

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE OUARGLA

FACULTE DES SCIENCES ET DES SCIENCES DE L'INGENIEUR

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE ET GENIE CIVIL

N° d'ordre :
N° de série :



Mémoire

PRESENTE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTER

Spécialité : HYDRAULIQUE

Option : AMENAGEMENT HYDRAULIQUE EN ZONES ARIDES

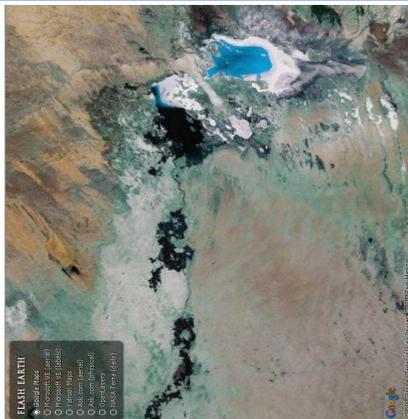
Présenté par :

M^r: SAYAH LEMBAREK MOHAMMED

THEME

**ETUDE HYDRAULIQUE
DU CANAL OUED RIGH**

**Détermination des Caractéristiques
Hydrauliques**



Soutenu publiquement le : 01/07/2008

Devant le jury d'examen :

Président : BEN TEBBA Mohamed Tahar (Maître de conférence à Université de Kasdi Merbah à Ouargla).

Promoteur : REMINI Boualem (Professeur à l'université de Saâd Dahlab à Blida).

Examineur : BOUTAOUTAOU Djamel (Maître de conférence à Université de Kasdi Merbah à Ouargla).

Examineur : HAMOUDI Saâd (Professeur à l'université de Hassiba Ben Boulaid à Chlef).

Année Universitaire : 2007/2008

LISTE DES FIGURES

Figure	Titre	Page
I.1	Présentation du débit du canal à station Ranou	14
I.2	Présentation du débit du canal à station Sidi Slimane	14
I.3	Présentation du débit du canal à station Tinedla Amont	15
I.4	Présentation du débit du canal à station Boufeggoussa	15
I.5	Variation du débit à travers les stations de jaugeage	16
II.1	Coupe hydrogéologique du Complexe Terminal de la région de Oued Righ sud	31
II.2	Schéma de canal collecteur et Stations hydrométrique	36
II.3	Schéma de verticale total	41
II.4	Tracé de parabole à une verticale	42
II.5	Schéma de vitesse de fond	43
II.6	Courbe granulométrique du sol de la station Ranou	48
II.7	Courbe granulométrique du sol de la station Sidi Slimane	49
II.8	Courbe granulométrique du sol de la station Tinedla Amont	50
II.9	Courbe granulométrique du sol de la station Boufeggoussa	51
III.1	Représentation graphique des vitesses de station Ranou	54
III.2	Représentation graphique des paramètres hydrauliques de station Ranou	56
III.3	Représentation graphique des vitesses de station Sidi Slimane	58
III.4	Représentation graphique des paramètres hydrauliques de station Sidi Slimane	60
III.5	Représentation graphique des vitesses de station Tinedla Amont	62
III.6	Représentation graphique des paramètres hydrauliques de station Tinedla Amont	64
III.7	Représentation graphique des vitesses de station Boufeggoussa	66
III.7	Suite Représentation graphique des vitesses de station Boufeggoussa	67
III.8	Représentation graphique des paramètres hydrauliques de station Boufeggoussa	69
III.9	Variation du débit en fonction de la longueur du canal	75
III.10	Variation des débits en fonction de la longueur du canal	76
III.11	Variation des vitesses en fonction de la longueur du canal	77

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Titre	Page
I.1	Répartition de débit d'A.E.P et d'Irrigation à Oued Righ	11
I.2	Récapitulatif des jaugeages effectués sur le canal principal	13
I.3	Répartition du débit du canal à Station Ranou	14
I.4	Répartition du débit du canal à Station Sidi Slimane	14
I.5	Répartition du débit du canal à Station Tinedla Amont	15
I.6	Répartition du débit du canal à Station Boufeggoussa	15
I.7	Bilan hydrique et salin du Chott Mérouane	20
I.8	Résultats des analyses hydro chimiques du chott et du canal	21
II.1	Coordonnées géographiques (GPS) et la topographie des Stations	35
II.2	Valeur de diamètre D_{50} , D_{65} et D_{90}	52
II.3	Valeur de coefficient de rugosité (k)	52
II.4	Quelque valeur de coefficient de Strickler	53
III.1	Résultats de planimétrie de la surface des verticales à station Ranou	55
III.2	Résultats de calcul du débit à station Ranou	57
III.3	Résultats du calcul de la vitesse moyenne de surface VMS à station Ranou	57
III.4	Résultats du calcul de la section mouillée à station Ranou	57
III.5	Résultats du calcul du périmètre mouillé à station Ranou	57
III.6	Résultats de planimétrie de la surface des verticales à station Sidi Slimane	59
III.7	Résultats de calcul du débit à station Sidi Slimane	61
III.8	Résultats du calcul de la vitesse moyenne de surface VMS à station Sidi Slimane	61
III.9	Résultats du calcul de la section mouillée à station Sidi Slimane	61
III.10	Résultats du calcul du périmètre mouillé à station Sidi Slimane	61
III.11	Résultats de planimétrie de la surface des verticales station Tinedla Amont	63
III.12	Résultats de planimétrie de la surface des verticales station Tinedla Amont	65
III.13	Résultats du calcul de la vitesse moyenne de surface VMS à station Tinedla Amont	65
III.14	Résultats du calcul de la section mouillée à station Tinedla Amont	65
III.15	Résultats du calcul du périmètre mouillé à station Tinedla Amont	65
III.16	Résultats de planimétrie de la surface des verticales station Boufeggoussa	68
III.17	Résultats de calcul du débit à station Boufeggoussa	70
III.18	Résultats du calcul de la vitesse moyenne de surface VMS à station Boufeggoussa	70
III.19	Résultats du calcul de la section mouillée à station Boufeggoussa	70
III.20	Résultats du calcul du périmètre mouillé à station Boufeggoussa	70
III.21	les paramètres hydrauliques par la méthode de jaugeage au moulinet	71
III.22	les paramètres hydrauliques par la formule de Strickler	72
III.23	les paramètres hydrauliques par la formule de Meyer-peter te Müller	73
III.24	les paramètres hydrauliques par la formule de Raudkivi	74
III.25	Résultats des débits de deux méthodes de chaque station (au moulinet)	75
III.26	Débits additionnels	76
III.27	Les résultats des débits de deux méthodes de chaque station	76
III.28	La comparaison des résultats de vitesses de chaque station	77

III.29	Résultats de l'entraînement du matériau du fond	79
Annexe 1	Résultats de granulométrie à Station Ranou	82
Annexe 2	Résultats de granulométrie à Station Sidi Slimane	82
Annexe 3	Résultats de granulométrie à Station Tinedla Amont	82
Annexe 4	Résultats de granulométrie à Station Boufeggoussa	82
Annexe 5	Fiche de jaugeage au moulinet Station Ranou	83
Annexe 6	Fiche de jaugeage au moulinet Station Sidi Slimane	84
Annexe 7	Fiche de jaugeage au moulinet Station Tinedla Amont	85
Annexe 8	Fiche de jaugeage au moulinet Station Boufeggoussa	87
Annexe 9	liste des raccordements des drains et des irrigations Exécute Au canal Oued Righ	89
Annexe 10	liste des raccordements des drains Secondaires	92

LISTE DES PHOTOS

Photo	Titre	Page
I.1	Le canal entre Sidi Slimane et Sidi Amrane (Djamaâ)	5
I.2	Le canal entre djamaâ et El Mghaïer	5
I.3	Le Rejet de Touggourt d'assainissement sans passer par la station d'épuration	17
I.4	Le Rejet de drainage dans le canal à Touggourt	18
I.5	Chott Sidi Slimane à Touggourt	19
II.1	Situation géographique de la vallée d'Oued Righ	25
II.2	Les agglomérations et Oasis de la vallée	26
II.3	Emplacement des pneus à la station de Ranou	32
II.4	Destruction des berges en sable à cause des turbulents à Boufeggoussa	33
II.5	le trajectoire du canal d'Oued Righ	34
II.6	Type de moulinet utilisé au jaugeage	37
II.7	Compteur utilisé au jaugeage	38
III.1	Station de Boufeggoussa (pendant le jaugeage)	66
/	les poissons du canal à Tinedla	81

Résumé

Notre étude, s'oriente sur l'objectif et l'impact du canal collecteur de l'Oued Righ qui sert comme canal évacuateur des eaux de drainage et des eaux usées d'assainissement ainsi que des eaux dûes au rabattement de la nappe phréatique.

Pour cela, on a étudié l'historique de la création et la réalisation de ce canal, la nature géographique et climatique de la région ainsi que les problèmes provenant de la nature du sol sur la base des éléments géologiques et hydrogéologiques.

Pour cela, on a choisi quatre stations hydrométriques le long de ce canal pour calculer les paramètres hydrauliques (le débit, la vitesse moyenne d'écoulement, régime d'écoulement,...) ce calcul est basé sur deux méthodes:

- la première consiste à mesurer par jaugeage au moulinet
- la deuxième consiste à appliquer la formule de Chézy à savoir l'application du coefficient de Strickler, Meyer-Peter et Müller et Raudkivi.

En fin de calcul on a trouvé une croissance successive du débit et un régime d'écoulement fluvial.

Les résultats du coefficient de Raudkivi sont les plus proches des résultats de mesures. D'autres part on a trouvé que la force tractrice de l'écoulement est supérieure à la force tractrice critique c'est-à-dire il y a un entraînement des matériaux du fond.

Mots clés : Vallée d'Oued Righ, Canal collecteur d'Oued Righ, jaugeage au moulinet, formule de Strickler ; Meyer-peter; Müller et Raudkivi, débit du canal, la vitesse moyenne, entraînement des matériaux de fond,

ملخص

لقد تطرقنا في دراستنا هذه إلى تأثير القناة الرئيسية لوادي ريغ التي تستعمل من أجل تصريف المياه الفلاحية الزائدة (النز) والمياه المنزلية المستعملة لخفض مستوى الماء في الطبقة الحرة. من أجل هذا قمنا بدراسة تاريخية عن تكوين ونشأة قناة وادي ريغ، والمشاكل المرتبطة بهذه القناة وكذا دراسة الطبقات الأرضية الجيولوجية والهيدروجيولوجية، ودراسة الحالة المناخية للمنطقة. ومن أجل الدراسة الهيدروليكية للقناة اخترنا أربعة محطات على طول القناة تمثل نقاط دراسة ملائمة لحساب الخصائص الهيدروليكية (التدفق، السرعة المتوسطة للجريان، نوعية الجريان، ...)، استعملنا طريقتين للدراسة:

- الطريقة الأولى عن طريق القياس باستعمال المعايير (الكيل).

- الطريقة الثانية باستعمال علاقة شيزي التي استعملنا فيها معامل ستريكلر ومعامل ماير بيتر ومولر وعلاقة رودكيفي.

وفي نهاية الحساب وجدنا أن التدفق المحسوب يزداد على طول القناة كلما اتجهنا شمالا نحو المصب، ونوعية الجريان هي جريان نهري، التدفق المحسوب بعلاقة معامل رودكيفي هو التدفق الأقرب للتدفق المقاس بالمعايرة، وبعد حساب الإجهاد لقوى الجر للجريان وقوى الإجهاد الحرجة أنه هناك إمكانية جر للمواد الصلبة في قاع القناة.

الكلمات الدالة : حوض وادي ريغ، القناة الرئيسية لوادي ريغ، المعايرة بطاحونة صغيرة (الكيل)، علاقة ستريكلر، ماير بيتر ومولر وعلاقة رودكيفي، تدفق القناة، السرعة المتوسطة للجريان، جر المواد الصلبة.

Abstract

Our study turns on the objective and the impact of the collection canal of Oued Righ which serves as canal sluice of the groundwater.

In order to do that, one can studied the history of the creation and the realization of this canal, the geographical and climatic nature of the region as well as the problems resulting from the nature of the ground on the basis of geological and hydrogeological elements.

For it, one can chose four hydrometric stations along this canal to calculate hydraulic parameters debit{output}, speed, average of drainage, regime of drainage,...) this calculation is based on two methods:

- 1 The first consists in measuring by gauging in the reel.
- 2 The second consists in applying Chézy's formula to be known the application of the coefficient of Strickler, Meyer-peter and Müller, and Raudkivi.

At the end of calculate, we found a successive growth of the debit {output} and a regime of river drainage.

The results of Raudkivi's coefficient are the most close to results measures.

The other part, we found that drawn force of the drainage is superior of the critical drawn force that is there, is a training of the materials of the bottom.

Keywords: Valley of Oued Righ, Oued Righ's collection canal, gauging in the reel, Strickler's formula; Meyer-peter; Müller and Raudkivi, debit {output} of the canal, average speed, training of thorough materials.

TABLE DES MATIERES

DEDICACES	
REMERCIEMENTS	
RESUME	
TABLE DES MATIERES	
LISTE DES PHOTOS	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES TABLEAUX	
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : UTILITE DU CANAL ET LES PROBLEMS RENCONTRES	
I. Introduction	3
I.1 Etude historique du canal d'Oued Righ	3
I.1.1 Réalisation du canal pendant la colonisation.....	3
I.1.2 Réalisation du canal après l'indépendance	6
I.1.3 les premier travaux d'aménagement du canal	6
I.1.3.1 Les travaux ont pratique comme	6
I.1.3.2 Les levés topographiques	6
I.1.3.3 Exécution des terrassements	7
I.1.3.3.1 Exécution des terrassements sur le premier tronçon	7
I.1.3.3.2 Exécution des terrassements sur le deuxième tronçon	7
I.1.3.3.3 Exécution des terrassements sur le troisième tronçon	8
I.1.3.4 Construction des ouvrages	8
I.1.3.4.1 Passage busés avec renforcement	9
I.1.3.4.2 Passage busés avec Chott	9
I.1.3.4.3 Déversoir de mesure avec chute	9
I.1.3.4.4 Ecluse de fuite	10
I.1.3.4.5 Passage busé sous la route nationale d'El-Oued	10
I.1.4. Historique de l'irrigation de la région	11
I.2. L'impact du canal de Oued Righ sur la région	11
I.2.1. Evolution du débit du canal au niveau des stations hydrométriques	12
I.2.1.1 Evolution du débit du canal au niveau des stations de la mesure.....	14
I.2.1.2 Evolution du débit du canal au niveau des stations hydrométriques à deux années	16
I.2.2 Le rejet des eaux usées, drainage et les problèmes d'environnement	17
I.2.3.L'Impact des chotts sur l'environnement (futurs problèmes)	18
I.2.3.1. Origine du chott	18
I.2.3.2.Situation écologique	19
I.2.3.3. Situation socio-économique	19
I.2.3.4. Bilan hydrique et bilan du sel	20
I.2.4. La question relative à la communication entre nappe et leur préservation	22
I.2.5. L'Impacte de la nappe phréatique sur les autres nappes	22
I.2.5.1. Transfert des nappes profondes	23
I. Conclusion	23
Chapitre II REGION D'ETUDE, MATERIEL ET PRINCIPE DE MESURE	
II. Introduction	24
II.1. Présentation de la région de l'oued Righ	24
II.1.1. Situation géographique	24

II.1.2. La topographique de la région	25
II.1.3. Situation administrative	25
II.1.4. Aperçu socio-économique	27
II.1.5. Etude climatique de la région de l'Oued Righ	27
II.1.5.1. Les précipitations	28
II.1.5.2. Humidité relative de l'air	28
II.1.5.3. Les vents	28
II.1.5.4. Durée d'insolation	28
II.1.5.5. Les Températures	28
II.1.6. Cadre géologique	28
II.1.6.1. Quaternaire	28
II.1.6.2. Tertiaire	29
a)- Miopliocène	29
b)- Eocène inférieur	29
II.1.6.3. Secondaire	29
a)- Sénonien	29
b)- Turonien	29
c)- Cénomaniens	29
d)- L'albien	29
II.1.7. Hydrogéologie de la région	29
II.1.7.1. Présentation des nappes	29
II.1.7.2. Nappe du Continental Intercalaire (CI)	30
II.1.7.3. Nappe du Complexe Terminal (CT)	30
II.2. La zone d'étude	31
II.2.1. Description du canal	31
II.2.2. Caractéristiques des Stations	35
II.3. Matériel de mesure	37
II.3.1. Généralités sur le matériel et les méthodes de mesure	37
II.3.1.1. Description des éléments indispensables à la mesure au moulinet	37
II.3.1.2. Caractéristiques du moulinet utilisé	38
II.4 Principe de mesure (mesure de débit)	38
II.4.1 Jaugeage au moulinet	39
II.4.1.1 Tarage des moulinets	40
II.4.1.2 Mesure de la vitesse	41
II.4.1.3. Nombre des verticales	41
II.4.1.1 Méthode de calcul	42
II.4.1.1.1 calcul des débits par la méthode graphique	42
II.4.1.1.2 Note explicative	43
II.4.1.1.3 Détermination graphique de la vitesse moyenne de surface (VMS)	44
II.4.1.1.4 Détermination graphique de la section mouillée (S_m)	44
II.4.1.1.5 Détermination graphique du périmètre mouillé (P_m)	44
II.4.1.2 Caractéristiques géométriques des paramètres hydrauliques	45
II.4.1.2.1 La vitesse moyenne (V_m)	45
II.4.1.2.2 Rapport vitesse moyenne / vitesse moyenne de surface	45
II.4.1.2.3 Rayon hydraulique (R_h)	45
II.4.1.2.4 Profondeur moyenne (H_m)	45
II.4.1.2.5 La largeur au miroir (L)	46
II.4.1.2.6 Nombre de Froude (F_R)	46
II.4.2 Par l'application de formule de Chézy	46

II.5. Analyse granulométrique du fond	47
II. Conclusion	53
CHAPITRE III : CALCUL HYDRAULIQUE, INTERPRETATION	
DES RESULTATS	
III.1 Calcul des paramètres hydrauliques de chaque station	54
III.1.1 la méthode de jaugeage	54
III.1.1.1 Station Ranou	54
III.1.1.2 Station Sidi Slimane	58
III.1.1.3 Station Tinedla Amont	62
III.1.1.4 Station Boufeggoussa	66
III.1.2 La formule de Chézy	72
III.1.2.1 La formule de Strickler	72
III.1.2.2 La formule de Meyer-Peter et Müller	73
III.1.2.2 La formule de Raudkivi	74
III.2 Interprétation des résultats	75
III.2.1 Calcul des apports additionnels	76
III.3 Etude comparative	76
III.4 Entraînement du matériau du fond	78
III.4.1 Calcul de la force tractrice de l'écoulement	78
III.4.2 Calcul de la force tractrice critique	78
CONCLUSION GENERALE	80
REFERENCES BIBLIOGRAPHIES	
ANNEXES	82

INTRODUCTION GENERALE

La région de Oued Righ est l'une des régions les plus anciennement cultivées et l'une des mieux connues du Sahara septentrional. Elle s'étend sur une longueur de 150 km Sud – Nord et une largeur allant de 20 à 30 km. Est- Ouest.

Elle est constituée d'une cinquantaine d'oasis qui compte totalement environ 16000 ha cultivés et plus d'un million et demi de palmiers dattiers.

Cette région dite "Oued Righ" dans le Sahara Algérien est connue par son développement considérable des Oasis qui produisent des dattes d'excellente qualité.

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

Le canal collecteur d'Oued Righ, considéré comme le poumon de la région, est passé par plusieurs étapes d'études et de réalisation avant d'arriver à son état actuel et cela par des agriculteurs, par des entreprises nationales et étrangères.

L'extension des palmeraies, ces dernières années a contribué à la multiplication du nombre de forages et à l'apparition des forages albiens (continental intercalaire), ceci a provoqué des problèmes dans la vallée d'Oued Righ tels que, la remontée, la salinité et la pollution.

Ce projet s'intéressera sur l'impact du canal d'Oued Righ sur les chotts environnants, les nappes existantes (phréatique et du complexe terminal) ainsi que sur l'environnement.

Malgré le grand réservoir des eaux souterraines -surtout l'albien- 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 creusé ce canal artificiel.

Vu la nature sableuse du sol de la région et sa richesse en sel ainsi que la pente élevée dans certain tronçon 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.

Pour Le calcul des paramètres hydrauliques (débit; vitesse moyenne; ...) on a utilisé deux méthodes de calcul :- la première méthode est celle de jaugeage (jaugeage au moulinet)

- la deuxième méthode est celle d'application de la formule de Chézy

L'optimisation du curage dans le canal s'avère indispensable, et l'évaluation périodique du débit de l'écoulement dans le canal s'avère une opération nécessaire.

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

- Introduction générale.
- _ CHAPITRE I: Utilité du canal et les problèmes rencontrés.
- CHAPITRE II: Région d'étude, Matériel et principe de mesure.
- CHAPITRE III: Calcul hydraulique et interprétation des résultats.
 - Conclusion générale.

Chapitre I**UTILITE DU CANAL ET LES PROBLEMES RENCONTRES****I. Introduction**

Le canal d' Oued Righ joue un rôle primordial dans la région d'étude, c'est un collecteur des eaux en excès. Il est passé par plusieurs étapes historiques de reconstitution. Dès sa genèse il a subi plusieurs interventions positives et négatives.

I.1 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 provoqués la remontée des eaux en surface créant une stagnation des eaux. Cette situation a engendré l'apparition de plusieurs maladies à transmission hydriques.

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 :

- 1- étape de la réalisation pendant la colonisation.
- 2- étape de la réalisation après l'indépendance.

I.1.1. 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 Témacine 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 Djamaâ 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 Mérouane, 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 plusieurs maladies telles que le paludisme;
- 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 $1^0/0_0$ à partir de la commune de Blidet Amor (Daïra de Témacine wilaya de Ouargla) jusqu'à Dendouga (daïra d'El Mghaïer 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 même année (1926) avec des méthodes traditionnelles dans le but de faire drainer les eaux en excès d'irrigation des palmeraies vers 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.

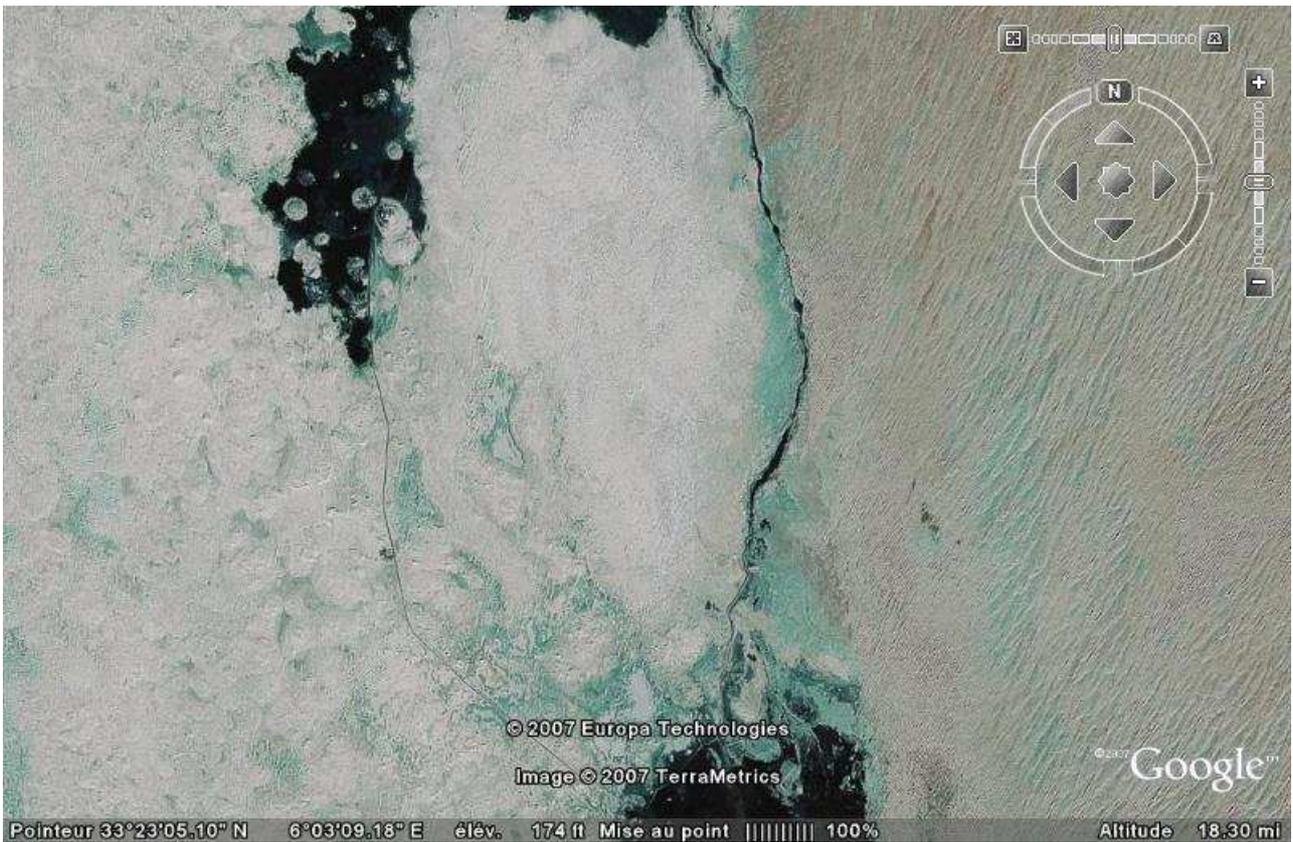


Photo I.1 Le canal entre Sidi Slimane et Sidi Amrane (Djamaâ) [Google Earth., 2007]

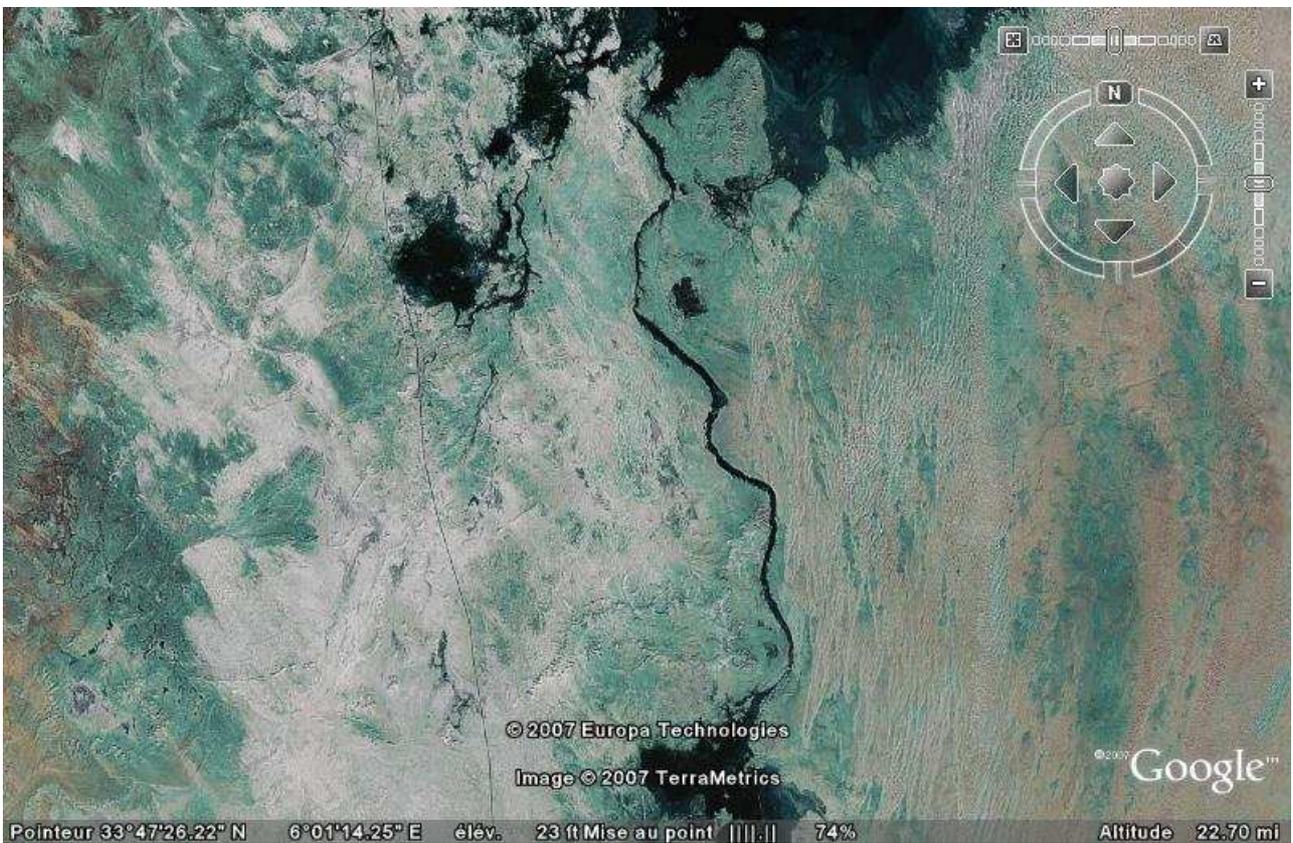


Photo I.2 Le canal entre djamaâ et El Mghaier [Google Earth., 2007]

I.1.2. 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 d'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.

I.1.3 les premier travaux d'aménagement du canal

Pour les travaux exécutés de la 1^{ère} phase de l'Oued Righ

I.1.3.1 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.

I.1.3.2 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 total 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 situation des rendements des machines.

I.1.3.3 Exécution des terrassements

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

I.1.3.3.1 Exécution des terrassements sur le premier tronçon

Le premier tronçon était le tronçon du nord (aval) où ils ont commencés 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 le 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.

I.1.3.3.2 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 coté 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 coté 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 de 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.

I.1.3.3 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'un seul palmeraies.

Ce tronçon s'appelle Touggourt – déviation. Il se raccorde avec l'ancien lit revêtu au PK.24+595. De ce PK, a 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 transportes.

La méthode du creusement était presque la même:

Approfondissement de l'ancien lit d'un coté.

Former un profil rude des deux cotés.

Finissement des talus définitivement.

Régalage 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.

I.1.3.4 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 une 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 busés.

I.1.3.4.1 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.

I.1.3.4.2 Passage busé avec chott

Au PK.28+813 où la conduite d'eau potable traverse l'Oued Righ (conduite de Touggourt) il y a une chute de 80 cm au de fond. C'est pourquoi qu'ils ont exécutés le projet du passage busé type avec chott en béton armé. La conduite d'eau potable a été posée sur les murs étayant en dehors du passage.

Ils ont choisi cette solution pour faciliter le maniement des tuyaux de la conduite en cas d'éclatement.

I.1.3.4.3 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.

2-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.

I.1.3.4.4 Ecluse de fuite

Au PK.16+955, selon le projet, ils ont construit une écluse de fuite au lac de Témacine pour régler le niveau d'eau du lac.

Ce projet est annexé au plan de recollement.

I.1.3.4.5 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 m ³ .
4- transport de terre :	44600 m ³ .
5- déblai en tranchée :	43550 m ³ .
6- remblai de la tranchée :	16783 m ³ .
7- réglage des terres :	25615 m ³ .
8- réalisation de piste en zones chotteuses :	31900 ml.
10- évacuation des eaux par pompage:	1468ml.
11- revêtement en maçonnerie de M'Rara:	4522m ³ .
12- mise en œuvre de revêtement en maçonnerie:	1238m ² .
13- construction de passage busé:	31 unités.
14- construction des autres ouvrages :	7 unités

(Déversoir de mesures et écluse de fuite).

15- passage busé provisoire :

29 unités

[SZOKE S., 1984]

I.1.4. 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]

I.2. L'impact du canal de Oued Righ sur la région

Le canal d' Oued Righ représente le poumon de la vallée Oued Righ comme le dit tous les hydrauliciens et hydrogéologues.

Dans cette région vivent actuellement 331886 habitants qui consomment 36942039 m³/an soit 25859428 m³/an se reversera au réseau urbain d'assainissement.

Il est à noter que 505713923 m³/an est versé aussi dans ce canal collecteur comme débit de drainage des palmeraies.

Ces deux facteurs influent automatiquement sur le débit du canal de Oued Righ comme représenté dans le tableau I.I

Tableau I.1 Répartition de débit d'A.E.P et d'Irrigation à Oued Righ [ANRH, 2004.]

	Oued Righ Sud	Oued Righ Nord	Total (m ³ /an)
AEP CT et CI (m ³ /an)	26069760	10872279	36942039
Irrigation CT et CI (m ³ /an)	205130057	300583866	505713923
Total général (m³/an)			542655962

I.2.1. Evolution du débit du canal au niveau des stations hydrométriques

L'évolution de la région de Oued Righ se fait sentir à travers la multiplication du nombre de forages suite à l'augmentation du nombre d'habitants, du développement de leurs nécessités socio-économiques et de l'extension des palmeraies par de nouveaux périmètres irrigués.

Cette évolution a provoqué des débits de forages et des réseaux de drainages supplémentaires et une importante évolution spatiale et chronologique du débit du canal.

Le tableau suivant représente cette situation :

Tableau I.2 Récapitulatif des jaugages effectués sur le canal collecteur
(Canal Oued Righ) Le Débit (m³/s) [ANRRH, 2008]

date station	03/10/1993	08/05/1994	10/10/1994	30/01/1995	02/12/1996	20/03/98	04/05/1999	29/01/2001	01/03/2006	04/04/2007	28/01/2008
Kerdache	0,258	0,265	0,340	0,166	0,225	0,340	0,200	0,263	1,030	-	-
Ranou	0,470	0,420	0,588	0,728	-	0,530	0,394	0,813	0,615	0,75	0,75
Z- labidia	1,843	1,386	1,418	2,213	1,230	1,530	1,283	-	-	-	3,66
Bourkhis	1,484	1,570	1,886	-	-	2,150	1,33	2,14	-	-	2,61
S-Slimane	1,758	1,990	2,00	2,585	-	2,00	1,93	2,45	2,50	1,95	2,8
S-Amrane	1,832	2,058	2,14	2,73	2,55	2,14	1,51	2,915	2,680	-	2,88
Z-Eriab	2,795	3,120	3,52	4,912	-	4,00	2,272	4,66	-	-	-
Tinedla, am	2,855	-	3,75	5,34	4,39	4,18	2,84	-	-	3,765	4,86
Tinedla, av	3,036	3,325	3,87	4,935	4,00	4,69	3,18	4,68	4,80	-	-
Boufegoussa	2,783	3,114	3,32	4,2	-	3,185	-	5,075	-	4,31	5,35

I.2.1.1 Evolution du débit du canal au niveau des stations de la mesure

Tableau I.3 Répartition du débit du canal à Station Ranou

L'année	1993	1994	1995	1996	1998	1999	2001	2006	2007	2008
Débit (m ³ /s)	0,470	0,588	0,728	-	0,530	0,394	0,813	0,615	0,750	0,750

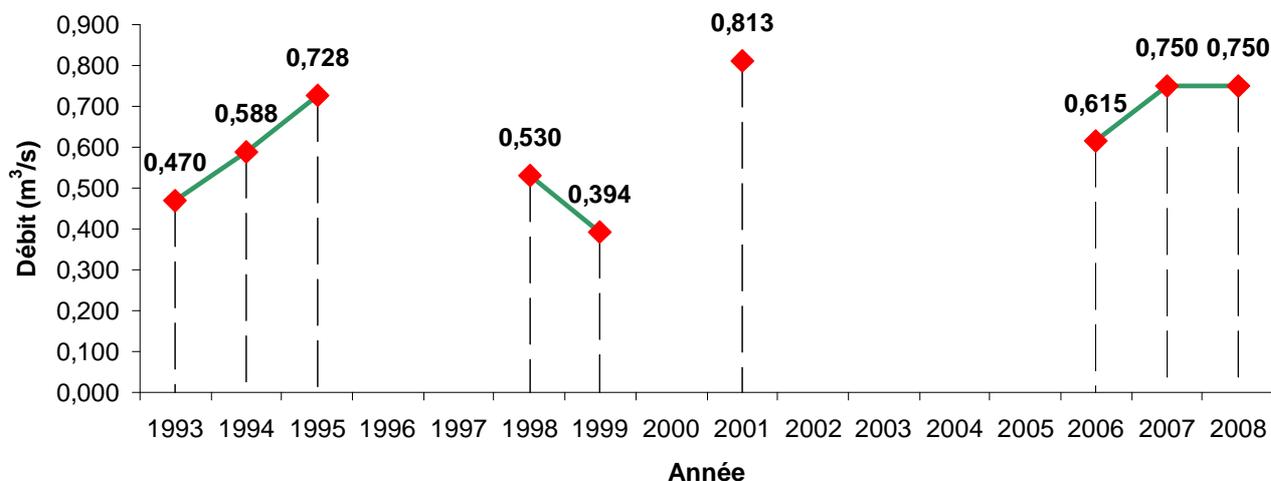


Fig I.1 Présentation du débit du canal à station Ranou

Tableau I.4 Répartition du débit du canal à Station Sidi Slimane

L'année	1993	1994	1995	1996	1998	1999	2001	2006	2007	2008
Débit (m ³ /s)	1,758	2,00	2,585	-	2,00	1,91	2,45	2,50	1,95	2,80

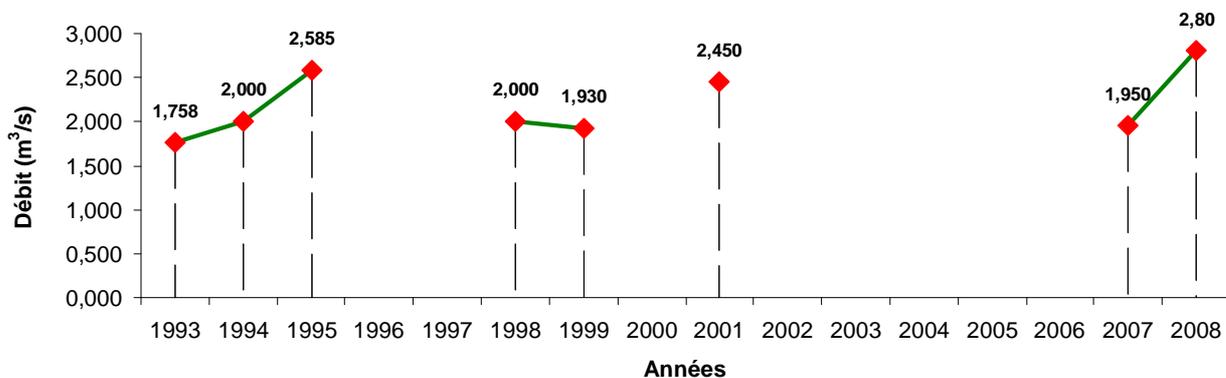


Fig I.2 Présentation du débit du canal à station Sidi Slimane

Tableau I.5 Répartition du débit du canal à Station Tinedla Amont

L'année	1993	1994	1995	1996	1998	1999	2001	2006	2007	2008
Débit (m ³ /s)	2,855	3,75	5,34	4,39	4,68	2,84	-	-	3,765	4,86

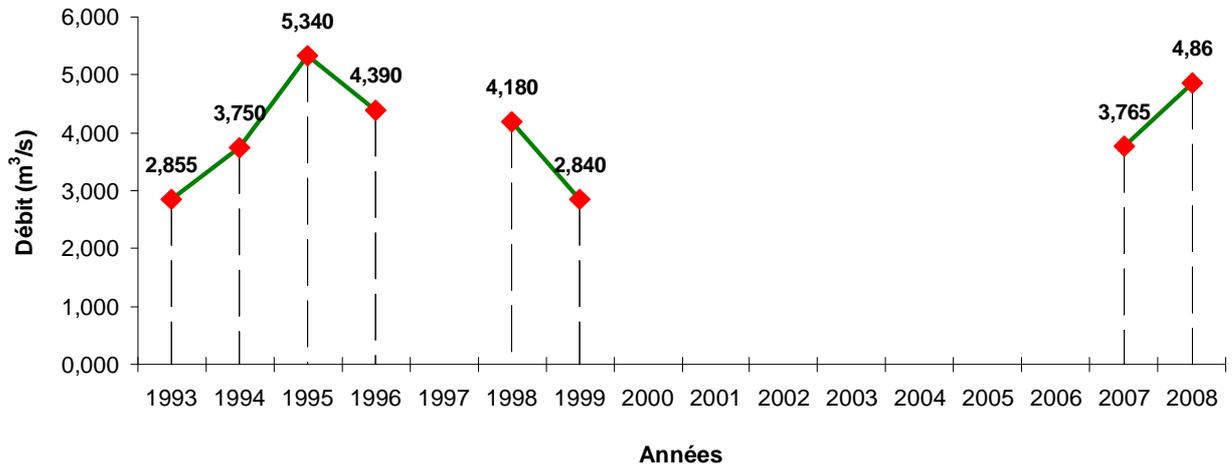


Fig I.3 Présentation du débit du canal à station Tinedla Amont

Tableau I.6 Répartition du débit du canal à Station Boufeggoussa

L'année	1993	1994	1995	1996	1998	1999	2001	2006	2007	2008
Débit (m ³ /s)	2,783	3,32	-	-	-	-	5,075	-	4,31	5,35

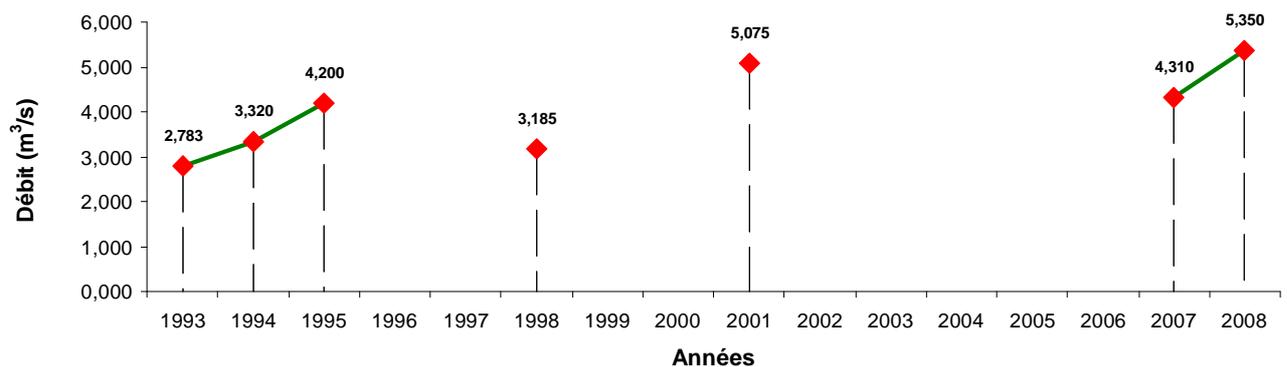


Fig I.4 Présentation du débit du canal à station Boufeggoussa

En 1998 et 1999 la régression de la section mouillée grâce des roseau et ensablement ce qui a provoqué une diminution de débit et une remonté de la nappe et saturation de chott, par contre on remarque en 2001 le débit est augmenté et même dépasser 0,728 l/s en 1995 à la station de Ranou ceci explique par une opération de nettoyage et entretien du canal avant 2001.

I.2.1.2 Evolution du débit du canal au niveau des stations hydrométriques à deux années

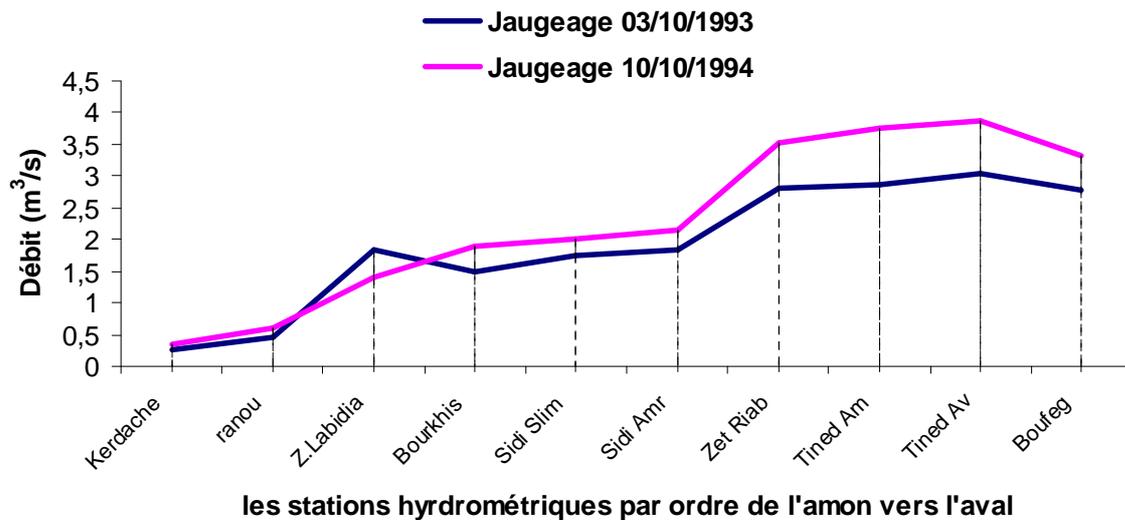


Fig I.5 Variation du débit à travers les stations de jaugeage

D'après l'allure des graphes obtenus ci-dessus, on remarque :

- Une augmentation du débit plus ou moins continue de l'amont vers l'aval.
- Un pique apparent du débit au niveau de la station de Zaouia-Labidia.
- Une forte augmentation du débit à partir de Sidi Slimane jusqu'au palmeraies de Djamaâ.
- Une décroissance du débit entre Tinedla aval et Boufeggoussa.

Ce dernier point nécessite une réflexion particulière, car, en principe le volume d'eau s'il n'augmente pas, ne devait pas diminuer, dont les causes probables sont :

- Il n'y a plus d'apport vers le canal : absence d'habitations et de palmeraies.
- Pompage : absence d'irrigue de l'eau du canal collecteur.
- Une évaporation négligeable.
- Une infiltration due à la forte granulométrie à cause de la nature du sable de la région 75% Sable fin et la majorité de reste est gros sable.

I.2.2. Le rejet des eaux usées, drainage et les problèmes d'environnement

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

Toutes les eaux d'assainissement de la région de Oued Righ sont rejetées directement dans le canal. Cette situation a provoqué 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 (Tableau I.7) [BENHADDYA M^{ed} lamine, 2007]

- 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 I.3 Le Rejet de Touggourt d'assainissement sans passer par la station d'épuration
(24/04/2008)**



Photo I.4 Le Rejet de drainage dans le canal à Touggourt (2007)

I.2.3.L'Impact des chotts sur l'environnement (futurs problèmes)

I.2.3.1. Origine du chott

La constitution naturelle du chott est directement liée à l'histoire géologique des hauts plateaux algériens.

Toute cette région est marquée par un substratum sédimentaire hérité des transgressions marines du secondaire et du tertiaire, le chott prend deux origines :

- Origine de salinisation primaire : selon les critères d'origine géologique.
- Origine de salinisation secondaire : selon les critères d'origine hydrogéologiques (l'eau qui s'écoule dans les couches profondes).



Photo I.5 Chott Sidi Slimane à Touggourt (Février 2008)

I.2.3.2. Situation écologique

Le chott comme n'importe quel écosystème réunit toute une interaction entre les biocénoses, sol et climat dans un environnement saharien.

Il est sans doute bénéfique le dynamisme naturel des êtres vivants.

D'une part il a un rôle important dans l'équilibre biologique, d'autre part on peut le considérer comme une poubelle naturelle où le chott draine toutes les eaux des régions avoisinantes et les eaux superficielles.

I.2.3.3. Situation socio-économique

Le sel est considéré comme l'or blanc (en particulier dans les temps anciens), le sel brut des chotts est également utilisé pour extraire plusieurs éléments minéraux tels que [chlore – sodium – potassium – magnésium – lithium] et pour servir les industries modernes.

Le sel est exploité par une entreprise nationale ENASEL avec une capacité de production environ 130000 tonnes/an sur les marchés régionaux, nationaux (secteur pétrolier) et même à l'exportation.

I.2.3.4. Bilan hydrique et bilan du sel

Le bilan hydrique et salin du chott Mérouane (représenté dans le tableau ci-après) est caractérisé par les apports suivants:

A – les eaux de pluie locales n’ont pas été prises en considération, tenant compte de leur apport insignifiant.

B – la salinité des eaux superficielles alimentant le chott Mérouane est déjà connue (moyenne de **4,5 g/l**).

Chott Mérouane est alimenté par deux sources principales:

- Les volumes des eaux superficielles (on retient ceux de l’étude du **CNTS** d’Arzew) soit environ **140** million m³ pour chott Mérouane.
- Décharge des eaux souterraines du complexe terminal. [**GUETTICHE S., 2006**]

Tableau I.7 Bilan hydrique et salin du Chott Mérouane

Source	Volume d’eau m ³ /an	Concentration du sel g/l	Quantité du sel en T/an
Pluie	-	-	-
Canal	155,52.10 ⁶	4,5	577,365
Eaux souterraines	62,345.10 ⁶	3,5	288,550
Total	217,865.10⁶	-	805,915

D’après le tableau I.7, on conclut que le volume d’eau drainée par le canal présente un volume important, l’effet du canal représente plus de 70% des volumes drainés, en conséquence le canal joue un rôle important dans la région.

Tableau I.8 Résultats des analyses Hydro chimiques du chott et du canal [Benhadda M^{ed} lamine,2007]

Eaux	Paramètres	Température C°	PH	Conductivité Electrique Ds/m	Na méq/l	K méq/l	Ca méq/l	So4 méq/l	Hco3 méq/l	Cl méq/l	Mg méq/l
Chotts	Moyenne	15,13	7,755	14,35	109,31	0,12	8,07	73,90	1,24	115,5	471,50
	Maximum	16,2	7,92	20,2	143,72	0,20	11,36	80,89	1,75	178	692,87
	Minimum	14	7,38	8,95	81,00	0,07	6,34	67,62	0,9	53	291,95
Canal	Moyenne	16,75	7,675	24,57	185,09	0,60	11,42	85,91	1,32	225,5	706,23
	Maximum	18,5	7,87	28,3	222,11	1,07	13,63	96,29	1,5	258	877,91
	Minimum	14,2	7,3	20	155,04	0,38	7,05	68,05	1,25	183	575,68

L'analyse hydrochimique des eaux du canal et du chott révèle un faciès Chlorure-Magnésien dont les concentrations du Chlorures sont 258 mg/l pour le canal, et 178 méq/l pour les chotts. Par contre le magnésium est marqué par un minimum de 692,87méq/l dans les eaux des chotts et un maximum de 877,91méq/l dans celles du canal.

La conductivité est proportionnellement faible dans les eaux des chotts (de l'ordre de 20,2 Ds/m) par rapport à celle du canal où elle est de 28,3 Ds/m. Selon échantillons sont classés chargés, les température sont presque très proches ainsi que la PH.

Pour une éventuelle réutilisation des eaux pour l'irrigation il leurs faut une adoucissement.

I.2.4. La question relative à la communication entre nappe et leur préservation

Un problème moins important et inquiétant, c'est la contamination des nappes du complexe terminal depuis la surface.

La principale cause de cette contamination pourrait être les chotts Mérouane et Melghigh qui constituent les exutoires naturels du complexe terminal.

Lorsque les niveaux piézométriques autours des chotts seront suffisamment rabattus par rapport au chott, le sens de percolation va s'inverser et un phénomène de pollution par les eaux salées du chott va s'amorcer. D'après les estimations faites lors du projet ERESS en 1972, ce danger n'est pas pour l'immédiat mais à une échéance comprise entre 100 et 500 ans, la contamination pourra alors se manifester d'une façon brutale et irréversible.

I.2.5. L'Impacte de la nappe phréatique sur les autres nappes

L'évaporation intense qui touche la nappe phréatique d'une part, et le lessivage des eaux d'excès d'irrigation au sol qui est riche en **Na Cl**. D'autre part font que notre nappe est salée, cette dernière contamine localement la nappe de **CT₁** et par conséquent **CT₂** puisqu'elles sont en communication ceci se traduit par la minéralisation parfois élevées des eaux de deux nappe (**CT₁**-**CT₂** qui sont alimentées par les infiltrations d'eau de la nappe phréatique surtout s'il s'agit des forages détériorés, ainsi que les eaux du canal d'Oued Righ)

La nappe phréatique de la vallée de l'oued Righ subit une remontée progressive de son niveau piézométrique et qui semble s'aggraver avec les années, l'apport d'eau devient de plus en plus important (irrigation, eau usées, forages, etc...), ce qui se traduit par une alimentation excessive de la nappe, de nombreux secteurs sont inondés en hivers, les palmerais aussi, entraînant la baisse du rendement puis la mort pure et simple par asphyxie.

- Pourquoi la nappe remonte-t-elle ?

Plusieurs paramètres ont contribué à la remontée des eaux de la nappe phréatique de la vallée de l'oued Righ :

I.2.5.1. Transfert des nappes profondes

L'apport des eaux à partir des nappes profondes contribue énormément à la remontée de la nappe phréatique, un important volume pompé vient s'ajouter à celui de la nappe phréatique, ainsi des fuites provenant des conduites anciennes (réseau d'A.E.P détérioré), de rejets (absence de réseau d'assainissement et même exutoire), le plus important le gaspillage considérable d'eau (manque de sensibilisation chez les habitants).

I. Conclusion

Malgré la mauvaise gestion des eaux souterrains (méthode empirique d'irrigation, surexploitation, et contamination des nappes ...etc.) le canal joue un rôle très indispensable dans la région, il protège l'environnement en évacuant les eaux de drainage et d'assainissement. (C'est un rein de la vallée).

Parmi les conséquences de l'anarchie d'exploitation de cette richesse on dénombre la remontée des eaux dans la nappe phréatique notamment dans les zones mal drainées.

Chapitre II

REGION D'ETUDE, MATERIEL ET PRINCIPE DE MESURE

II. Introduction

La vallée de l'Oued Righ est une entité économique bien précise, qui regroupe près de 50 Oasis situées au Nord – Est du Sahara. Elle couvre près de 16.000 hectares de palmeraies.

Etant donné sa situation géographique la région est considérée comme une zone transitaire pour toutes activités socio-économique ; reliant le Sud -Est et le Nord d'Algérie avec l'intérêt que porte la route nationale N°3

II.1. Présentation de la région de l'oued Righ

II.1.1. Situation géographique

La vallée de l'Oued Righ est située au Nord –Est du Sahara septentrional, en bordure du Grand Erg Oriental et au sud du massif des Aurès.

Elle s'étend sur un axe Sud – Nord sur environ 150 Km, de la latitude 32°54' à 39°9' Nord, longitude de 05°50' à 05°75' Est ;

La vallée de l'Oued Righ débute en amont (au Sud) à Elgoug. Elle se termine 150 Km plus au Nord à Oum El Thiour ; 500 Km au sud –Est d'Alger, 330 Km au sud de Constantine.

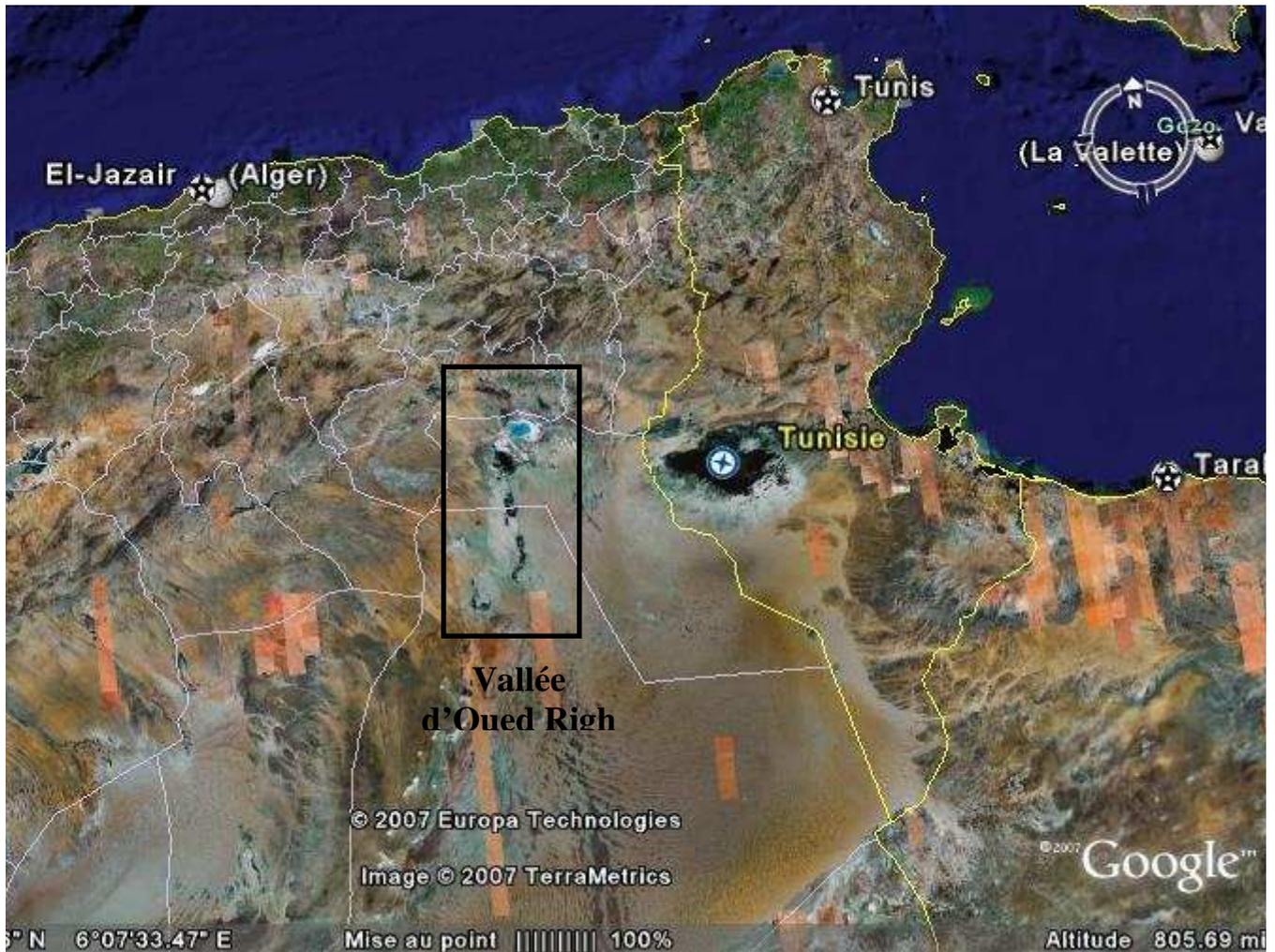


Photo II.1 Situation géographique de la vallée d'Oued Righ [Google Earth., 2007]

II.1.2. La topographie de la région

La région de l'Oued Righ est topographiquement plus ou moins aplatie (plaine). Le point le plus élevé 105m est situé à Touggourt et -39m à El Méghaier pour le point le plus bas, l'altitude moyenne est de 46 m ,sa pente est régulièrement faible qui est d'environ 1‰.

II.1.3. Situation administrative

La zone d'étude est à cheval sur 2 wilayat, celle d'El-Oued au Nord dont les daïrates de EL Méghaier et de Djamâa dont totalement comprises dans la zone d'étude; la wilaya d'Ouargla; les daïrates : de Touggourt, Témachine et de EL Mégharine.

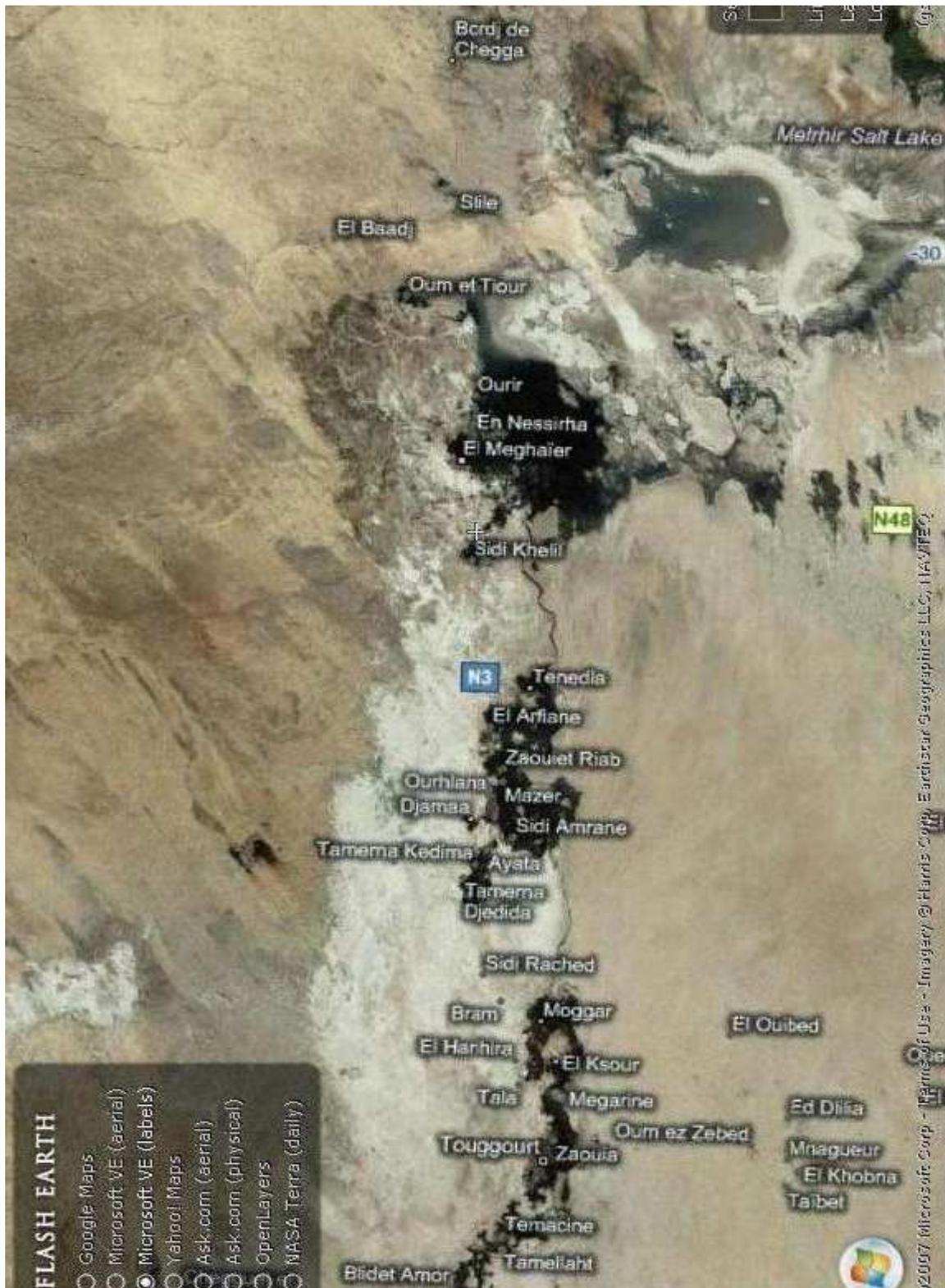


Photo II.2 Les agglomérations et Oasis de la vallée [FLASH Earth 2007]

II.1.4. Aperçu socio-économique

L'vallée de l'Oued Righ regroupait jusqu'à 1998. Cinquante (50) Oasis couvrant 15000 ha, répartis le long des frontières de la vallée; drainées par le canal collecteur.

D'après les enquêtes de la FAO 1988, la vallée de l'Oued Righ comprend près de deux millions de palmiers sur un total de 7,5 millions que compte le pays.

Les statistiques de l'année 1977 ont démontré que le travail dans l'agriculture des Oasis occupe 23% de la main d'œuvre de la région de Touggourt.

Le palmier dattier est la principale culture dans la région, la variété "Déglet Nour" domine suivie par le "Ghars" et "Dégla Beidha".

Les cultures hors palmiers sont peu développées et occupent 10 à 15 % de la superficie dont l'Orge et la luzerne sont les cultures fourragères les plus importantes.

Les cultures maraîchères, surtout l'Ail, l'Oignon, Carottes et Navets sont également produites pour une consommation local.

Les variétés des cultures maraîchères en Eté sont (Piment et Pastique) dont la superficie est limitée.

Les animaux élevés (généralement Ovin et Caprins) sont gardés en stabulation dans les maisons, ils sont alimentés par fourrage et dattes sèches de qualité non marchande.

Les chèvres sont élevées pour leur lait et les brebis pour la chaire de leurs agneaux.

II.1.5. Etude climatique de la région de l'Oued Righ

L'établissement d'un bilan hydrique nécessite une étude précise des différents paramètres du climat, tels que les précipitations, les températures et l'évapotranspiration...etc. pour cela, on va étudier les paramètres climatiques de la station de Touggourt.

Dans notre région d'étude, on dispose d'une seule station, celle de Touggourt dont les coordonnées sont les suivantes :

Latitude : 33,11'N

Longitude : 06°13'E

Altitude : 85m

Le climat de la vallée de Oued Righ est typiquement saharien qui caractérise par des précipitations très faibles, capricieuses, une température élevée et une humidité relativement faible.

II.1.5.1. Les précipitations

La vallée subit l'influence d'un gradient pluviométrique décroissant du Nord vers le Sud ; dans les régions sahariennes les pluies sont rares et aléatoires.

Leur répartition est marquée par une sécheresse quasi absolue du mois de Mai jusqu'au mois d'Août, et un maximum au mois de Janvier avec 17.68 mm.

II.1.5.2. Humidité relative de l'air

Les valeurs de l'humidité relative de la station de Touggourt sont relativement homogènes. Les moyennes mensuelles varient entre 33% et 65%, sachant que la moyenne annuelle est de l'ordre de 48%. Juillet est le mois le plus sec et janvier est le mois le plus humide,

II.1.5.3. Les vents

Le maximum de vitesse du vent est enregistré au mois de Mai avec une valeur de 4,18 m/s et le minimum en décembre de est 2,54 m/s. ces vents soufflent suivant des directions différentes.

II.1.5.4. Durée d'insolation

La vallée de l'Oued Righ reçoit une quantité d'ensoleiller relativement très forte, le maximum est atteint au mois de juillet avec une durée de 358 heures et le minimum au mois de janvier avec une durée de 228 heures. [Ben Hamida R., AL 2004]

II.1.5.5. Les Températures

Le maximum des moyennes mensuelles est atteint en mois d'Août avec 33,15°C, et le minimum au janvier 9,82°C. D'après les moyennes annuelles, l'année 1983 est la plus sèche durant la période (1975-2005), et la plus froide c'est celle de 1980.

II.1.6. Cadre géologique

Description stratigraphique

Les formations géologiques de la zone d'étude seront décrites du plus récent au plus ancien.

II.1.6.1. Quaternaire

Essentiellement sableux, à la base des couches d'argile et d'évaporites semi-perméables le séparent de la pliocène supérieure.

Cette formation quaternaire renferme une nappe phréatique alimentée principalement par percolation des eaux en excès lors des périodes d'irrigation et en faible quantité par la précipitation.

II.1.6.2. Tertiaire

a)- Miopliocène

- Miopliocène supérieur : de formation sablo gréseuses ; renferme la première nappe (CT1).
- Miopliocène inférieure : sable de la deuxième nappe (CT2).

b)- Eocène inférieur

Calcaire de la troisième nappe (CT3) ces différents aquifères sont séparés par des niveaux imperméables à dominance argileuse.

II.1.6.3. Secondaire

a)- Sénonien

Constitué de calcaires blanc et une alternance de calcaire, de marne et des couches de gypse.

b)- Turonien

Représenté par un dépôt marin, calcaire-marneux, l'épaisseur du turonien reste à peu près constante.

c)- Cénomaniens

Il est composé essentiellement de dépôts lagunaires marneux où prédominance des couches d'anhydrite et parfois même du sel.

d)- L'albien

Se présente comme une série très épaisse formée d'une alternance de couches gréseuses avec des passées d'argiles schisteuses.

II.1.7. Hydrogéologie de la région

II.1.7.1. Présentation des nappes

Les ressources en eaux souterraines du Sahara septentrional sont contenues dans deux grands aquifères, qui s'étendent au-delà des frontières Algériennes qui sont ceux du (CI) et (CT). Dans la région d'étude, on rencontre les trois nappes suivantes (du bas en haut):

- La nappe du Continental Intercalaire (CI).
- La nappe du Complexe Terminal (CT).
- La nappe phréatique.

II.1.7.2. Nappe du Continental Intercalaire (CI)

Le Continental Intercalaire occupe l'intervalle stratigraphique compris entre la base du trias et du sommet de l'Albien. C'est un réservoir considérable dû à l'extension (60000 Km²) et son épaisseur qui peut atteindre les 1000 m au Nord Ouest du Sahara.

Le Continental Intercalaire est un réservoir à eau plus au moins douce rempli dans sa majorité pendant les périodes pluvieuses du quaternaire. Ces eaux sont caractérisées par :

- une température qui dépasse les 50°C sauf les hauts endroits où l'aquifère est proche de la surface du sol.
- La minéralisation de l'eau oscille entre 1 et 2 g/l de résidu sec.
- L'alimentation se fait par ruissellement à la périphérie du réservoir tout en long et à l'extrémité des oueds qui descendent des montagnes de l'Atlas saharien, de Dahra tunisien, du plateau de Tadmait et Tinhert, et les pluies exceptionnelles.
- L'écoulement des eaux de cette nappe, se fait dans la partie occidentale du Nord vers les Sud et dans la partie orientale de l'Ouest vers l'Est et du sud vers le Nord.

II.1.7.3. Nappe du Complexe Terminal (CT)

La nappe du Complexe Terminal (CT) se localise dans le Sahara occidental et s'étend sur une superficie de 350000 Km² avec une profondeur varie entre 100 et 500 m; leurs eaux se caractérisent par :

- Une température peut élevée.
- Moins chargées en sel sur les bordures et relativement élevées au centre (plus de 3g/l).
- L'écoulement généralement se fait vers les Chotts.
- Cette nappe regroupe deux systèmes aquifères appelés nappe des sables et nappe de calcaire.

La nappe de sable (moi-pliocène)

Représenté par un ensemble important de sable et d'argile présent dans tout le bassin oriental. Cette nappe regroupe 2 nappes.

La première nappe de sable

Elle est contenue dans des sables à grains fins et moyens rouges, plus ou moins argileux avec rare passage de calcaire. La profondeur de son toit varie entre 40 et 80 m; et son épaisseur varie entre 10 et 50 m.

La deuxième nappe de sable

Elle circule dans les terrains constitués de sable jaune et de gravier siliceux faiblement marneux. Son épaisseur est de 15 à 50 m et sa profondeur varie entre de 100 à 300 m. Elle est la plus exploitée dans la région de Oued Righ.

La nappe de calcaire (sénonien carbonaté)

Elle est constituée par des calcaires blancs siliceux de l'éocène. La profondeur du toit de cette nappe varie entre 160 et 200 m. or les calcaires du sénonien devient moins exploités.

Nappe phréatique

Cet aquifère est constitué par des sables plus ou moins fins et Argile gypseuse. Son substratum est formé d'argile formant en même temps le toit de la première nappe du (CT). Son épaisseur moyenne est de 7 à 60 m. Cette nappe n'est plus exploitée en raison de la forte salinité des eaux.

[DERAI I., AL 2000]

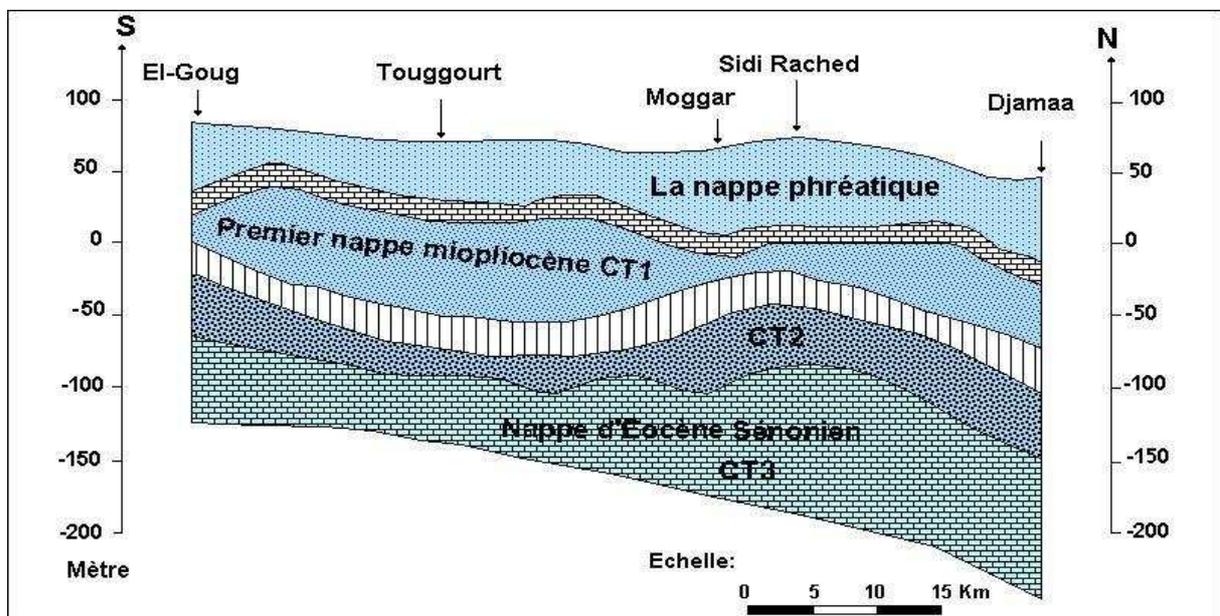


Fig II.1 Coupe hydrogéologique du Complexe Terminal de la région de Oued Righ sud

II.2. La zone d'étude

II.2.1. Description du canal

Le canal de l'Oued de Righ commence du village de Goug et se termine au chott Mérouane à El-Meghaïer. La distance totale est d'environ 136 kilomètres. Les trois premiers kilomètres du canal sont des conduites enterrées en béton armé de diamètre 1000 mm. Le reste du canal est à ciel ouvert et de forme trapézoïdale d'une pente moyenne de 1 ‰.

Ce canal passe par les trois grandes villes à savoir : la ville de Touggourt, Djamaâ et El-Meghaïer qui sont entourées à leur tour par les palmeraies.

Afin d'éviter la destruction des rives et des berges du canal, des pneus ont été placés sur ces berges notamment à Ranou sur 250m (Pk 24+250 et Pk 24+500) et 100m (Pk 26+708 et Pk 26+808) et à la zone de Tinedla. **(Photo II.3)**



Photo II.3 Emplacement des pneus à la station de Ranou (Février, 2008)

Le passage de ce canal dans les zones chotteuses ou sableuses provoque la destruction des berges notamment à Témacine, Kerdache, Sidi Slimane, Bourkhis et Boufeggoussa. Les zones où la pente est élevée des turbulences provoquent de la destruction des berges à Sidi Slimane et Boufeggoussa .



Photo II.4 Destruction des berges en sable à cause des turbulents à Boufeggoussa (Mars 2007)

Dans les endroits où le canal passe par les palmeraies notamment au niveau des rejets d'assainissement il y a une forte formation de roseau grâce aux matières organiques créant des bouchons. Le curage de ces bouchons entraîne la diminution de la largeur des pistes au niveau des rives.

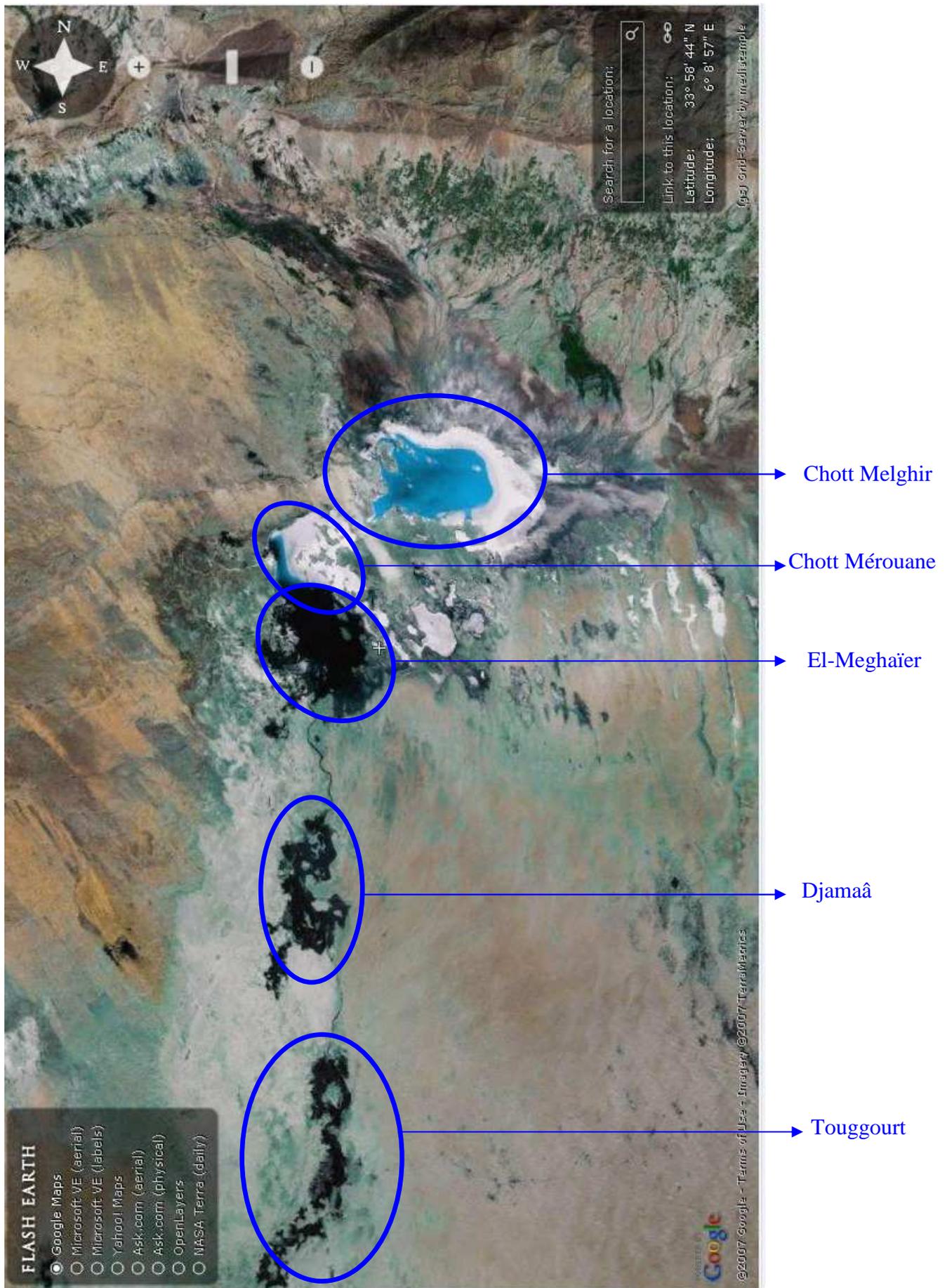


Photo II.5 Trajectoire du canal d'Oued Righ [google Earth., 2007]

II.2.2. Caractéristiques des Stations

Nous avons choisi quatre (04) stations hydrométriques qui représentent les points les plus favorables pour prendre les mesures des paramètres hydrauliques du canal en aval des grandes agglomérations et palmerais de l' Oued Righ. Il s'agit des stations : Ranou, Sidi Slimane, Tinedla Amont, Boufeggoussa.

- 1)- **Station de Ranou** : en amont du canal il réunit les drains et les rejets deTémacine;
- 2)- **Station de Sidi Slimane** : contrôle les rejets et les drains et de Touggourt ;
- 3)- **Station de Tinedla amont** : rassemble ceux de la daïra de Djamaâ ;
- 4)- **Station de Boufeggoussa** :(exutoire) : englobe tous les rejets et tous les drains.

Tableau II.1 Coordonnées géographiques (GPS) et topographie des Stations

Station	Cordonnées			La pente I (‰)	Longueur cumulée (Pk) (km)
	X	Y	Z (m)		
Ranou	06°03'38''	33°02'48''	69	1,072	24.5
Sidi Slimane	06°04'31''	33°17'14''	37	1,17	55,92
Tinedla Amont	06°02'45''	33°39'08''	15	0,2	111,25
Boufeggoussa	06°01'36''	33°51'26''	0	1	125

Avec :

X, Y : coordonnées géographiques des stations.

Z : Altitude (m).

I : pente (‰) [ENHYD. ,2003]

Carte N° Station hydrométrique

Fichier Autocad

Fig II.2 Schéma du canal collecteur et Stations hydrométriques

II.3. Matériel de mesure

II.3.1. Généralités sur le matériel et les méthodes de mesure

II.3.1.1. Description des éléments indispensables à la mesure au moulinet

Les moulinets généralement utilisés sont des moulinets à hélice, à axe horizontal.

Le moulinet est composé, d'un élément fixe appelé "corps du moulinet" comportant un axe horizontal sur lequel est fixée une hélice.



Photo II.6 Type de moulinet utilisé au jaugeage

La rotation de l'hélice produit des signaux électriques (impulsions) qui sont détectés et comptabilisés par un dispositif électronique (compteur) que l'on connecte au corps du moulinet. Lors des mesures, le corps du moulinet doit être monté sur un support (perche).

Chaque intervalle entre deux signaux correspond à un nombre déterminé de tours d'hélice. Le nombre de signaux dans un temps mesuré permet d'obtenir la vitesse de rotation de l'hélice en tours par seconde. Le nombre de tours de l'hélice entre deux signaux est réglable pour permettre un chronométrage.



Photo II.7 Compteur utilisé au jaugeage

II.3.1.2. Caractéristiques du moulinet utilisé

Moulinet : A – OTT C 31 N° 41184

Hélice : A N° 42287 montage sur perche de 20 mm de diamètre.

Compteur : F4 N°128542

II.4 Principe de mesure (mesure de débit)

La science qui s'occupe de la mesure des débits et de sa variation dans le lit d'un cours d'eau s'appelle hydrométrie.

Le débit est le seul élément intervenant dans la détermination du bilan hydrologique d'un bassin versant qui puisse être mesuré dans son ensemble avec une bonne précision.

Le débit Q (m^3/s) qui passe dans une section de mesure est par définition: [TOUAIBIA B., 2004]

$$Q = V_m \times S_m \dots\dots\dots (1)$$

Avec :

V_m : vitesse moyenne (m/s).

S_m : surface de la section mouillée (m²).

Il existe différentes méthodes de mesure de débit :

- Par jaugeage.
- Par application de formule de Chézy.

Parmi les jaugeages connus utilisés en hydrologie on peut citer le jaugeage au moulinet, le jaugeage au déversoir, le jaugeage au flotteur, le jaugeage chimique ...etc.

Dans notre cas nous avons utilisé la méthode de jaugeage au moulinet étant donné que cette méthode ne présente pas de difficultés opérationnelles sur le terrain d'une part et donne des résultats qui se rapprochent plus de la réalité d'autre part.

II.4.1 Jaugeage au moulinet

Cette méthode consiste à explorer le champ des vitesses le long de la section "S" considérée.

La vitesse de l'écoulement n'est pas uniforme sur la section transversale d'un cours d'eau. Il est donc nécessaire d'explorer le champ des vitesses en réalisant des mesures en plusieurs points de la section, généralement situés le long de verticales judicieusement réparties sur la largeur de l'oued.

Pour effectuer une bonne mesure certains critères doivent être réunis:

- les vitesses doivent être parallèles entre elles (pas de remous) et perpendiculaires à la section de jaugeage.
- La vitesse doit être suffisamment constante dans le temps pour une même hauteur d'eau (écoulement permanent).
- La profondeur de l'eau doit être suffisante par rapport au diamètre l'hélice
- Le fond ne doit pas contenir d'obstacles.

La mesure de la vitesse est basée sur la transformation du mouvement rectiligne de l'eau en un mouvement rotatif de l'hélice du moulinet.

II.4.1.1 Tarage des moulinets

Tarer ou étalonner un moulinet c'est définir la relation entre la vitesse de l'eau dans laquelle il est plongé, et les paramètres qui sont effectivement détectés : nombre de tours "n" de l'hélice dans un temps "t" donné avec le moulinet à séparation électrique.

Le principe de fonctionnement du moulinet repose sur la linéarité de la relation entre la vitesse de l'écoulement de l'eau et la vitesse de rotation de l'hélice. L'organe mobile mis en mouvement par le fluide, actionne un système de signalisation approprié qui permet de compter ou d'enregistrer le nombre de tours effectués "N" pendant un temps "t".

La vitesse d'écoulement est calculée à partir du nombre de tours par seconde ($n = N/t$) de l'hélice et de la formule de tarage du moulinet.

En raison des frottements mécaniques sur l'axe des pertes hydrauliques diverses, la relation théorique est une hyperbole. Pratiquement l'expérience montre que cette hyperbole peut être assimilée à une ou plusieurs droites, d'équation de forme suivante :

$$V = an + b \dots\dots\dots (2)$$

Avec :

V : vitesse du courant (m/s).

a : pas réel de l'hélice (m).

n : nombre de tours d'hélice par seconde.

b : vitesse dite de frottement ou vitesse de démarrage (m/s).

Les coefficients a et b sont déterminés expérimentalement pour chaque appareil. Les constructeurs livrent leurs appareils avec un certificat d'étalonnage sur lequel figure la ou les équations à utiliser pour calculer la vitesse. [BENBRAHIM L., 1995]

Dans notre cas pour le moulinet A – OTT C 31 N° 41184:

$$V = 0.1300 n + 0,019\dots\dots\dots (3)$$

$$a = 0.1300$$

$$b = 0,019$$

II.4.1.2 Mesure de la vitesse

L'estimation de la vitesse moyenne sera obtenue en plaçant le moulinet en différents points de la section repérés en abscisse et en ordonnée. En général, le moulinet est placé en des points répartis sur des verticales espacées régulièrement en travers la section.

II.4.1.3. Nombre des verticales

Le nombre des verticales dépend des caractéristiques du profil et des conditions d'écoulement, d'une manière générale. Il convient de rapprocher des verticales aux endroits où il se produit une variation de vitesse dans le sens horizontal.

Fig II.3 Schéma de verticale totale [TOUAIBIA B., 2004]

II.4.1.1 Méthode de calcul

II.4.1.1.1 calcul des débits par la méthode graphique

Pour chaque verticale on dresse un graphique comportant les vitesses en fonction de la profondeur en choisissant une échelle convenable pour chaque paramètre (**fig II.4**).

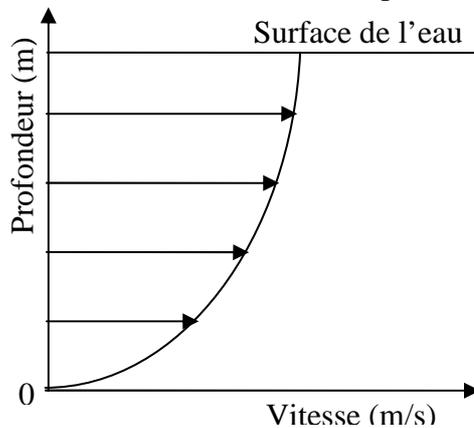


Fig II.4 Tracé de parabole à une verticale.

Remarques

a)- la prolongation de la courbe du point le plus haut vers la surface se trace soit sous forme d'une courbe concave soit sous forme d'une droite mais jamais d'une courbe convexe. En d'autre terme ceci veut dire que la vitesse en surface peut être égale ou inférieure à la vitesse mesurée moulinet immergé, mais jamais supérieur sinon il y a une anomalie dans l'écoulement.

b)-la vitesse vers le fond va en diminuant très lentement si l'écoulement est rapide et turbulent ou si le fond est lisse, au contraire elle se terminera en pointe aigüe si le fond est rugueux ou recouvert de végétations aquatiques. [ANRH DHYL, 1977.]

Fig II.5 Schéma de vitesse de fond

II.4.1.1.2 Note explicative : cette note sera présentée en même temps que la maquette de débit.

Considérons la section de mesure, le profil, le plan d'eau, les verticales et les points de mesure.

Dans cette section, imaginons que soient matérialisées les vitesses prises sur les verticales par des vecteurs ayant des longueurs proportionnelles à ces vitesses; les vitesses ainsi matérialisées servent de support à une surface qui passe par l'extrémité de chacun de ces vecteurs, et par le profil en travers de l'oued. L'ensemble forme une figure en relief limitée horizontalement par la section de mesure.

Le volume de cette figure représente le débit, c'est-à-dire le volume d'eau passé à travers la section de mesure en une seconde.

Il est bon de remarquer que les verticales représentent des mètres, les vitesses des mètres/seconde et la largeur des mètres

$$\text{On aura : } m \times m/\text{sec.} \times m = m^3/\text{sec}$$

Le débit n'étant pas calculable par une formule mathématique directe, nous procéderons par étape en le décomposant. Tout d'abord par verticales en traçant ces verticales et en y portant les vitesses mesurées en leurs positions respectives cela donne un schéma souvent de forme parabolique

Dont les éléments sont en profondeur des mètres et en vitesses des mètres par seconde. Le planimétrage donnera des mètres X mètres/sec = mètre carré/sec (compte tenu des échelles du dessin)

On aura donc par verticale un résultat en m^2/sec .

Pour avoir le débit il faut faire intervenir la largeur de la section qui est en mètres ($m^2/sec. \times m = m^3/sec$). Pour ce faire on trace la courbe de débit ayant pour base la largeur du plan d'eau et pour ordonnées les valeurs respectivement trouvées ci-dessus en m^2/sec sur chaque verticale. Le planimétrage donnera le débit en m^3/sec (compte tenu des échelles). [ANRH, 1977]

II.4.1.1.3 Détermination graphique de la vitesse moyenne de surface (VMS)

Pour déterminer graphiquement la vitesse moyenne de surface on procède de la manière suivante:

- pointage des vitesses de surface de chaque verticale le long de la largeur de la section avec une échelle appropriée.
- Joindre les points obtenus entre eux et avec les deux extrémités en respectant les courbures.
- Planimétrage de la surface obtenue dont le résultat multiplié par le produit des échelles nous donnera un chiffre transitoire (m^2/s) qu'il faut diviser par la largeur (m) pour obtenir la vitesse moyenne de surface en m/s.

II.4.1.1.4 Détermination graphique de la section mouillée (S_m)

Elle est définie par la largeur du plan d'eau et le fond du lit. Elle s'exprime en m^2 . Grâce à la position et la grandeur des verticales nous pouvons tracer cette section mouillée. On reporte sur le graphe les abscisses et les profondeurs réduites de chaque verticale. En joignant ensuite chaque extrémité des verticales nous obtenons la section en travers de l'oued qui arrêtée au plan d'eau donne la section mouillée.

II.4.1.15 Détermination graphique du périmètre mouillé (P_m)

C'est la longueur du fond du lit en contact avec l'eau. Il s'exprime en mètres.

Ce périmètre mouillé est fonction de la hauteur à l'échelle limnimétrique et l'on peut tracer la courbe $p_m = f(h)$.

II.4.1.2 Caractéristiques géométriques des paramètres hydrauliques

II.4.1.2.1 La vitesse moyenne (V_m)

Elle est exprimée en (m/s):

$$V_m = \frac{Q}{S_m} \dots\dots\dots (4)$$

Avec:

Q : le débit (m³/s).

S_m : Section mouillée (m)

II.4.1.2.2 Rapport vitesse moyenne / vitesse moyenne de surface

$$\frac{V_m}{V_{MS}} \dots\dots\dots (5)$$

II.4.1.2.3 Rayon hydraulique (R_h)

Il est défini comme étant le rapport de la section mouillée au périmètre mouillé

Il s'exprime en mètres.

$$R_h = \frac{S_h}{P_h} \dots\dots\dots (6)$$

Avec :

S_m : section mouillée (m²).

P_m : périmètre mouillé (m).

Il fait donc intervenir implicitement d'une manière simplifiée mais parfois assez représentative les caractéristiques géométriques d'une section.

II.4.1.2.4 Profondeur moyenne (H_m)

Le profondeur moyenne est définie comme étant le rapport entre la section mouillée (S_m) et la largeur au miroir (L)

$$H_m = S_m/L \dots\dots\dots (7)$$

Avec

L : la largeur au miroir (m)

II.4.1.2.5 La largeur au miroir (L)

Elle est définie comme étant la distance de la rive droite à la rive gauche normalement à la direction de l'écoulement. [REMINI B., 2005]

II.4.1.2.6 Nombre de Froude (F_R)

Le nombre de Froude d'un écoulement à surface libre représente donc le rapport de la vitesse moyenne du courant à la vitesse de propagation d'une onde superficielle infiniment petite le long du courant considéré.

$$F_R = \frac{V_m}{\sqrt{gH_m}} \dots\dots\dots (8)$$

Avec :

V_m : Vitesse moyenne d'écoulement (m/s).

g : l'accélération de la pesanteur (m/s^2).

H_m : Profondeur moyenne (m).

Remarque

$F_r > 1$ régime torrentiel.

$F_r < 1$ régime fluvial.

$F_r = 1$ régime critique.

II.4.2 Par l'application de formule de Chézy

En partant de la formule de Chézy et de la valeur du coefficient de Chézy C :

$$V = C \sqrt{R_h I} \dots\dots\dots (9) \text{ [CARLIER M., 1980]}$$

$$C = K. R_h^{1/6} \dots\dots\dots (10)$$

Avec :

C : coefficient de manning-Strickler.

Donc, nous avons

$$V = K. R_h^{2/3} . I^{1/2} \dots\dots\dots (11)$$

Nous obtenons le débit du canal par la formule suivant :

$$Q = K \cdot S_m \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots\dots\dots (12)$$

Avec :

V : vitesse moyenne (m/s)

K : coefficient de rugosité (de Strickler, Meyer-Peter et Müller et Raudkivi) du lit.

S_m : section mouillée (tirée de jaugeage).

R_h : rayon hydraulique (tiré de jaugeage).

I : pente du tronçon de cours d'eau (pente du fond).

Dans ce cas, les formules empiriques ont peut être établies :

➤ Formule de strickler : $K = 21/d_{50}^{1/6} \dots\dots\dots (13)$

➤ Formule de Meyer-peter et Müller $K = 26/d_{90}^{1/6} \dots\dots\dots (14)$

➤ Formule de Raudkivi $K = 24/d_{65}^{1/6} \dots\dots\dots (15)$

[DEGOUTTE G., 2007]

Pour cela il faut bien calculer le D_{50} D_{90} D_{65} par la analyse granulométrique du sable du fond

II.5. Analyse granulométrique du fond

Pour calculer le coefficient (K) de strickler, Meyer-peter et Müller et Raudkivi donner des diamètres des grains successive d_{50} , d_{90} et d_{65} . Nous avons prendre des échantillons de quatre station du lit du canal.

Chaque échantillon pèse 1Kg après avoir mis dans une cuve et séché pendant 24 heures. Cet échantillon est mis dans une série de tamis vibrants de granulométrie 2,00, 0,50, 0,315, 0,20 et 0,08. Le calcul est effectué sur la base du reste sur chaque tamis (**tableau Annexe 1, 2, 3, 4**)

On remarque que la nature du sol dans le lit de notre station est constitué d'environ 75% de sable fin et 25% de gros sable.

Tableau II.2 Valeur de diamètre D_{50} , D_{65} et D_{90}

Diamètres Station	D_{50} (mm)	D_{90} (mm)	D_{65} (mm)
Ranou	0,15	0,35	0,19
Sidi-Slimane	0,16	1,20	0,23
Tinedla Amont	0,13	0,37	0,17
Boufeggoussa	0,13	0,29	0,17

Tableau II.3 Valeur de coefficient de rugosité (K)

Coefficient K Station	Strickler $K = 21/d_{50}^{1/6}$	Meyer-Peter Et Müller $K = 26/d_{90}^{1/6}$	Raudkivi $K = 24/d_{65}^{1/6}$
Ranou	28,80	30,97	31,65
Sidi-Slimane	28,50	25,22	30,66
Tinedla Amont	29,50	30,68	32,24
Boufeggoussa	29,50	31,95	32,24

Tableau II.4 Quelques valeurs de coefficient de Strickler

Nature des parois	Valeur de K
Béton lisse	75-90
Canal en terre, non enherbé	60
Canal en terre, enherbé	50
Rivière de plaine, sans végétation arbustive	35-40
Rivière de plaine, large, végétation peu dense	30
Rivière à berges étroites très végétalisées	10-15
Lit majeur en prairie	20-30
Lit majeur en vigne ou taillis	10-15
Lit majeur urbanisé	10-15
Lit majeur en forêt	<10

Selon les résultats obtenus du coefficient de Strickler, la nature des parois du canal correspond à ce type de rivière ($k=20-30$) Lit majeur en prairie.

II. Conclusion

La vallée de l'Oued Righ occupe une grande surface du Sahara septentrional et elle a un climat aride. La région de Oued Righ contient une grande réserve d'eau souterraine mais elle est mal exploitée.

Chapitre III

CALCUL HYDRAULIQUE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

III.1 Calcul des paramètres hydrauliques de chaque station

III.1.1 la méthode de jaugeage

III.1.1.1 Station Ranou

Fig III.1 Représentation graphique des vitesses de Station Ranou

Tableau III.1 Résultats de planimétrage de la surface des verticales à station Ranou

Planimétrage (cm ²)	L'échelle (m ² /s)	débit unitaire (m ² /s)
S ₁ = 8,50	0,005	0,0425
S ₂ = 9,50	0,01	0,095
S ₃ = 4,75	0,02	0,095
S ₄ = 11,00	0,01	0,11
S ₅ = 13,50	0,01	0,135
S ₆ = 11,50	0,01	0,115
S ₇ = 12,50	0,01	0,125

Fig III.2 Représentation graphique des paramètres hydrauliques de station Ranou

	L'échelle (m ³ /s)	Planimètrage (cm ²)	Débit (m ³ /s)
Le débit	0,025	30	0,75

Tableau III.3 Résultats du calcul de la vitesse moyenne de surface VMS à station Ranou

	L'échelle (m/s)	Planimètrage (cm ²)	Vitesse (m/s)
la vitesse	0,05	68	3,4

-Calcul de la vitesse moyenne de surface

$$VMS = \frac{3,4}{8} = 0,425 \text{ m/s}$$

-Calcul du rapport $\frac{V_m}{VMS}$

$$\frac{V_m}{VMS} = \frac{0,25}{0,425} = 0,588$$

Tableau III.4 Résultats du calcul de la section mouillée à station Ranou

	L'échelle (m ²)	Planimètrage (cm ²)	section mouillée (m ²)
la section mouillée	0,05	60	3,00

Tableau III.5 Résultats du calcul du périmètre mouillé à station Ranou

	L'échelle (m)	La longueur (cm)	périmètre mouillé (m)
le périmètre mouillé	0,50	16,6	8,30

Calcul de la vitesse moyenne

$$V_m = \frac{0,75}{3,00} = 0,25 \text{ m/s}$$

Calcul de rayon hydraulique

$$R_h = \frac{3,00}{8,30} = 0,36$$

Profondeur moyenne (H_m)

$$H_m = \frac{3,00}{8} = 0,375$$

Calcul de nombre de Froude

$$F_r = \frac{0,25}{\sqrt{9,81 \times 0,36}} = \mathbf{0,13}$$

$F_r = 0,13 < 1$ (régime fluvial)

III.1.1.2 Station Sidi Slimane

Fig III.3 Représentation graphique des vitesses de Station Sidi Slimane

Tableau III.6 Résultats de planimétrage de la surface des verticales à station Sidi**Slimane**

Planimétrage (cm ²)	L'échelle (m ² /s)	Débit unitaire (m ² /s)
S ₁ = 9,10	0,04	0,364
S ₂ = 14,30	0,04	0,572
S ₃ = 14,60	0,04	0,584
S ₄ = 41,20	0,01	0,412
S ₅ = 36,10	0,01	0,361

Fig III.4 Représentation graphique des paramètres hydrauliques de station Sidi Slimane

Tableau III.7 Résultats de calcul du débit à station Sidi Slimane

	L'échelle (m ³ /s)	Planimètrage (cm ²)	Débit (m ³ /s)
Le débit	0,05	39	1.95

Tableau III.8 Résultats du calcul de la vitesse moyenne de surface VMS à station Sidi Slimane

	L'échelle (m/s)	Planimètrage (cm ²)	vitesse (m/s)
la vitesse	0,10	30,1	3,01

-Calcul de la vitesse moyenne de surface

$$V_{ms} = \frac{3,01}{4,50} = 0,668 \text{ m/s}$$

Tableau III.9 Résultats du calcul de la section mouillée à station Sidi Slimane

	L'échelle (m ²)	Planimètrage (cm ²)	section mouillée (m ²)
la section mouillée	0,10	30,60	3,06

Tableau III.10 Résultats du calcul du périmètre mouillé à station Sidi Slimane

	L'échelle (m)	La longueur (cm)	périmètre mouillé (m)
le périmètre mouillé	0,50	10,4	5,20

Fig III.5 Représentation graphique des vitesses de Station Tinedla Amont

Tableau III.11 Résultats de planimétrage de la surface des verticales à station Tinedla Amont

Planimètrage (cm ²)	L'échelle (m ² /s)	Débit unitaire (m ² /s)
S ₁ = 13,90	0,01	0,139
S ₂ = 13,00	0,04	0,52
S ₃ = 14,25	0,04	0,57
S ₄ = 11,10	0,04	0,44
S ₅ = 14,40	0,04	0,576
S ₆ = 16,75	0,04	0,67
S ₇ = 19,00	0,04	0,76
S ₈ = 07,50	0,04	0,30

Fig III.6 Représentation graphique des paramètres hydrauliques de station Tinedla Amont

Tableau III.12 Résultats de calcul du débit à station Tinedla Amont

	L'échelle (m ³ /s)	Planimétrage (cm ²)	Débit (m ³ /s)
--	----------------------------------	------------------------------------	------------------------------

Le débit	0,05	75,30	3,765
----------	------	-------	-------

Tableau III.13 Résultats du calcul de la vitesse moyenne de surface VMS à station**Tinedla Amont**

	L'échelle (m/s)	Planimétrage (cm ²)	vitesse (m/s)
la vitesse	0,10	53,40	5,34

-Calcul de la vitesse moyenne de surface

$$V_{ms} = \frac{5,34}{8} = 0,667 \text{ m/s}$$

Tableau III.14 Résultats du calcul de la section mouillée à station Tinedla Amont

	L'échelle (m ²)	Planimétrage (cm ²)	section mouillée (m ²)
la section mouillée	0,10	67,6	6,76

Tableau III.15 Résultats du calcul du périmètre mouillé à station Tinedla Amont

	L'échelle (m)	La longueur (cm)	périmètre mouillé (m)
le périmètre mouillé	0,50	18,1	9,05

III.1.1.4 Station Boufeggoussa



Photo III.1 Station de Boufeggoussa (pendant le jaugeage 04/04/2007)

**Fig III.7 Représentation graphique des vitesses
de Station Boufeggoussa**

Suite Fig III.7 Représentation graphique des vitesses de Station Boufeggoussa

**Tableau III.16 Résultats de planimétrage de la surface des verticales à station
Boufeggoussa**

planimétrage (cm ²)	L'échelle (m ² /s)	Débit Unitaire (m ² /s)
S ₁ = 9,75	0,005	0,0487
S ₂ = 16,4	0,01	0,164
S ₃ = 13,50	0,02	0,27
S ₄ = 24,50	0,02	0,49
S ₅ = 18,70	0,04	0,748
S ₆ = 22,30	0,04	0,892
S ₇ = 16,20	0,04	0,648
S ₈ = 12,20	0,04	0,488
S ₉ = 09,10	0,04	0,364
S ₁₀ = 15,70	0,01	0,157
S ₁₁ = 06,80	0,01	0,0680

Fig III.8 Représentation graphique des paramètres hydrauliques de station Boufeggoussa

Tableau III.17 Résultats de calcul du débit à station Boufeggoussa

	L'échelle (m ³ /s)	Planimètrage (cm ²)	Débit (m ³ /s)
Le débit	0,050	86,2	4,31

Tableau III.18 Résultats du calcul de la vitesse moyenne de surface VMS à station Boufeggoussa

	L'échelle (m/s)	Planimètrage (cm ²)	vitesse (m/s)
la vitesse	0,10	78,2	7,82

-Calcul de la vitesse moyenne de surface

$$V_{ms} = \frac{7,82}{10,70} = 0,730 \text{ m/s}$$

Tableau III.19 Résultats du calcul de la section mouillée à station Boufeggoussa

	L'échelle (m ²)	Planimètrage (cm ²)	section mouillée (m ²)
la section mouillée	0,10	60,80	6,08

Tableau III.20 Résultats du calcul du périmètre mouillé à station Boufeggoussa

	L'échelle (m)	La longueur (cm)	périmètre mouillé (m)
le périmètre mouillé	0,50	22,3	11,15

Tableau III.21 les paramètres hydrauliques par la méthode de jaugeage au moulinet

Paramètres / Station	Débit Q (m^3/s)	Vitesse moyenne V_m (m/s)	Vitesse de surfasse V_{MS} (m/s)	rapport V_m/V_{MS}	Section Mouillée S_m (m^2)	Périmètre Mouillé P_m (m)	Rayon Hydraulique R_h (m)	Profondeur moyenne H_m (m)	Nombre de Froude F_r	Régime d'écoulement
Ranou	0,75	0,25	0,425	0,588	3,00	8,30	0,36	0,375	0,13	fluvial
Sidi-slimane	1,95	0,63	0,668	0,943	3,06	5,2	0,588	0,68	0,85	fluvial
Tinedla Amont	3,765	0,556	0,667	0,833	6,76	9,05	0,74	0,845	0,19	fluvial
Boufeggoussa	4,31	0,70	0,730	0,958	6,08	11,15	0,54	0,568	0,29	fluvial

III.1.2.1 La formule de Strickler

Tableau III.22 les paramètres hydrauliques par la formule de Strickler

Station	Paramètres	Coefficient de Strickler K	La pente I ‰	Débit Q (m ³ /s)	Vitesse V _m (m/s)	Section Mouillée S _m (m)	Périmètre Mouillé P _m (m)	Rayon Hydraulique R _h (m)	Profondeur moyenne H _m (m)	Nombre de Froude F _r	Régime d'écoulement
Ranou		28,80	1,07	1,43	0,47	3,00	8,30	0,36	0,375	0,24	fluviaial
Sidi Slimane		28,50	0,48	1,34	0,43	3,06	5,2	0,58	0,68	0,16	fluviaial
Tinedla Amont		29,50	0,2	2,30	0,34	6,76	9,05	0,74	0,845	0,118	fluviaial
Boufeeggoussa		29,50	1	3,76	0,618	6,08	11,15	0,54	0,568	0,26	fluviaial

III.1.2.2 La formule de Meyer-Peter et Müller

Tableau III.23 les paramètres hydrauliques par la formule de Meyer-peter et Müller

Station	Paramètres	Coefficient de Meyer-Peter et Müller K	La pente I ‰	Débit Q (m ³ /s)	Vitesse V _m (m/s)	Section Mouillée S _m (m)	Périmètre Mouillé P _m (m)	Rayon Hydraulique R _n (m)	Profondeur moyenne H _m (m)	Nombre de Froude F _r	Régime d'écoulement
Ranou		30,97	1,07	1,53	0,51	3,00	8,30	0,36	0,375	0,26	fluvial
Sidi Slimane		25,22	0,48	1,18	0,38	3,06	5,2	0,58	0,68	0,14	fluvial
Tinedla Amont		30,68	0,2	2,38	0,35	6,76	9,05	0,74	0,845	0,12	fluvial
Boufeggoussa		31,95	1	4,07	0,66	6,08	11,15	0,54	0,568	0,27	fluvial

III.1.2.2 La formule de Raudkivi

Tableau III.24 les paramètres hydrauliques par la formule de Raudkivi

Paramètre / Station	Coefficient de Raudkivi K	La pente I ‰	Débit Q (m ³ /s)	Vitesse V _m (m/s)	Section Mouillée S _m (m)	Périmètre Mouillé P _m (m)	Rayon Hydraulique R _h (m)	Profondeur moyenne H _m (m)	Nombre de Froude F _r	Régime d'écoulement
Ranou	31,65	1,07	1.56	0,52	3,00	8,30	0,36	0,375	0,27	fluvial
Sidi Slimane	30,66	0,48	1,43	0,46	3,06	5,2	0,58	0,68	0,17	fluvial
Tinedla Amont	32,24	0,2	2,50	0,36	6,76	9,05	0,74	0,845	0,12	fluvial
Boufeggoussa	32,24	1	4,09	0,672	6,08	11,15	0,54	0,568	0,28	fluvial

III.2 Interprétation des résultats

D'après le calcul du nombre de Froude le régime d'écoulement dans toutes les stations hydrométriques est un régime fluvial.

Toutes les courbes des verticales sont de forme concave sauf celles de la station de Ranou qui sont des courbes convexes à cause de la forte existence des algues, qui gênent la rotation des hélices du moulinet.

D'après la Fig II.5 le fond est rugueux sur toutes les verticales

Tableau III.25 Résultats des débits de chaque station (au moulinet)

Station	Ranou	Sidi Slimane	Tinedla Amont	Boufeggoussa
Débit (m ³ /s)	0,75	1,95	3,765	4,31

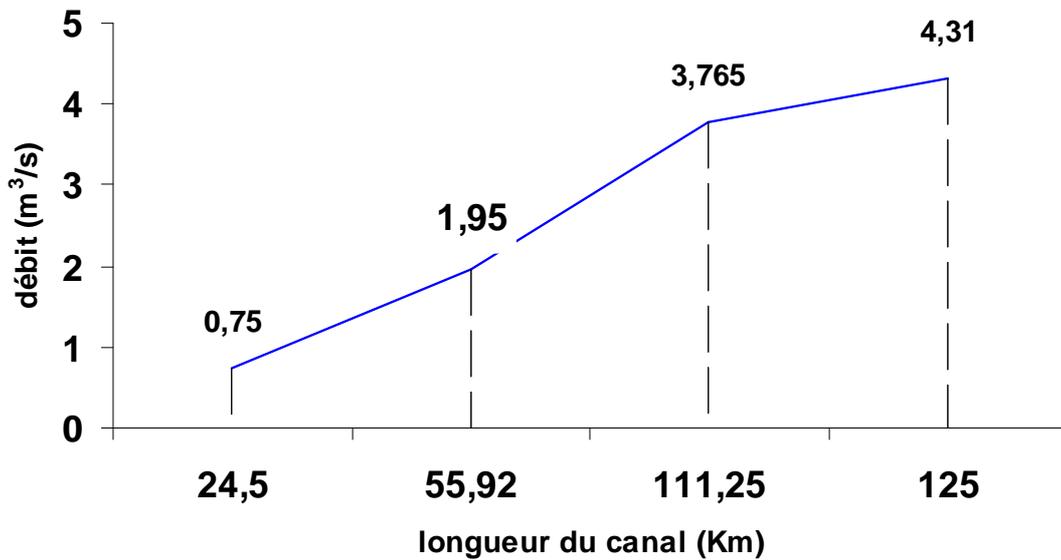


Figure III.9 Variation du débit en fonction de la longueur du canal

Le calcul et les mesures ont montré que le débit au niveau du canal augmente tout en allant vers le Nord (Chott Mérouane).

D'après le graphe ci-dessus on constate qu'il y a une nette augmentation du débit du canal entre la station de Sidi Slimane et celle de Tinedla amont ce qui explique qu'il existe un apport important en eaux de drainage à partir des palmeraies de Djamaä et de Tinedla.

III.2.1 Calcul des apports additionnels

Tableau III.26 Débits additionnels

La longueur de tronçon (km)	[0-24,5]	[24,5-55,92]	[55,92-111,25]	[111,25-125]
Débit ajouté (m^3/s)	0,75	1,2	1,815	0,545

Selon le tableau ci-dessus on remarque que le débit augmente avec la longueur et que l'apport le plus important provient de la région de Djamaâ. Mais à partir de tinedla amont il n'y a pratiquement pas d'apport jusqu'à la station de Boufeggoussa.

III.3 Etude comparative

Tableau III.27 les résultats des débits de deux méthodes de chaque station

Débit	débit mesuré	débit calculé		
		Strickler	Meyer-Peter et Müller	Raudkivi
Station				
Ranou	0,75	1,43	1,53	1,56
Sidi Slimane	1,95	1,34	1,18	1,43
Tinedla Amont	3,765	2,30	2,38	2,50
Boufeggoussa	4,31	3,76	4,07	4,09

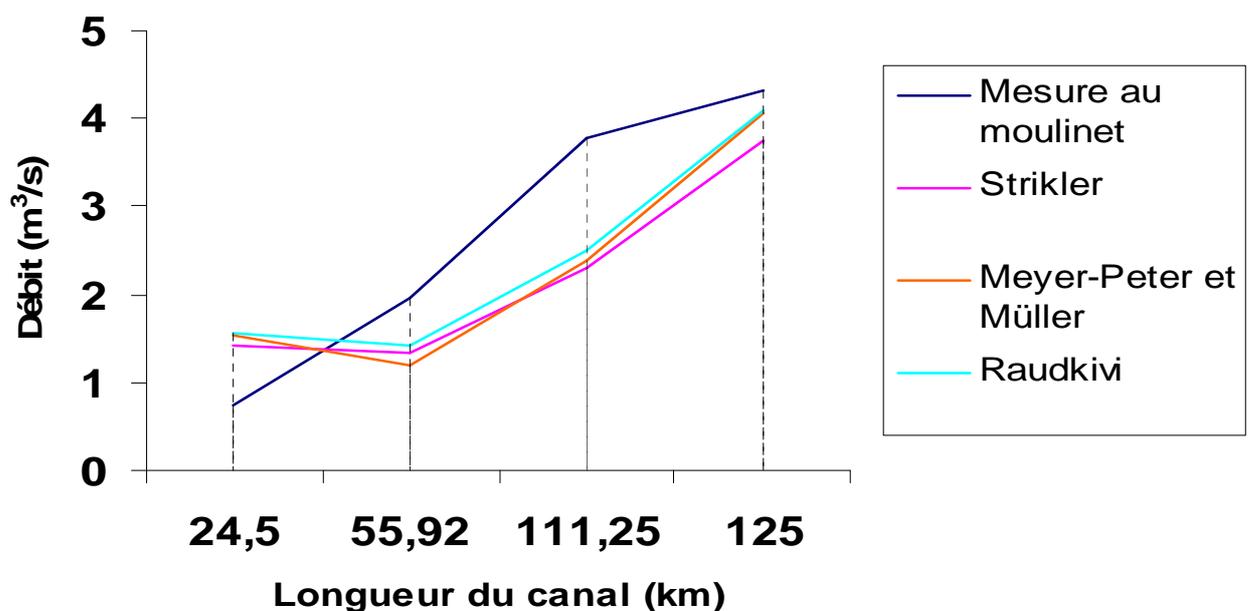


Fig III.10 Variation des débits en fonction de la longueur du canal

D'après les tableaux (III.27) des valeurs calculées par les formules de Strickler, Meyer Peter et Müller et Raudkivi, et aussi la (Fig III.11), on constate que la courbe obtenue par la formule de Raudkivi se rapproche le plus à celle des débits mesurés. Donc nous pouvons recommander d'utiliser la formule de Raudkivi pour le calcul direct de débit de l'écoulement.

Tableau III.28 la comparaison des résultats de vitesses de chaque station

Débit	Vitesse mesurée	Vitesse calculée		
		Strickler	Meyer-Peter et Müller	Raudkivi
Ranou	0,25	0,47	0,51	0,52
Sidi Slimane	0,63	0,43	0,38	0,46
Tinedla Amont	0,556	0,34	0,35	0,36
Boufeggoussa	0,70	0,618	0,66	0,672

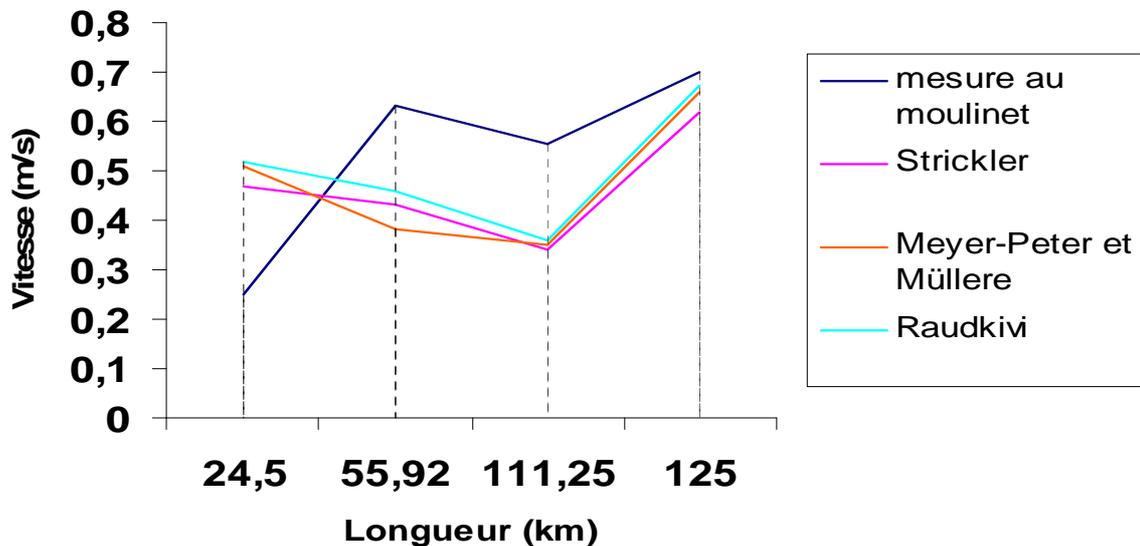


Fig III.11 La variation des vitesses en fonction de la longueur du canal

D'après la (Fig III.12) la vitesse calculée par la formule de Raudkivi est la plus proche des vitesses mesurées.

Selon le graphe, la vitesse moyenne obtenue par jaugeage augmente avec la longueur du canal en allant de l'amont vers l'aval sauf pour le tronçon Sidi Slimane - Tinedla où elle diminue à cause de la pente très faible.

Par contre la vitesse moyenne calculée par les formules empiriques de Strickler, Meyer Peter et Müller et Raudkivi diminue jusqu'à la Station de Tinedla à partir de laquelle la vitesse augmente.

On remarque que ces formules empiriques ne sont applicables sur le canal qu'à partir de Sidi Slimane.

III.4 Entraînement du matériau du fond

Nous avons jugé utile d'avoir s'il existe un entraînement du matériau du fond du canal. Pour cela, nous avons utilisé la relation de Meyer-Peter et Müller

III.4.1 Calcul de la force tractrice de l'écoulement

$$\tau_0 = \rho g h_m \dots \dots \dots (16)$$

Avec

τ_0 : force tractrice de l'écoulement (la contrainte tangentielle) (t/m^3)

ρ : densité de l'eau (t/m^3)

g : l'accélération de pesanteur (m/s^2)

h_m : la hauteur moyenne (m)

III.4.2 Calcul de la force tractrice critique

$$\tau_{cr} = 0,0047 (\rho_s g - \rho g) d_{50} \dots \dots \dots (17)$$

Avec

τ_{cr} : force tractrice critique de l'écoulement (t/m^3)

d_{50} : diamètre (m)

ρ_s : densité des particules (t/m^3)

$\rho_s = 2,7 t/m^3$

$\rho = 1,0 t/m^3$

Tableau III.29 Résultats de l'entraînement du matériau du fond

Station	h_m (m)	D_{50} (m)	τ_0 (t/m ³)	τ_{cr} (t/m ³)	observation
Ranou	0,375	$0,15 \times 10^{-3}$	3,67	$0,117 \times 10^{-3}$	$\tau_0 > \tau_{cr}$
Sidi Slimane	0,68	$0,16 \times 10^{-3}$	6,67	$0,012 \times 10^{-3}$	$\tau_0 > \tau_{cr}$
Tinedla Amont	0,845	$0,13 \times 10^{-3}$	8,28	$0,01 \times 10^{-3}$	$\tau_0 > \tau_{cr}$
Boufeggoussa	0,568	$0,13 \times 10^{-3}$	5,57	$0,01 \times 10^{-3}$	$\tau_0 > \tau_{cr}$

Nous avons $\tau_0 > \tau_{cr}$ il y a entraînement du matériau de fond c'est-à-dire il y a possibilité d'érosion.

CONCLUSION GENERALE

Cette étude nous a permis d'analyser judicieusement les problèmes posés par les eaux en excès de l'irrigation et les eaux d'assainissement qui ont trouvé leur solution par le canal d'Oued Righ.

Comme nous l'avons mentionné au début de cette étude, le canal s'avère un ouvrage hydraulique indispensable pour la sauvegarde de toute la région de Oued Righ.

Cependant, il s'avère d'après notre mission et enquête sur le terrain qu'il existe des endroits au niveau du canal dégradés.

Les résultats de mesure que nous avons obtenus au niveau de quatre (04) station : Ranouu, Sidi -Slimane, Tinedla, Boufeggoussa. Des débits successifs égaux 0,72 ; 1,95 ; 3,765 ; 4,31 En fin de calcul on a trouvé une croissance successive du débit vers Chott Mérouane et un régime d'écoulement fluvial à tous les stations.

Et les suivants de ces débits dans le temps nous a montre que durant la période 1998 et 1999, l'évolution du débit n'a pas suivi un croissance logique, ceci peut expliquer par le fait que durant cette période il y du colmatage, bouchage et du saturation des chotts.

Après le calcul de débits et vitesses par la formule de Chézy et par l'utilisation des formules empiriques de Strickler, Meyer-Peter et Müller et Raudkivi la plus proche est la formule de Raudkivi.

On a obtenu que la force tractrice de l'écoulement (τ_0) est supérieure de la force tractrice critique (τ_{cr}) c'est-à-dire il y a un entraînement des particules des matériaux du fond.

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

- Changer la méthode d'irrigation traditionnelle c'est-à-dire par les parcelles et les Séquia et la remplacer par les conduites.
- Construire des stations d'épuration à l'aval de chaque daïra.
- Réutiliser des eaux de la station d'épuration de Touggourt en irrigation.
- De mieux gérer le réseaux d'assainissement (par la bonne réalisation des conduite et regards et leur bonne maintenance).
- Réaménager le canal principal et quelques canaux surtout aux points où le régime d'écoulement est torrentiel (correction torrentielle).
- Protéger les berges contre l'érosion et le sapement.
- Faire le curage et le nettoyage du canal collecteur et les canaux secondaires.
- Construire des stations hydrométriques le long du canal pour le suivi de l'écoulement.

- Protéger le canal contre l'ensablement.
- Protéger des espèces de poisson et des oiseaux.



Photo 1 les poissons du canal à Tinedla

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES

ANRH, 2004.

Agence nationale des ressources hydrauliques (secteur de Touggourt).
Inventaire des forages de la vallée d' Oued Righ.

ANRH, 2008.

Agence nationale des ressources hydrauliques (secteur de Touggourt).
Jaugeage du canal d'Oued Righ

ANRH, 1977.

Mesure de débit
Document interne, 54 pages.

BENBRAHIM L., 1995.

Guide pratique pour la gestion d'un secteur.
Agence nationale des ressources hydrauliques
Direction régionale sud (Ouargla) Juin, 25 pages.

BENHADDYA M^{ed} lamine, 2007.

Contribution à l'inventaire des éléments traces dans les sols et dans les eaux souterraines dans la région de l'Oued Righ: leurs origines et leur impact sur l'environnement.
Mémoire de magister Centre universitaire LARBI BEN M'HIDI Oum El Bouaghi, 128 Pages.

BEN HAMIDA Rahima et TALBI Elmi, 2004.

Bilan Hydrique et Chimique de la vallée d'Oued Righ.
Mémoire de fin d'étude, diplôme d'ingénieur d'état en hydraulique Saharienne.
Université KASDI MERBAH Ouargla, 89 pages.

CARLIER M., 1972.

Hydraulique générale et appliquée-.
Edition Eyrolles, 567pages

DERAI I. et SAYAH LEMBAREK M^{ed}.,2000.

Problématique du réseau d'AEP de la région de touggourt.

Mémoire de fin d'étude, diplôme d'ingénieur d'état en génie rural.

Université de SAAD DAHLEB BLIDA, 66 pages.

DEGOUTTE G., 2007

Aide mémoire d'hydraulique à surface libre,32 pages.

ENHYD ,2003

Etude topographique du canal Oued Righ

FLASH Earth, 2007.

GOOGLE Earth, 2007.

GUETTICHE S. et BENABDESSADOK 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.

Mémoire de fin d'étude, diplôme d'ingénieur d'état en Hydrogéologie.

Université de Constantine département

Option hydrogéologie,177pages

PERENNES J., 1979.

Structures agraires et décolonisation les oasis de l'oued Righ (Algérie)

Professeur à L'ITPEA d'Alger

Editions l'Harmattan. ISB N° 345 - Septembre, 372pages.

REMINI B., 2005.

Hydraulique Appliquée

Collection hydraulique et transport solide Mai, 144 pages

SZOKE S., 1984

NOTE EXPLICATIVE

Pour les travaux exécutés de la 1^{ère} phase de l'Oued Righ.

Mai, 11 Pages.

TOUAIBIA B., 2004

Manuel pratique d'hydrologie.

Mars, dépôt légal : 567,164 Pages.