/2013 le nombre des palmiers ont été estimé à 1346402 (tableau 2.1).

Le climat de la région est favorable pour la croissance des palmiers. Il y'a aussi des polycultures vivrière (maraichage, fourrage et céréaliculture) qui produisent un rendement moyen à cause des pratiques traditionnelles (tableau.2.2) (fig. 2.1).

Tableau 2.1. Surface des palmeraies par commune

Communes	Surface (ha)
Sidi Amrane	4 438
Djamaa	4 471
Tinedla	1 670
Totale	10579

Source (DSA 2013)

Tableau 2.2. L'inventaire de la culture dans la zone d'étude

Culture	Nombre	Rendement	Surface
Palmiers	1346402 palmiers	-	-
Fourrageur	-	438.73 Tonne	722.5 ha
Culture divers	-	102,074 Tonne	377.25 ha

Source(DSA 2013)



Figure 2.1. Photo représente une parcelle

2.4.Irrigation des parcelles

Dans la région, l'irrigation est gravitaire et s'effectue par planche (figure 2.2 et 2.3). L'eau provienne des forages profonds situés à proximité des parcelles. Il existe d'autres méthodes d'irrigation le goutte à goutte et l'aspersion, mais elles sont peu pratiquées. Les avantages de la méthode gravitaire sont :

- ✓ L'irrigation par gravité est bien connue et expérimentée dans la région.
- ✓ Elle s'adapte bien à la nécessité du lessivage continu.
- ✓ Elle semble la plus adéquate pour les cultures sous palmeraies.



Figure 2.2. Système d'irrigation gravitaire



Figure 2.3. Canal d'irrigation (saguia)

2.4.1. Partage des eaux

L'irrigation s'effectue par un système de partage des eaux qui dépend du nombre heures de pompage, et le prix à payer par les fellahs qui sont abonné dans le même forage. L'unité de mesure du temps d'irrigation est **ELNOUBA**. Elle représente la moitié des heures de pompage. Dans la journée il y a deux noubas. Donc, dans 28 jours on a 56 noubas. Mais entre les parcelles les doses et les fréquences d'irrigation varient d'une exploitation à une autre et ne répondent pas aux besoins réels des cultures. Le partage dépend du coût à payer par chaque agriculteur et la disponibilité de l'eau au niveau des parcelles (c'est-à-dire du type de nappe exploitée par les forages). Pour trouver les heures d'irrigation de chaque semaine, on devise le nombre de nouba par 4 semaines. Le tableau 2.3 représente un exemple de partage d'eau :

Tableau 2.3. Exemple d'une NOUBA

Les heures de pompage	EL-NOUBA	Les heures payées	Le temps d'irrigation dans la semaine
16 h	8 h	1,5 noubas= 12h	3h dans chaque semaine
24 h	12 h	3noubas=36h	9h dans chaque semaine

Les quantités d'eau puisées des nappes d'eau souterraines (Albien et Miopliocene) par les destinées à l'irrigation des palmeraies sont très élevées, en raison des techniques d'irrigation pratiquées : la technique d'irrigation gravitaire.

2.4.2. Salure des eaux d'irrigation dans Oued Righ

La figure 2.4 représente la quantité du sel dans la vallée d'Oued Righ, les deux nappes CT (CT₁, CT₂, CT₃) et CI. Tel que la valeur maximale se trouve dans la zone d'étude de la première et la deuxième nappe de Complexe Terminal entre 4 g/l à 9 g/l .et la valeur de sel de l'Albien dans la même région est entre 1 g/l à 2 g/l (cette dernière est utilisé pour l'AEP).

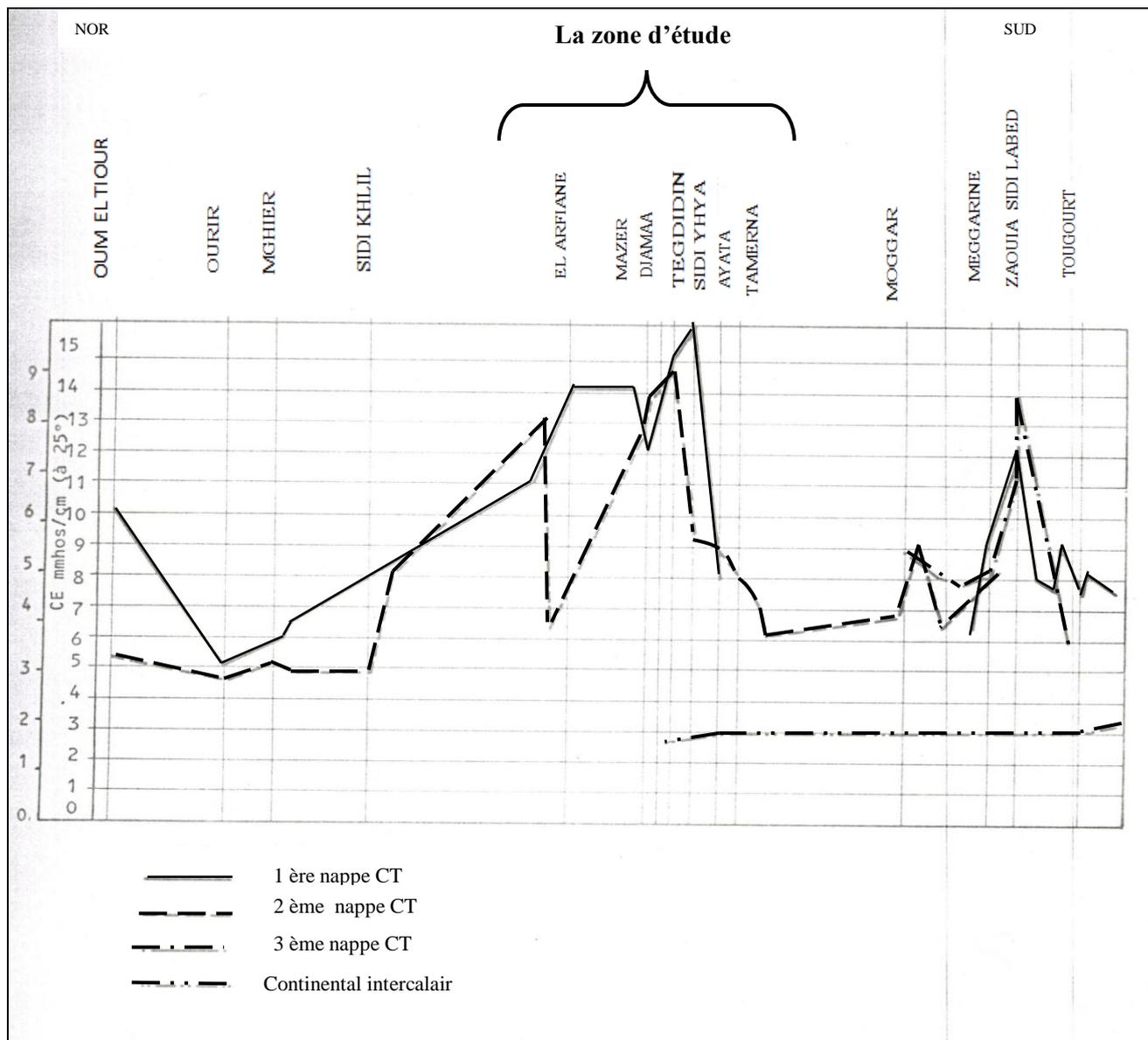


Figure 2.4. Salure des eaux d'irrigation dans Oued Righ [12]

2.4.3. Les effets néfastes sur l'agriculture

Différents inconvénient liés à la mauvaise qualité chimique de l'eau destinée à l'irrigation telle que la salinisation de sol et la diminution de la perméabilité [12].

2.4.3.1. La salinité de sol

Les caractères chimiques de l'eau établit un problème de salinité du sol. Quand la quantité du sel contenu dans l'eau d'irrigation est forte, ces sels s'accumulent dans les racines de plante.

Dans ce cas, la culture a plus trouve des difficultés à extraire suffisamment l'eau du sol. Cette réduction d'adsorption d'eau se traduit par une faible production [12].

2.4.3.2. Diminution de la perméabilité du sol

La perméabilité du sol diminue par l'effet de la saturation du sol par les sels, car la circulation des eaux dans et à travers le sol précipitent les sels, qui vont diminuer la porosité (réduire le volume poreux), on obtient un sol de moins en moins imperméable. Ce provoque l'augmentation progressive de l'eau et forme les chotts [12].

2.5. Le réseau d'assainissement et drainage agricole

La conception de réseau d'assainissement et de drainage est pour :

- ✓ Evacuer l'excès en eau d'irrigation ;
- ✓ Le lessivage de sol, protection contre l'accumulation de sel ;
- ✓ Conduire les eaux usées vers le grand drain d'Oued Righ ;
- ✓ Protection la région contre la remontée de la nappe phréatique.

2.5.1. Drainage

Le réseau de drainage est formé par des canaux à ciel ouvert qui évacue l'excès des eaux d'irrigation et conduit vers le grand drain d'Oued Righ. Le système de drainage commence par les fosses des drains entre chaque deux lignes, drain quaternaires, tertiaires, secondaires au canal d'Oued Righ (figure 2.5). Le débit caractéristique des drains dans la parcelle est $0.33\text{l/s.ha} = 2.9\text{mm/jour}$ [14]. Le plus long drain secondaire dans la vallée d'Oued Righ est le drain 21 (figure 2.5); sa longueur est 17 967 m), qui prend de départ des palmerais de Ain Choucha et traverse le lac de Ayata (dépression naturelle) vers le canal Oued Righ [14]. Le schéma suivant démontre son trajet et les drains qui sont reliés avec ce drain jusqu'à le grand drain.

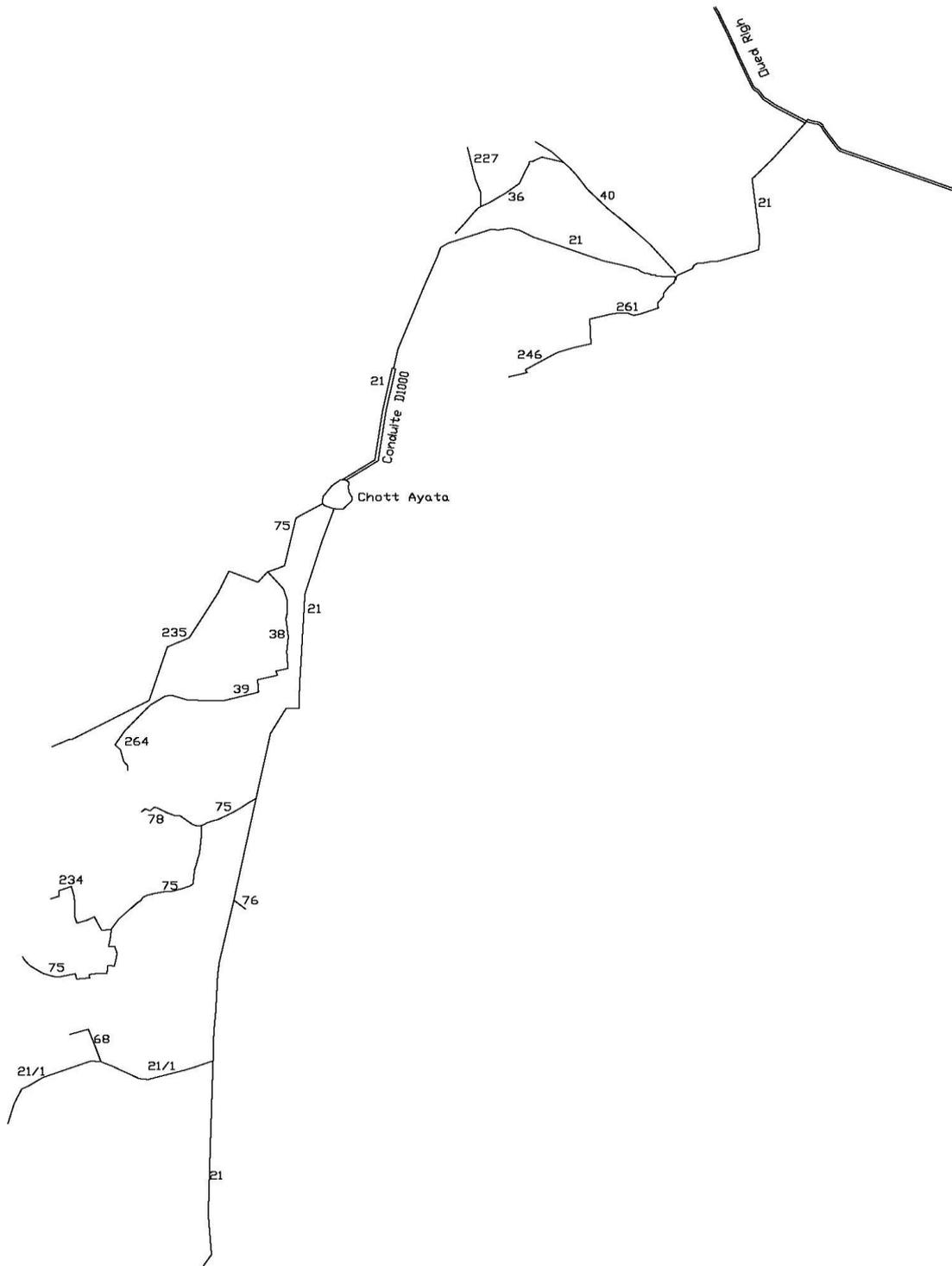


Figure 2.5. Schéma d'un réseau de drainage [14].

2.5.1.1. Les types des collecteurs

➤ Type A

Ce sont des canaux à ciel ouvert, qui se trouvent entre des parcelles (figure 2.7), avec une piste de service de 3 m minimale et 5 m maximale. Sa forme est trapézoïdale de pente 1.5 :1, le lit de ce collecteur est de 0.5 m et la hauteur h est variable (figure 2.6) [14].

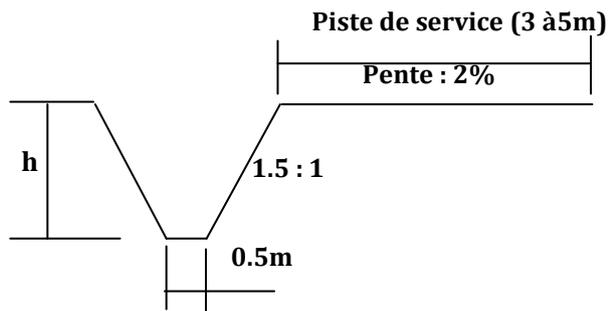


Figure 2.6. Schéma d'un Collecteur de type A



Figure 2.7. Vue de collecteur type A

➤ Type B

Le type B se trouve à l'extérieur des palmiers (figure 2.9) et la pente des talus est 1 :1, il contient deux pistes de service (figure 2.8) [14].

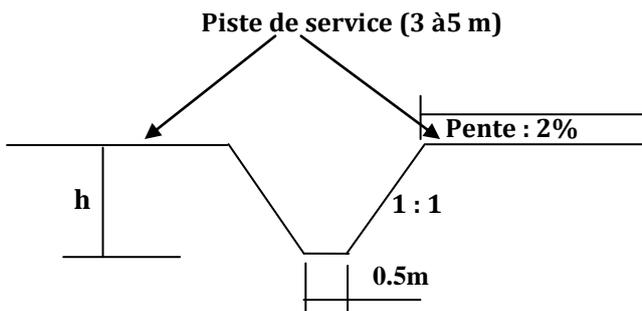


Figure 2.8. Schéma d'un collecteur de type B



Figure 2.9. Drain secondaire (type B)

➤ **Type C**

On trouve ce type entre les lignes des palmiers, il est réalisé manuellement. Sa longueur est environ 70 m à 80 m selon la longueur de la ligne des palmiers (figure 2.10 et 2.11) [14].

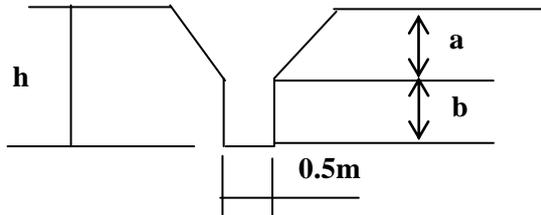


Schéma d'un collecteur de type C



Figure 2.11. Fossé de drainage (type C)

Les figures 2.12 et 2.13 illustrent les systèmes d'irrigation et de drainage dans les exploitations des palmiers. La distance entre les palmiers dans la même ligne est 9m à 10m ; et entre les lignes est varié de 8m à 10m. Il y a plusieurs types des palmiers dattier le plus cultivé et le très chère c'est le « Deglat Nour » après « El ghars » et des autres types. La ligne de palmier qui existe entre deux planches, ces derniers utilise pour les autres cultures. Et entre deux fossés de drainage on trouve deux lignes.

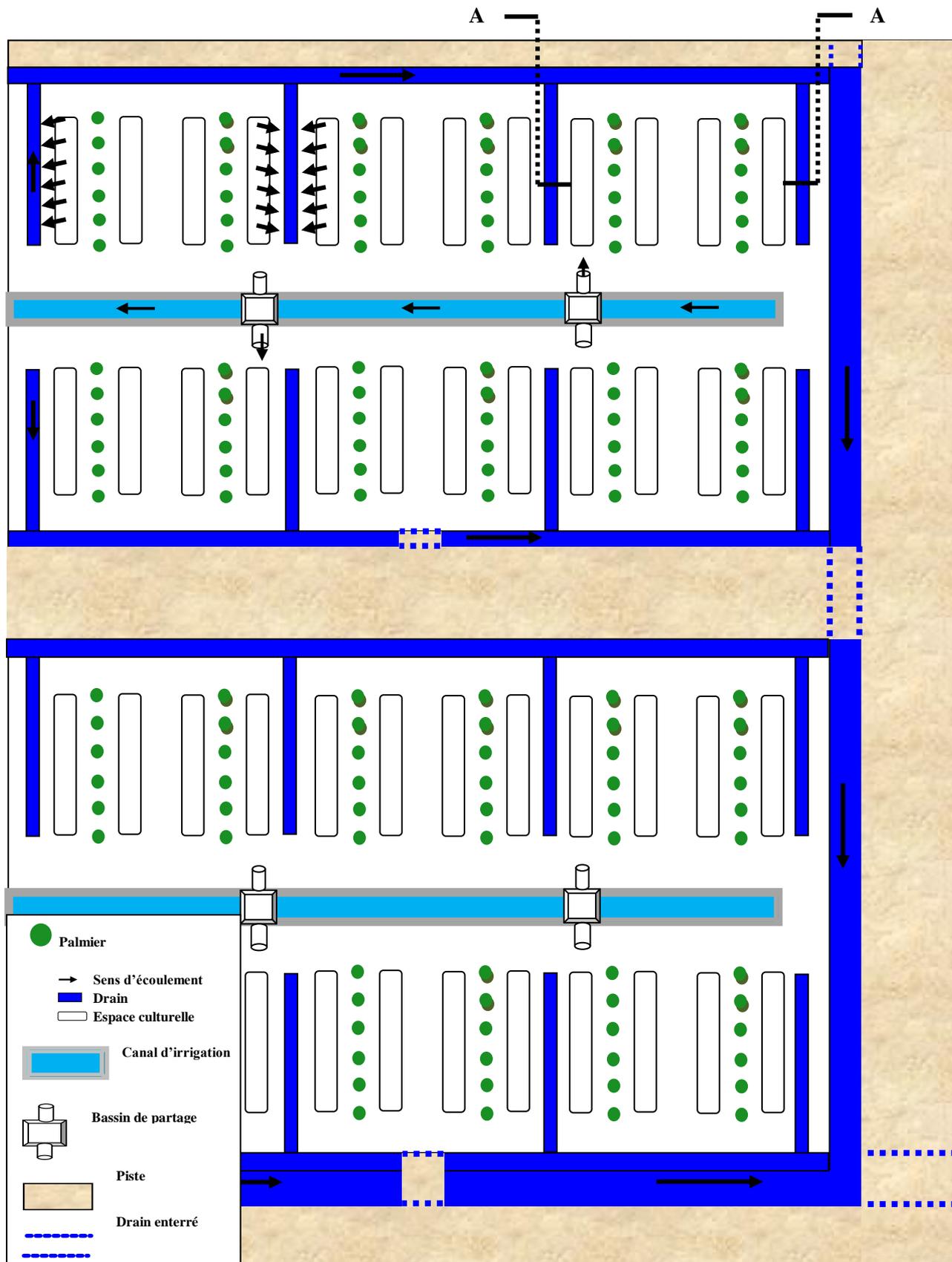


Figure 2.12. Schéma des parcelles (irrigation et drainage)

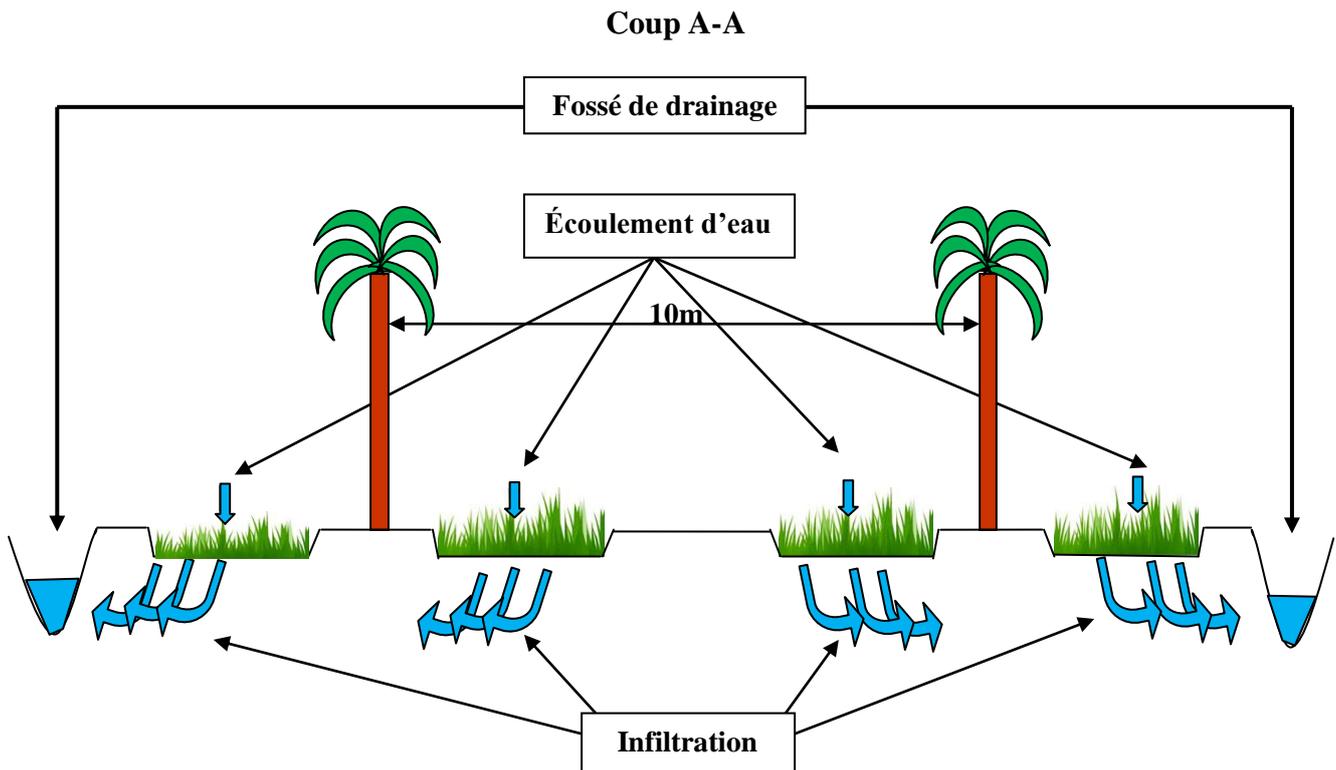


Figure 2.13. Schéma d'irrigation et drainage

2.5.1.2. Problèmes du réseau de drainage

Lors de notre mission sur le terrain, nous fait les constatations suivantes :

- ✓ Affouillement et présence des dépôts dans certains canaux secondaires et tertiaires.
- ✓ Végétation excessive (phragmites, roseaux, Tarfa,...) (figure2.15).
- ✓ Les points d'accès à la palmeraie mal entretenue (figure2.16)
- ✓ Absence de berges à certains endroits.
- ✓ Pente insuffisante, talus inexistant.
- ✓ Déversement des conduites d'eaux usées dans les collecteurs secondaires et tertiaires.
- ✓ Des drains à ciel ouvert projetés à l'intérieur des zones d'habitations.
- ✓ Remblaiement de certains canaux au niveau des zones urbaines.
- ✓ Diminution de la vitesse d'écoulement latérale (la forte salinité colmate le sol de type argileuse).



Figure 2.14. Drain bien aménagé



Figure 2.15. Drain détérioré



Figure 2.16. Point d'accès mal entretenu

2.5.2. Assainissement

L'assainissement des agglomérations a pour objet d'assurer l'évacuation de l'ensemble des eaux pluviales et usées ainsi que leur rejet dans les exutoires naturels sous des modes compatibles avec les exigences de la santé publique et de l'environnement.

L'évacuation des eaux usées de notre zone d'étude s'effectue vers le même lieu des eaux de drainage (canal Oued Righ). Selon la Direction d'Hydraulique d'El-Oued (DHW), la longueur de réseau principal est de 55.5 km et de 162.5 km pour le secondaire avec 22 points de rejet de débits déferents (tableau 2.4).

Tableau 2.4. Inventaire du réseau d'assainissement

Commune	Taux de Rac %	Réseaux pri(km)	Réseaux seg(km)	Nbre pts rej	Lieux de rejeté
DJAMAA	85	20.6	103.5	5	Oued Righ
TENEDLA	57	14	22.1	3	Drain 25
SIDI AMRANE	87	20.7	36.8	14	Drain 21
Zone d'étude	76	55.5	162.5	22	Chott Merouane

Source (DHW El-Oued 2010)

2.5.2.1.Problèmes du réseau d'assainissement

✓ Le grand problème que rencontre le réseau d'assainissement est le rejet d'eau usée dans le milieu naturel sans épuration, qui produit des maladies à transmission hydrique et la prolifération des insectes (figure2.17).

- ✓ Les points de rejet ne sont pas aménagés (figure2.18).
- ✓ Bouchage les regards qui fait des problèmes le temps des averses.
- ✓ Mauvaise construction dans les travaux de terrassement (figure2.19).



Figure 2.17. Les rejets dans un drain sans traitement



Figure 2.18. Point de rejet non aménagé.



Figure 1.19. Conduite d'assainissement non remblai

2.6.L'importance de canal

Pour donner une idée sur l'importance du canal, nous évaluons un état prévisionnel du débit de rejet des eaux usées pour les différents horizons 2010, 2013, 2015, 2020, 2025, 2030 au niveau de la daïra de Djamaa.

2.6.1. Evaluation des débits à évacuer

2.6.1.1.Estimation démographique

Pour calculer la population projetée de la daïra de Djamaa on applique la formule des intérêts composés.

$$P=P_0 (1+r)^n$$

P : la population future

P₀ : La population actuelle (ou référence)

r : Le taux d'accroissement.

n : représente la différence entre deux Horizon.

Sur la base du taux d'accroissements définis par l'Office National des Statistiques, les données statistiques et les résultats de la population de la zone d'étude seront donnés, sous forme de tableau suivant.

Tableau 2.5. Estimation démographique.

Communes	2010	Taux d'accrois	2013	2015	2020	2025	2030
DJAMAA	114038	2,85	124069	131242	151040	173826	200049
TENDLA	9112	2,45	9798	10284	14150	13101	14786
SIDI AMRANE	21029	2,63	25259	23944	38739	52580	35343
Totale	144179	-	159126	165470	203929	239507	250178

2.6.1.2.Evaluation le débit des eaux usées

Le but principal de l'évaluation des débits des eaux usées pour connaitre la quantité et la qualité des rejets qui évacué vers le grand drain d'Oued Righ.

A. Estimation des besoins des eaux domestiques

La consommation moyenne journalière est obtenue par la formule suivante :

$$Q_{moyj} = \frac{D * N}{1000}$$

Q_{moyj} : débit moyen journalier.

D : dotation journalière. Qui varie au chaque commune.

N : nombre d'habitat (*hab*).

Les consommations journalières moyennes d'eau dans les trois communes pour les différents horizons sont mentionnées dans le tableau 2.6.

Tableau 2.6. Débit moyen journalier dans les différents horizons

Communes	Dotation l/j/hab	$Q_{moyj}(m^3/j)$					
		2010	2013	2015	2020	2025	2030
DJAMAA	406	46299.43	50372.01	53284.25	61322.24	70573.36	81219.89
TENDLA	259	2360.01	2537.68	2663.56	3664.85	3393.16	3829.57
SIDI AMRANE	411	8642.92	10381.45	9840.98	15921.73	21610.38	14525.97
Totale	1076	57302.36	63291.15	65788.79	80908.82	95576.90	99575.44

B. Débit d'eau usée évacué

Il est admis que l'eau évacuée ne représente que 80% de l'eau consommée.

$$Q_{eu} = 0.8 \times Q_{moyj}$$

Le tableau 2.7 représente le débit évacué en 2010, 2013, 2015, 2020, 2025, 2030.

Tableau 2.7. Les valeurs de volume d'eau rejeté dans le canal à l'horizon

Communes	$Q_{eu}(m^3/j)$					
	2010	2013	2015	2020	2025	2030
DJAMAA	37040	40298	42627	49058	56459	64976
TENDLA	1888	2030	2131	2932	2715	3064
SIDI AMRANE	6914	8305	7873	12737	17288	11621
Totale	45842	50633	52631	64727	76462	79660

En 2030, le débit évacué des eaux usées sera de 79660 m³/j qui équivalent de 29075900 m³/ans, sans compter l'excès des eaux d'irrigation. Alors si le canal n'existait pas toute cette eau infiltrée dans la nappe phréatique. Cette dernière qui remonte à cause des fuites dans le réseau d'AEP et l'assainissement, et les palmerais aussi, entraînant la baisse de ça rendement

puis la mort pure et simple par asphyxie (figure 2.20). Mais le système de drainage qui démunie cette phénomène et préserve le niveau piézométrique de la nappe phréatique (figure2.21).

Alors sans cet ouvrage la zone est totalement émerge. Donc on ne peut pas imaginer la vallée d'Oued Righ sans le grand collecteur.



Figure 2.20. Palmiers mort par l'asphyxie



Figure 2.21. Drain évacué les eaux remontent

2.7.Conclusion

Nous avant décrit le rôle du canal dans l'évacuation des eaux de drainage et les eaux usées.

En effet, cet ouvrage hydraulique nous a permis d'éviter une remontée de la nappe comme le cas d'Oued Souf et d'Ouergla cependant en mise en valeur une nouvelle terre et le développement d'une nouvelle palmerais risquent de poser à court et à moyen le problème de sous dimensionnement du canal.

Chapitre 3

DEGRADATION DU CANAL D'OUED RIGH

3.1.Introduction

Le canal d'Oued Righ est considéré comme la meilleure solution pour réduire la remontée des eaux de la nappe phréatique dans la vallée d'Oued Righ. La détérioration de cet ouvrage risque de déclencher la remontée des eaux.

Dans ce chapitre, nous traitons les problèmes rencontrés par le canal. Un état détaillé des zones dégradées sera donné dans ce chapitre. Des solutions seront proposées augmenter le rendement d'évacuation des eaux par le canal.

3.2.La remonté de la nappe phréatique

3.2.1. Causes de la remonté de la nappe phréatique

Les fuites dans les réseaux d'assainissement, Le taux élevé des déperditions dans les réseaux d'AEP, la surconsommation de l'eau potable due et encouragée par l'absence de comptage et de facturation, les eaux proviennent de l'irrigation des palmiers où un mauvaise réseau de drainage [1].

3.2.2. Conséquence du phénomène de la remontée de la nappe sur l'environnement et la santé publique

La remontée des eaux a engendré de graves préjudices sur l'environnement en général et sur l'écosystème en particulier en donnant lieu à :

- ✓ L'augmentation de la salinité de la nappe estimée à 10 fois la salinité de la mer résultant de l'évapotranspiration ;
- ✓ Les concentrations atteignent la saturation et on peut observer la formation des croûtes de sel et de Gypse en dépôts. Il est clair, que les bétons qui seraient en contact avec de telles concentrations en Sels et Gypse seraient irrémédiablement détruits ;
- ✓ Affaissement et effondrement du bâti. En effet, la remontée de la nappe phréatique, qui provoque la dissolution des sels et d'autres minéraux ;

- ✓ Surcoûts dans la réalisation des infrastructures, induits par la fragilité des sols qui nécessitent des techniques de confortement onéreuses ;
- ✓ Surcoûts induits par l'utilisation des matériaux spéciaux nécessaires aux couches de fondation pour résister à cette agressivité ;
- ✓ La pollution de la nappe par les eaux usées entraînant l'apparition des maladies à transmission hydriques (MTH) et d'autres pathologies véhiculées par les moustiques, qui prolifèrent dans les marécages, et les rejets d'eaux usées à ciel ouvert;
- ✓ Impact négatif sur l'environnement et le cadre de vie des citoyens [1].

3.2.3. Réduction de la remontée par le canal

Une remontée de la nappe est caractérisé par la montée du niveau piézométrique au-dessus de niveau de sol comme le montré la figure 3.1.

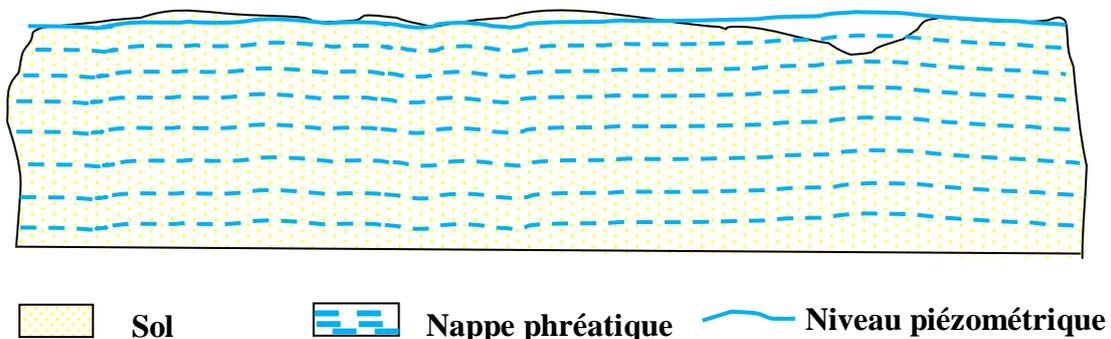


Figure3.1. Schéma démontré la remonté de la nappe phréatique.

Pour solutionner ce problème, le creusement des canaux artificiels à ciel ouvert pour diminuer le niveau de la nappe. La meilleure forme de ces canaux est la forme trapézoïdale, pour faciliter l'écoulement vers un exutoire naturel (figure3.2).

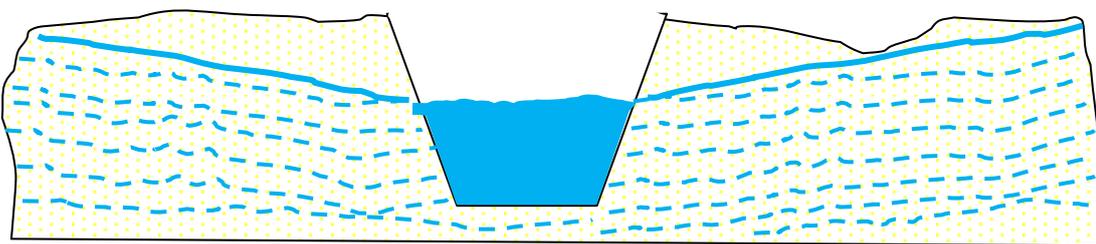


Figure 3.2. Schéma montrant la baisse de niveau piézométrique de la nappe (création d'une dépression)

3.3.Géotechniques du canal Oued Righ

Les formations qui constituent les berges du canal sont essentiellement de nature sablo limoneuse jaunâtre. Certains tronçons se caractérisent par des sols sableux dans lesquels s'intercalent des sables argileux plus ou moins cohésifs contenant une forte proportion de sels et de gypse [11].

3.4.Les problèmes de détérioration du canal

✓ L'apparition des herbes dans plusieurs tronçons qui gêne l'écoulement et réduisent la section du canal. Ces herbes qui trouvent dans un ou les deux côtés du canal et changent le sens d'écoulement de l'eau. Dans le cas des roseaux dans un seul côté on a la détérioration l'autre côté (le côté non protégé) à cause de la poussée d'eau. La figure (3.3) et (3.4) démontrent l'influence des herbes

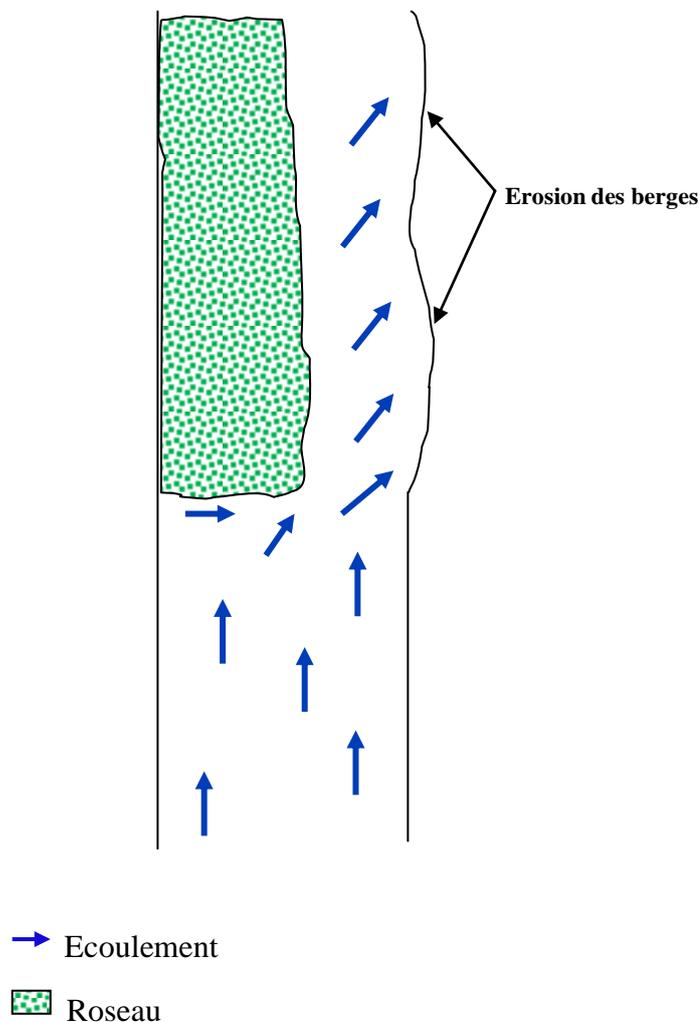


Figure 3.3. L'érosion des berges à cause les roseaux

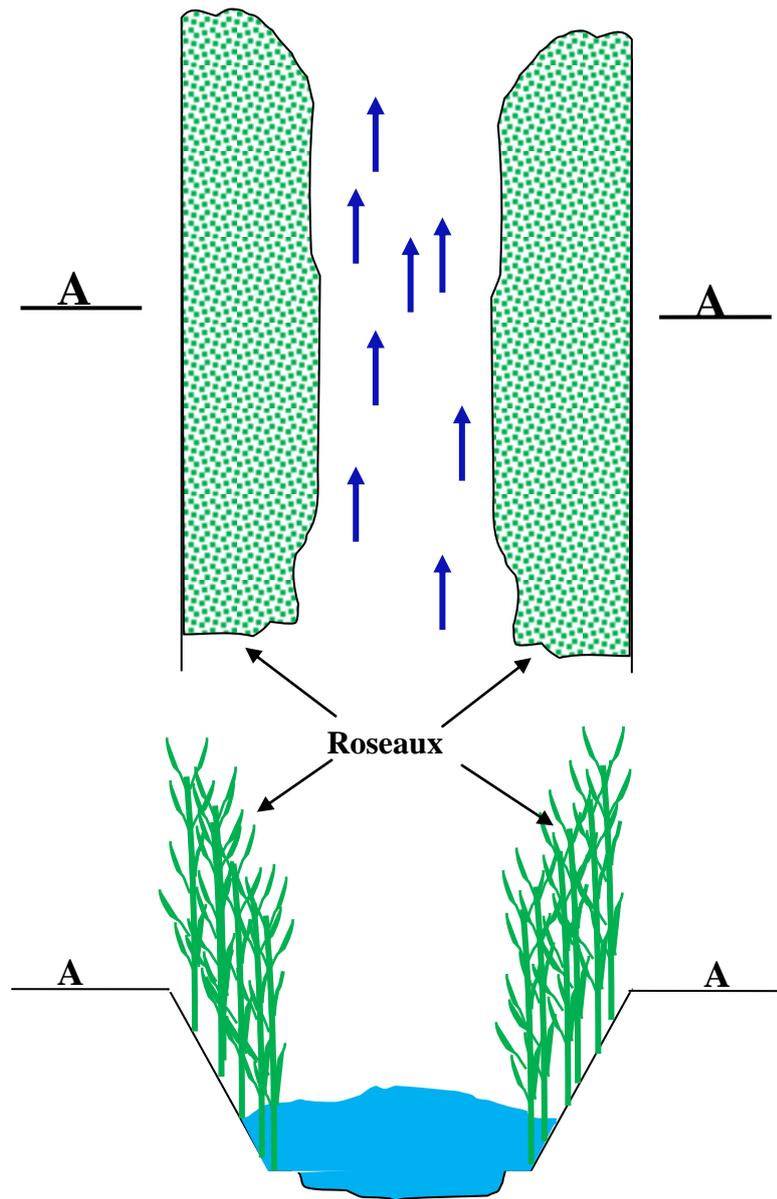


Figure 3.4. L'influence des roseaux sur le lit du canal.

Si les roseaux existent dans les deux côtés de canal, l'eau érode le lit du canal pour augmenter la section mouillée (figure 3.4).

✓ La poussée d'eau à l'entrée du passage busé qui détériore l'ouvrage. Dans le cas où la largeur du canal supérieure de la section de buse, l'eau s'écoule vers les côtés et détériore l'entrée du passage (figure 3.5).

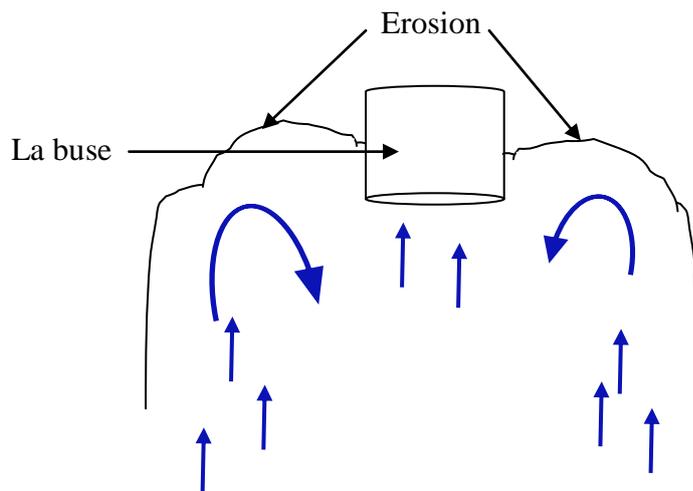


Figure 3.5. L'érosion à cause la poussée d'eau.

✓ Si les herbes existent à l'entrée et à la sortie du passage busée, le régime d'écoulement change par la rugosité provoquée par les berges (figure 3.6).

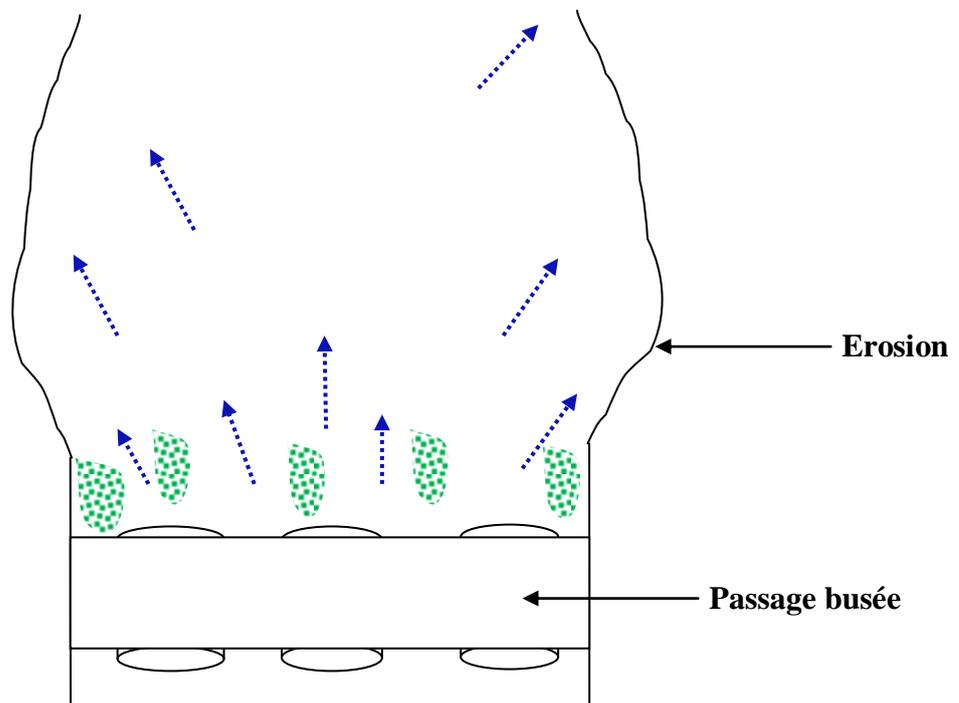


Figure 3.6. Schéma montrant l'érosion à la sortie du passage busé

✓ Au niveau des courbures, la poussée d'eau érode la rive concave et l'écoulement perd de sa vitesse. Les matériaux érodés sont déposés sur la rive convexe (figure3.7).

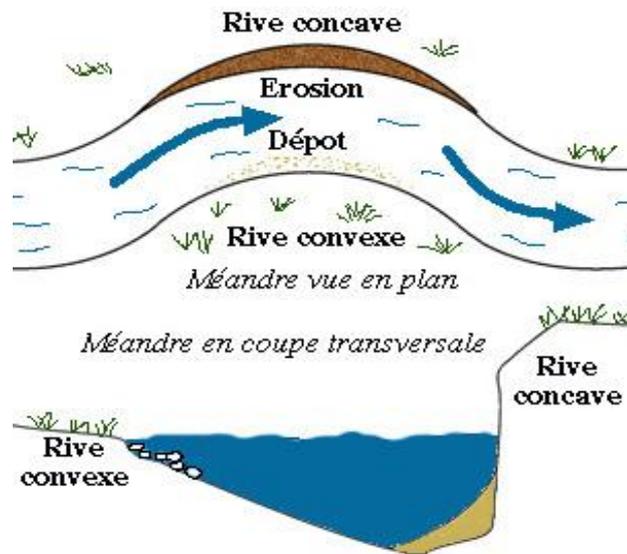


Figure 3.7. Ravinement au niveau de la courbure

- ✓ Le déversement au niveau des points de rejet non aménagés provoque des trous dans le lit et gêne l'écoulement (figure 3.8).

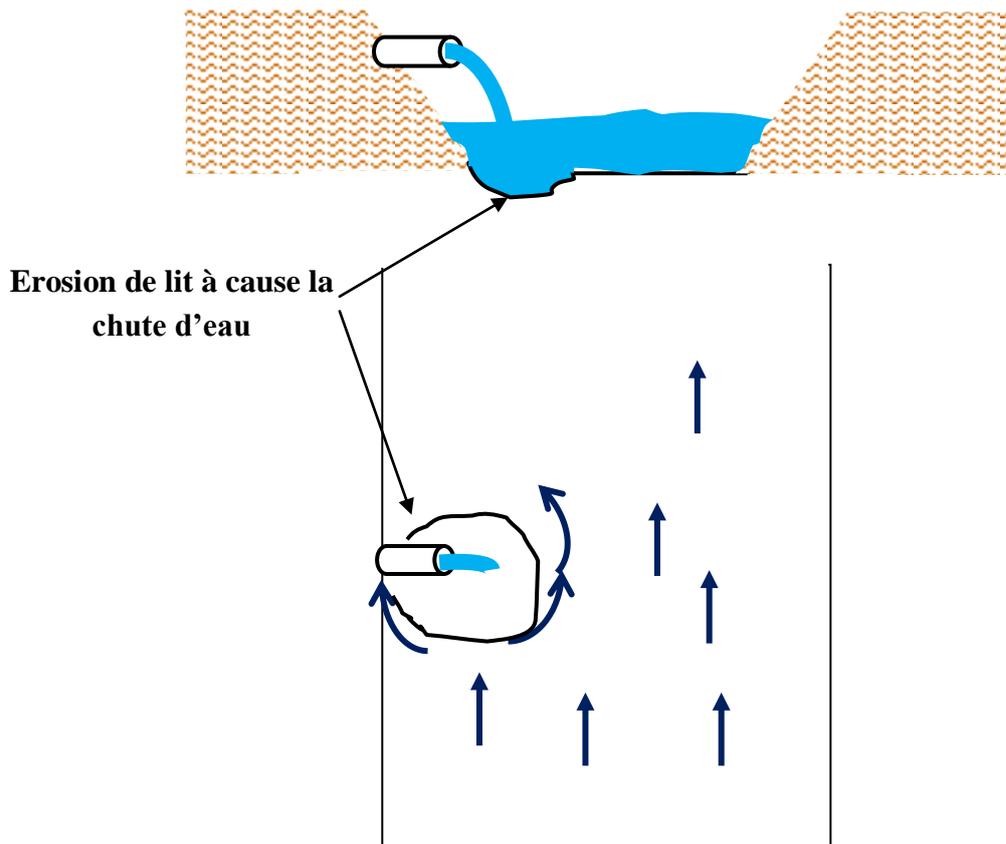


Figure 3.8. Point de rejet non aménagé

- ✓ Les vents qui transportent les particules de sable vers le canal surtout dans les endroits qui n'existe pas des palmeraies. Ce dernier joue le rôle des brise-vents

✓ Le rejet des eaux usées provoque un problème écologique. Les lacs et les chotts sont devenus des points de rejets des eaux usées et salées.

3.5. La pente de canal

À partir du tableau 3.1, nous localisons les stations de jaugeage sur la carte d'Oued Righ (figure 3.9) et nous traçons le profil longitudinal du canal principal à partir de la station El-Goug (figur3.10).

Tableau 3.1. Stations de jaugeage de l'ANRH et sa distance par rapport El-Goug

Station de jaugeage	Coordonnées géographiques			Distance par rapport à El-Goug
	X	Y	Z(m)	
Karddache	05°58'59''	32°59'03''	83	11.5
Ranou	06°03'38''	33°02'48''	69	24.5
Zaoiet.Labidia	06°06'14''	33°08'16''	52	35.7
Bourkhis	06°06'28''	33°14'23''	51	37
Sidi Slimane	06°04'31''	33°17'14''	37	50
Sidi Amrane	06°04'14''	33°30'18''	17	84.5
Zaoiet.Riab	06°00'20''	33°35'59''	15	92.5
Tindla Amont	06°02'45''	33°39'00''	15	111.25
Tindla Aval	06°03'41''	33°42'46''	14	114.8
Boufeggoussa	06°01'36''	33°51'26''	00	125

Source (ANRH Touggourt 2012)

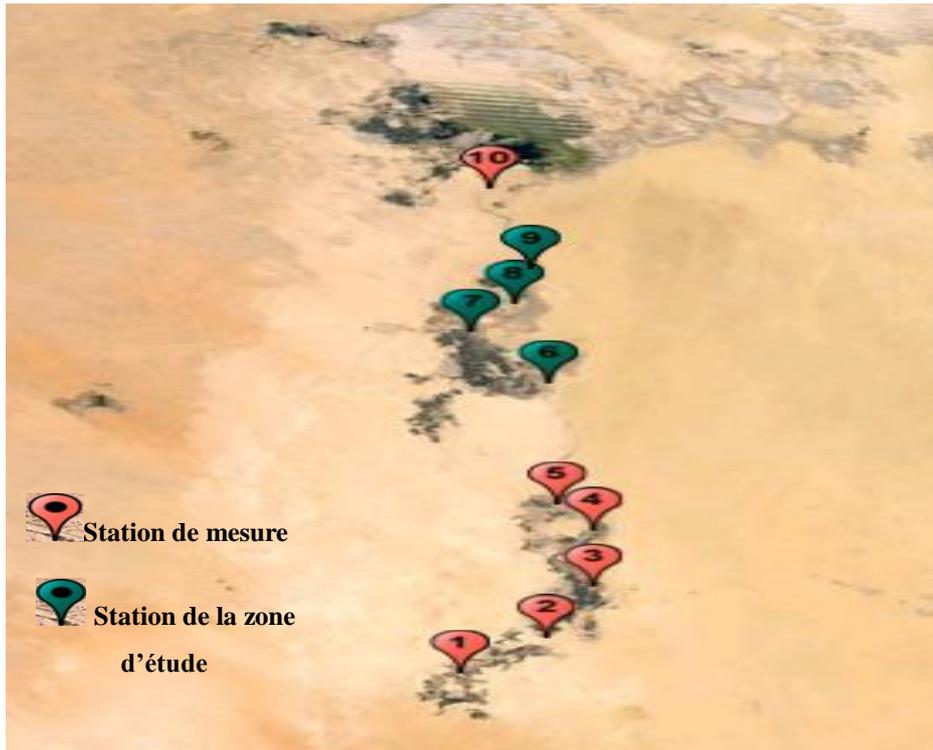


Figure 3.9. Carte mentionne les stations de jaugeage

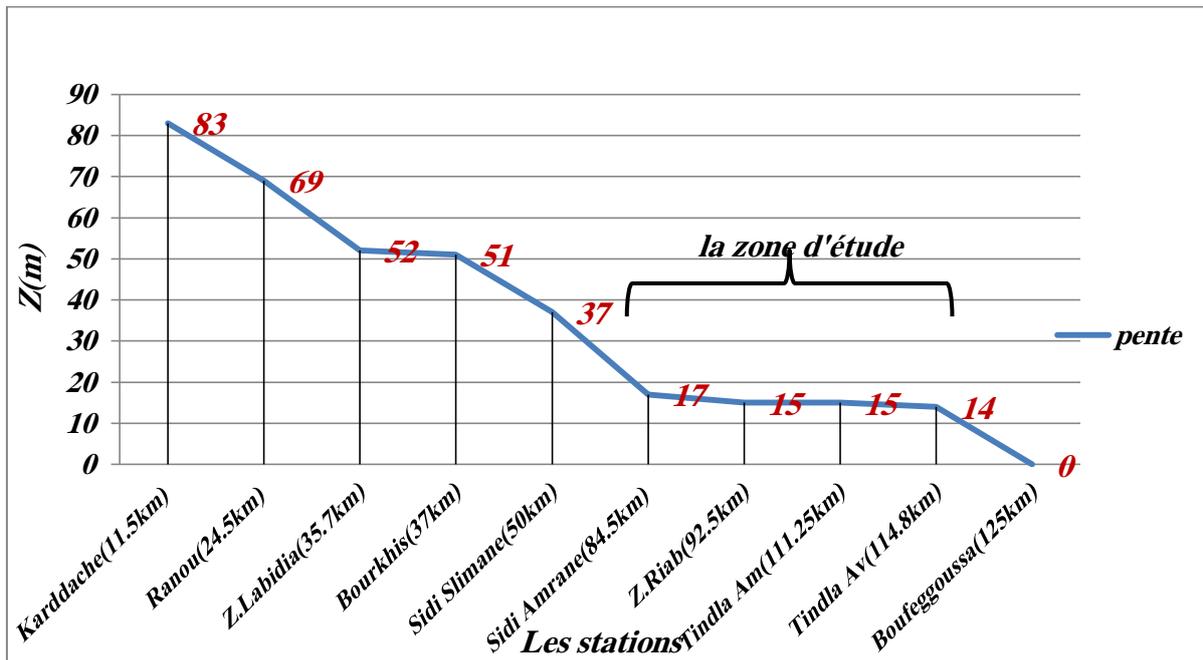


Figure 3.10. Profil en long du canal principal

Sur la figure 3.10, nous observons que la pente des tronçons de la zone d'étude est faible par rapport aux autres pentes des tronçons. La plus haute station de Sidi Amrane est située à une hauteur de 17 m. La plus basse station de Tindla est située à une hauteur de 14 m au niveau de la mer.

3.6. Le débit du canal

A partir des données des débits mesurés à l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (A.N.R.H), nous illustrons les variations du débit de rejet durant plusieurs stations du canal en fonction du temps sur la figure 3.11.

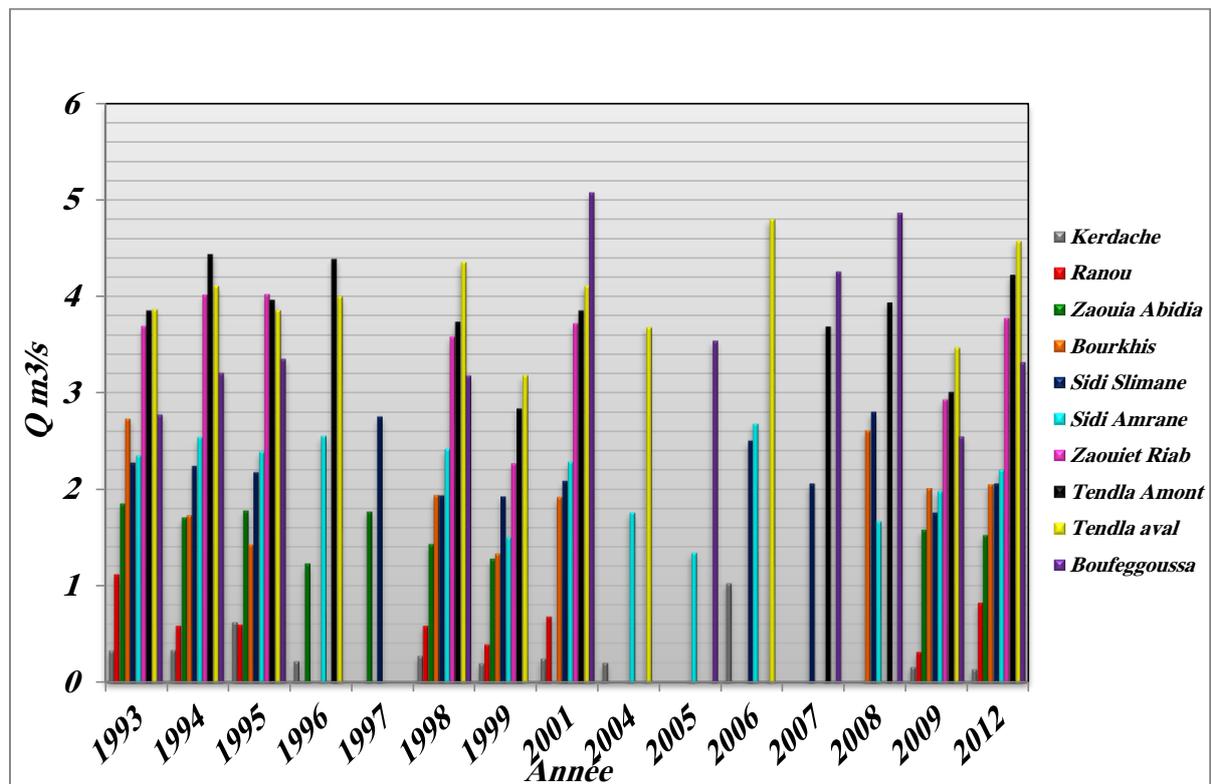


Figure 3.11. Les résultats de jaugeage dans les dix stations à partir de 1993 jusqu'à 2012.

La figure 3.11 représente la variation de débit annuel déversé dans le canal durant la période : 1993 – 2012 dans les dix stations. On remarque que pour la même année le débit augmente de la station de Kerdach jusqu'à la station de Boufeggoussa. Dans la dixième station, le volume d'eau mesuré représentant le volume cumulé de tout le canal. La variation du débit durant les années est due à l'apparition des herbes et les travaux du curage.

Le tableau 3.2 représente le débit dans les stations appartenant à la zone d'étude durant les années : 1998, 1999, 2001, 2009 et 2012. Le choix de ces années est justifié par la disponibilité des données.

Selon l'office national de l'irrigation et de drainage (ONID), le curage a été effectué durant les années de 1999 et de 2000 dans quelques tronçons du canal. Entre 2001 et 2005, le canal est resté sans curage. En 2006, des opérations de curage ont été menées dans d'autres tronçons. Puis le collecteur a été délaissé sans entretien jusqu'à la fin de 2012.

De la figure 3.12, nous pouvons constater qu'en 1998, le débit est élevé vu la faible rugosité dû à l'absence des roseaux. En 1999, la croissance des herbes a fortement gêné l'écoulement de l'eau, ce qui a réduit son débit à 2.45 m³/s. En 2001, le débit a augmenté pour atteindre la valeur de 3,5 m³/s à cause des travaux de curage. En 2009, le débit a baissé de nouveau. En 2012, les travaux du curage ont repris par l'ONID dans le site de Tendla. Des quantités considérables en terre ont été excavées. Même une roche de grande taille a été enlevée au milieu du canal. Après cette opération, l'eau s'écoulait avec un fort débit. La station de Tendla a enregistré un débit égal à 4.5m³/s. Dans la première station de la zone d'étude (station de Sidi Amrane), nous avons enregistré une baisse du débit à cause d'une poussée de roseaux. Soit plus de 50% du tronçon étaient couverts de roseaux.

Tableau 3.2. Débits mesurés dans les stations de la zone d'étude

	S6(84.5km)	S7(92.5km)	S8(111.25km)	S9(114.8km)	Moyenne
1998	2.42	3.58	3.73	4.35	3.52
1999	1.51	2.27	2.8	3.18	2.45
2001	2.28	3.72	3.85	4.11	3.49
2009	1.98	2.93	3.00	3.46	2.84
2012	2.20	3.77	4.22	4.57	3.69

Source (ANRH Touggourt 2012)

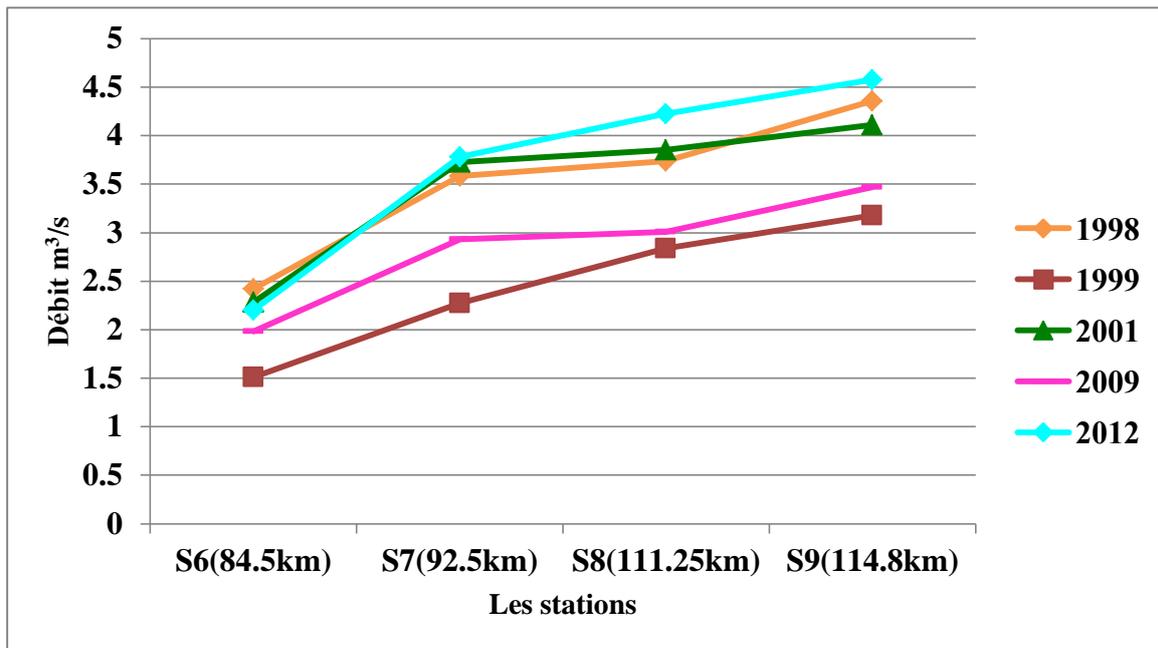


Figure 3.12. Evolution du débit suivant les stations des mesures dans zone d'étude

3.7. Diagnostic et Localisation des problèmes du canal (tronçons Djamaa)

Suite aux missions effectuées sur le terrain dans la zone d'étude, nous avons positionné les types des problèmes dans le grand canal sur le tronçon de Djamaa. (Fig. 3.13 et tableau 3.3). La longueur de ce tronçon est égale à 29 km à partir de la station de Sidi Amrane jusqu'à la station de Tendla aval.

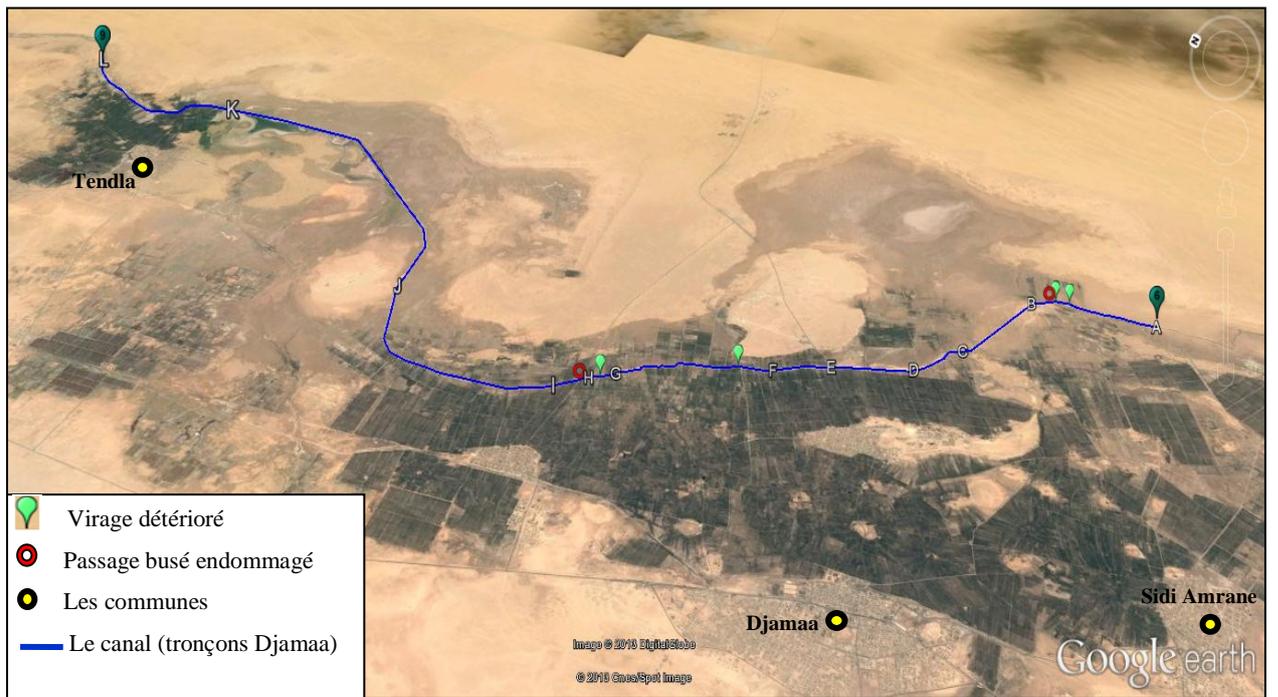


Figure 3.13. Carte localisation des problèmes

Tableau3.3. Les tronçons de drain et son état.

Tronçon	Longueur (Km)	Etat	Figure
AB	2.0	Présence des herbes dans la rive droite et dégradation de la rive gauche. Après le passage busé de Sidi Amrane l'apparition des herbes dans les deux rives, ce qui a conduit au déficit de l'écoulement. Absence de la dégradation des berges (figure 3.14).	 <p data-bbox="868 842 1425 875"><i>Figure3.14. les roseaux dans les deux berges.</i></p>
BC	1.9	Le drain est en bonne état grâce au curage (figure 3.15).	 <p data-bbox="963 1368 1331 1402"><i>Figure 3.15.tronçon aménagé</i></p>
CD	1.0	Une faible quantité de roseau dans les deux rives qui protège les berges contre l'érosion (figure 3.16).	 <p data-bbox="874 1821 1422 1854"><i>Figure 3.16. les roseaux protègent les berges</i></p>

<p>DE</p>	<p>1.3</p>	<p>Un foret de roseaux dans la rive droite et sapement de l'autre rive (figure3.17).</p>	 <p><i>Figure 3.17. l'effet des roseaux sur les berges</i></p>
<p>EF</p>	<p>1.0</p>	<p>Une foret de roseaux dans le tronçon juste après un point de rejet. Diminution de la section mouillée du canal (figure3.18).</p>	 <p><i>Figure 3.18. diminution de la section de canal</i></p>
<p>FG</p>	<p>2.6</p>	<p>Il ya affouillement des berges dans certain points, et quelque herbes, et des points de raccordement des drains secondaires no aménagé (figure3.19).</p>	 <p><i>Figure 3.19. état de conduite de drainage</i></p>

<p>GH</p>	<p>0.5</p>	<p>Les roseaux dans la rive droite (figure 3.20).</p>	 <p><i>Figure 3.20. les roseaux dans la rive droite</i></p>
<p>HI</p>	<p>0.6</p>	<p>Les roseaux ont poussé dans la rive gauche.</p>	
<p>IJ</p>	<p>4.6</p>	<p>Ce tronçon est bien aménagé. Sauf quelque sapement des berges (figure 3.21).</p>	 <p><i>Figure 3.21. sapement des berges</i></p>
<p>JK</p>	<p>8.5</p>	<p>L'apparition des herbes dans les deux cotés et dans ce tronçon le canal traverse le chott de Tendla (figure 3.22).</p>	 <p><i>Figure 3.22. le grand drain au niveau de chott Tendla (Y. NOUIDJEM, 2010)</i></p>

KL	5.0	<p>la lame d'eau est élevée, ce qui favorise la remonté de la nappe dans les palmeraies (figure3.23).</p>	 <p style="text-align: center;">Figure 3.23. niveau d'eau élevé en zone Tendla</p>
-----------	-----	---	---

Dans le tronçon de Djamaa, nous avons recensé 27 courbures et cinq passages busés de trois conduites. Le diamètre de chaque conduite est 2m.

Il y a quatre courbures qui sont détériorés à cause de la turbulence des eaux dans la rive concave. Les dépôts de vase et la pousse des roseaux dans la rive convexe. Deux dans le tronçon AB et les deux autres en FG et GH (figure3.24).



Figure 3.24. Erosion dans la rive concave dans le tronçon GH.

A l'entrée et à la sortie du passage busé de Sidi Amrane (tronçon **AB**) et Zaouiet Riab (tronçon **HI**), nous avons constaté une faible quantité de roseaux qui gêne l'écoulement et diminue la section. Ceci accéléré l'écoulement et érode les berges (figure3.25) et (figure3.26).



Figure 3.25. Ecoulement torrentiel dans la sortie du passage busé



Figure 3.26. Sapement de la rive droite après le passage busé

Les rejets des eaux usées urbains sans épurations dans le canal dégradent la biodiversité dans les lacs et les chotts existant dans la région (figure 3.27).



Figure 3.27. Point de rejet au niveau un drain secondaire vers le canal

3.8. Aménagement de canal Oued Righ

Des aménagements au niveau du canal principal sont indispensables pour obtenir une bonne fluidité de l'écoulement. Les rives concaves dans les courbures détériorées doivent être protégées par des talus en gabions (figure 3.28).



Figure 3.28. Protection de la rive concave par les gabions

L'aménagement des points de rejet doit s'effectuer par la pose de l'ajutage dans le sens de l'écoulement (figure 3.29 et 3.30).



Figure 3.29 Point de rejet non aménagé Figure 3.30 Point de rejet bien aménagé

Concernant la dégradation des berges, les talus doivent s'effectuer en gabions pour réduire l'érosion et le sapement.

Concernant les roseaux, jusqu'à maintenant, ils sont enlevés par des moyens mécaniques lors des opérations de curage. C'est une opération temporaire, puisque les roseaux repoussent encore une deuxième fois avec une intensité beaucoup plus importante. Il est à rappeler que cette matière première est très utilisée dans le

domaine artisanal et plus particulièrement pour la fabrication des chaises et des couffins traditionnels.

3.8.1. Les gabions

Les gabions sont des structures composites polyvalentes et robustes constituées des cages en grillage à double torsion remplis des blocs durs et résistants [7]. Les gabions servent régulièrement à la construction des ouvrages de soutènement, de protection anti-affouillement, de revêtement des canaux et des barrages mobiles pour les ouvrages hydrauliques et de protection anti-érosion sur les revêtements qui équipent les berges de rivières [7]. La figure 3.31 résume les principaux éléments constitutifs d'un gabion, les propriétés qui leur sont demandées et certain applications types [7].

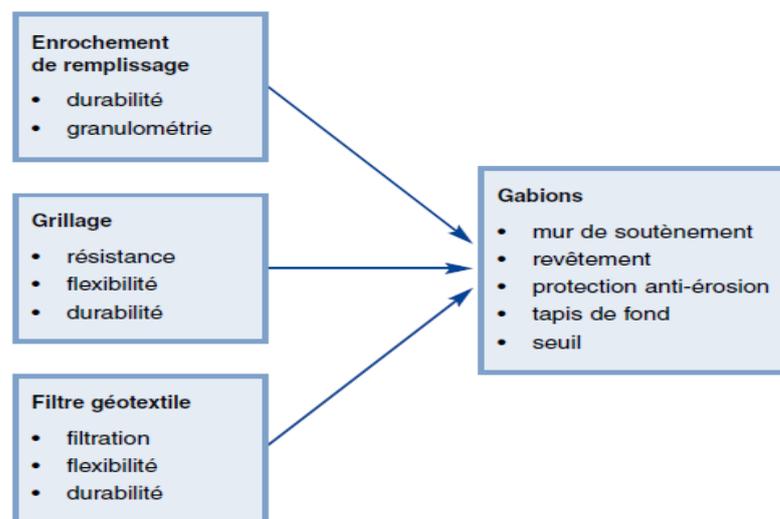


Figure 3.31. Principale application et caractéristique des gabions

3.8.1.1. Types des roches

Les géologues distinguent plusieurs familles des roches en fonction de leur mode de formation.

La roche ignée (ou magmatique), formée par cristallisation et solidification d'un magma silicaté fondu ;

La roche sédimentaire, formée par sédimentation puis diagénèse sous l'eau en mer ou, plus rarement à terre (lacs).

La roche métamorphique, issue de l'action de la chaleur et de la pression sur des roches magmatique, métamorphique ou sédimentaires pendant une période de temps géologique, à l'origine de l'apparition de nouveaux minéraux et de nouvelles textures au sein de la roche préexistante[7].

3.8.1.2. Le grillage métallique

La plupart des gabions sont fabriqués à l'aide d'un grillage métallique à double torsion qui permet aux ouvrages finis de se déformer de manière significative sans se rompre et sans se « détricoter » si un fil est coupé (figure 3.32) [7].

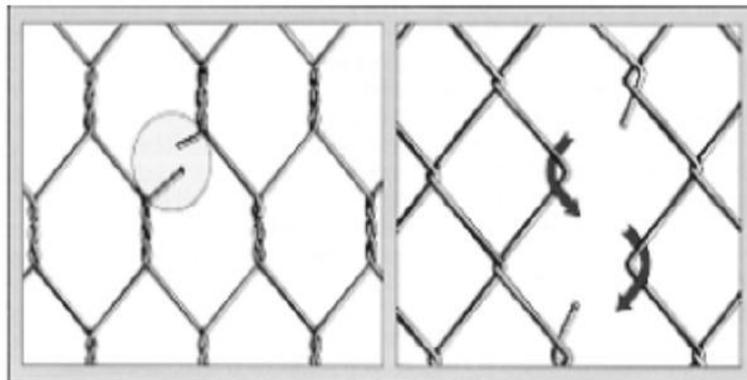


Figure 3.32. Avantage de grillage à double torsion par rapport au grillage en mailles simples

3.8.1.3. Les géotextiles

Les géotextiles sont des matériaux perméables qui se présentent sous forme de nappe, habituellement avec des matériaux à base des polymères synthétiques. Les géotextiles font parties de la famille des matériaux en forme des nappes appelés géosynthétiques, qui sont dans de nombreuses applications géotechniques [7].

3.8.2. Curage

Le curage périodique est nécessaire pour nettoyer le canal des herbes et des dépôts sédimentaires existant au fond du lit.

3.8.2.1.Choix des engins de curage

Il est important de choisir pour chaque type de travaux, l'engin et le matériel, les mieux adaptés, de manière à obtenir un meilleur rendement. Pour notre cas on a envisagé de choisir les engins suivants.

- **Bulldozer**

Grâce à sa puissance qui est caractérisée par celle du tracteur et qui varie de 25 à 400 ch, ainsi que par la longueur de sa lame qui varie de 1,8 à 6m le bulldozer permet de préparer les terrains à excaver, et d'éliminer les obstacles (figure 3.33) [4].



Figure 3.33. Bulldozer

- **Pelle équipée en rétro**

On opte pour un excavateur à godet de 0,5m³, pelle équipée en rétro (figure 3.34), vu ses avantages adaptés à la coupe transversale de la tranchée et qui se présente par les opérations suivantes

- ✓ Peut excaver dans la direction de la machine;
- ✓ Creuser au-dessous de la surface d'appui;
- ✓ Creuser à une profondeur importante;
- ✓ Creuser rapidement et avec précision les tranchées à talus verticaux

(Pente du talus nulle)[4].



Figure 3.34. Pelle équipée en rétro

Le curage de canal d'Oued Righ qui se fait par l'Office Nationale D'irrigation et de Drainage(ONID).



Figure 3.35. Les travaux des curages dans la zone de Tendla.

3.8.2.2. Les critiques sur curage

La multiplication des opérations de curage change la forme géométrique de la section du canal. Nous assistons à la modification de la pente. La largeur du fond augmente. Les berges change de forme. Tout simplement la section du canal augmente dans le temps. Les talus deviennent de plus en plus fragiles à l'érosion. Il est à noter que la largeur radicale de piste de canal selon l'ONID est à environ 3 à 7m.

3.9.Les perspectives du canal d'Oued Righ

Le canal est considéré comme le poumon de la région d'Oued Righ, le volume d'eau qui évacué vers le chott Maraouane a été évaluée à 1,5 millions de m³/an. Une quantité énorme qui pourra être réutilisée dans l'agriculture une fois épurée.

3.9.1. Réutilisation des eaux du canal d'Oued Righ dans le domaine agricole

3.9.1.1.Analyse des eaux du canal d'Oued Righ

Selon la DHW les échantillons d'eau ont été prélevés et dirigés pour les analyses physico-chimiques à l'ANRH, les métaux lourds au niveau de la SEAAL et enfin les analyses bactériologiques au niveau de l'hôpital de Touggourt, les résultats sont énumérés dans le tableau (3.5).

Tableau 3.4. Résultats des analyses des eaux de canal Oued Righ

Désignation des paramètres physico-chimiques	Unités	Sidi Amrane	Djamâa (Zaouiet Riab)	Tinedla (Sidi Abed)
Conductivité	µS/cm	23.800	21.400	21.100
pH	--	7,40	7,60	7,40
Calcium (Ca ²⁺)	(mg/l)	715,00	730,00	755,00
Magnésium (Mg ²⁺)	(//)	620,00	595,00	595,00
Sodium (Na ⁺)	(//)	3.700	3.250	3.450
Potassium (K ⁺)	(//)	50,00	41,00	32,00
Chlorures (Cl)	(//)	7.500	6.500	6.900
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	(//)	4.500	4.160	3.960
Bicarbonates (HCO ₃ ⁻)	(//)	282,00	484,00	255,00
Carbonates (CO ₃ ²⁻)	(//)	00,00	00,00	00,00
Résidu sec (105 °C)	(//)	20.328	16.670	17.016
Minéralisation	(//)	17.850	16.050	15.825
Silice (SiO ₂)	(//)	46,40	55,80	59,90
Dureté Totale (TH)	(°F)	437,00	439,00	437,00
Dureté Totale (TH)	(mg/l CaCO ₃)	4.370	4.390	7.370
Titre Alcalimétrique Complet (TAC), (Alcalinité)	(°F)	23,00	39,00	21,10
Titre Alcalimétrique Complet (TAC), (Alcalinité)	(mg/l CaCO ₃)	230,00	390,00	211,00
Désignation des paramètres de pollution	Unités	Sidi Amrane	Djamâa (Zaouiet Riab)	Tinedla (Sidi Abed)
Ammonium (NH ₄ ⁺)	(mg/l)	> 2,00	> 2,00	> 2,00
Nitrites (NO ₂ ⁻)	(//)	0,154	0,199	0,199
Nitrates (NO ₃ ⁻)	(//)	1,80	3,60	5,70
O-Phosphates (O-PO ₄ ³⁻)	(//)	1,102	0,887	0,643
Matières organiques (M.O)	(//)	90,00	88,00	87,00
Désignation des éléments de trace (métaux lourds)	Unités	Sidi Amrane	Djamâa (Zaouiet Riab)	Tinedla (Sidi Abed)
Chrome (Cr)	(mg/l)	0,206	0,157	0,204
Cadmium (Cd)	(//)	0,075	0,057	0,062
Cuivre (Cu)	(//)	0,057	0,049	0,052
Nickel (Ni)	(//)	0,078	0,283	0,088
Plomb (Pb)	(//)	0,847	0,791	0,732
Zinc (Zn)	(//)	0,048	< 0,02	0,035
Désignation des paramètres bactériologiques	Unités	Sidi Amrane	Djamâa (Zaouiet Riab)	Tinedla (Sidi Abed)
Coliformes fécaux	(Ge / 100 ml)	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴
Coliformes totaux	(//)	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴
Entérocoques	(//)	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴	11 x 10 ⁴
Staphylocoques pathogènes	(Ge / ml)	Absence	Absence	Absence
Clostridium Sulfito-réducteurs	(Ge / 20ml)	IND	IND	IND

Source (DHW El-Oued 2010)

Toutes les eaux analysées présentent une très fortement minéralisées, leurs taux de salinité oscillent entre 15.82g/l et 17,85 g/l. Les principaux sels responsables de cette salinité sont les chlorures de sodium (Na Cl) en particulier, les sulfates de magnésium MgSO₄ ainsi que les sulfates de calcium (Ca SO₄). Les valeurs de la conductivité électrique enregistrées sont de 21.400 µS/cm à Djamaa, 23.800 µS/cm à Sidi Amrane et enfin 21.100 µS/cm à Tinedla.

Une valeur élevée de la salinité signifie une grande quantité d'ions en solution, ce qui rend plus difficile l'absorption de l'eau et des éléments minéraux par la plante. Une salinité trop élevée comme c'est notre cas peut causer des brûlures racinaires. Une concentration en sels excessive dans le sol se traduit notamment, au niveau des plantes, par des retards ou des difficultés de germination et par une diminution de la croissance. La tolérance des plantes à la présence de sels varie selon les espèces voir (tableau 3.6) Parmi les plantes sensibles figurent la plupart arbres fruitiers tels que : le poirier, pommier, oranger, prunier, amandier, abricotier, citronnier, ainsi que quelques cultures maraichères tels que : céleri, haricot, carotte, la laitue. De même certaines restrictions sont envisageables concernant les cultures fourragères telles que les trèfles.

Tableau 3.5. Concentrations en Na et Cl de l'eau d'aspersion provoquant des brûlures des feuilles (Maas. ; 1984).

Concentrations en Na et Cl (meq/l) ^(a) à partir desquelles on observe des brûles des feuilles ^(b)			
Moins de 5	Entre 5 - 10	Entre 10 - 20	Plus de 20
Amandier	Raisin	Orge	Choux fleur
Abricotier	Pomme de terre	Blé	Betterave sucrière
Agrumes	Tomates	Concombre	Tournesol
Prunier	Gazons de golf	Sorgho	--

^(a) : La concentration de Na ou Cl en meq/l être calculée en multipliant les mg/l par le poids moléculaire de Na (23) ou Cl (35,5). (meq/l = mg/l x poids moléculaire)

^(b) : Le dommage causé aux feuilles est influencé par les conditions environnementales et de culture. Ces données sont présentées uniquement en tant que guide pour l'irrigation par aspersion.

L'analyse bactériologique énonce également la présence de bactéries pathogènes (coliformes, entérocoques et des clostridium) et donc une pollution d'origine fécale. Ces résultats confirment les observations sur terrain puisque nous avons remarqué la présence de rejets d'eaux usées (figure3.36).



Figure3.36. rejets des eaux usées dans le drain sans traitement.

Pour la réutilisation des eaux de canal a fin agricole, on n’oublie pas l’importance du taux de la salinité qui est de 16g/l (moitié de la salinité des eaux de la méditerranée « 34g/l »). Les techniques de traitement à envisager pour ces eaux sont celles utilisées pour le dessalement des eaux de mer.

A la lumière des résultats précédents, le traitement des eaux s’avère indispensable afin de rendre possible la réutilisation de ces eaux pour l’irrigation. En effet, ces eaux doivent être épurés et déminéralisés.

3.9.1.2. Estimation des coûts de dessalement

Une estimation du coût du mètre cube a été faite pour les trois procédés électrodialyse, distillation thermique et osmose inverse. Dans le tableau 3.6 sont récapitulés ces coûts selon les procédés susmentionnés.

Tableaux 3.5. Récapitulatif du prix de revient du m³ d'eau dessalé [9]

Procédés	Cout du m³ en Euros	Cout du m³ en US\$	Cout du m³ Dinars
Electrodialyse	0,60	0,75	69,00
Distillation Thermique	0,82	1,025	94,30
Osmose inverse	0,46	0,58	53,13

Selon la DSA d’El-Oued le rendement d’un seul hectare des palmeraies bien soigner dans une zone qui classé de bonne état au niveau de la daïra de Djamaa, ne dépasse

pas 800000 DA. Ainsi que les besoins d'eau annuelle d'un seul hectare entre (18000 m³/ha-24000 m³/ha). Puisque l'étude qui a fait dans ce projet elle est limitée le cout de dessalement par 53.13 DA/m³ (la technique de l'osmose inverse). Donc le prix annuelle des eaux d'irrigation parmi (954000 DA/ha-1272000 DA/ha) ; sans compter les autre frais de production. Et devant cet état on peut dire qu'aucun producteur qui peut payer c'est frais.

D'autre part, le comité FAO d'agriculture a conclu lors des dix-neuvième sessions (Avril 2005) concernant le dessalement des eaux à des fins agricoles :

- La principale application du dessalement de l'eau consiste en la fourniture d'eau potable;

- En règle générale, l'application de la technologie du dessalement de l'eau à l'agriculture n'est pas rentable; actuellement, le dessalement de l'eau est bien moins économique que la réutilisation des eaux résiduelles traitées à des fins agricoles;

L'application du dessalement de l'eau à l'agriculture est encore aujourd'hui limitée à certaines zones; cette technologie n'est utilisée de façon efficace que pour certaines cultures à fort rapport économique et lorsque les investissements sont subventionnés par l'État. Pratiquement, il est très difficile d'épurer une eau saumâtre vu l'effet négatif de la salinité sur les microorganismes épurateurs (les boues). Et même le dessalement des eaux usées est rude (colmatage des membranes de l'osmose inverse).

3.10. Conclusion

Après la visite sur le terrain on peut conclure que l'état de canal est endommagé dans quelques tronçons, et le problème le plus intensif c'est l'apparition des herbes et le rejet des eaux usées sans traitement. Pour les multiples raisons évoquées précédemment, il apparaît clairement que, les eaux drainées actuellement par le canal Oued Righ ne peuvent en aucun cas être utilisées à des fins agricoles. Par conséquent les eaux usées doivent être épurées avant d'être rejetées dans le canal.

CONCLUSION GENERALE

Comme nous l'avons mentionné au début de cette étude que le canal d'oued Righ constitue le poumon de la vallée d'Oued Righ. Effectivement sans le creusement de ce canal de part et d'autre d'une centaine de palmeraies, toute la vallée d'oued Righ sera est aujourd'hui sous les eaux. Fort d'une longueur de 125 km, le canal d'oued Righ qui prend son point de départ à partir des palmeraies d'El Goug pour se déverser dans le chott Merouane. Il draine un débit moyen de 5m³/s à l'exutoire au niveau du point de rejet au chott Merouane.

Ce cours d'eau artificiel réalisé par la population locale avec des moyens traditionnels depuis environ un siècle est aujourd'hui dans un état dégradé suite au manque d'entretien. Les problèmes recensés le long du canal sont positionné sur une carte. Il s'agit surtout de l'apparition des roseaux dans plusieurs endroits. Du dépôt sableux et vaseux et le sagement des berges, notamment au niveau des courbures. Aujourd'hui, le curage par des moyens mécaniques demeure le seul procédé utilisé au niveau du canal. Cependant le lieu de rejet de remblais excavés par des machines pose d'énormes problèmes écologiques et esthétiques. Dans certains tronçons, la forte poussée des roseaux engendre un freinage de l'écoulement et provoque la stagnation des eaux et l'apparition de la remontée des eaux. Des centaines de palmiers se sont retrouvés mort par asphyxie. Le rejet des eaux usées dans le canal principal en provenance des habitations situées à la périphérie de l'ouvrage polluent l'eau du canal, lequel s'infiltré pour contaminer la nappe. Creusé initialement pour évacuer les eaux de lessivage en provenance d'une irrigation gravitaire. Cette technique d'irrigation demande une forte quantité d'eau pour éviter la salinisation du sol. Aujourd'hui grâce au développement économique de la région et à l'extension des habitations, l'évacuation des eaux de drainage et les eaux usées en provenance des habitations limitrophes s'effectuent dans le canal principal. A court terme, le canal ne pourra plus évacuer la totalité du volume des eaux

usées et de drainage. Dans ce cas le problème de sous dimensionnement de l'ouvrage se pose.

Nous donnons quelques recommandations pratiques pour plus d'efficacité du canal, il s'agit de :

- ✓ Construire des stations d'épuration
- ✓ Réutiliser des eaux de la station d'épuration dans les stations des lavages ou dans quelques industries à la place des eaux des nappes souterraines.
- ✓ Investissement les roseaux dans l'épuration.
- ✓ De mieux gérer le réseau d'assainissement (par la bonne réalisation des conduites et regards et leur bonne maintenance).
- ✓ Réaménager le canal principal, les canaux secondaires, et les points des rejets et raccordement
- ✓ Faire le curage et le nettoyage du canal collecteur et les canaux secondaires, avec la respectueuse des dimensions du canal (la section, la pente des talus et la piste).
- ✓ le suivi de l'écoulement par la mesure permanent de débit du canal.
- ✓ Protéger le canal contre l'ensablement avec construire des brise-vent dans les point non protéger par les parcelles.
- ✓ Protéger des espèces (des poissons et des oiseaux).

Liste des figures

Figure 1.1. Carte de situation géographique de la zone d'étude.....	03
Figure 1.2. Carte de la situation administrative de la zone d'étude.....	04
Figure 1.3. Situation géographique des dépressions dans la vallée d'Oued Righ.....	05
Figure 1.4. Les flamants roses dans lac d'Ayata.....	06
Figure 1.5. les sous bassins versants du Sahara algérien et les stations météorologiques.....	07
Figure 1.6. Variations des températures moyennes mensuelles minimales et maximales durant la période (1990-2012).....	08
Figure 1.7. Répartition des pluies moyennes mensuelles.....	09
Figure 1.8. Répartition des vitesses moyennes mensuelles des vents (m/s).....	10
Figure 1.9. Répartition de l'humidité moyenne mensuelle en(%)......	11
Figure 1.10. Répartition d'évaporation moyenne mensuelle.....	12
Figure 1.11. Coupe schématique Nord- Sud du Bas Sahara en.....	13
Figure 1.12. Carte des ressources en eau souterraines de complexe terminale et continentale intercalaire.....	14
Figure 1.13. Coupe hydrogéologique de Sahara septentrionale.....	14
Figure 1.14. Coupe hydrogéologique de la vallée d'Oued Righ.....	16
Figure 1.15. Positionnement des forages du CT et du CI de la région de Djamaa.....	18
Figure 1.16. Puits balancé.....	19
Figure 1.17. Puits arabe.....	19
Figure 1.18. Puits de la nappe phréatique dans la région de djamaa.....	19
Figure 2.1. Photo représente une parcelle.....	23
Figure 2.2. Système d'irrigation gravitaire.....	23
Figure 2.3. Canal d'irrigation (saguia).....	23
Figure 2.4. Salure des eaux d'irrigation dans Oued Righ.....	25
Figure 2.5. Schéma d'un réseau de drainage.....	27
Figure 2.6. Schéma d'un Collecteur de type A.....	28
Figure 2.7. Vue de collecteur type A.....	28
Figure 2.8. Schéma d'un collecteur de type B.....	28
Figure 2.9. Drain secondaire (type B).....	28
Figure 2.10. Schéma d'un collecteur de type C.....	29
Figure 2.11. Fossé de drainage (type C).....	29
Figure 2.12. Schéma des parcelles (irrigation et drainage).....	30

Figure 2.13.Schéma d'irrigation et drainage.....	31
Figure 2.14.Drain bien aménagé.....	32
Figure 2.15.Drain détérioré.....	32
Figure 2.16.Point d'accès mal entretenu	32
Figure 2.17.Les rejets dans un drain sans traitement.....	33
Figure 2.18.Point de rejet non aménagé.....	33
Figure 2.19.Conduite d'assainissement non remblai	33
Figure 2.20.Palmiers mort par l'asphyxie.....	36
Figure 2.21.Drain évacué les eaux remontent.....	36
Figure3.1. Schéma démontré la remonté de la nappe phréatique.....	38
Figure 3.2. Schéma montrant la baisse de niveau piézométrique de la nappe (création d'une dépression).....	38
Figure 3.3. L'érosion des berges à cause les roseaux.....	39
Figure3.4. L'influence les roseaux sur le lit du canal.....	40
Figure 3.5. L'érosion à cause la poussée d'eau.....	41
Figure 3.6. Schéma montrant l'érosion à la sortie du passage busé.....	41
Figure3.7. Ravinement au niveau de la courbure.....	42
Figure 3.8.Point de rejet non aménagé.....	42
Figure 3.9. Carte mentionne les stations de jaugeage.....	44
Figure 3.10. Profil en long du canal principal.....	44
Figure 3.11.Les résultats de jaugeage dans les dix stations à partir de 1993 jusqu'à 2012.....	45
Figure 3.12. Evolution du débit suivant les stations des mesures dans zone d'étude.....	47
Figure3.13 Carte localisation des problèmes.....	48
Figure3.14. Les roseaux dans les deux berges.....	49
Figure 3.15.Tronçon aménagé.....	49
Figure 3.16.Les roseaux protègent les berges.....	49
Figure 3.17. L'effet des roseaux sur les berges.....	50
Figure 3.18. Diminution de la section de canal.....	50
Figure 3.19.Etat de conduite de drainage	50
Figure3.20 Les roseaux dans la rive droite.....	51
Figure 3.21 Sapement des bergs.....	51
Figure 3.22. Le grand drain au niveau de chott Tendla.....	51
Figure 3.23. Niveau d'eau élevé en zone Tendla.....	52

Figure 3.24. Erosion dans la rive concave de virage dans le tronçon GH.....	52
Figure 3.25. Ecoulement torrentiel dans la sortie du passage busé.....	53
Figure 3.26. Sapement de la rive droite après le passage busé.....	53
Figure 3.27. Point de rejet au niveau un drain secondaire vers le canal.....	53
Figure 3.28. Protection de la rive concave par les gabions.....	54
Figure 3.29 Point de rejet non aménagé.....	54
Figure3.30 Point de rejet bien aménagé.....	54
Figure 3.31. Principale application et caractéristique des gabions.....	55
Figure 3.32. Avantage de grillage à double torsion par rapport au grillage en mailles simples.....	56
Figure 3.33. Bulldozer.....	57
Figure 3.34. Pelle équipée en rétro.....	58
Figure 3.35. Les travaux des curages dans la zone de Tendla.....	58
Figure3.36. Rejets des eaux usées dans le drain sans traitement.....	62

Liste des tableaux

Tableaux 1.1.Mentionne les surfaces et nombre de population dans les trois communes.....	03
Tableau 1.2.Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales en °C (1990-2012).....	08
Tableau 1.3.Précipitations moyennes mensuelles (1990-2011).....	08
Tableau 1.4.Vitesses moyennes mensuelles des vents (1990-2012).....	09
Tableau 1.5.L'humidité moyenne mensuelle (1990-2012.).....	10
Tableau I.6 : Evaporation moyenne mensuelle (1990 – 2012).....	11
Tableau 1.7.Tableau récapitulatif de l'état d'exploitation des nappes.....	17
Tableau 2.1.Surface des palmeraies par commune.....	22
Tableau 2.2. L'inventaire de la culture dans la zone d'étude.....	22
Tableau 2.3.Exemple d'un NOUBA.....	24
Tableau 2.4.Inventaire du réseau d'assainissement.....	33
Tableau 2.5. Estimation démographique.....	34
Tableau 2.6. Débit moyen journalier dans les différents horizons.....	35
Tableau 2.7. Les valeurs de volume d'eau rejeté dans le canal à l'horizon.....	35
Tableau 3.1. Stations de jaugeage de l'ANRH et sa distance par rapport El-Goug	43
Tableau 3.2. Débits mesurés dans les stations de la zone d'étude.....	46
Tableau3.3. Les tronçons de drain et son état.....	49
Tableau 3.4. Résultats des analyses des eaux de canal Oued Righ.....	60
Tableau 3.5. Concentrations en Na et Cl de l'eau d'aspersion provoquant des brûlures des feuilles.....	61
Tableaux 3.6. Récapitulatif du prix de revient du m ³ d'eau dessalée.....	62

REFERENCES BIBLIOGRAPHIE

[1]AIT AMARA.L. (2007). Etude d'extension du réseau d'assainissement des communes de OUARGLA, AIN BEIDA et ROUISSAT.

[2]ANRH. Secteur de Touggourt (2008). Jaugeage du canal d'Oued Righ.

[3]ANRH .Ouargla. (2002). Journées d'étude sur : L'eau de l'Albien et ces problèmes techniques actuels.

[4] BENFEDDA .H . (2011). Etude du relevage des eaux usées du complexe SAIDAL (W. Médéa).

[5] BENLAMNOUAER. A. (2008).Etude de la réhabilitation de l'Oued Righ (cas du canal Oued Righ).

[6] BENSACI. E, SAHEB. M, NOUIDJEM. Y, BOUZEGAG. A ET HOUHAMDI. M. (2013). Biodiversité de l'avifaune aquatique des zones humides sahariennes : cas de la dépression d'Oued Righ (Algérie).p31-42.

[7] CIRIA, CUR, CETMEF. (2009).Guide Enrochement .L'utilisation de enrochement pour les ouvrage hydraulique. Version française du Rock Manual, P09.01, CETMEF, Compiègne.

[8]DHW. (2009). Etude de faisabilité des eaux du canal de l'oued Righ à des fins agricoles. Analyse des eaux de l'Oued Righ.30p.

[9] DHW. (2010). Etude de faisabilité des eaux du canal de l'oued Righ à des fins agricoles. Synthèse générale et conclusions.57p.

[10]DHW. (2010). Etude du schéma directeur d'assainissement et de drainage Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique de la zone de l'Oued Righ – 06 Communes. Analyse d'impacte.56p.

[11] DHW. (2008). Etude du schéma directeur d'assainissement et de drainage Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique de la

zone de l'Oued Righ – 06 Communes. Caractérisation environnementale de la situation actuelle .71p.

[12] DHW. (2008). Etude du schéma directeur d'assainissement et de drainage Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique de la zone de l'Oued Righ – 06 Communes. Collecte et analyse des données existantes.37p.

[13] DHW. (2011). Etude du schéma directeur d'assainissement et de drainage Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique de la zone de l'Oued Righ – 06 Communes. Mesures Compensatoires Envisagées.17p.

[14] DHW. (2008). Etude du schéma directeur d'assainissement et de drainage Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique de la zone de l'Oued Righ – 06 Communes. Reconnaissance et diagnostic réseau d'assainissement et drainage agricole.56p.

[15] DHW. (2010). Inventaire des forages d'eau CT/CI daïra de Djamaa Wilaya d'El-Oued.

[16] DHW. (2011). Situation de réseau d'assainissement chef lieu localités daïra de Djamaa.

[17] GUETTICHE. S et BENABDASADOK. D. (2006).Contribution à l'étude de la possibilité de réutilisation des eaux de la nappe phréatique pour l'irrigation dans la région de L'Oued Righ.

[18] HELAL .F et OURIHANE .D. (2004). Etude hydrogéologique du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal de la région de Touggourt. Aspect hydro-chimique et problèmes techniques posés.

[19] MERABET .A et RIGHI .S. (2011). Reconnaissance hydrodynamique du Complexe Terminal dans la région de Touggourt.

[20] ONM. (2012). Office Nationale Météorologique de Touggourt.

[21] SAYAH LEMBAREK. M. (2008). Etude hydraulique du canal oued righ détermination des caractéristiques Hydrauliques.

.

Liste d'abréviation

AEP : Alimentation en Eau Potable

ANRH : Agence National des Ressources Hydriques

CI : Continental Intercalaire

CT : Complexe Terminal

DHW : Direction d'Hydraulique de la Wilaya

DSA : Direction des Services Agricoles

FAO: Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture

MTH : Maladies à Transmission Hydriques

ONID : Office National de l'Irrigation et de Drainage

ONM : Office National de la Météorologie

SEAAL : Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger

UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture