

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed khider –Biskra  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de Génie civil et d'Hydraulique  
Référence : ...../2020



جامعة محمد خيضر بسكرة  
كلية العلوم و التكنولوجيا  
قسم الهندسة المدنية و الري  
المرجع...../2020

## Mémoire de Master

Filière : Hydraulique

Spécialité : hydraulique urbaine

Thème

**Etude de la possibilité de réhabilitation des anciens ouvrages hydraulique de la ville d'Ouled Djellal de Biskra ; de point de vue technique et économique.**

Nom et Prénom de l'étudiant :

M<sup>ELLE</sup> : SELMOUNI Khadidja

Examineur : Djedri Toufik

Président : Abdsemad Fouzi

Encadreur : M<sup>ME</sup> : ZOUITA Nadjoua

Co-encadreur M<sup>R</sup> : OUGRAICHI Yazid

Année universitaire : 2019 – 2020

## *Dédicaces*

*Tout d'abord, nous sommes fidèlement reconnaissants à Allah que Cette recherche a été menée avec succès.*

*A celle qui m'a donné la vie. La plus belle et la plus chère des mères, pour son amour et sa protection, sans oublier mon chère papa ma raison de vivre, que dieu les gardes, ils étaient toujours à mes côtés, je les remercie pour leur soutiens et leur encouragements dans chaque étape de toute ma vie, qui ont sacrifié leur vie pour mon bien être, mon bonheur et ma réussite, je leurs souhaite une vie pleine de santé surtout à nos jours!*

*Ames frères et mes sœurs que je n'imagine pas ma vie sans eux, à qui nous souhaitons tous le bonheur, et Un remerciement spécial à mon frère Ali Selmouni, qui m'a apporté tout le soutien moral et matériel pour compléter ce travail*

*A la famille Selmouni et Elgharbi, à mes tantes et oncles et leurs familles, à mes cousins et cousines que j'aime beaucoup chacun son prénom, qui me soutiennent et qui attendent ma soutenance avec joie.*

*A mes chères amies Samira, Hanane, Somia, Nacira, Yasmine, Khaoula je les remercie extrêmement pour leurs soutiens je n'oublierai jamais ce que vous avez fait avec moi.*

*Ahmed et Achraf, mes frères, dont la mère ne les a pas mis au monde, je n'oublierai pas que vous étiez à mes côtés dans le doux et l'amer.*

*A tous ceux qui m'ont fait vivre la joie Et le bonheur et à tous ceux que j'aime et m'aiment.*

*Selmouni Khadija*

## **Remerciements**

*Tout d'abord, je commence par remercier mon Dieu qui m'adopté de la volonté, du courage et surtout de la patience pour produire ce travail et qui m'a aidé à faire face à toutes les difficultés rencontrées lors de son élaboration*

*L'étude qui fait l'objet de ce mémoire a été effectuée au Département de génie civil et hydraulique faculté des sciences et technologies, de l'université Mohamed Khider de Biskra.*

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon encadreur de mémoire, Madame Zouïta Nadjoua et un grand remerciement pour monsieur Loughraïchî Yazîd ; Je les remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.*

*J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs du département de génie civil et hydraulique de l'université de Biskra, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.*

*Nous remercions Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, d'une manière ou d'une autre à la réalisation de ce mémoire.*

*Selmouni Khadidja*

## Résumé

La maintenance, la rénovation ou la réhabilitation d'un ouvrage hydraulique devient une nécessité ; avec le temps le rendement de ces ouvrages s'affaiblit jusqu'au point où il devient négatif.

C'est le cas des ouvrages hydrauliques existants dans la région d'Ouled Djellal qui ont été conçue pour régulariser l'écoulement de l'Oued Djedi qui a tendance à inonder cette zone 3 à 4 fois par ans.

Oued Djedi qui est le plus long Oued du sud Algérien ; il a une importance primordiale surtout pour le secteur agricole d'Ouled Djellal, cet Oued alimente la nappe souterraine de cette zone qui malheureusement souffre depuis des années d'un rabattement.

Pour ces raisons principalement une étude de la réhabilitation des ces ouvrages hydrauliques existantes au alentour de l'Oued Djedi devient une nécessité

L'état dégradé de ces constructions a fait qu'ils ne jouent plus le rôle pour lequel ils ont été conçus. Pour améliorer cette situation il faut faire une étude approfondit pour leur réhabilitation soit de point de vue technique ou économique.

Dans cette étude nous ne présenterons que leurs état qui se dégrade à fur et à mesure ; par manque de temps et de moyen et a cause des conditions sanitaire actuel ; en faisant quelques propositions.

Les ouvrages hydrauliques qui doivent êtres pris en considération pour une maintenance ou une rénovation sont :

- Sed Oued Elassel ainsi que ses Seguia
- Sed Oued Deifel et ses canaux d'irrigation
- Sed Traifia
- L'ancien barrage de dérivation construit avant 1950, avec son canal de dérivation qui contient un tronçon à ciel ouvert et un autre tronçon enterré qui alimente les palmeraies d'Ouled Djellal.

## ملخص:

تصبح صيانة أو تجديد أو إعادة تأهيل الهيكل الهيدروليكي ضرورة؛ بمرور الوقت، يضعف أداؤها إلى درجة إن التي تصبح فيها سلبية.

إن هذا الأمر ينطبق على الهياكل الهيدروليكية الموجودة في منطقة أولاد جلال في الجهة الغربية لمدينة بسكرة والتي تم تصميمها لتنظيم تدفق واد جدي الذي تحدث به فيضانات في هذه المنطقة من 3 إلى 4 مرات في السنة واد جدي وهو أطول واد في الجنوب الجزائري. إنه ذو أهمية قصوى خاصة بالنسبة للقطاع الزراعي لمنطقة أولاد جلال ، حيث يغذي هذا الوادي المياه الجوفية لهذه المنطقة التي عانت للأسف في السنوات الأخيرة من التراجع في منسوبها لهذه الأسباب بشكل أساسي ، أصبحت دراسة إعادة تأهيل هذه الهياكل المائية الموجودة حول وادي جدي ضرورة.

أدت الحالة المتدهورة لهذه المنشآت إلى أنها لم تعد تلعب الدور الذي صُممت من أجله. لتحسين هذا الوضع، من الضروري إجراء دراسة متعمقة لإعادة تأهيلهم سواء من الناحية الفنية أو الاقتصادية.

في هذه الدراسة سنعرض حالتهم التي تتدهور باستمرار. لكن للأسف و لضيق الوقت والوسائل وبسبب الظروف الصحية الحالية؛ سوف نقوم فقط بتقديم بعض المقترحات

الهياكل الهيدروليكية التي يجب صيانتها أو تجديدها هي:

- سد واد لعسل وقنوات السقي المتصلة به

سد واد ديفل وقنوات القوي الخاصة به

سد واد طرايفية

أقدم سد في المنطقة الذي شيد في الحقبة الاستعمارية قبل سنة 1950 بالإضافة إلى القنوات المتصلة جزء منها مغطى شيد لغرض سقي

## **Abstract :**

**The maintenance, renovation or rehabilitation of a hydraulic structure becomes a necessity; over time the performance of these works weakens to the point where it becomes negative.**

**This is the case of the existing hydraulic structures in the region of Ouled Djellal which were designed to regulate the flow of the Oued Djedi which tends to flood this area 3 to 4 times a year.**

**Oued Djedi which is the longest Oued in southern Algeria; it is of paramount importance especially for the agricultural sector of Ouled Djellal, this wade supplies the groundwater of this area which has unfortunately suffered for years from a drawdown.**

**For these reasons mainly a study of the rehabilitation of these existing hydraulic structures around the Oued Djedi becomes a necessity.**

**The degraded condition of these buildings has meant that they no longer play the role for which they were designed. To improve this situation it is necessary to make an in-depth study for their rehabilitation either from a technical or economic point of view.**

**In this study we will only present their condition which deteriorates as it goes; for lack of time and means and because of current sanitary conditions; by making a few proposals.**

**The hydraulic structures that must be taken into consideration for maintenance or renovation are:**

- Sed Oued Elassel and its Seguia**
- Sed Oued Deifel and its irrigation canals**
- Sed Traifia**
- The old diversion dam built before 1950, with its diversion canal which contains an open section and another buried section which supplies the palm groves of Ouled Djellal.**

## Liste des tableaux

Tab 1 : Quelques facteurs climatiques pour l'État au cours de l'année 2015	8
Tab 7 : Facteurs climatiques pour l'État au cours de l'année 2015 (Source Département des transports ( <a href="http://wilayabiskra.dz/">http://wilayabiskra.dz/</a> ))	8
Tab 2 : quantité de pluie précipitation au cours de l'année 2015 ( <a href="http://wilayabiskra.dz/">http://wilayabiskra.dz/</a> )	9
Tab 3: La quantité de précipitation au cours des 21 dernières années ( <a href="http://wilayabiskra.dz/">http://wilayabiskra.dz/</a> )	9
Tab 4: Précipitations moyennes mensuelles (2009) :	10
Tab 5 : Les observations pluviométriques de ces deux stations sont ( Direction hydraulique 2020):	10
Tab 6:Températures minimales, moyennes et maximales mensuelles à la station de Biskra (2001-2015).	12
Tab 7: Moyenne Mensuelle des températures (2008) :	13
Tab 8 : Valeursde l'Évaporation mensuelle à la station de Biskra (2001-2011). (ONM)	15
Tab 9:L'ETPc moyenne mensuelle calculée par la formule de Thornthwaite.	17
Tab.10: L'ETPc moyenne mensuelle, calculée par la formule de Serra.	17
Tab.11 : Bilan hydrique de Thorntwaite à la station de Biskra (1974-2015).	19
Tab.12 : Synthèse de l'évapotranspiration	20
Tab 13. Les différents indices calculés de bassin versant d'oued djedi :	27
Tab 14 : Longueur et débit des principale Oued ( Benhamida et Fedal,2008)	28
Tab 15 : Nappes captées de ouled djellal (ANAT, 2003)	47

## Liste des photos

Photo n°1 : Les crues de l'Oued Djedi avril 2020,( LOUGHRAICH, Y, 2020) .....	29
Photo n°2 : Sed Oued Lassel , en crue, (LAHLALI. A, 2019) .....	31
Photo n°3 : Oued Elassel ,(Loughraichi.y, 2020) .....	31
photo n° 4: Sed Oued Laassel. (LOUGHRAICHI. Y. 2020).....	32
Fig n° 26 : L'emplacement de l'Oued Diefel par rapport à Oued Djedi. ....	33
Photo n°5 : Oued Diefel ,(Loughraichi.y, 11/05/2020) .....	33
Photo n°6: a et b: Sed Oued Diefel (Loughraichi.y, 11/05/2020).....	33
Photo n°7: Sed Oued traifia, (Loughraichi.y, 11/05/2020).....	35
Photo n°8: Sed Oued traifia, (Loughraichi.y, 11/05/2020).....	35
Fig n°30 : Les effluents de l'Oued Djedi ; Google Earth 2020 .....	36
Photo n°9 : La prise de sortie vers la cuvette du Barrage de dérivation de l'Oued Djedi. (LOGHRAICHI.Y, 2020) .....	37
Photo n °10: Vanne muraille du Barrage de dérivation sur Oued Djedi (Loughraichi .y, 2020) ..	37
Photo n °11 : Canal d'irrigation et de dissipation de l'ancien barrage de dérivation de l'Oued Djedi ,( LOURHAICHI. Y. 2020) .....	37
Photo n° 12 : Sortie du barrage, vue de la cuvette. (LOUGHRAICH. Y. 2020).....	53
Photo n° 13 : canal de distribution, irrigation (loughraichi.y,2020) .....	54
Photo n° 14 : a : Construction du canal en 1947.....	55
Photo n° 16 : Le canal traversant Oued Laassel .....	56
Photo n ° 17 : a et b :Sed Oued Laassel (LOUGHRAICHI. Y. 2020 .....	59
Photo n° 18: Sed Oued Elassel, (Loughraichi.y, 2020) .....	59
Photo n° 19 : Saguiat Sed Laassel (LOUGHRAICHI. Y, 2020) .....	60
Photo n° 18 : Sed Diefel . (LOUGHRAICHI. Y . 2020) .....	63
Photo n°19 : Canal d'irrigation Sed Diefel( LOUGHRAICHI. Y. 2020).....	63
Photo n ° 20 : Saguiat Sed Deifel. (LAHLALI. A 2019).....	63
Photo n° 21: Canal d'irrigation, Sed traifia, (Loughraichi.y,2020) .....	65
Photo n° 22 : Méthode 1 : imprégnation hydrophobe.....	67
Photo n°23 : Méthode 2 : application manuelle de mortier .....	67
Photo n°24 : Méthode 3 : les réparations en béton ou mortier .....	67
Photo n°25 : Méthode 4 : remplacement d'éléments .....	68
Photo n°26 : Méthode 5 : colmatage des fissures, des vides .....	68
Photo n°27 : Méthode 6 : précontrainte (par post-contrainte) .....	68

## Liste des figures

Fig 1 : Situation géographique de la région de la wilaya de Biskra (ZAIR. N. 2017).....	5
Fig 2 : Situation géographique de la Wilaya d'Ouled Djellal par rapport à Biskra (Google: fr.geneawiki.com) .....	5
Fig 3 : L'ancien découpage administratif de la région d'Ouled Djellel .....	6
Fig 4 : Partie de la carte hypsométrique de la région d'Ouled Djellel.....	7
Fig 5: La carte topographique d'Ouled Djellal (ANRH de Biskra 2020).....	7
Fig 6 : Histogramme de Précipitations moyennes mensuelles en mm.....	10
Fig. 7 : Variation interannuelle des précipitations à Biskra (1973-2015).(Source ANRH).....	11
Fig. 8:Variation des années déficitaires et excédentaires à Biskra (1973-2015), (Source ANRH). .....	11
Fig. 9:Carte des précipitations moyennes annuelles de la wilaya de Biskra. ....	12
Fig.10:Variation mensuelle des températures moyennes à la station de Biskra.....	13
Fig.11:Variation interannuelle des températures moyennes à la station de Biskra (2001à 2015). (ONM).....	14
Fig 12 : Diagrammes Ombrothermiques de la région d'Ouled Djellel au cours .....	14
Fig 13: Variation de l'évaporation moyenne mensuelle à la station de Biskra (2001-2011). ....	15
Fig 14 : Carte d'évaporation du nord Algérien. ( www.anrh.dz).....	16
Fig 15: variation de l'ETP mensuelle selon la méthode de Thornthwaite et Serra. ....	18
Fig 16 : moyenne pluriannuelle des éléments climatiques.....	19
Fig 17 : Temps d'ensoleillement ( ANAT, 2003). ....	20
Fig 18: Le bassin versant chott Melghir (www.anrh.dz) .....	24
Fig 19 : Bassin versant de chott melghir et de l'Oued Djedi(établie d'après Dubief J., 1953 in MEBARKI,2005).....	24
Fig 20 : Bassin versant de Oued Djedi (établie d'après Dubief J., 1953 in MEBARKI, 2005) ....	26
Fig 21 : Le profil du bassin versant de l'Oued Djedi.....	28
Fig 22 : Réseau hydrographique de l'Oued Djedi .....	29
Fig 23 : Réseau hydrographique du bassin versant de l'Oued Laassel.....	30
Fig 24 : Emplacement de l'Oued Laassel par rapport à Oued Djedi . ....	31
Figure n°25: Le réseau hydrographique du bassin versant Oued Deifel .....	32
Fig n° 27 : L'emplacement de l'Oued Traifia par rapport à Oued Djedi. (Google Earthe 2020). 34	34
Fig n°28 : Les coordonnées de l'Oued Traifia.....	34
Figure n°29: Réseau hydrographique du bassin versant de l'Oued Traifia .....	35
Fig 31 : Carte d'esquisse géologique de la wilaya de Biskra. ....	42
Fig 32 : Répartition des points d'eau ; ANRH. 2000.....	43
Fig 33 : Coupe hydrogéologique dans la nappe des calcaires (DHW de Biskra, 1990).....	46
Fig 34 : Coupe géologique schématique de la région d'étude.....	48
Fig 35 : Log- stratigraphique d'un forage à Ouled Djellal .....	49
Fig 36 : L'ancien barrage de dérivation d'Oues Djedi. Google Earth. 2020 .....	53
Fig 37 : Canal d'irrigation et de dissipation de l'ancien barrage, Google Earth 2020 .....	55
Fig 38 : Conception du schéma d'aménagement ('HCDS. 2003) .....	57
Fig 39 : Croquis : coupe (AA)en travers du Ced de dérivation de EL ASSEL .....	57
Fig 40 : Croquis : coupe en travers des murs bajoyer (HCDS ; 2003) .....	57
Fig 41 :L'emplacement de Sed Oued Laassel, Google Earth. 2020 .....	58
Fig 42 : Les 2 coupes des canaux d'irrigation de Sed Laassel, (HCDS, 2003) .....	60

Fig 43 : Carte de Sed Oued Deifel (Google Earth, 2020).....	61
Fig 44 : L'emplacement de Sed Diefel .(Google Earth . 2020) .....	62
Fig 45 : L'emplacement de Sed Diefel par rapport à Oued Djedi.(Google Earth . 2020) .....	62
Fig 46 : Coupe travers de la seguia Diefel HCDS, 2003 .....	64
Fig 47: a et b: Carte de Sed Oued trefia (Google map 2020) .....	65

## Table des matières

Dédicaces .....	
Remerciements.....	
Résumé.....	
Liste des tableaux.....	6
Liste des photos.....	7
Liste des figures .....	8
Table des matières.....	10
INTRODUCTION GENERALE : .....	1
Chapitre I : Aperçue géographique et climatique .....	3
I.1 INTRODUCTION : .....	4
I.2 LA SITUATION GEOGRAPHIQUE .....	4
I-3- LIMITES ADMINISTRATIVE: .....	6
I-4-SITUATION TOPOGRAPHIQUE:.....	6
I-5- CONDITIONS CLIMATOLOGIQUES :.....	8
I-6- Le activité de la région d'Ouled Djellel.....	20
I-6-1- L'agriculture :.....	20
I-5-2- L'élevage :.....	21
Conclusion : .....	21
Chapitre II : .....	22
Etude hydrologie.....	22
II-1-Introduction : .....	23
II-2- Le bassin versant de chott Melghir :.....	23
II-3- Bassin versant de l'oued Djedi : .....	25
II-3-1-Caractéristiques géométriques du bassin versant :.....	26
II-3-2- Le profile du sous bassin versant de l'Oued Djedi : .....	28
II-3-3-Les affluents de oued djedi : .....	29
Conclusion : .....	38
Chapitre II : .....	39
Etude géologique et hydrogéologique .....	39
INTRODUCTION .....	40
I—Etude géologique : .....	40
II- Etude hydrogéologique et géophysique :.....	42
III- L'outil géophysique : .....	47

IV. Le régime d'alimentation de la nappe : .....	48
Conclusion .....	50
Chapitre V :.....	51
Etude de réhabilitation .....	51
Introduction :.....	52
I -1- Présentation des anciens ouvrages hydraulique:.....	53
I-1-1- Barrage de dérivation (Ancien barrage) :.....	53
I-1-2- Sed Oued Laassel :.....	56
I-1-3- Sed Deifel :.....	61
I-1-4-Ced oued traifia: .....	64
I-2- Les étapes clés du processus de réparation et de protection :.....	65
I-3-Les méthodes : .....	67
I-4-Les propositions :.....	69
Conclusion : .....	70
CONCLUSION GENERAL .....	72
Références bibliographiques.....	73

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

### INTRODUCTION GENERALE :

L'Algérie fait partie des 20 pays au monde qui se plaignent de la rareté de l'eau, facteur qui limite le développement. Ce facteur est encore plus aggravé par les changements climatiques. L'eau se raréfie d'année en année en Algérie.

L'Algérie est considérée comme l'une des régions chaudes et sèches, mais ses habitants ont réussi pendant de nombreux siècles à concevoir de très multiples systèmes de collecte de l'eau, contribuant ainsi à la prospérité des civilisations dont elle témoigne. Cependant, les choses étaient compliquées au XXe siècle et au début du XXIe siècle, avec le développement technologique, l'urbanisation et les services publics non organisés ; ajouté à cela une mauvaise gestion des ressources hydriques.

En raison de la croissance démographique, il existe plus de technologies pour répondre aux besoins croissants. Les barrages, les réservoirs de colline, les pipelines pour transporter l'eau sur de longues distances, les techniques avancées de dessalement de l'eau au jour le jour, les techniques de forage qui ont commencé à se répandre il y a de nombreuses années et la rationalisation de l'administration gouvernementale, ont permis de fournir une bonne quantité d'eau potable aux maisons et de l'eau d'irrigation aux fermes. Cependant, les choses ne vont pas bien en raison des fréquentes interruptions de l'approvisionnement en eau potable.

Les eaux de surface du nord de l'Algérie ne sont pas bien utilisées et sont directement affectées par les précipitations

Au sud, les eaux de surface sont très faibles, et afin d'alimenter les différents secteurs en eau, elles sont dépendant des eaux souterraines, sachant que le potentiel n'est généralement pas déterminé Il peut être utilisé pour combler divers besoins en eau tout en préservant ces ressources dans leur cadre naturel

Dans ce contexte, une stratégie devrait être adoptée pour déterminer les quantités d'eau disponibles et protéger les ressources en eau pour la possibilité de les utiliser de manière rationnelle et de bonne qualité tout en fournissant de l'eau aux différents secteurs consommateurs d'eau.

La ville d'Ouled Djellal est notre zone d'étude qui se caractérise par un climat sec, où la pluviométrie moyenne est d'environ 193,1 mm / an, et la température peut atteindre 45°C en août, et elle a connu une augmentation de la population ces dernières années, avec l'augmentation de la demande en eau. Qui est fourni à 100 % par les eaux souterraines.

Ouled Djellal ; appartient donc a une région aride où les précipitations sont faibles, à très forte évaporation, le choix d'une construction hydraulique ; comme un barrage est la solution idéale de stockage de l'eau dans ces conditions climatiques, hydrologiques et hydrogéologiques spécifiques. Mais le plus important c'est l'entretien et la maintenance de ces ouvrages hydrauliques.

Les Ouvrages hydrauliques de la région d'Ouled Djellal sont conçus pour régulariser l'écoulement de l'Oued Djedi et profité de ses quantités pour le secteur agricole ainsi que l'alimentation de la nappe souterraine de cette région ; sachant que l'écoulement de cet Oued est occasionnel (3 à 4 fois par an en période de crues) ; l'eau de l'oued Djedi se perd par ruissellement vers son exutoire qui est Chott Melghir. Cette perte s'accroît à cause de la détérioration des ouvrages hydrauliques existants en amont

Dans ce travail, nous présenterons une étude concernant la possibilité de réhabilitation de ces anciens ouvrages hydraulique de la ville d'Ouled Djellal ; « l'ancien barrage de dérivation sur Oued Djedi, Sed Oued Deifel, Sed Oued traifia, Sed oued l'Essel », ainsi que leurs canaux d'irrigation ; après avoir consulté les rapports des études techniques de ces SED établit par (H.C.D.S : haut commissariat au développement des steppes de la wilaya de Djelfa)

Des photos ont été prises à l'occasion de cette étude entre le mois d'Avril et le mois de Septembre, par monsieur Loughraichi .Y ; concernant les différents ouvrages hydrauliques de notre étude ainsi que les Oued de la région d'Ouled Djellal qui alimente l'Oued Djedi.

Dans cette étude nous allons présenter l'Oued Djedi et ces effluents ; leurs importances et les ouvrage qui régularise chaque Oued de cette région

Il y aurait un aperçu sur le grand bassin versant de chott Melghir et le sous bassin versants Oued Djedi en analysant certains facteurs ; géologiques et climatiques régissant l'écoulement, ainsi qu'une étude hydrogéologique

Le mémoire s'articule en quatre chapitres :

### **Chapitre I:**

Description générale de la zone d'étude, (une brève présentation géographique et climatique sur la zone d'étude et les activités économiques de la région, une simple étude climatique sur la base des données disponibles).

### **Chapitre II :**

Etude hydrologie ; présentation du grand bassin versant de chott Melghir, et le sous bassin versant de l'Oued Djedi et ces différents effluents qui alimentent ce cours d'eau, dans cette partie nous avons pris quelques photos présentatifs

### **.Chapitre III :**

L'Analyse des conditions géologique et hydrogéologiques et géotechnique ; pour présenter l'état des eaux souterraines de cette zone d'étude.

### **Chapitre IV :**

Etude de réhabilitation (Dans ce chapitre, nous étudierons de la possibilité de réhabilitation des anciens ouvrages hydraulique de la ville d'Ouled Djellal "Sed Deifel, Traifia, Elassel et Oued Djedi",Avec quelques solutions suggérées, Ainsi qu'un aperçue bibliographique sur la réhabilitation des ouvrage hydrauliques.

CHAPITRE I : APERÇU  
GÉOGRAPHIQUE ET  
CLIMATIQUE

### I.1 INTRODUCTION :

Dans la région d'Ouled Djellal, comme dans beaucoup d'autre ville saharienne, les principales activités économiques sont liées aux cultures du palmier dattier et à l'élevage. L'importance des palmeraies est due surtout à la présence des eaux superficielles et/ou phréatiques très productives et peu profondes, dont l'exploitation date de plus d'un siècle.

Cependant, le développement récent dans la région se caractérise par l'extension, la diversification et la rationalisation des activités économiques.

L'eau étant ici le facteur limitant du développement, et surtout de l'activité agricole, il est fondamental de connaître et de maîtriser parfaitement ce facteur.

Ce chapitre est consacré pour la présentation de la wilaya d'Ouled Djellal, notamment le cadre géographique, administratif, la population et la géomorphologique. Ainsi que les paramètres hydro climatologiques mesurés sur différentes stations existantes à Biskra, représentative du climat régnant sur notre zone d'étude. Nous analyserons successivement : les valeurs mensuelles et annuelles des précipitations, les températures de l'air, l'évaporation, l'évapotranspiration, etc.

Cette présentation va toucher aussi l'aspect socioéconomique de la wilaya sachant que l'agriculture constitue l'activité principale de la région et c'est le premier secteur consommateur d'eau.

### I.2 LA SITUATION GEOGRAPHIQUE

Ouled Djellal est une ville située au Sud- Ouest du massif des Aurès en Algérie, à environ 100 km au sud-ouest de la ville de Biskra et à 390 km au sud-est d'Alger. Dont près de la moitié sont issus de l'exode rural des années 70. Rattachée à Biskra, depuis l'époque Ottomane, puis faisant partie du département des Aurès pendant la période coloniale, elle fut rattachée une nouvelle fois, après l'indépendance, à Biskra, lors du découpage administratif de 1974 ; actuellement ; Ouled Djellal est la 2e ville et la 2e daïra de la wilaya de Biskra en matière de population et sur le plan économique.

Toutefois, sur le plan historique et social (habitudes culinaires, vestimentaires, mode de vie, dialecte local, alliances de familles, origine, etc...), Ouled Djellal a beaucoup de similitude avec Djelfa et M'Sila. Elle est actuellement devenue une wilaya.

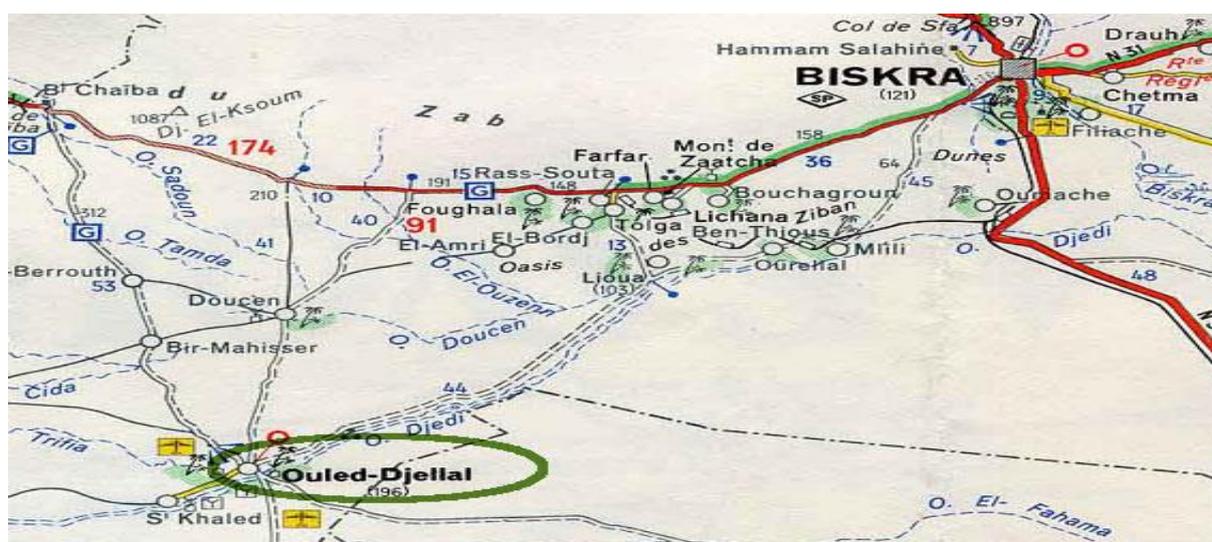
Avant 1990, la ville d'Ouled Djellal était un véritable cul de sac (impasse), mais aujourd'hui, grâce aux nombreuses routes qui ont vu le jour progressivement, Ouled Djellal est

devenue une véritable plaque tournante du trafic routier ; ainsi, la ville est reliée aux villes d'El Oued, de Touggourt et de Ouargla, au sud ; elle est aussi reliée aux villes de Laghouat et Djelfa, à l'Ouest, et aux villes de M'Doukal, Barika et Batna, au Nord



**Fig 1 : Situation géographique de la région de la wilaya de Biskra (ZAIR. N. 2017)**

Wilaya d'Ouled Djellal constitue un trait d'union phare entre le Nord, le Sud, et l'Ouest du fait de sa situation du côté Sud-Est de l'Algérie. La wilaya est située au Sud-Est de l'Algérie aux portes du Sahara. Avec une altitude de 112 m au niveau de la mer. Ce qui fait d'elle une des wilayas les plus basses d'Algérie.



**Fig 2 : Situation géographique de la Wilaya d'Ouled Djellal par rapport à Biskra (Google: fr.geneawiki.com)**

### I-3- LIMITES ADMINISTRATIVE:

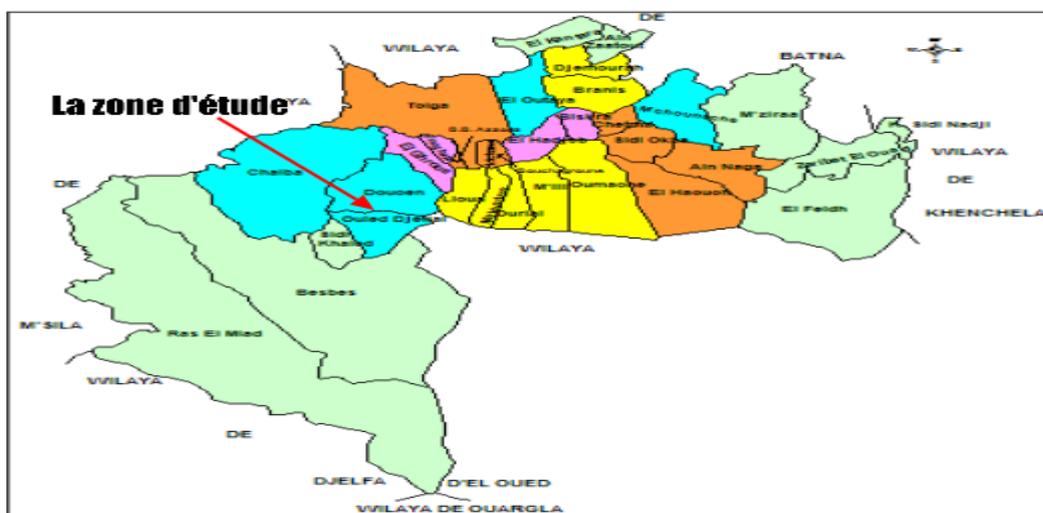
Ouled Djellal est limitée:

- Au Nord et au Nord -Ouest par la commune de Daoucen et la commune de Chaiba
- au Sud et au Sud-ouest par la commune de Besbes et la commune de SidiKhaled
- A l'Est par la wilaya d'El-Oued

**Les Coordonnées :** Les coordonnées géographiques de cette région sont les suivant :

34° 25' 44" Nord

5° 03' 51" Est



**Fig 3 : L'ancien découpage administratif de la région d'Ouled Djellal**  
(ANAT, 2003 in ZAIR .N . 2017)

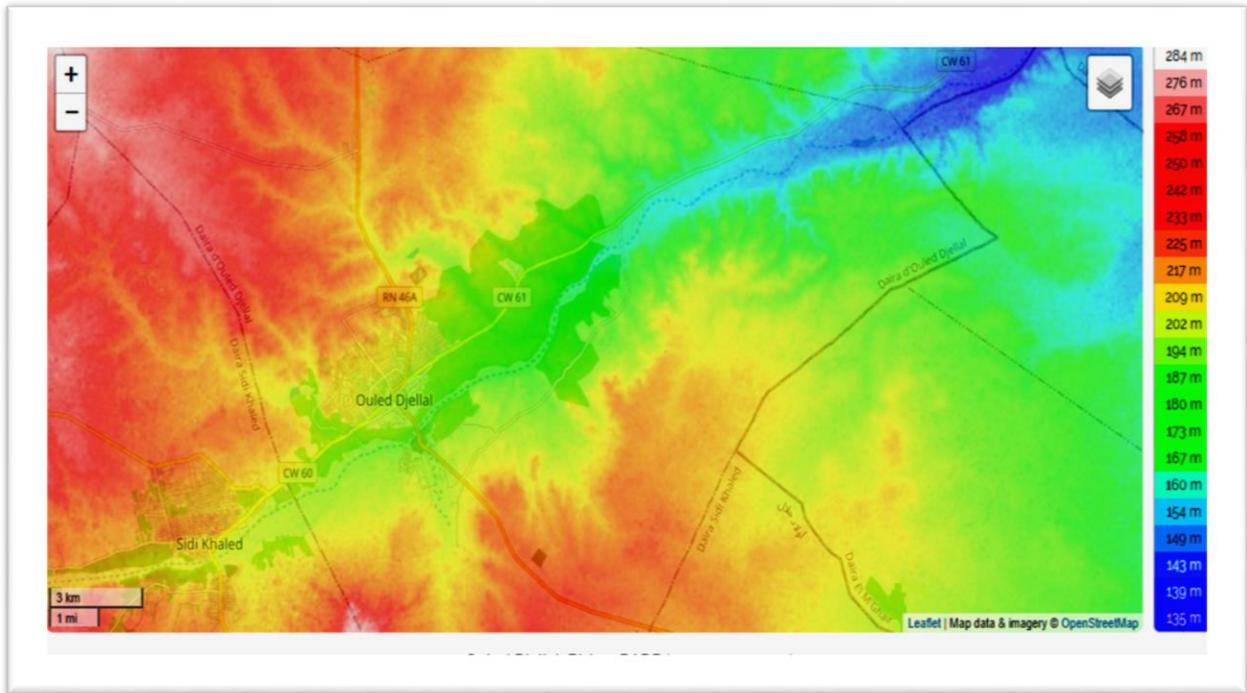
### I-4-SITUATION TOPOGRAPHIQUE:

La commune d'Ouled Djellal fait partie de la région présaharienne, son relief est peu accidenté et se caractérise par la dominance de vastes étendues, l'altitude moyenne est d'environ 200 m. (Monographie wilaya de Biskra 2008)

Et Sur la base de plusieurs études, la région d'Ouled Djellal représente un pays de transition structurale et sédimentaires, au Nord c'est un pays montagneux, tandis qu'au Sud, c'est un pays effondré, qui fait partie du Sahara Septentrional.

Le passage entre ces deux domaines distincts se fait par l'intermédiaire d'un ensemble de fissures, de plis-failles et de failles d'orientation Est Ouest appelé "accident sud atlasique".

La région d'Ouled Djellal se caractérise par des terrains sédimentaires, allant du Quaternaire au sommet jusqu'au Barrémien à la base (SEDRATI. N, 2011)

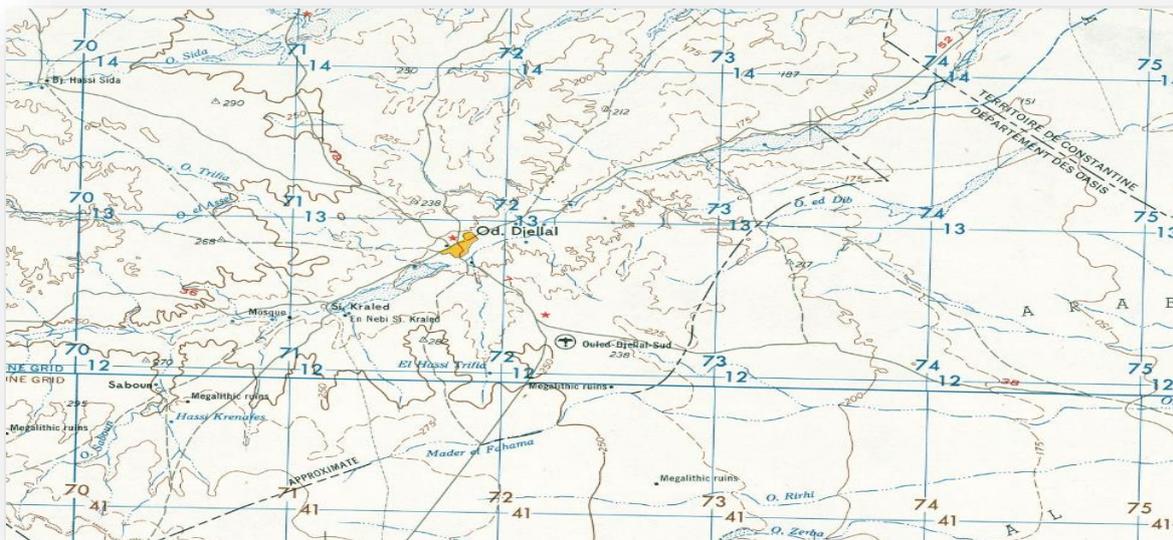


**Fig 4 : Partie de la carte hypsométrique de la région d'Ouled Djellal. (<https://fr-ch.topographic-map.com>)**

De point de vue topographique la région d'Ouled djellal est une plaine ; absence de montagne

**Les plateaux :** Moins élevée que montagneuse, elle est représentée dans les contreforts et s'étend jusqu'au côté sud-ouest, formant ce que l'on appelle le plateau Ouled djellal

**Les plaines :** Sur l'axe El-Outaya-Daoucen ,se développent vers l'est et couvrent la quasi totalité la commune de Daoucen ,les dairates d'El-Outaya, sidi okba et Zeribet El-Oued .



**Fig 5: La carte topographique d'Ouled Djellal (ANRH de Biskra 2020)**

**I-5- CONDITIONS CLIMATOLOGIQUES :**

La région d'Ouled-Djellal fait partie du climat méditerranéen à étage bioclimatique saharien caractérisé par des hivers secs et froids et des étés secs et chauds. (*Guezainia, Ilyes, Guerram Abdel Djalil (2010/2011)*)

**A-L'Humidité relative**

Les données recueillies par l'ANRH entre 1970 et 1998, donnent une humidité relative moyenne mensuelle de l'ordre de 45 %. Le minimum de l'humidité relative est atteint en juillet (28.4%) et correspond aux mois les plus chauds. Le maximum d'humidité relative est observé en décembre (59%), suivi du mois de janvier (58 %).

**B- Les vents et le sirocco**

Les vents prédominants proviennent de deux courants principaux qui sont :

- En saison froide : des vents charges de sables du secteur nord ;ouest
- En saison chaude : le sirocco du secteur sud- Est.

Les vents peuvent atteindre des pics de vitesse supérieure à 80 Km/h. et amènent l'humidité de l'Atlantique Nord. Cette région reste tributaire de la circulation des masses d'air propres à la méditerranée occidentale avec une ouverture des vents sahariens chauds. Les vents dominants soufflent du Nord-Ouest (32.08 %) avec un maximum secondaire de direction Nord (23.18 % ).

Le vent saisonnier à dominance estivale, de direction est-ouest, à une vitesse de 42 m/s, constitue une entrave pour l'élevage. Le vent de sable (le sirocco), vent de printemps chaud et sec, apparaît dès le mois de février et peut durer jusqu'en mai ou en juin ; il souffle à une vitesse de 30 m/s, augmentant l'évaporation du sol et la transpiration des végétaux et des animaux.

**Tab 1 : Quelques facteurs climatiques pour l'État au cours de l'année 2015** **tab 7 : Facteurs climatiques pour l'État au cours de l'année 2015 (Source Département des transports (<http://wilayabiskra.dz/>))**

<b>Mois</b>	<b>(°C)Tmoy</b>	<b>Précipitation (mm)</b>	<b>humidité</b>	<b>Vent (m/s)</b>
Janvier	11.7	3.3	57	2.3
Février	12.3	18.3	57	2.6
Mars	16.5	18.6	46	1.9
Avril	22.4	0	38	2.1
Mai	28	1.6	22	2.2
Juin	31.2	0.3	29	2.2
Juillet	34.3	0	27	1.9
Aoute	34.2	3.8	34	2.2
Septembre	29.3	22.4	46	1.8
Octobre	23.5	34.6	53	1.7
Novembre	17.6	3.8	55	1.8
Décembre	12.2	0	63	1.7
<b>la somme ou moy annuelle</b>	<b>22.77</b>	<b>106.7</b>	<b>44</b>	<b>2.0</b>

**D- Etude des précipitations :**

Le terme « précipitations» englobe toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, que se soit sous forme liquide (pluie) ou sous forme solide (neige, grêle). Dans notre région d'étude, les précipitations sont faibles

La wilaya de Biskra est équipée d'un réseau pluviométrique de 07 postes gérés par l'Agence nationale des ressources, réparti assez uniformément à travers la wilaya: Biskra, Djemorah, M'Ziraa, FOUMELKHERZA, Daoucen, Sidi Okba et SidiKhaled. Les données pluviométriques recueillies au près des services de l'agence nationale des ressources hydrauliques ont permis de constater que le réseau pluviométrique est fonctionne là 77% notamment pour M'Ziraa et Daoucen. Signalons que la station de la ville de Biskra est représentative pour l'ensemble de la wilaya, notamment ce qui concerne les différents calculs de l'ETP, ETR et le bilan hydrique.

Ce qui suit est la quantité de précipitation au cours de l'année 2015, estimée à 106,7 mm, ce qui est une bonne quantité, si on la compare à l'année précédente, où elle a atteint 143,5 mm. Il faut noter que la plus grande quantité de précipitations que l'État a connue s'élevait à 294,1 mm en 2004

**Tab 2 : quantité de pluie précipitation au cours de l'année 2015 (<http://wilayabiskra.dz/>)**

mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	La somme
Précipitation(mm)	3,3	18,3	18,6	0	1,6	0,3	0	3,8	22,4	34	3,8	0	106,7

A titre de comparaison, nous prendrons les données de la station Biskra pour les 21 dernières années

**Tab 3: La quantité de précipitation au cours des 21 dernières années**  
(<http://wilayabiskra.dz/>)

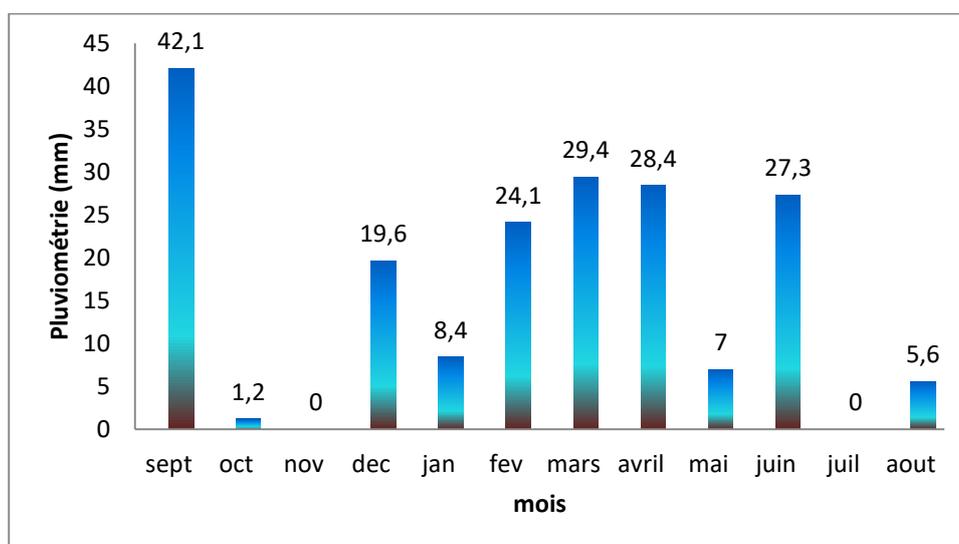
années	précipitation (mm)	années	précipitation (mm)
<b>1994</b>	<b>156</b>	<b>2005</b>	<b>58.8</b>
<b>1995</b>	<b>90</b>	<b>2006</b>	<b>173</b>
<b>1996</b>	<b>153</b>	<b>2007</b>	<b>98.8</b>
<b>1997</b>	<b>155</b>	<b>2008</b>	<b>118.4</b>
<b>1998</b>	<b>51</b>	<b>2009</b>	<b>139.8</b>
<b>1999</b>	<b>190</b>	<b>2010</b>	<b>185.5</b>
<b>2000</b>	<b>55</b>	<b>2011</b>	<b>282.3</b>
<b>2001</b>	<b>88.8</b>	<b>2012</b>	<b>54.5</b>
<b>2002</b>	<b>39.6</b>	<b>2013</b>	<b>143.5</b>
<b>2003</b>	<b>159</b>	<b>2014</b>	<b>45.3</b>
<b>2004</b>	<b>294.1</b>	<b>2015</b>	<b>106.7</b>

Les précipitations sont très faibles et irrégulièrement reparties dans le temps et dans l'espace, les précipitations moyennes annuelles La pluviométrie moyenne annuelle dans la région est faible mais les variations interannuelles sont très fortes

**Tab 4: Précipitations moyennes mensuelles (2009) :**

mois	sept	oct	nov	dec	jan	Fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	Moyenne annuelle
Pluviométrie (mm)	42,1	1,2	0	19,6	8,4	24,1	29,4	28,4	7	27,3	0	5,6	193,1

L'évolution des précipitations moyennes mensuelles de la station d'Ouled Djellal, pour différentes périodes (**Tab 4**) montre que les valeurs de précipitations maximales sont marquées principalement, en mois de Septembre avec un maximum de 42.1 mm, alors que le mois le plus sec est celui de novembre et juillet, avec une valeur enregistrée de 0 mm.



**Fig 6 : Histogramme de Précipitations moyennes mensuelles en mm**

- En règle générale les pluies sont d'intensité plutôt faible pour la région avec une moyenne annuelle de l'ordre de 193,1 %.

**Tab 5 : Les observations pluviométriques de ces deux stations sont (Direction hydraulique 2020) :**

Commune	Code station	H, m	P°, mm	Pj, mm	Exp clim, b	Cv	T obs, ans
Biskra	061406	124	134	25.6	0.19	0.60	50
Ouled Djellal	060901	196	118	24.8	0.18	0.62	50

**- Actuellement, la région de Doucen et SidiKhaled appartient à la wilaya d'Ouled Djellal**

L'historgramme (Fig.06) montre que les précipitations sont relativement importantes à partir du mois de septembre jusqu'au mois d'avril alors que le reste de l'année reste faible (particulièrement en juillet et août). Le graphe montre la même répartition mensuelle des précipitations pour les différentes stations.

La lame précipitée mensuelle moyenne varie entre 0,5 et 16mm et le total moyen annuel est autour de 114 mm.

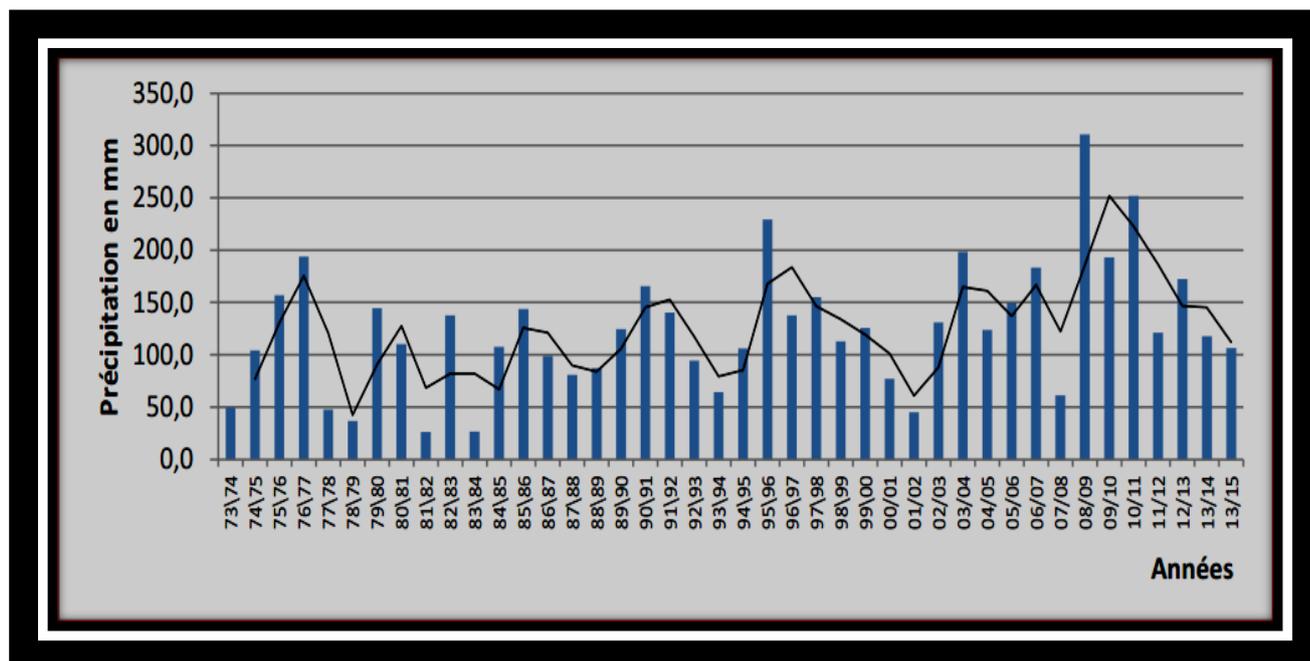


Fig. 7 : Variation interannuelle des précipitations à Biskra (1973-2015).(Source ANRH).

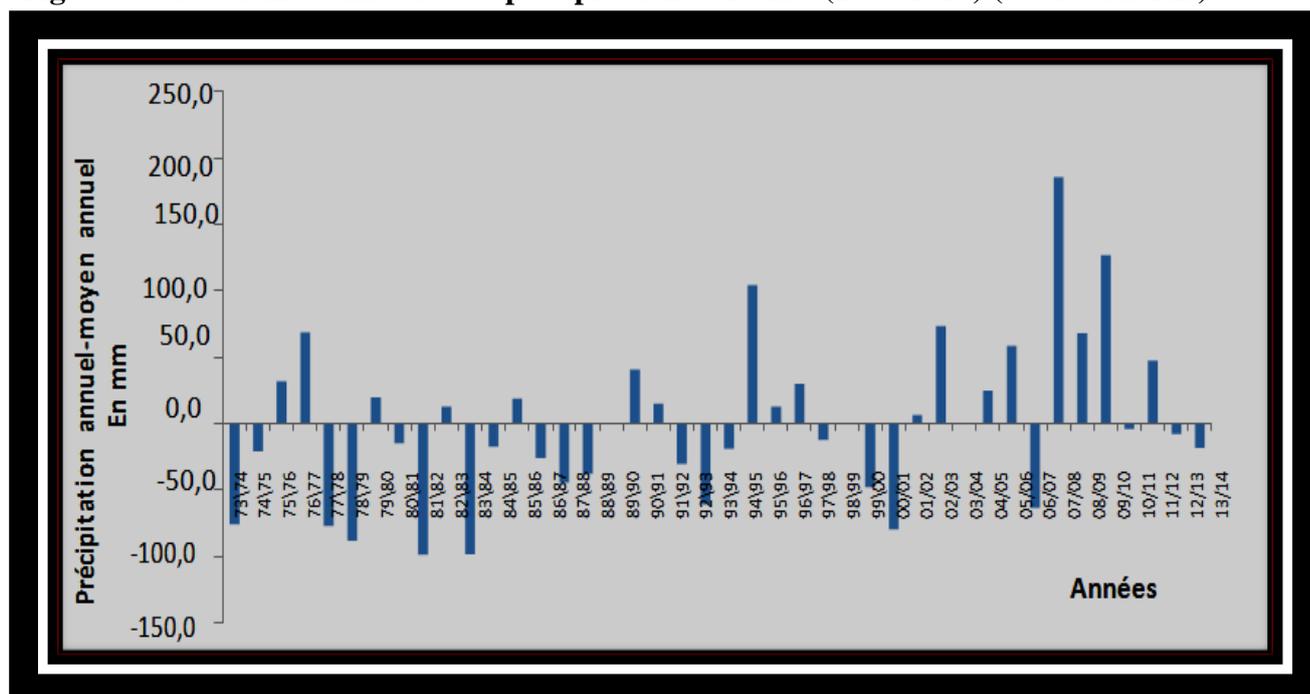
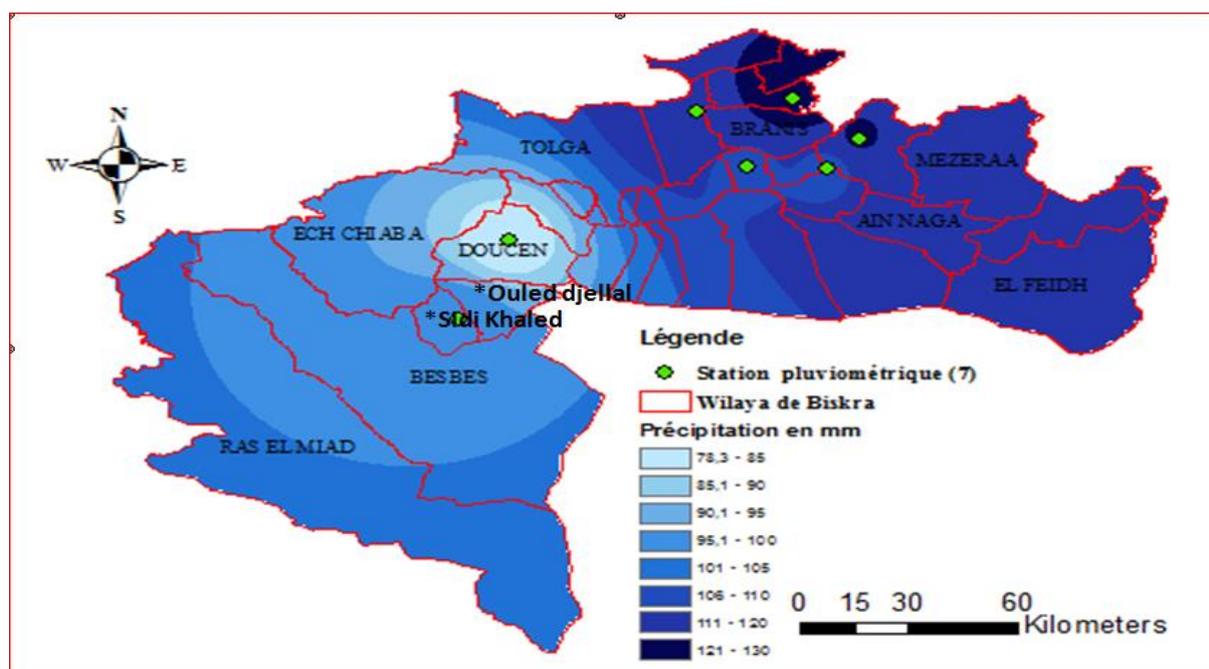


Fig. 8: Variation des années déficitaires et excédentaires à Biskra (1973-2015), (Source ANRH).

Les variations inter annuelles des précipitations de la station de Biskra montrent une irrégularité assez marquée (figure 7 et 9); ceci témoigne du caractère aride de la région. Les années par rapport à la moyenne sont nettement supérieures par rapport à celles excédentaires.



**Fig. 9: Carte des précipitations moyennes annuelles de la wilaya de Biskra (HELAL.F.2016)**

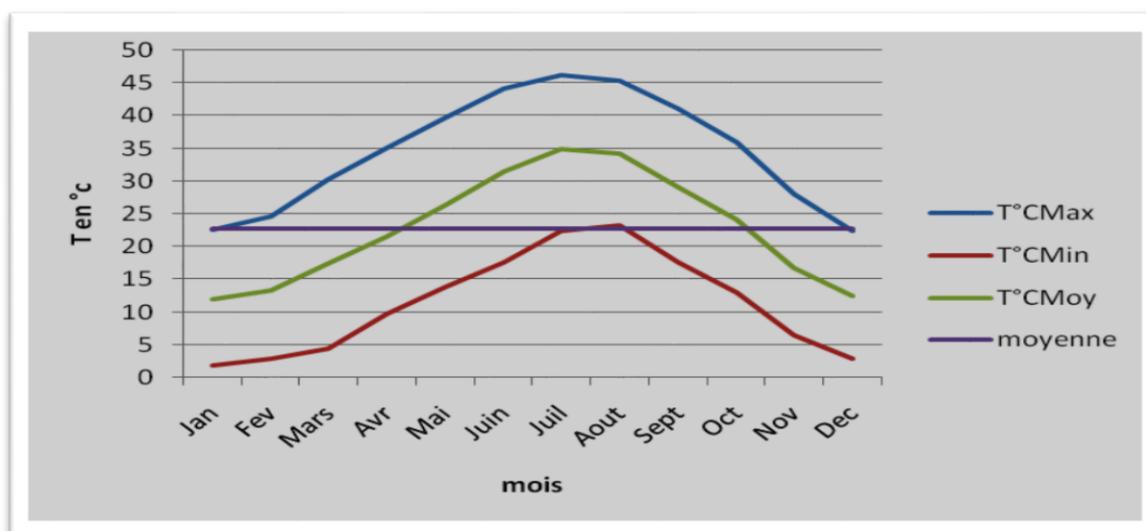
La pluviométrie annuelle est relativement faible et irrégulière sur l'ensemble de la wilaya, particulièrement le sud (Fig 9). En effet, la quantité annuelle de précipitations est généralement inférieure à 130 mm. Elle diminue du nord au sud autant que de l'Est à l'Ouest.

### E- Les températures:

Les températures moyennes annuelles et mensuelles par leurs variations influencent les phénomènes biologiques, tels que l'évaporation et la transpiration. Elles conditionnent le déficit ou l'excédent, elle est donc un paramètre déterminant dans le calcul du bilan hydrologique. Le tableau suivant (Tab 6) donne les valeurs des températures minimales, moyennes et maximales mensuelles observées à la station de Biskra, durant la période 2001- 2015 (ANRH)

**Tab 6: Températures minimales, moyennes et maximales mensuelles à la station de Biskra (2001-2015).**

	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Moy
T°CMax	22,59	24,7	30,33	35,2	39,69	44,23	46,21	45,42	41,15	35,9	28,1	22,5	34,7
T°CMin	1,84	2,86	4,39	9,79	13,9	17,64	22,43	23,34	17,69	13	6,52	2,79	11,4
T°C Moy	11,92	13,21	17,45	21,5	26,24	31,43	34,9	34,13	29,07	24,1	16,68	12,5	22,8



**Fig.10: Variation mensuelle des températures moyennes à la station de Biskra (2001-2015). (Source ONM)**

Le climat d'Ouled Djellal est : sec et chaud en été (température entre 35 et 45 °C le jour, et entre 25 et 35 °C la nuit), il est sec et froid en hiver (température entre 10 et 20 °C le jour, et entre -2 et 5 °C la nuit).

Le tableau ci-dessous récapitule les températures moyennes mensuelles, qui ont été reportées dans la figure 2-1.

**Tab 7: Moyenne Mensuelle des températures (2008) :**

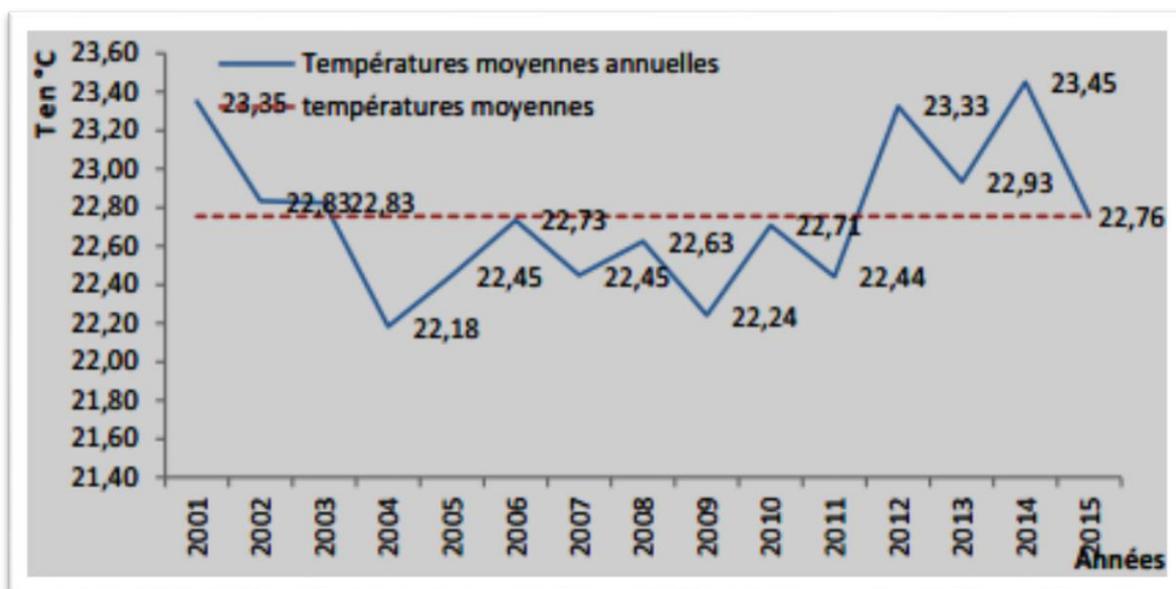
mois	jan	fév	mars	avril	mai	juin	juil	aout	sept	oct	nov	dec	Moyenne annuelle
T (C°)	12,1	13,7	17,8	22,5	26,5	30,7	36,1	34,4	29,4	22,3	15,2	10,8	25,3

On remarque que les températures estivales sont très élevées, avec des valeurs comprise entre 30 et 36°C. Le maximum est enregistré en Juillet.

Pour la température hivernale, elle varie entre 10 et 14°C et le mois de décembre est le plus froid. Ceci nous amène de dire que la région d'Ouled djellal a un Hiver doux et un Été très chaud (climat saharien).

26°C.

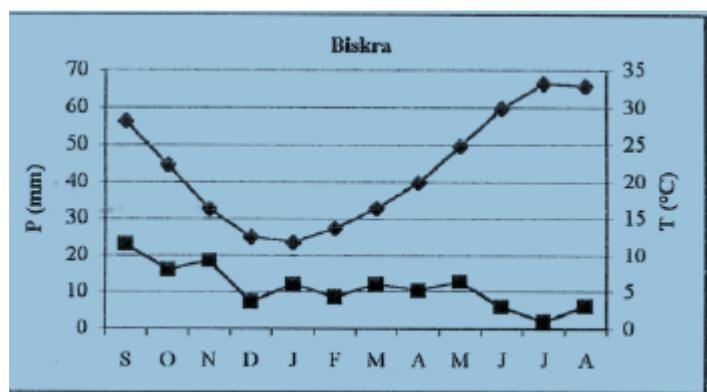
Le maximum de température est atteint au cours des mois de juillet et Août, il est au tour de 45° C à Biskra. La température minimum enregistrée est de 1.84°C à Biskra au mois de janvier. L'année est divisée, en deux saisons thermiques (Fig.11).



**Fig.11:Variation interannuelle des températures moyennes à la station de Biskra (2001à 2015). (ONM).**

La courbe des variations interannuelles des températures marque deux épisodes distincts où on remarque des valeurs nettement inférieures à la moyenne pendant le premier épisode. Durant le second (2011-2015),les valeurs sont supérieures à la moyenne traduisant ainsi un léger réchauffement de l’atmosphère (Fig.12). [39]

### Le diagramme Ombroterique de Gaussen



**Fig 12 : Diagrammes Ombrothermiques de la région d’Ouled Djellal au cours**

**F- Evaporation:**

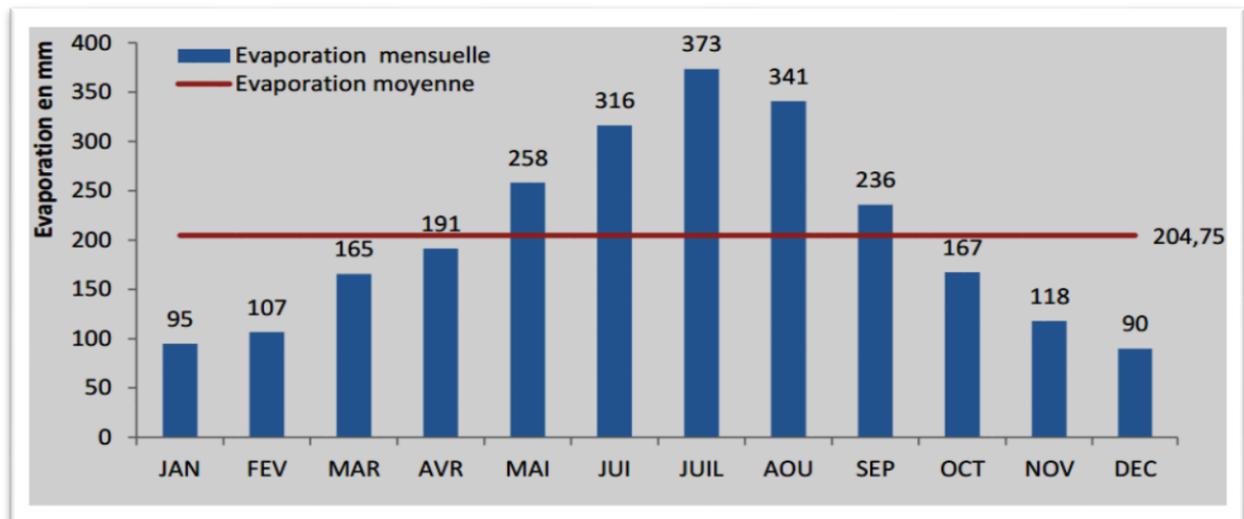
L'évaporation dans la région d'étude est très importante, elle s'accroît particulièrement durant la période de sirocco. La figure 13 indique, une forte évaporation en été, celle-ci provoque un besoin en eau maximum s'étalant du mois de mai jusqu'au mois de juillet (Tab 8). La période allant du mois de novembre jusqu'au mois de février correspond à une demande minimum en eau et correspond à la période de précipitations. Un pic d'évaporation est enregistré au mois de juillet avec 373 mm à la station de Biskra. La faible évaporation est enregistrée au mois de décembre, elle est de 89 mm. Signalons que le total annuel de l'évaporation est de 2457 mm.

De ce fait pour compenser ce besoin en eau, il sera nécessaire d'apporter de l'eau pendant la période estivale, de forme d'irrigation intense dans cette zone au cours de cette période.

Pour l'évaporation, la région est caractérisée par une très forte évaporation dépassant les 200 mm/an résultant d'une forte température, une faible hygrométrie et un vent dominant.

**Tab 8 : Valeurs de l'Évaporation mensuelle à la station de Biskra (2001-2011). (ONM)**

Années	JAN	FEB	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Total
2001/2011	94,7	107	165	191	258,1	316	373	341	236	167	118	89,8	2457



**Fig 13: Variation de l'évaporation moyenne mensuelle à la station de Biskra (2001-2011). (ONM).**

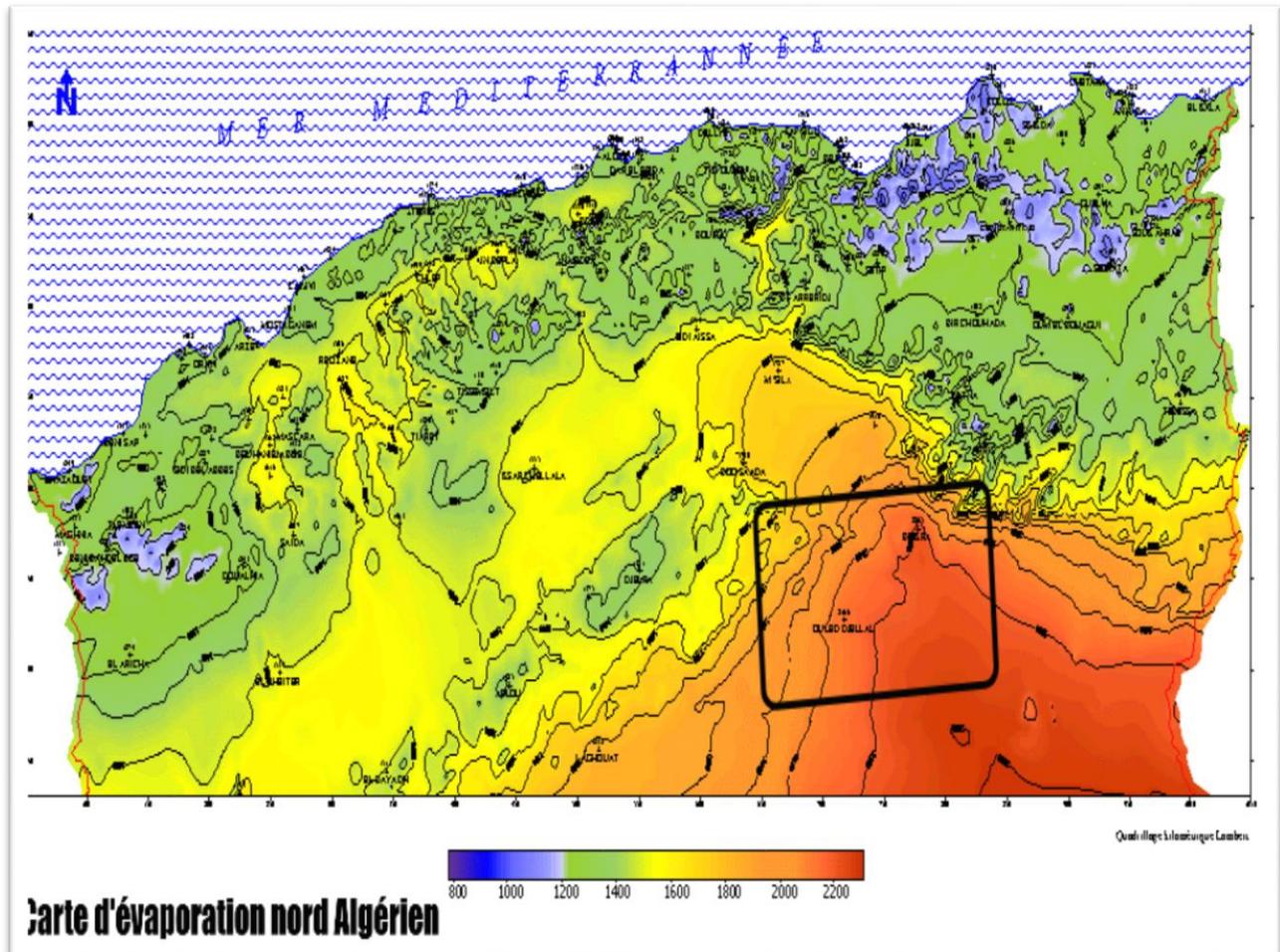


Fig 14 : Carte d'évaporation du nord Algérien. ([www.anrh.dz](http://www.anrh.dz))

### G- L'évapotranspiration:

L'évapotranspiration est déterminée par l'ensemble des processus d'évaporation (phénomène physique) et de transpiration (phénomène biologique). On distingue alors l'évapotranspiration potentielle (**ETP**) qui correspond à la quantité d'eau pouvant être restituée par la transpiration des végétaux et l'évaporation à partir du sol et l'évapotranspiration réelle (**ETR**) qui correspond à la quantité d'eau effectivement évaporée et transpirée.

#### G-1-L'évapotranspiration potentielle (ETP)

De nombreux auteurs ont établis des formules empiriques donnant une approximation de l'ETP à partir de paramètres climatiques facilement accessibles.

L'ETP se calcule par les deux formules suivantes :

- La formule de Thornthwaite.
- La formule de Serra.

**Tab 9:L'ETPc moyenne mensuelle calculée par la formule de Thornthwaite.**

Mois	T°c	i	ETP mm	k	ETPc en mm
Jan	11,92	3,73	14,01	0,88	12,33
Fev	13,21	4,35	18,75	0,85	15,94
Mar	17,45	6,64	41,38	1,03	42,62
Avr	21,49	9,09	74,69	1	74,69
Mai	26,24	12,3	131,75	1,2	158,1
Jun	31,43	16,17	219,89	1,2	263,87
Jui	34,9	18,95	296,15	1,22	361,3
Aout	34,13	18,32	278,04	1,16	322,53
Sep	29,07	14,37	176,28	1,03	181,57
Oct	24,07	10,8	103,06	0,07	7,21
Nov	16,68	6,2	36,38	0,87	31,65
Dec	12,46	3,98	15,89	0,86	13,67
	<b>22,75</b>	<b>124,9</b>	<b>1406,28</b>		<b>1485,48</b>

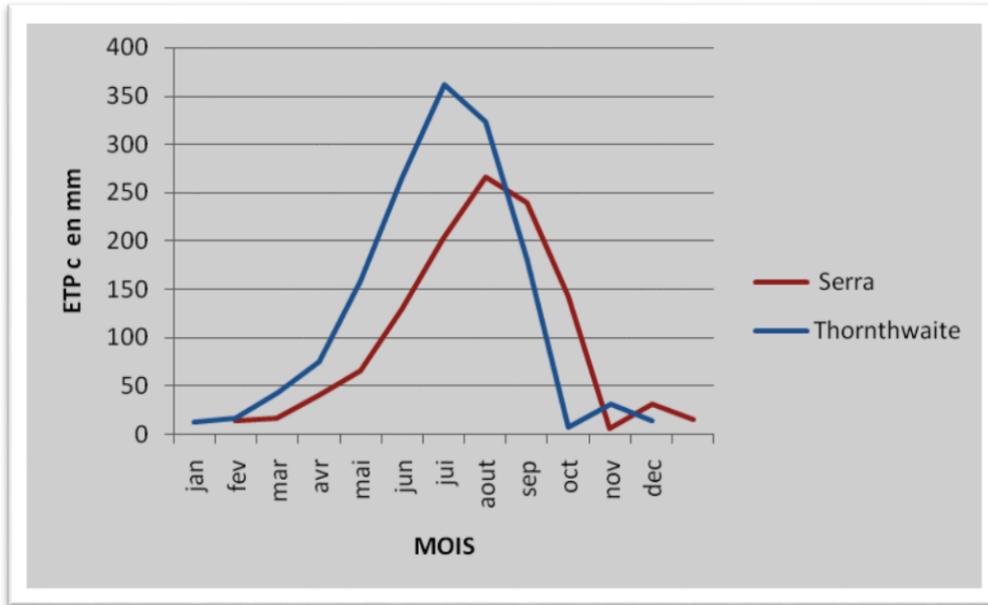
a

Les résultats des calculs de l'ETP mensuelle pour la station de Biskra (2001 -2015) répertoriés sur le tableau ci-dessus la valeur annuelle de l'ETP pour la station de Biskra est égale à environs 1406 mm/an. En introduisant le facteur K, qui change de valeurs selon le mois allant de 0.85 à 1.21, la valeur de l'ETP corrigée devient 1485 mm/an

**Tab.10: L'ETPc moyenne mensuelle, calculée par la formule de Serra**

mois	T°c	i	ETP mm	k	ETPc en mm
jan	11,92	3,7	15,54	0,88	13,67
fev	13,207	4,32	19,99	0,85	16,99
mar	17,453	6,56	39,7	1,03	40,89
avr	21,487	8,96	66,2	1	66,2
mai	26,24	12,1	108,24	1,2	129,89
jun	31,427	15,86	168,69	1,2	202,43
jui	34,9	18,56	218,32	1,22	266,35
aout	34,133	17,95	206,71	1,16	239,78
sep	29,073	14,11	139,3	1,03	143,47
oct	24,067	10,63	87,5	0,07	6,13
nov	16,68	6,13	35,51	0,87	30,89
dec	12,46	3,96	17,33	0,86	14,9
	<b>22,75</b>	<b>122,83</b>	<b>1123,03</b>		<b>1171,6</b>

Les valeurs de l'ETP mensuel selon cette formule figurent sur le Tableau ci-dessus (Tab 14). Nous obtenons un ETPc annuel de 1171mm/an pour la station de Biskra



**Fig 15:variation de l'ETP mensuelle selon la méthode de Thornthwaite et Serra.**

L'augmentation des valeurs de l'ETP au printemps et en été pourrait s'expliquer par la faiblesse des précipitations, qui s'accompagnent d'une élévation des températures conduisant à la baisse de l'humidité.

Nous remarquons quand les températures sont élevées et les précipitations rares (durant surtout les mois de l'été) un écart important entre les valeurs de l'ETP calculée par la méthode de Serra et de Thornthwaite (Fig.13).En revanche, on remarque durant le mois de septembre au mois d'avril que les valeurs de l'ETP sont presque identiques pour les deux méthodes. Quel que soit la méthode de calcul de l'ETP, cette dernière est largement supérieure aux précipitations enregistrées à la station de Biskra, qui est traduit par un déficit important.

### **G-2- L'évapotranspiration réelle (ETR)**

Le calcul de l'ETR peut se faire à partir de plusieurs formules. On utilise la formule de Turc et le bilan hydrique de Thornthwaite.

Les résultats obtenus montrent que le bilan est totalement déficitaire au niveau de la région de Biskra à cause des fortes températures et l'importance de l'évapotranspiration (Tab.15). Les précipitations annuelles à Biskra sont de l'ordre de 127,9 mm/an. Nous constatons que durant toute l'année, exceptée le mois de Janvier, les ETPc sont supérieures aux précipitations. Le déficit agricole annuel (DA) est de l'ordre de 1070,3mm, atteignant son maximum au mois de juillet (Fig.16). La reconstitution du stock s'observe au mois de janvier avec une RFU=4.3 mm.

Tab.11 : Bilan hydrique de Thorntwaite à la station de Biskra (1974-2015).

	Tp	IT	CL	ETP	Pr	BH	CH	VR	RFU=50	ETR	Def	Exc
Sep	29,07	14,4	1,03	136,1	13,54	-123	-0,9	0	0	13,5	122,5	0
Oct	24,07	10,8	0,97	79,9	12,86	-67	-0,8	0	0	12,9	67	0
Nov	16,68	6,2	0,86	28,3	15,3	-13	-0,5	0	0	15,3	13	0
Dec	12,46	4	0,81	12,9	9,732	-3,2	-0,2	0	0	9,7	3,2	0
Jan	11,92	3,7	0,87	12,4	16,66	4,3	0,3	4,3	4,3	12,4	0	0
Fev	13,21	4,4	0,85	15,6	9,171	-6,5	-0,4	-4,3	0	9,2	2,2	0
Mar	17,45	6,6	1,03	38	15,42	-22,6	-0,6	0	0	15,4	22,6	0
Avr	21,49	9,1	1,1	68,3	14,64	-53,6	-0,8	0	0	14,6	53,6	0
Mai	26,24	12,3	1,21	123,7	11,07	-113	-0,9	0	0	11,1	112,6	0
Juin	31,43	16,2	1,22	195,7	5,45	-190	-1	0	0	5,5	190,3	0
Juill	34,9	18,9	1,24	258,5	0,483	-258	-1	0	0	0,5	258	0
Aout	34,13	18,3	1,16	228,8	3,568	-225	-1	0	0	3,6	225,2	0
Annuel	22,8	124,9		1198	127,9	-				123,6	1070	0

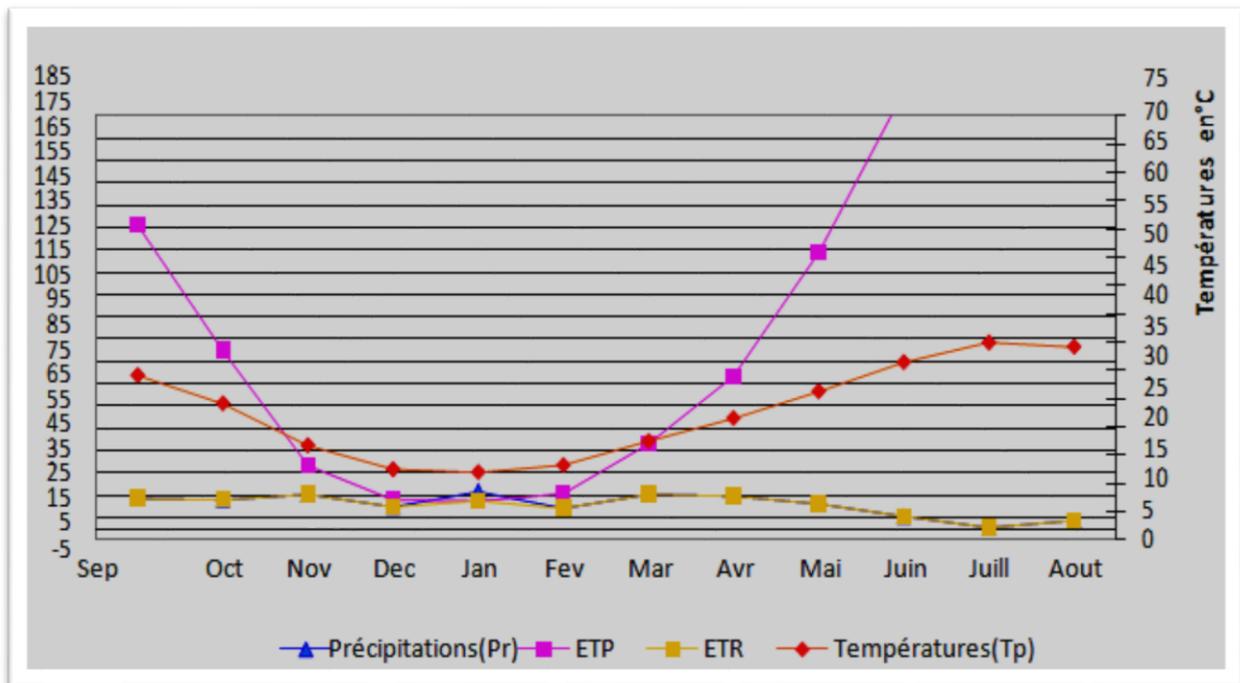


Fig 16:moyenne pluriannuelle des éléments climatiques.

**Tab.12 : Synthèse de l'évapotranspiration**

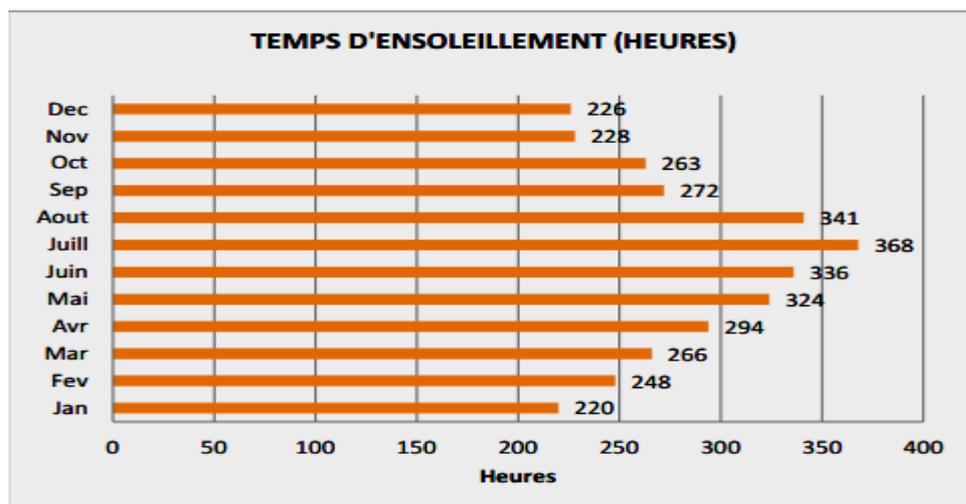
Méthode	ETP &ETR	Valeur
SERRA	ETP	1171,60 mm
THORNTHWAITE	ETP	1485,48 mm
TURC	ETR	134,80 mm
THORNTHWAITE	ETR	123,6 mm

On remarque dans ce diagramme le mois de juillet est plus chaud et seiche presque nulle la précipitation

**H-Ensoleillement :**

L'histogramme de temps d'ensoleillement fait remarquer une croissance presque linéaire du nombre d'heures de soleil de Janvier à Juillet (fig 17).

- Le nombre d'heures moyens d'ensoleillement par jour est de 9.28 heures.
- La valeur maximale est enregistrée au cours du mois de Juillet (12 h/jour).
- la valeur minimale est enregistrée au du mois de Janvier (7h/jour)



**Fig 17 : Temps d'ensoleillement (ANAT, 2003).**

**I-6- Le activité de la région d'Ouled Djellal**

**I-6-1- L'agriculture :**

Historiquement et a cause des conditions favorables : abondance de l'eau, proximité d'Oued Djedi, richesse du sol, des milliers de palmiers ont été planté le long de l'oued formant ainsi une sorte de croissant vert. L'agriculture était l'activité principale de toute la population des Ouled Djellal. On y cultivait toutes sortes de dattes, des légumes, des fruits. Parmi eux les abricots locaux étaient très appréciés. De petits de calibre ils étaient très sucrés avec une saveur unique. Presque

tous les abricotiers ont disparu du fait d'une sécheresse qui a tout ravagé. [https://jeanyvesthorrignac.fr/wa\\_files/INFO\\_20\\_20425\\_20OULED\\_20DJELLAL.pdf](https://jeanyvesthorrignac.fr/wa_files/INFO_20_20425_20OULED_20DJELLAL.pdf)

### **I-5-2- L'élevage :**

Ouled Djellal est une des régions reconnue pour l'élevage du mouton. La race " Ouled-Djellal" est devenue une "A.O.C" (Appellation d'origine contrôlée). Non seulement ce mouton est beau et fort mais il s'adapte aux conditions de vie imposées. Sa viande est la plus délicieuse de toutes les viandes de moutons. La race "Ouled Djellal" : C'est la race blanche, la plus intéressante par ses aptitudes tant physiques que productives. L'agneau de cette race pèse à la naissance 3 kg 500 g et à 5 mois 30 kg.

### **Conclusion :**

Le climat d'Ouled Djellal est caractérisé par une aridité marquée par un manque de précipitations et un rayonnement solaire excessif et un pouvoir évaporant très élevé. Toute fois, la région constitue un carrefour d'échanges économique, culturel et social grâce à sa position géographique et ses richesses naturelles.

Au cours de ces dernières décennies, l'Etat a mis en place des politiques agricoles incitatives qui a permis de connaître une mutation spectaculaire qui se caractérise par une activité agricole diversifiée.

La situation géographique d'Ouled Djellal entre le Tell et le Sahara offre à la région, sur le plan hydrique, l'avantage des eaux superficielles du Nord et des eaux souterraines du Sahara septentrional. Cependant, les réserves souterraines représentent le potentiel hydrique le plus important de la région.

Mais malheureusement dans la nappe souterraine d'Ouled Djellal connaît un rabattement considérable et les eaux de surface en tendance dans se climat a s'évaporer, en plus d'une irrégularité des précipitations qui sont sous forme de crue 3 à 4 fois par an. Ajoutant à cela la topographie du profil de l'Oued Djedi qui fait qu'il a une vitesse d'écoulement élevé donc cela minimise les infiltrations vers la nappe souterraine de cette région.

Avec ces conditions la construction d'ouvrage hydraulique pour la régularisation et l'emmagasinement des eaux de l'Oued Djedi est une nécessité. Et pour les ouvrage existants il faut un entretien ou une réhabilitation.

**CHAPITRE II :**  
**ETUDE HYDROLOGIE**

### II-1-Introduction :

L'étude hydrologique a pour objectif d'étudier statistiquement les précipitations maximales journalières afin d'estimer le débit maximales probable de projet et les précipitations total annuel qui vont nous permettre la détermination des écoulements liquide et solide.

D'autre part, La régularisation de l'écoulement a pour objectif la détermination de la capacité optimum de la retenue ainsi que le niveau correspondant qui permettent de rendre réguliers les débits de l'Oued Djedi, ce dernier permettra de satisfaire les besoins d'irrigation et l'élevage et même pour l'alimentation en eau potable avec le moindre risque de défaillance possible. Par contre l'étude de laminage consiste à déterminer la côte maximale atteinte par le plan d'eau, ainsi que le dimensionnement optimum de l'évacuateur de crue en fonction des hauteurs laminées sans affecter la sécurité globale du barrage.

Hydrologiquement la région d'Ouled Djellal appartient au sous bassin versant de l'Oued Djedi qui se trouve dans le grand bassin versant 6 de chott Melghir.

### II-2- Le bassin versant de chott Melghir :

Ce grand bassin versant couvre une superficie de 68 750 km<sup>2</sup>, soit 3,4% de la surface du bassin saharien, il s'étend entre les chaînes de l'Atlas saharien (Aurès, Nememcha et les monts de Batna) au Nord, jusqu'à la dépression du Sahara septentrional. L'endoréisme est le caractère principal du bassin. Ce dernier compte trente (30) sous bassins, il est drainé par un chevelu hydrographique d'une longueur de 37 822 km d'oueds, coulant vers les zones de dépression, et dont le plus important est celui de Chott Melghir. Les principaux Oueds sont ceux qui drainent les versants sud des Aurès : Oued El Haï (140 km), Oued El Abiod (152 km), Oued el Arab (170 km) et l'Oued Djedi (500 km) qui reçoit les eaux de la partie occidentale du Djebel Amour en avant de la ville de Laghouat et traverse toute la région située à l'ouest du méridien de Biskra (**Lahllali .A(2019),Dubief, 1953 in Chabour, 2006**).Le niveau de base de tous les Oueds du versant Sud de l'Aurès est de -36m ; ils ne l'atteignent qu'à l'occasion de leurs plus grandes crues.

L'Oued M'zi né dans le Djebel Amour, il descend en direction de Laghouat. Au delà de la zone d'épandage située immédiatement à l'aval de Ksar El Hirane, il prend le nom d'Oued Djedi qu'il conservera jusqu'à son débouché sans le Chott Melghir. Il occupe une surface de 6153 Km<sup>2</sup> et un périmètre de 390 Kms.

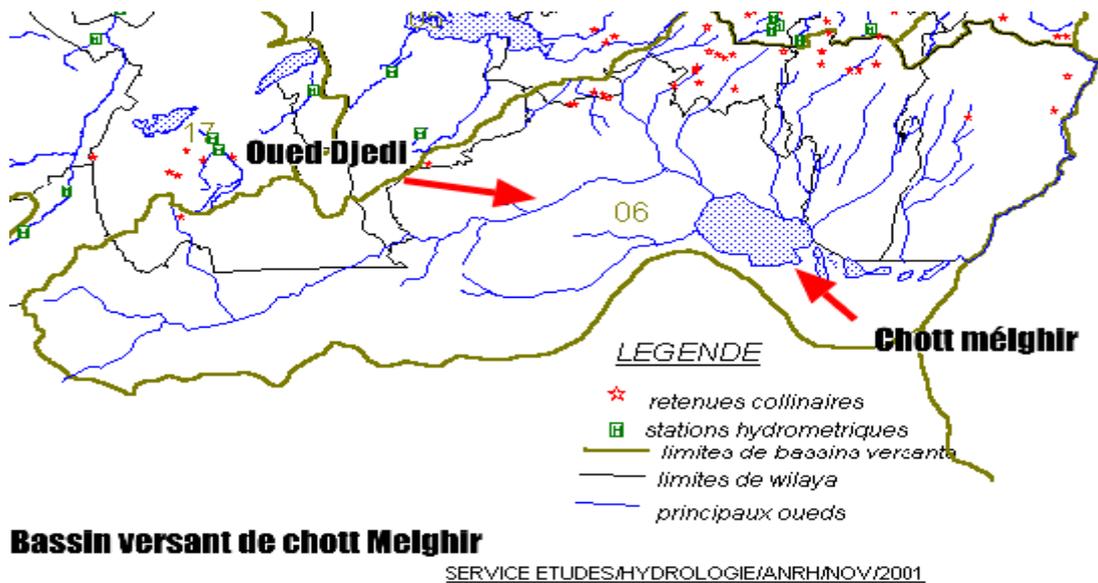


Fig 18: Le bassin versant chott Melghir ([www.anrh.dz](http://www.anrh.dz))

Oued Djedi se débouche dans le Chott Melghir au sud de Biskra après un parcours de 450 kms formant ainsi un système endoréique typique des régions arides et semi-aride (F Soliel Havoup 1974. Aissaoui A et Messaoudi N, (2014/2015). Sachant que le Chott Melghir se situe dans des régions sahariennes arides et hyperarides dans le point le plus bas du Sahara Algérienne (-35m d'altitude).

En bordure du Chott, la nappe phréatique est généralement située entre 40 et 50 cm de la surface, plus en aval, elle peut être en surface. Des croûtes de sel de 5 à 10 cm d'épaisseur sont recouvertes par endroit de plaques d'eau de 1 à 2 cm.( OULHACI. 2016).

Selon Mebarki 2005 et Oualhaci 2016 ; tous les Oueds du versant saharien se réunissent dans le bassin du chott Melghir. Ceux de l'ouest ont pour canal collecteur l'Oued Djedi, qui reçoit en amont de Laghouat les eaux de la partie occidentale du Djebel-Amour.

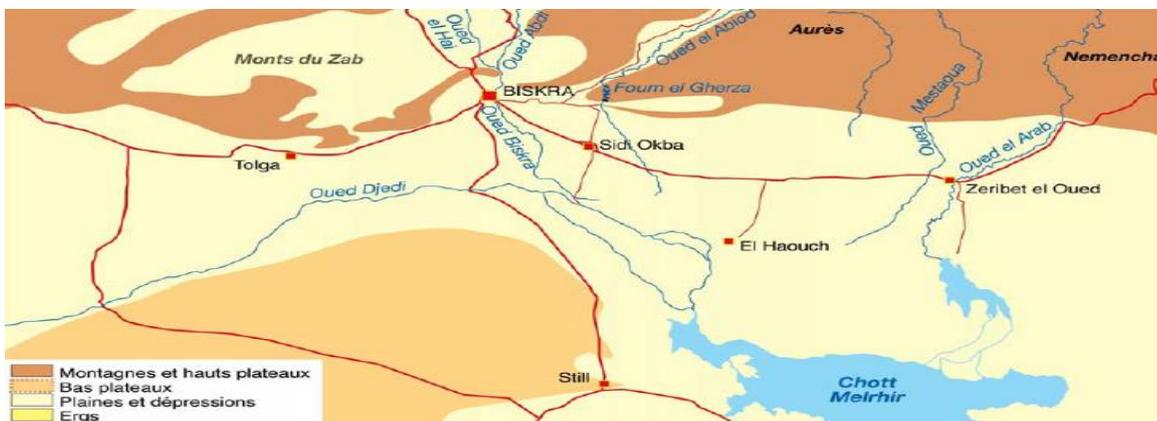


Fig 19 : Bassin versant de chott Melghir et de l'Oued Djedi (établie d'après Dubief J., 1953 in MEBARKI, 2005)

### Les oueds descendant de l'Atlas saharien

Les oueds qui fournissent les volumes d'eau les plus importants proviennent de l'Atlas saharien s.l. depuis les Monts des Ksour, à l'ouest, jusqu'aux Nememcha. Ce sont principalement les Aurès (2326 m) qui alimentent les principaux cours d'eau. Les débits de ces oueds restent mal connus, d'autant que selon l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) de Biskra, les stations hydrométriques sont en panne

La longue vallée de l'oued Djedi limite au sud les accidents montagneux de la chaîne saharienne; elle se termine dans le chott Melghir, à l'extrémité du grand bassin que l'on a appelé le bassin de la mer intérieure de l'Algérie.

**Historiquement** ; il fut un temps où ces régions, désolées aujourd'hui, étaient abondamment arrosées; l'oued Djedi était un grand fleuve qui coulait à pleins bords, emplissant une large vallée dont on voit encore les berges érodées par les eaux. Ses tributaires étaient nombreux et puissants. Les grands pachydermes habitaient ses rives. On peut croire même que l'homme a vécu dans cette région à une époque antérieure à toute histoire et qui coïncide peut être avec la période de la grande extension des glaciers des Alpes. Aujourd'hui, l'oued Djedi n'a d'un fleuve que le nom; ses eaux affleurent parfois lorsque le sous-sol est imperméable, mais, la plupart du temps, elles disparaissent sous les sables et la région que parcourent ses affluents a reçu le nom expressif de Bled el-Atoch (le pays de la soif).

### II-3- Bassin versant de l'oued Djedi :

Le bassin versant de l'oued Djedi couvre une superficie de 24200 Km<sup>2</sup>. C'est le cours d'eau le plus important du bassin versant (Fig. 20). Il traverse toute la région située à l'ouest du méridien de Biskra et se jette dans le Chott Melghir. Il est orienté Ouest – Est, mais au cours de son trajet, il subit des déviations locales et c'est ainsi qu'au niveau de Sidi Khaled il bifurque au Nord pour reprendre sa direction initiale qu'au niveau de Lioua.

L'oued Djedi peut être considéré comme le collecteur de la vaste gouttière qui s'étend sur plus de 500 km au pied de l'Atlas saharien (**Dubief, 1953**). Elle est assez fortement inclinée (2 pour mille) vers l'ENE. (Fig. 21), partant de Rass Echaab, à 969 mètres d'altitude, au chott Melghir, à 16 une vingtaine de mètres au dessus du niveau de la mer. L'origine de l'Oued Djedi se situe à la confluence des deux oueds : M'zi et Messad. Sur son passage, il reçoit plusieurs oueds provenant du flanc sud de l'Atlas saharien. Les crues les plus fortes arrivent jusqu'au Chott, les autres sont

ralenties et s'évaporent ou s'infiltrant dans les plaines et les oasis. Les principaux affluents sont pour la partie occidentale :

- l'oued M'zi qui prend naissance à une altitude de 1400 m.
- l'oued Messad qui prend naissance à une altitude de 1000 m.
- l'oued Merguel et l'oued Moudjbara qui prennent naissance à une altitude d'environ 1400 mètres et se rejoignent pour former l'oued Demmed.

Plus à l'Est les affluents deviennent moins importants, leurs origines étant à une altitude bien moins élevée et leurs bassins beaucoup plus restreints :

- l'Oued Kharsa dont le réseau prend naissance dans les monts du Zab recoupe les massifs de Groun El Kebch et Hamara. Il est relayé dans la plaine par l'oued Doucen qui rejoint à son tour l'oued Djedi au sud de Lioua. (CHABOUR. N, 2006).

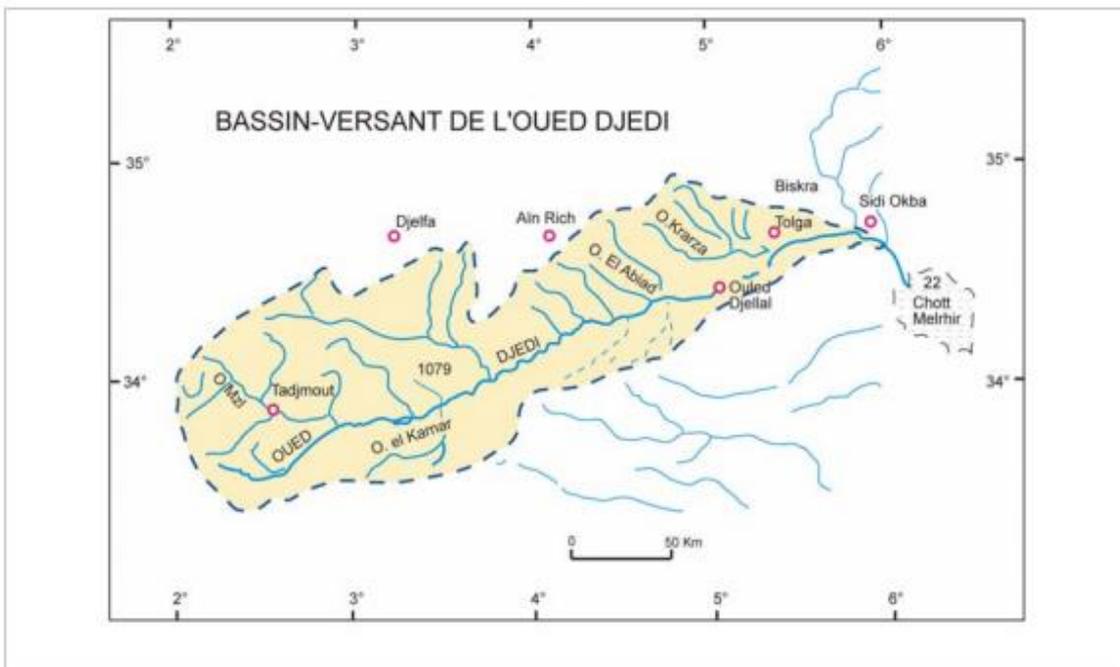


Fig 20 : Bassin versant de Oued Djedi (établie d'après Dubief J., 1953 in MEBARKI, 2005)

### II-3-1- Caractéristiques géométriques du bassin versant :

Les résultats obtenus sur l'Oued Djedi sont pour le bassin versant total sont les suivants :

Surface :  $A = 8400 \text{ km}^2$ .

Périmètre :  $p = 950 \text{ km}$ .

Les paramètres de forme

L'indice de compacité de Gravelleuse ( $K_G$ ): nous renseigne sur la forme du bassin et donc sur la vitresse de

concertation des eaux à l'exutoire.

Il s'exprime par le rapport entre le périmètre du bassin, à celui d'un cercle de même surface

$$K_G = \frac{\text{perimètre (p)}}{2 \times \sqrt{\pi \times \text{surface (s)}}} = 0,28 \times \frac{p}{\sqrt{s}}$$

$K_G$ : indice de compacité de Graveleuse.

P: périmètre du bassin versant (km)

A : surface du bassin versant (km<sup>2</sup>)

$K_C = 1,5$  .le bassin versant de l'Oued Djedi est donc de forme allongé.

Dimension du rectangle équivalent: L. Roche(1962) compare le bassin versant à un rectangle de même superficie et même indice de compacité.

La longueur et la largeur du rectangle de Roche, sont calculées à l'aide des formules suivantes :

$$L = \frac{1}{2} \cdot K_G \cdot \sqrt{\pi \cdot A} \cdot \left( 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{2}{\sqrt{\pi} \cdot K_G} \right)^2} \right) \text{ avec } K_G \geq \frac{2}{\sqrt{\pi}}$$

$$l = \frac{1}{2} \cdot K_G \cdot \sqrt{\pi \cdot A} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2}{\sqrt{\pi} \cdot K_G} \right)^2} \right) \text{ avec } K_G \geq \frac{2}{\sqrt{\pi}}$$

L: longueur du bassin versant en (km)

l : largeur du bassin versant en (km) A : surface du bassin versant (km<sup>2</sup>)

$K_G$  : indice de compacité de Graveleuse

Les valeurs obtenues pour le bassin de l'Oued Djedi sont:

Longueur : L=305 km.

Largeur : l=110 km

- La configuration du bassin versant d'oued djedi ressemble à un rectangle étendu en

sens de latitude. La variation de sa largeur le long de l'Oued est insignifiante (LB.V = 3B)

**Tab 13. Les différents indices calculés de bassin versant d'oued djedi (Boutouga F, 2016) :**

bassin versant	$K_c$	$R_f$	$R_c$
Oued Djedi	2.23	0.18	0.19

On remarque que les sous bassins versants de l'Oued Djedi dans la région d'Ouled Djellal ont un indice de compacité supérieur à 1, ce qui montre leurs formes allongées

Tab 14 : Longueur et débit des principale Oued (Ben hamida et Fedal, 2008)

Oued/	Longueur (km)	Apport Interannuel (m <sup>3</sup> /ans)
Oued djedi	380	32.70

### II-3-2- Le profil du sous bassin versant de l'Oued Djedi :

Selon le profil de l'Oued Djedi en remarque qu'il y a une pente très importante entre la région de l'Ouled Djellal et l'exutoire de chott Melghir ce qui explique la réduction de temps de concentration des eaux de pluies dans la zone d'étude et par conséquent l'alimentation de la nappe souterrain par les eaux de pluies diminue d'une année à l'autre surtout avec une surexploitation via les forages et les puits implanté à Ouled Djellal et Sidi Khaled en amont.

Il faut donc éviter la perte des quantités d'eau de pluie par évaporation dans chott Melghir en envisageant la construction d'un barrage souterrain dans la région d'Ouled Djellal.

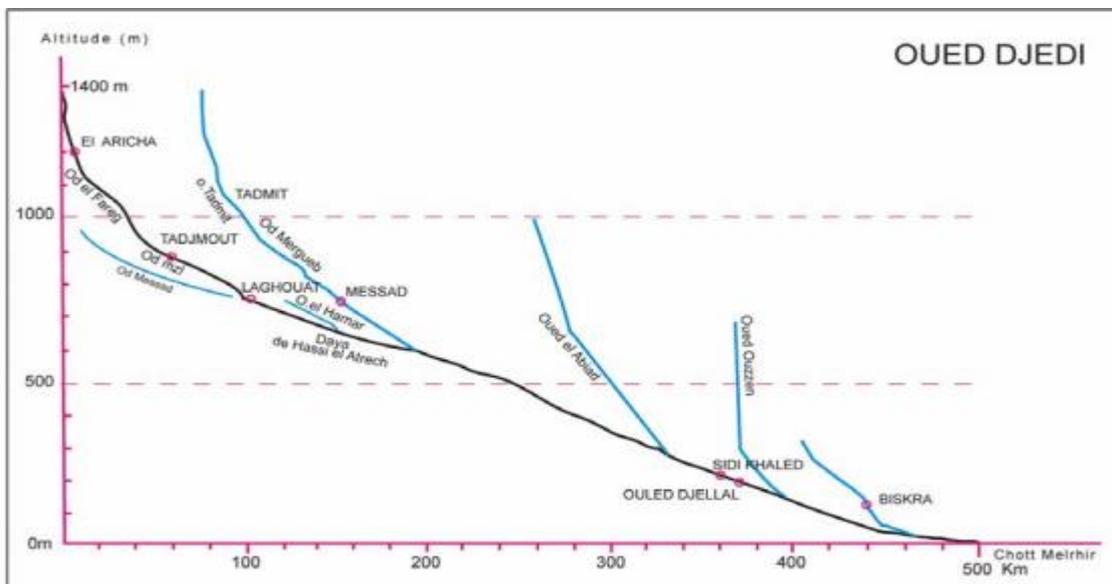


Fig 21 : Le profil du bassin versant de l'Oued Djedi (Établie d'après Dubief J., 1953 in MEBARKI, 2005)

La pente de l'Oued Djedi est estimé entre 4%et5%, Selon (OULD BABA SY, 2005) ; entre Laghouat (Altitude : 752 m) et Ouled Djellal (Altitude : 156m) l'oued Djedi reçoit une quinzaine d'affluents sur sa rive gauche et finit son parcours après 500 m dans le chott Melghir (Altitude : - 26 m) (BRL, 1998a). Ce qui explique l'écoulement torrentiel en période de crue.

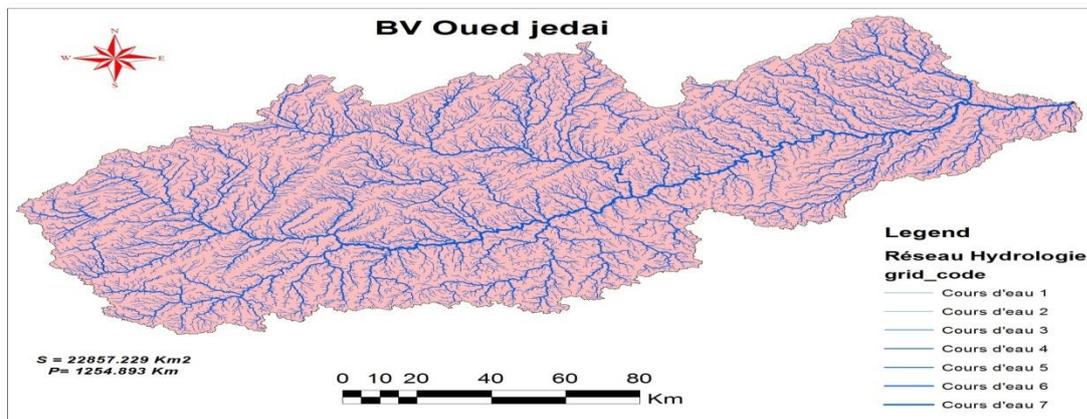


**Photo n°1 : Les crues de l'Oued Djedi avril 2020, ( LOUGHRAICH, Y, 2020)**

Les bordures du lit mineur de l'Oued Djedi forment une (terrasse) sablo- limoneuse élevée de 0,5à 1msur laquelle est installée la plus grande partie des exploitations agricoles.

La plaine est une zone de transition entre le piémont des chaînes atlasiques et le Chott. Les dépôts grossiers sont à localiser au pied des montagnes et passent à des dépôts fins argilo sableux vers l'aval. La plaine est découpée par le réseau hydrographique de l'oued Djedi et ses affluents. Le Chott Melghir constitue le collecteur des eaux superficielles.

**-Le réseau hydrographique de l'Oued Djedi :**



**Fig 22 : Réseau hydrographique de l'Oued Djedi,( LOUGHRAICH, Y, 2020)**

**II-3-3-Les affluents de oued djedi :**

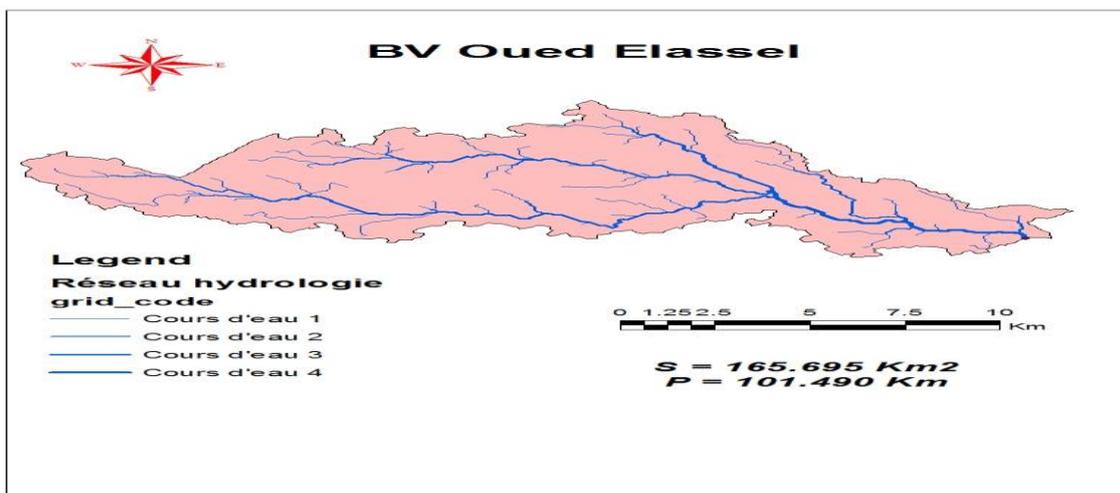
Oued Djedi avec ses six (6) affluents. C'est le cours d'eau le plus important et le plus considérable des cours d'eau sahariens, qui descend des sommets du djebel-amour et tourne à l'Est pour longer le pied de l'atlas Saharien - l'oued Bou Doukan et l'oued Hallail viennent des monts des Nememcha et se perdent dans les chotts ou bas-fonds qui prolongent, à l'est, le chott Melghir ,Oued Rhir, Oued M'ZI, et enfin, l'oued I tel qui nait en plein désert

Les plus importants effluents de l'Oued Djedi à l'intérieur de la région d'Ouled Djellal sont par exemple : Oued Elassel, Oued Traifia, Oued Abiod, Oued Deifel

### 1- Oued Elassel:

Petit affluent de l'oued DJEDI. Qui se localise à son Nord (voire figure n°23), il y a une piste conduit à HASSI CIDA (10 km Ouest d'Ouled Djellal) ; il a un débit d'environ 29 l/s.

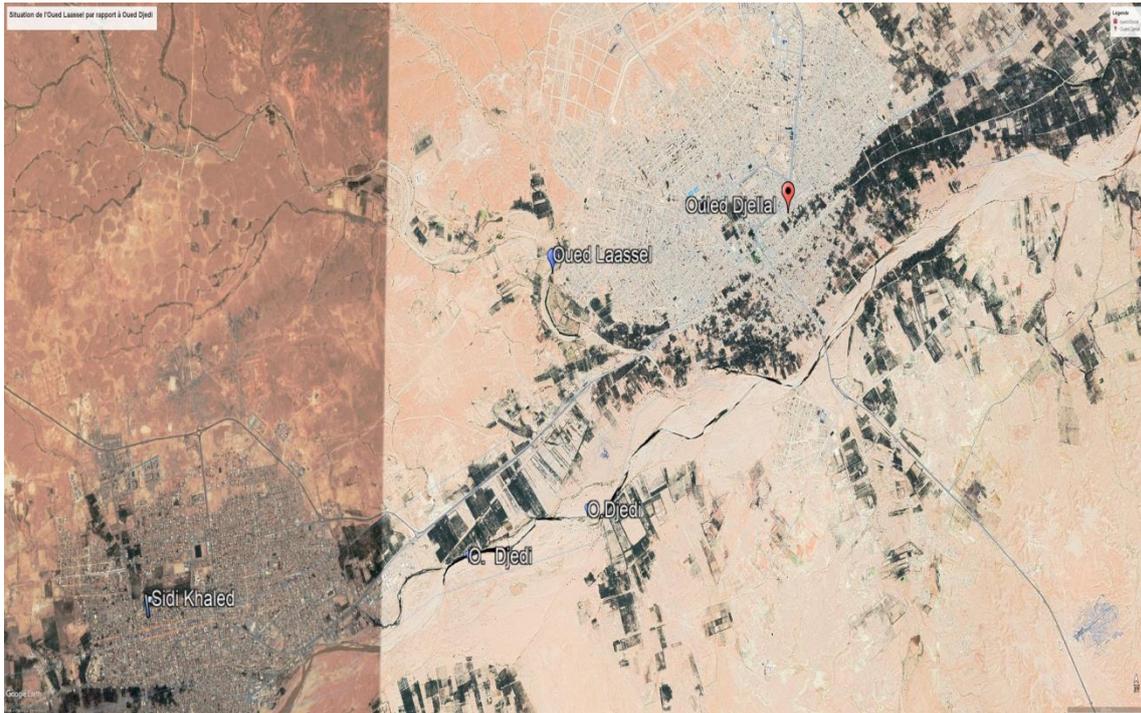
Cet oued est important pour l'agriculture de la région d'Ouled Djellal et l'alimentation de sa nappe souterraine via l'Oued Djedi ; un ouvrage hydraulique est implanté dans cette région appelé **Sed Oued Elassel** (voire Photo n°2)



**Fig 23 : Réseau hydrographique du bassin versant de l'Oued Elassel,( LOUGHRAICH, Y, 2020)**

Les coordonnées :

34° 25' 37" Nord et 5° 01' 54" Est Z=201 m



**Fig 24 : Emplacement de l'Oued Elassel par rapport à Oued Djedi.  
(Google Earth 2020)**



**Photo n°2 : Sed Oued eLassel , en crue, (LAHLALI. A, 2019)**



**Photo n°3 :Oued Elassel ,(LOUGHRAICHI. Y, 2020)**



Photo n° 4: Sed Oued Elassel. (LOUGHRAICHI. Y. 2020)

## 2-Oued Deifel :

Cet Oued se trouve au Nord de L'Oued Djedi voire l'emplacement du Deifel (figure n°5) ; il possède le plus important débit qui est de 32 l/s par rapport à Oued Traifia et Oued Elassel qui se trouve tout les trois dans la région d'Ouled Djellal. Il est à noter que l'Oued Abiod à un débit de 40 l/s mais il se trouve dans la région de Sidi Khaled.

A cause des quantités d'eaux véhiculé par cet oued surtout en période de crus ; l'emplacement d'un ouvrage hydraulique est une nécessité pour régulariser l'écoulement de ce cours d'eau.

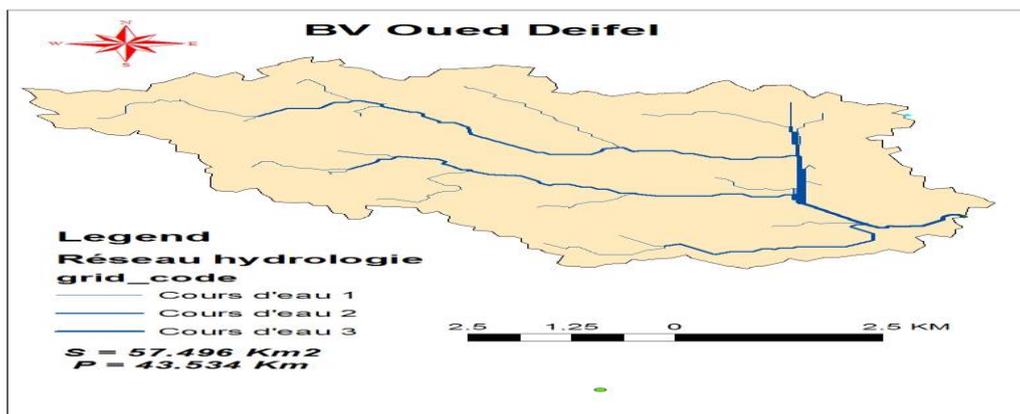
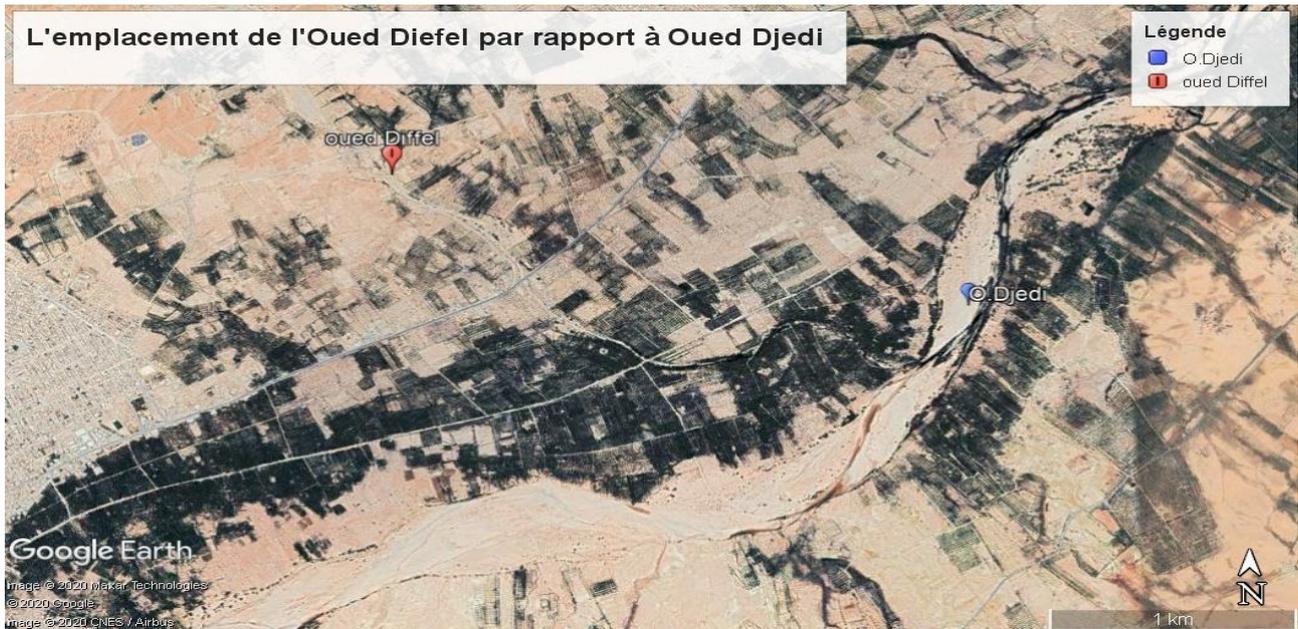


Figure n°25: Le réseau hydrographique du bassin versant Oued Deifel,( LOUGHRAICHI, Y, 2020)

Les coordonnées : 34° 27' 35" Nord et 5° 04' 22" Est Z= 193 m



**Fig n° 26 : L'emplacement de l'Oued Deifel par rapport à Oued Djedi.  
(Google Earth 2020)**



**Photo n°5 : Oued Deifel ,(LOUGHRAICHL.Y, 11/05/2020)**

**a**

**b**



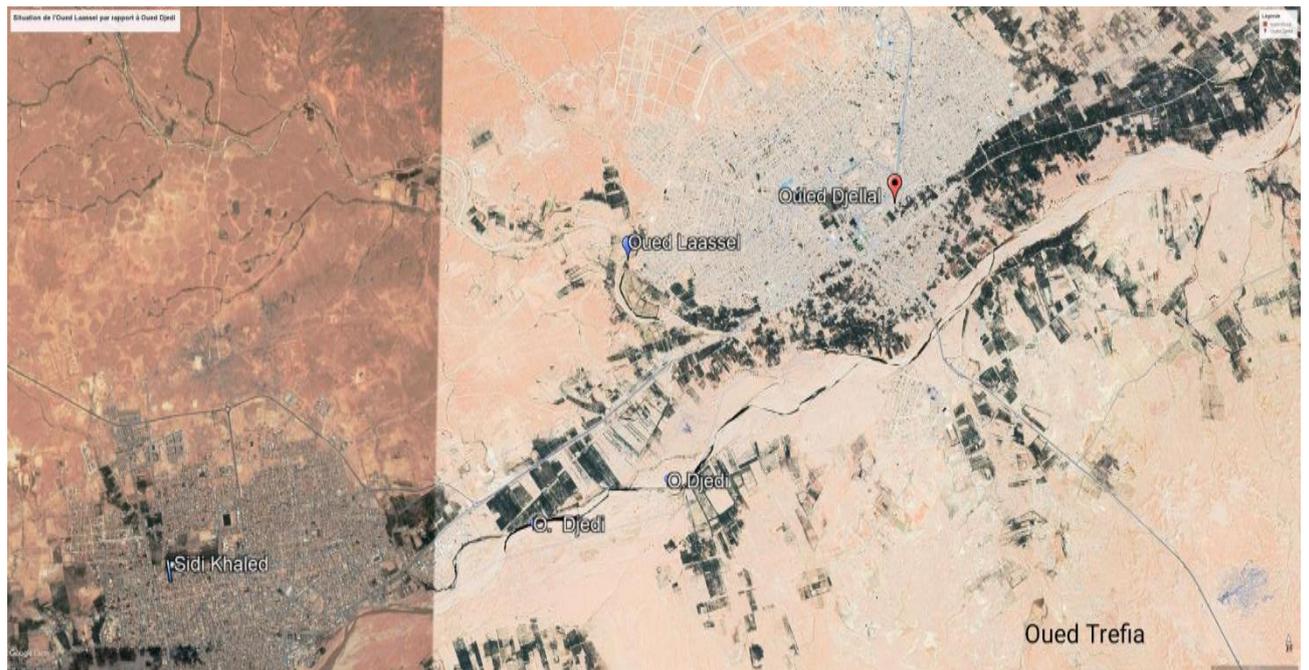
**Photo n°6: a et b: Sed Oued Deifel (LOUGHRAICHL.Y, 11/05/2020)**

## 2- Oued Traifia:

C'est l'un des petit éfluent de l'Oued Djedi il se localise au sud de la région d'Ouled Djellel ; son débit de 20 l/s est le moin important par rapporte aux autre cours d'eau, qui alimente Oued Djedi.

Néonmois en implanté un ouvrage hydraulique sur le tit de ce petit cours d'eau pour profiter de son écoulement qui devient très important pendant la période des crue que connait cette région d'ouled Djellel 3 à 4 fois par an .

Sed Oued Traifia se trouve dans une région où des palmerais profite de son écoulement.



**Fig n° 27 : L'emplacement de l'Oued Traifia par rapport à Oued Djedi. (Google Earth 2020)**

Les coordonnées : 34° 23' 44" Nord et 5° 04' 58" Est Z= 200 m



**Fig n°28 : Les coordonnées de l'Oued Traifia**

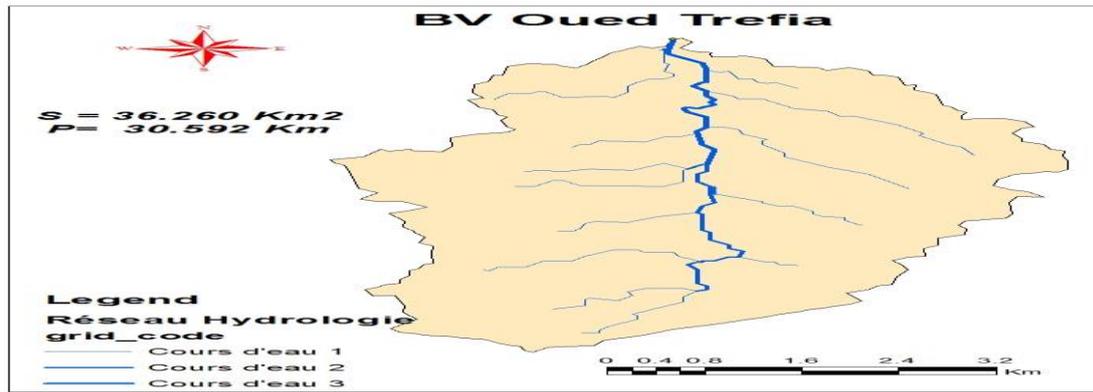


Figure n°29: Réseau hydrographique du bassin versant de l'Oued Traifia,( LOUGHRAICH, Y, 2020)



Photo n°7: Sed Oued traifia, (LOUGHRAICHI.Y, 11/05/2020)



Photo n°8: Sed Oued traifia, (LOUGHRAICHI.Y, 11/05/2020)

#### 4- Oued Djedi :

##### Les débits des oueds :

Les débits des oueds présentent une forte irrégularité saisonnière et intra annuelle ce qui limitées les apports des ressources en eau de surface, cette situation engendre un faible régime d'écoulement et très irrégulière durant l'année.

La totalité des apports des principaux oueds se développe en période hivernale, lors d'épisodes pluvieux, s'étalant sur quelques heures à quelques jours, avec un débit relativement faible variant entre 50 et 250 hm<sup>3</sup>/an. Aux mois d'été, les oueds sont pratiquement à sec ; ceci en raison du climat aride et de la faiblesse et l'irrégularité des précipitations.

La capacité totale est largement diminuée par les apports solides ou l'envasement accompagne les ruissèlements des oueds, durant la période d'exploitation des barrages.

Les débits souterrains suivants ont été évalués pour quelques oueds importants de la région(ANAT).

OUED EL ABIADH (Sidi Khaled)	40l/s
OUED LASEL	29 l/s
OUED DIFEL	32 l/s
OUED TRAIFFIA	20 l/s



Fig n°30 : Les effluents de l'Oued Djedi ; Google Earth 2020



**Photo n°9 : La prise de sortie vers la cuvette du Barrage de dérivation de l'Oued Djedi.  
(LOGHRAICHI.Y, 2020)**



**Photo n °10: Vanne muraille du Barrage de dérivation sur Oued Djedi (LOUGHRAICHI .Y,  
2020)**



**Photo n °11 : Canal d'irrigation et de dissipation de l'ancien barrage de dérivation de l'Oued  
Djedi, (LOURHAICHI. Y. 2020)**

### Conclusion :

La région d'Ouled Djellal est alimentée par l'Oued Djedi qui est alimenté à son tour par plusieurs cours d'eau ; le plus important est l'Oued M'zi. Qui est alimenté par les Djebel Amor dans la région de Laghouat ces effluents sont important mais en dehors de la zone d'étude

Il ya également d'autres Oueds comme : Oued Elassel, Oued Deifel, Oued Traifia, qui se trouvent dans la région d'ouled Djellal, dans le lit de chaqu'un de ces oued est implanté un ouvrage hydraulique que nous présenterons plus en détail dans le chapitre IV.

En signale également la présence d'un autre effluent de l'Oued Djedi qui est l'Oued Abiod qui a un débit important qui se trouve dans la région de Sidi Khaled à l'Ouest d'Ouled Djellal ; en signale que pour cette Oued il y a une étude de faisabilité d'un nouveau ouvrage hydraulique qui sera bénéfique pour cette région à vocation agricole.

Pour l'Oued Djedi des prises d'eau par dérivation et ouvrages traditionnels en terre s'effectuent par les fellahs pendant ces crues, mais ils se détériorent avec le temps et ne jouent plus leurs rôles principaux.

Il faut donc réhabilitées ces anciens ouvrages hydrauliques existants qui sont sous la direction du Haut Commissaire du Développement de la Steppe (HCDS) ; pour une meilleure alimentation de la nappe souterraine d'Ouled Djellal ainsi que l'amélioration des produits agricole animale ou végétale.

La rénovation des ouvrages existants sera d'une grande importance pour profiter des eaux des crues qui se répète 2 à 3 fois par an, pour le secteur agricole et notamment pour l'alimentation de la nappe souterraine surtout phréatique de cette zone.

**CHAPITRE III :**  
**ETUDE GÉOLOGIQUE ET**  
**HYDROGÉOLOGIQUE**

### INTRODUCTION

Dans ce chapitre, il y aurait un aperçu géologique et hydrogéologique et géotechnique sur la région d'Ouled Djellal.

L'étude des conditions naturelles et anthropiques qui contrôle la balance hydrique et salin dans les limites des périmètres montre que les paramètres climatiques, hydrogéologiques, la qualité des eaux d'irrigation et de la nappe phréatique sont les facteurs plus importants.

#### **I— Etude géologique :**

La région de Ouled Djellal représente un pays de transition structurale et sédimentaires, au Nord c'est un pays montagneux, tandis qu'au Sud c'est un pays effondré, qui fait partie du Sahara Septentrional. Le passage entre ces deux domaines distincts se fait par l'intermédiaire d'un ensemble de flexures, de plis-failles et de failles d'orientation Est Ouest appelé "Accident Sud Atlasique".

La région d'Ouled Djellal se caractérise par des terrains sédimentaires, allant du Quaternaire au sommet jusqu'au Barrémien à la base. (LAHLALI. A. 2019).

##### **I.1 Quaternaire :**

Il s'étend largement dans la plaine en couvrant les dépressions, les vallées, il est caractérisé par une érosion des dépôts pliocènes ainsi que par alluvionnement important (sables et argiles) dans les grandes plaines.

##### **I.2 Miocène supérieur (Pontien) :**

Il affleure seulement dans la dépression (combe) de l'anticlinal du Djebel Bou Rhezal. Il est représenté par des argiles et marnes multicolores souvent très sableuses. C'est un dépôt continental détritique : argiles, sables, graviers et marnes.

##### **I.3 Pliocène :**

Il est représenté par des poudingues, des bancs de grés et d'argiles sableuses à proximité des massifs (Chetma, Chaiba et Ouled Djellal) passant à des couches rouges sableuses et gypseuses dans la plaine. Il est également représenté par la croûte calcaro-gypseuse englobant souvent des masses de poudingues, des sables et des graviers dans le sud de l'Oued Djedi.

##### **I.4 Eocène moyen (Lutétien) :**

C'est un dépôt exclusivement lagunaire représenté par des argiles, du gypse en couches épaisses, des anhydrites et des calcaires dolomitiques. Les couches gypseuses et calcaires sont très développées dans la région d'Ouled Djellal.

### **I.5 Eocène inférieur :**

Sa puissance varie entre 150 et 200 mètres. Ce sont des calcaires blancs riches en silex noirs ; ils affleurent au Nord de Tolga.

### **I.6 Sénonien supérieur :**

Il est représenté par des calcaires cristallins et dolomitiques en couches très épaisses, des intercalations lagunaires marneuses et gypseuses très nombreuses à l'Ouest (Djebel Gouara et sur le flanc Nord du Djebel Bou Rhezal). Ce sont des calcaires maestrichtiens reposant sur les marnes noirâtres du campanien (à Dalaat el hamra).

### **I.7 Sénonien inférieur :**

Il affleure sur le flanc Nord de djebel Bou Rhezal, sa puissance est de 300 à 400m. Ce sont des calcaires gris ou blancs alternant régulièrement avec des marnes grisâtres, parfois gypseuses.

### **I.8 Turonien :**

Il est représenté uniformément dans toute la zone montagneuse par un épais niveau de 200 à 300m d'épaisseur composé de calcaire cristallin de calcaire marneux et de calcaire dolomitique.

### **I.9 Cénomaniien :**

Cet étage affleure aux deux extrémités de la région de Biskra, surtout au niveau de la combe du Djebel Bou Rhezal et au nord-est de Bordj Chaiba, sa puissance est de 500 m. Ce sont des calcaires marneux avec intercalations marneuses et gypseuses.

### **I.10 Albien :**

Il affleure dans la combe de l'anticlinal du Djebel Bou Rhezal et au nord de Chaiba. Il est constitué en majeure partie par des grès rouges ou gris avec intercalation d'argile rouge, sa puissance est d'environ 250 m. A la base de la série, les formations sont gréseuses (50 à 100 m.) : grès fins à ciment calcaire beige gris à Ouled Djellal. Au sommet, les formations sont plus carbonatées (environ 100 m) : calcaire gris et marnes gris noires à Sidi Khaled ; calcaire blancs à gris et argiles grises à vertes à Ouled Djellal.

### **I.11 Aptien :**

Cette couche est visible seulement vers Chaiba, elle présente un faciès lagunaire avec intercalation marine, il est constitué par des argiles et des marnes multicolores, des anhydrites, des calcaires dolomitiques et des dolomies. L'épaisseur de ce dépôt est d'environ 60 m. Les forages ont traversé 50 m. de dolomies et de calcaires argileux à Sidi Khaled, mais rien d'équivalent à

Ouled Djellal où l'on a pu noter une absence totale des faciès carbonatés entre le Barrémien et l'Albien qui sont gréseux, Il peut s'agir ici d'un changement latéral de faciès ou d'une lacune de sédimentation.

### I.12 Barrémien :

Cette couche affleure uniquement vers Chaiba. Elle est constituée par les grès rouges avec quelques intercalations argileuses.

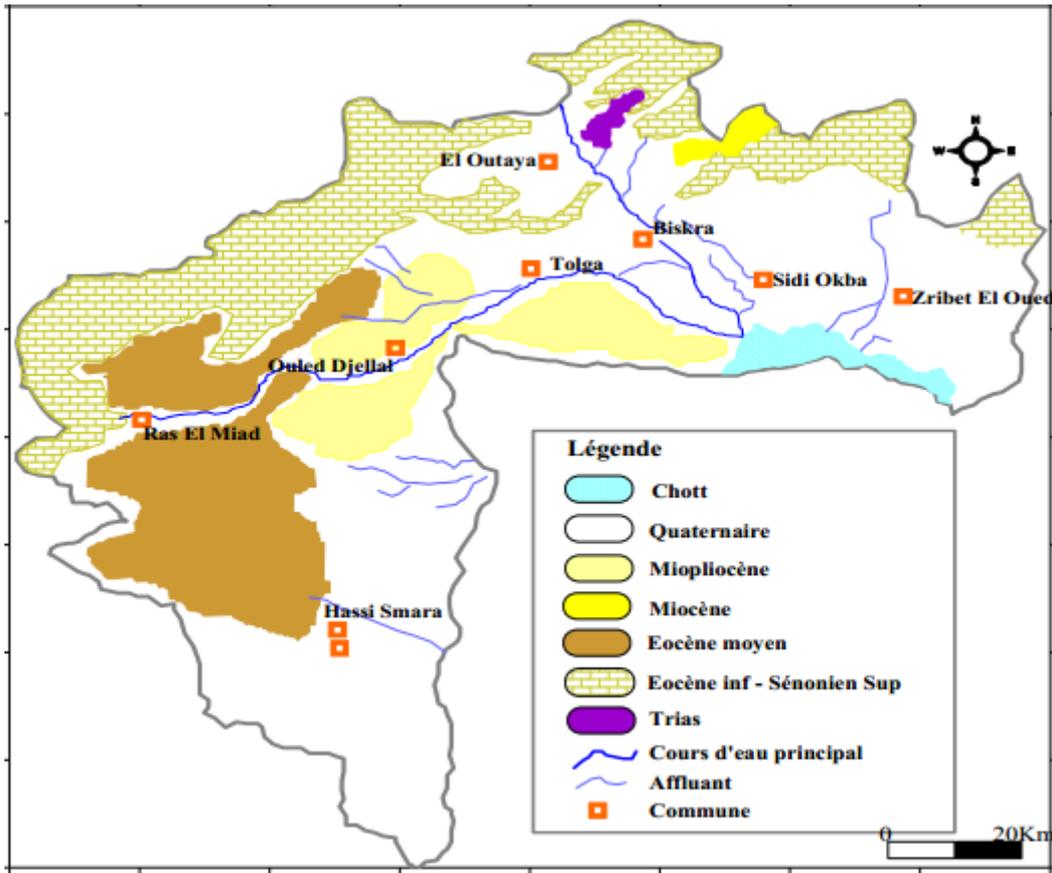


Fig 31 : Carte d'esquisse géologique de la wilaya de Biskra (ANRH, 2008).

## II- Etude hydrogéologique et géophysique :

Par manque de données hydrogéologiques spécifiques à la région d'Ouled Djellal nous avons collecté plusieurs études sur la wilaya de Biskra

En 1950, le débit total dans la région de Biskra était de l'ordre de  $0.01\text{m}^3/\text{s}$  (nappe d'éocène). A cette période, la plupart des puits étaient encore jaillissants et leur niveau hydrostatique se situait à 20 mètres au-dessus du niveau du sol (ANRH, 1986, in SEDRATI, 2011).

La multiplication des forages a permis une augmentation des débits exploités ( $0.09\text{ m}^3/\text{s}$ ), pour les deux nappes du complexe terminal. Cette augmentation des débits s'est accompagnée par l'augmentation des forages, ainsi de 250 forages opérationnels tubés dans l'éocène et une centaine de forages dans la seconde nappe (Miopliocène), le nombre d'ouvrages atteint 3937 pour la nappe du Miopliocène et 1768 pour la nappe de l'éocène inférieur en 2008, ce qui a généré un

rabattement des niveaux piézométriques. Par ailleurs le débit total prélevé avoisine près de 14.21 m<sup>3</sup> /s.

La première conséquence de cette surexploitation s'est soldé par un rabattement important du niveau de la nappe phréatique de Biskra, ce dernier dépasse actuellement 100 mètres alors qu'il atteignant au maximum 40mètres (A.N.AT.2002 in SEDRATI.N 2011)

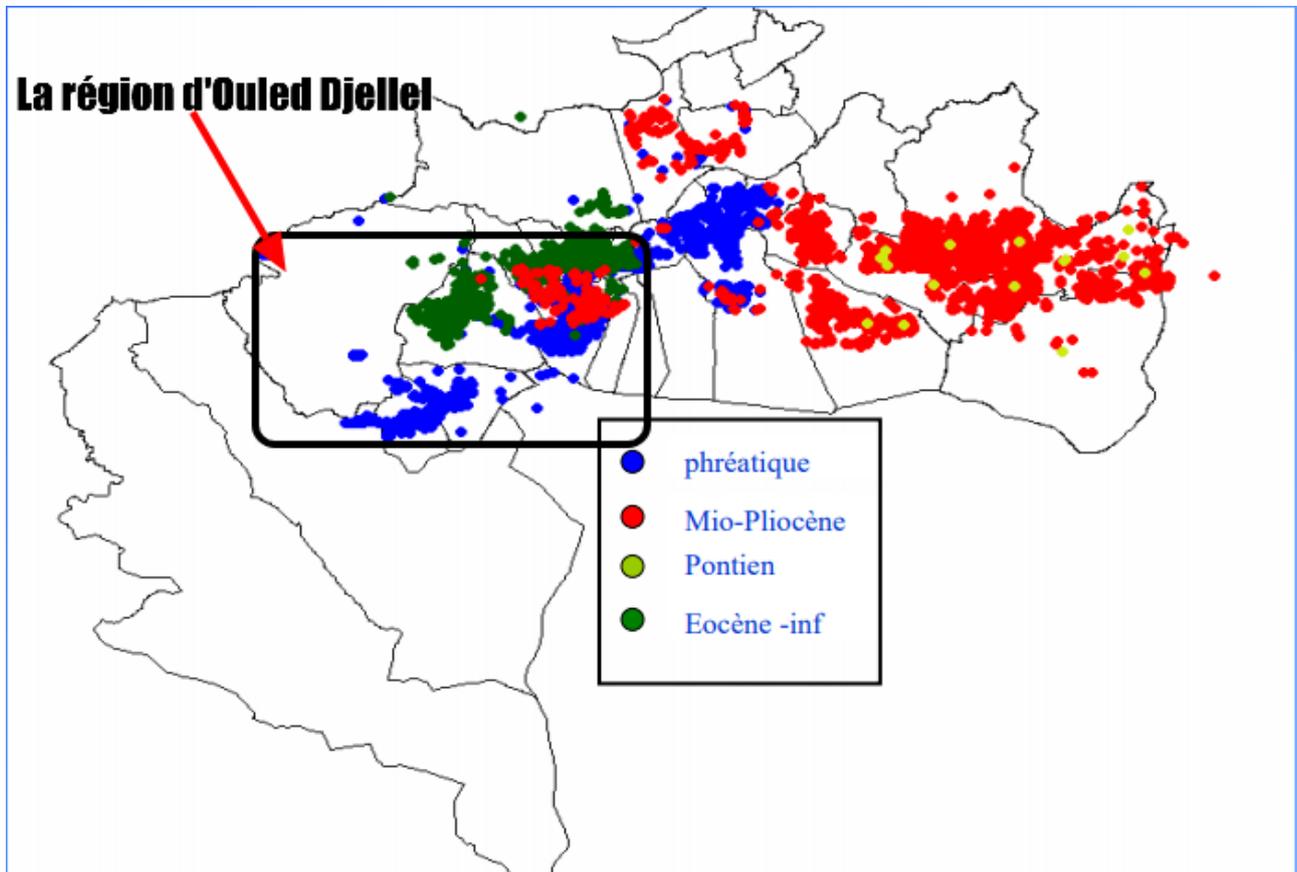


Fig 32 : Répartition des points d'eau ; ANRH. 2000

### II-1- Les ressources en eaux souterraines de la région d'Ouled Djellal :

La wilaya d'Ouled Djellal présente des ressources en eau souterraines considérables, représentées par quatre unités aquifères :

- La nappe phréatique du quaternaire.
- La nappe des sables du Mio-pliocène (CT).

#### II-1-1-Nappe phréatique

Il s'agit de nappes superficielles généralement exploitées par puits. Ces nappes sont localisées dans les plaines et les lits d'oueds. Ce sont des nappes peu profondes. Elles sont constituées généralement par les formations quaternaires. Elles sont alimentées, directement par les précipitations, les eaux de crues, parfois par drainante à partir des aquifères situés plus en profondeur et artésiens, les eaux de drainage, les fuites occasionnées par les ouvrages de

canalisation et les forages et enfin par le retour des deux à partir de l'irrigation. Le système aquifère d'inféro-flux le plus important de la région est, sans conteste, celui de la nappe en gouttière de l'oued Djedi ainsi que celui de la nappe phréatique de la plaine de Doucen. Dans la région d'el Outaya, la nappe d'inféro-flux de l'oued Biskra est généralement, en relation directe avec la nappe moi-pliocène. Ces nappes en gouttière épousant les lits d'oued, se caractérisent par de faibles épaisseurs. L'extension en longueur peut être assez importante, alors que la largeur est limitée entre les bergs. Ces nappes ont de bonnes perméabilités et présentent de fortes fluctuations. La géométrie de cette nappe se distingue par sa discontinuité dans l'espace. Elle repose généralement sur la formation imperméables du pliocène (formation argileuses) ou en discordance sur l'éocène moyen lagunaire, quand le Mio-pliocène est absent, comme c'est le cas au niveau d'Ouled Djalal et Sidi Khaled (Chabour, 2006).

### II-1-1-1-Les paramètres hydrodynamiques de la nappe phréatique :

#### \* Transmissivité :

Le calcul de T a été obtenu à partir de la formule de Jacob.

$$S/Q = 0.183/T \log 2.25 Tt/r^2S \text{ avec :}$$

r: distance du puits pompé au point de mesure (m);

t: durée du pompage jusqu'à l'instant de la mesure (s);

S: coefficient d'emmagasinement de la nappe;

T: Transmissivité ( $m^2/s$ );

Q : débit pompé (constant en ( $m^3 /s$ )).

Où S/Q désigne le rabattement de la nappe phréatique.

### II -1-2- Nappe des sables du Mio-pliocène

La nappe des sables occupe, généralement, les dépressions formant les plaines bordées par les massifs de Dj. Guedare et Dj. Bourhezel ou nord-ouest et Dj. Ammar Khadou au Nord-est. Cet aquifère est constitué par une alternance d'argiles, des sables, de graviers et conglomérats avec des passées gypseux. Il repose en discordance sur les assises imperméables du miocène marin et de l'éocène moyen. Il est recouvert de dépôt alluvionnaire peu épais, de croute gypseuse et de sable. Le moi-pliocène affleure au nord-est et au sud tous le long de l'Oued Djedi ainsi qu'au sud-ouest du Doucen vers Ouled Djellal. Notons qu'à proximité des bordures des monts des Ziban (figure 15), les argiles sableuses

sont en contact avec le calcaire de l'éocène inférieur. Ce qui semble indiquer des échanges entre les aquifères de sables et de calcaires fissurés, particulièrement lorsque l'épaisseur des argiles est faible.

**Messaoudi et al. (1995)**, admettent que la nappe des sables est alimentée principalement à partir des bordures des monts de l'Atlas saharien. La recharge de la nappe serait également à la faveur des pluies exceptionnelles dans les zones d'affleurement.

### **\*Transmissivité et porosité :**

Le système hydraulique de la nappe des sables est très hétérogène; il est constitué le plus souvent de couches aquifères de diverses perméabilités et d'épaisseurs. Ceci explique les variations latérales de la Transmissivité, Ainsi au niveau de cette nappe la Transmissivité  $T$ , varie entre  $6$  à  $8.10^{-3}$  /s, le coefficient d'emmagasinement varie de  $0.5$  à  $0.1$  tandis. Que la porosité moyenne est estimée à  $30\%$ .

### **II-1-3-Nappe des calcaires de l'Eocène inférieur**

La nappe des calcaires est connue depuis longtemps par ses exutoires naturels et est plus exploitée dans les palmeraies est constituée essentiellement de calcaire blanc fissuré datant de l'Eocène inférieur et des calcaires marneux dolomitiques appartenant au Sénonien supérieur. Le toit de la nappe est formé par des formations argilo-sableuses du Mio-pliocène au Nord et des marnes à gypses de l'Eocène moyen au Sud. Le mur de la nappe est composé par des niveaux carbonatés correspondant au Sénonien inférieur ; L'alimentation de la nappe s'effectue essentiellement par deux zones d'affleurement l'une au Nord de Tolga où l'Eocène inférieur affleure sur une étendue de  $70$  km et l'autre à l'Ouest de Doucen et Oued Djellal.

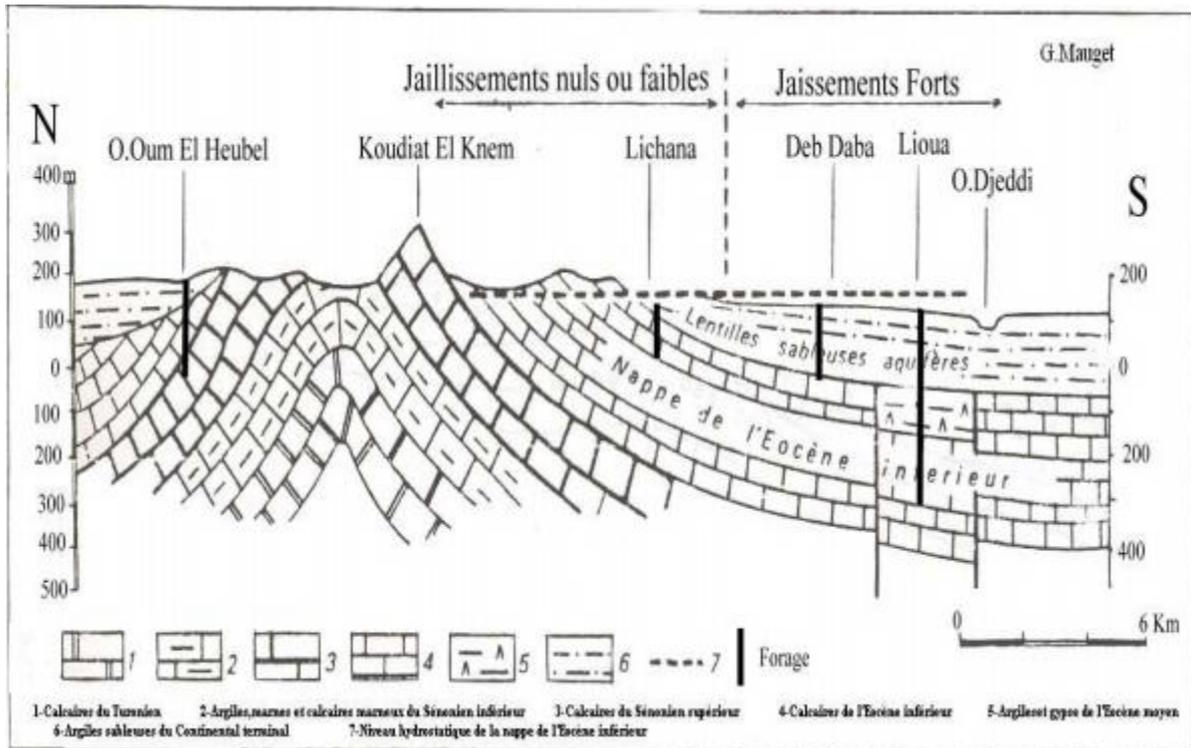


Fig 33 : Coupe hydrogéologique dans la nappe des calcaires (DHW de Biskra, 1990)

#### II-1-4-Nappe de Continental Intercalaire (CI)

Cette formation occupe pratiquement la totalité du Sahara algérien septentrional. Elle s'étend sur une superficie d'environ 600 000 km<sup>2</sup>

. Dans la région d'Ouled Djellal, cette nappe a environ une épaisseur de 500 mètres et est constituée par le complexe Albien, Aptien et Barrémien. Le toit du Continental Intercalaire correspond aux formations argileuses et évaporitiques du Cénomaniens. La profondeur de ce toit, dans le secteur d'Ouled Djellal et de Sidi Khaled se situe à environ 2000 mètres. Le mur est mal défini et correspond aux formations comprises entre la discordance hercynienne et le Barrémien. Dans la région des Ziban, il correspond au Néocomien. L'exploitation de cet aquifère est très coûteuse, en raison de sa profondeur qui dépasse 2000 m, la température de l'eau peut dépasser les 60°C.

**Tab 15 : Nappes captées de ouled djellal (ANAT, 2003)**

<b>Lieu</b>	<b>Nappe</b>	<b>Profondeur (m)</b>
Ouled djellal	<b>Phréatique</b>	20-60
	Mio-pliocène	90-250
	EOCIEN	90-500
	ALBIEN	1700-2600

**III- L'outil géophysique :**

La région de Biskra a fait l'objet en 2005, d'une étude géophysique réalisée par la compagnie de géophysique I.F.E.S (Icosium forage engineering service) suite à la demande de l'ANRH d'Alger (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques). En effet 1430 sondages électriques en ligne AB variant entre 100 et 4000 mètre, ont été réalisés. Dans le but de déterminer l'épaisseur et de l'extension des différentes formations susceptibles d'être aquifères, la détermination de la structure tectonique.

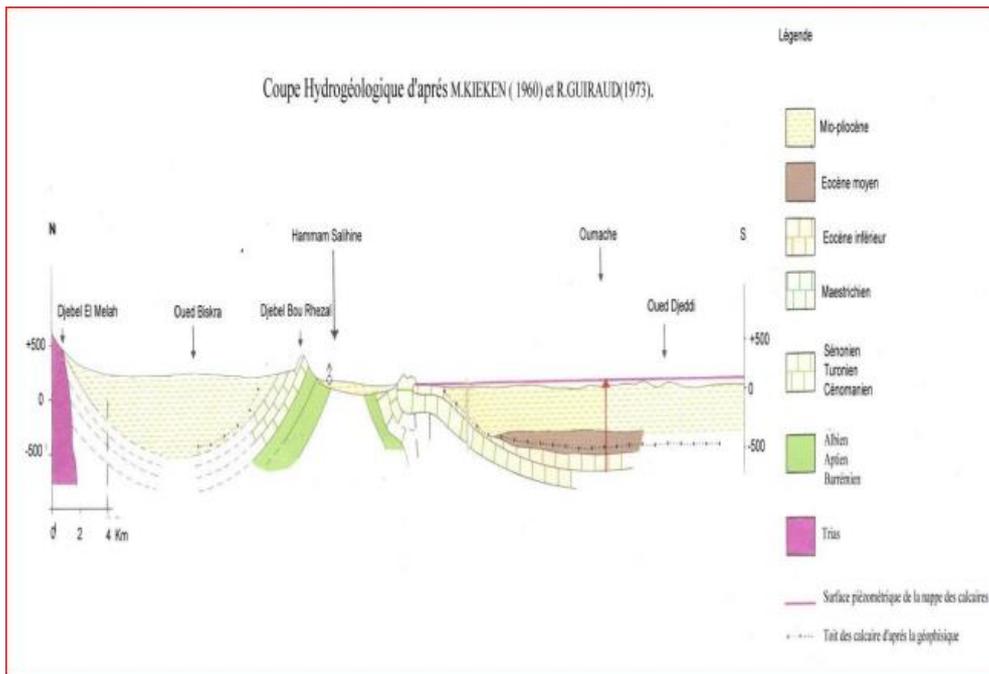
Les sondages réalisés ont permis la détermination des valeurs des résistivités selon des profils, chaque profil va renseigner sur la répartition des formations et des couches de manière verticale et horizontale, la répartition des valeurs des résistivités reste un bon indicateur pour la délimitation des zones aquifères.

Les cartes en isopaches réalisées ont montrés une répartition presque identique des ces nappes, ce qui indique que la région étudiée a été soumise aux mêmes phénomènes tectoniques qui seraient à l'origine des états actuels. Notons également une variation dans les épaisseurs des nappes.

**\* L'outil des sondages:**

Plusieurs sondages de reconnaissance ont été réalisés au niveau de la zone de Biskra par Sonatrach ainsi que les piézomètres et les forages d'exploitation de l'ANRH, ce qui nous a permis de faire une reconnaissance précise concernant la lithologie et la géométrie des dépôts de différentes nappes rencontrées dans la région d'étude. Plusieurs coupes géologiques ont été réalisées à partir des corrélations établies entre les différents forages et sondages existants dans la région exemple : (fig.34).

Ces derniers, nous ont permis de déterminer l'extension des aquifères en profondeur ainsi que l'effet des failles et la flexure Sud atlasique sur la structure des réservoirs.



**Fig 34 : Coupe géologique schématique de la région d'étude (GUIRAUD, 1973).**

#### IV. Le régime d'alimentation de la nappe :

La nappe est encaissée entre la bordure de roches métamorphiques formant le relief. De sorte que le réseau hydrographique achemine les eaux de précipitation en convergeant vers l'aquifère alluvionnaire et alimente donc la nappe. Les eaux pluviales sont collectées dans l'aire de la cuvette ou s'établissent des crues. La réalimentation de la nappe s'effectue, soit par infiltration directe des pluies, soit par infiltration des eaux de crues qui s'étalent sur les alluvions. Les apports pluviométriques interannuels sont estimés à 29 millions m<sup>3</sup>. L'infiltration directe des précipitations représentent un volume d'environ 1.6 millions de m<sup>3</sup>

La topographie avoisinante à la cuvette est plutôt favorable au ruissellement vers les bordures du lit majeur. La recharge est favorisée par une faible pente du lit de l'oued, la lithologie perméable des alluvions de surface, les démentions de la cuvette (grande aire réceptrice, possibilité d'épandage des crues.....) et les longueurs des crues qui dépassent le site du barrage, couvrant ainsi toute la cuvette, sont fréquente. (**Bureau. D'étude: BOUAOUD .F, 2017**)

**SONDAGE** OULED DJELLAL 1 (BAREMIEN)  
 Carte: BISKRA 1/200.000  
 Date des travaux: 24-4-1973 au 3-2-1974 Long: 3° 01' 50" X 716-050  
 Echelle de la coupe: 1/100.000 Lat: 38° 22' 60" Y 028-200 Z 203,33

N°Fichier Forages N°INVENTAIRE

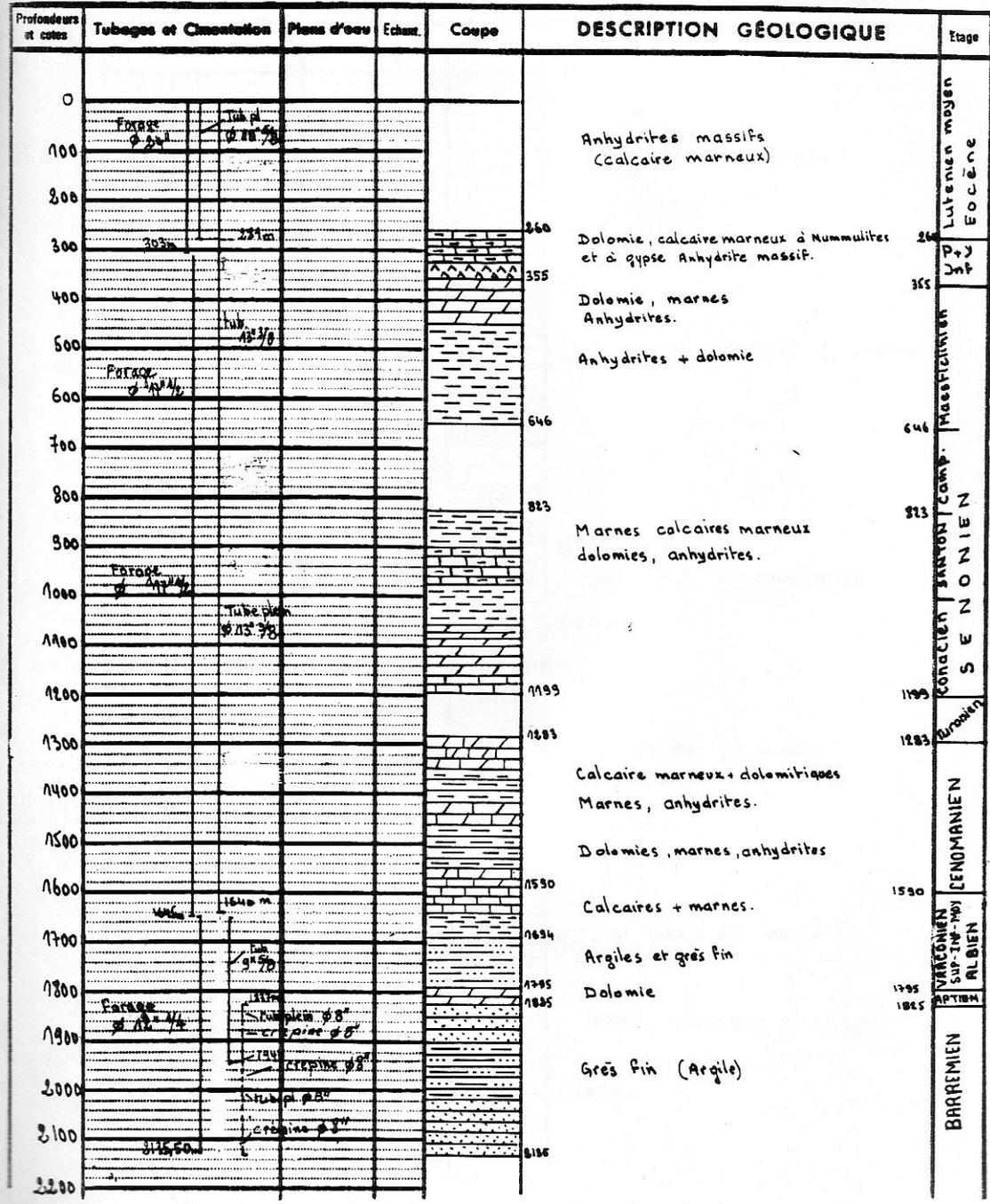


Fig 35 : Log-stratigraphique d'un forage à Ouled Djellal

### Conclusion

La vallée de l'Oued Djedi avec un climat typiquement désertique est une région idéale pour le développement de la salinité des sols. L'accumulation des sels solubles est due essentiellement à la remontée de la nappe phréatique dont les eaux extrêmement salées avec de fortes températures (évaporation), combinée à la rareté des précipitations.

La remontée du niveau de la nappe, crée une alternation du régime salin des terres. Pendant le processus de remontée, les eaux de la nappe dissolvent les sels solubles et à de faibles profondeurs commençant à s'évaporer ce qui provoque une salinisation des couches supérieures des sols.

Pour la dilution de ces eaux souterraines il faut un apport régulier des eaux de pluies et par conséquent améliorer la qualité surtout de la nappe phréatique ; pour cette raison la réhabilitation des ouvrages hydrauliques en amont devient une nécessité les eaux de pluies auront tendance à s'infiltrer au lieu de ruisseler vers leurs exutoire naturel qui est chott Melghir

La ressource en eau souterraine dans la région est contenue dans les deux grands systèmes aquifères qui sont : le complexe terminal (CT) et le continental intercalaire (CT) tous deux surmontés par la nappe phréatique qui est présentée dans l'ensemble des oasis ; la plus part du volume d'eau souterraine mobilisé est destinés à l'irrigation (ABHS ,2005).

**CHAPITRE V :**  
**ETUDE DE RÉHABILITATION**

### Introduction :

Le problème de la rareté l'eau est devenue un problème qui afflige la vie des citoyens de la ville d'Ouled Djellal, selon leurs différents métiers et selon leurs besoins.

Lorsque nous constatons une dégradation sur un ouvrage en service, il est difficile de dire si celle-ci est apparue pendant la construction, peu après, ou longtemps après. Or à l'analyse, il apparaît le plus souvent qu'une dégradation n'a pas une cause unique et qu'elle est favorisée par un grand nombre de paramètres, relatifs tout autant à la nature du matériau qu'à la conception de l'ouvrage ou à la technologie de son exécution.

La réparation et la protection des structures dégradées en béton armé exigent l'évaluation de l'ouvrage, la conception et la gestion professionnelle de solutions faible sur le plan technique, conformément aux normes de qualité les plus strictes .des sociétés pionnier des technologies de réparation et de protection du béton nous aidons à définir les solutions adaptées aux problèmes que nous rencontrons

Dans ce chapitre, nous étudierons de la possibilité de réhabilitation des anciens ouvrages hydraulique de la ville d'Ouled Djellal qui sont ; "Sed Deifel, Sed Traifia, Sed Elassel et un ancien ouvrage hydraulique qu'on nome dans cette étude (Barrage de dérivation de l'Oued Djedi).

Selon Jean Yves Thorrignac ; en 1947, un barrage provisoire est établi en amont de la localité d'Ouled Djellal ; les travaux devaient être poursuivies et le Service de l'Hydraulique fore et équipe 3 puits à grande profondeur, d'un débit important, mis à la disposition des besoins collectifs. Ainsi les récoltes de dattes bénéficient d'une valeur commerciale, les pâturages sont améliorés et le troupeau ovin est en voie de reconstitution. D'où importantes palmeraies européennes.

([https://jeanyvesthorrignac.fr/wa\\_files/INFO\\_20\\_20425\\_20OULED\\_20DJELLAL.pdf](https://jeanyvesthorrignac.fr/wa_files/INFO_20_20425_20OULED_20DJELLAL.pdf))

La grande palmeraie de la ville, située à la sortie est de la ville est appelée : Deifel. Toute la ville d'Ouled djellal. Etait traversée par le "ASEIL", qui irriguait les jardins de la ville, ainsi qu'un parti de la palmeraie appelée "Ghaba"

Dans ce chapitre nous somme basé sur des documents inédits des études technique économique qui ont été fourni par monsieur ; CHENNOUFI Salim du bureau d'étude EL BAHDJA, faite au profit de HCDC (Haut commissariat de développement de la Steppe) d'El Djelfa qui ont un antenne à Biskra, les rapports concerne ; Sed Elassel, Sed Deifel ainsi que leurs canaux d'irrigations

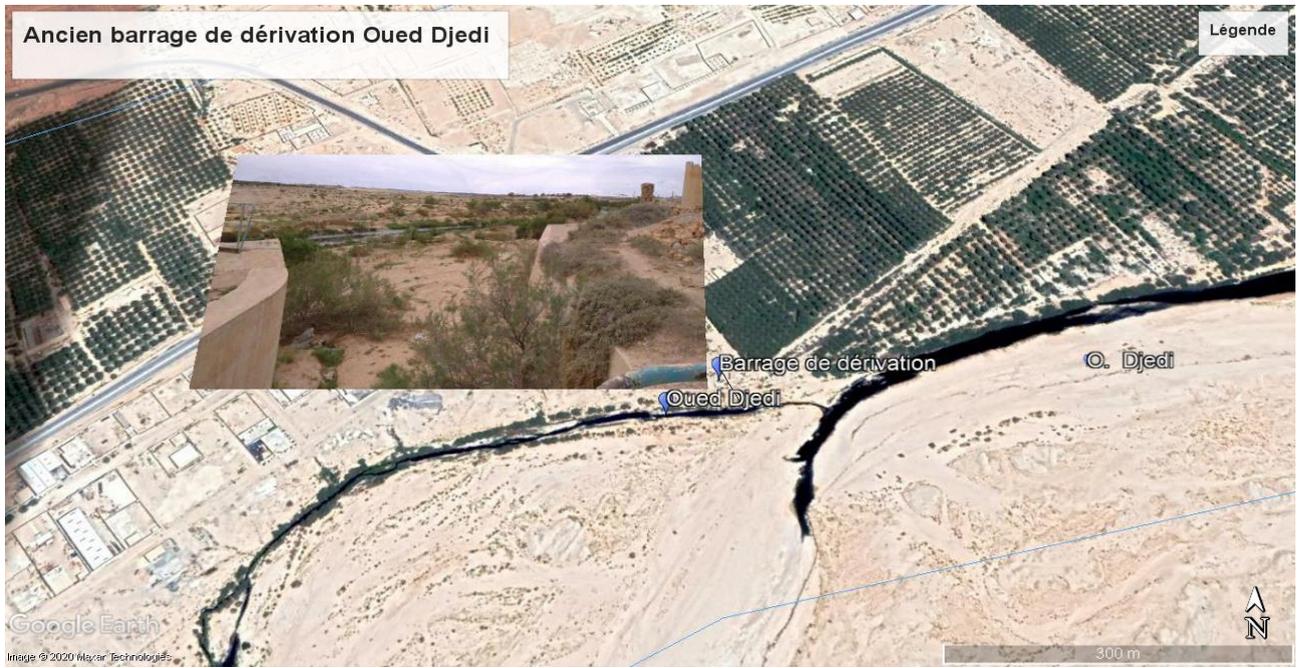
Pour Oued Traifia et l'ancien barrage de dérivation, absence d'étude mais nous avons pus faire une enquête auprès des fellahs et habitant de la zone d'étude

Des photos ont également été prises par monsieur LOGHRAICHI. Y, sachant que cette étude a été effectué pendant le confinement, en aurait voulu faire des études plus poussé sur le sujet.

**I -1- Présentation des anciens ouvrages hydraulique:**

**I-1-1- Barrage de dérivation (Ancien barrage) :**

C'est un ouvrage qui existe depuis 1947 qui a été conçue selon les habitants pour l'emmagasinement des eaux pluviales surtout en période de crues, avant l'envasement de se barrage l'eau sa cuvette comporté des quantités d'eau que les fellahs utilisent pendant une période allons jusqu'à 6 mois.



**Fig 36 : Lancien barrage de dérivation d'Oued Djedi. Google Earth. 2020**

Cet ouvrage ce trouve à l'entré d'Ouled Djellal du coté de Sidi Khaled en remarque sur la photo suivante n° qu'il ya un écoulement permanent au niveau de la cuvette de ce Barrage qui n'est d'autre que les eaux d'assainissement de la localité de Sidi Khaled ; c'est un problème qui peut infecter les eaux de pluies qui s'accumule dans le barrage il faut donc trouver une solution



**Photo n° 12 : Sortie du barrage, vue de la cuvette. (LOUGHRAICH. Y. 2020)**

- **Canal de distribution, irrigation :**

A la sortie de cette cuvette une prise d'eau sous forme de vannes muraille qui est déverse dans un canal qui est a été utilisé pour plusieurs raisons :

- La dissipation pour stabiliser l'écoulement après l'ouverture des vannes muraille
- La distribution de l'eau pour l'irrigation
- La protection de la ville d'Ouled Djellal contre les inondations de l'Oued Djedi.



**Photo n° 13 : canal de distribution, irrigation (LOUGHRAICHL.Y,2020)**

Le canal de forme rectangulaire, à ciel ouvert pour environ 4 km ensuite il devient entré en franchissant la ville d'Ouled Djellal depuis 1999 pour une distance de 2,5 Km environ

L'ensemble des annexes de cet ouvrage nécessite un entretien vue que la capacité actuelle de ce barrage est de 15% seulement de sa capacité totale, un dragage de la cuvette et du canal devient nécessaire pour avoir un meilleur rendement de cet ancien barrage qui est dans état acceptable et peut être rentable pour une meilleur gestion des ressource hydrique de cette ville



Fig 37 : Canal d'irrigation et de dissipation de l'ancien barrage, Google Earth 2020

a



b



Photo n° 14 : a : Construction du canal en 1947

Photo n°15 : b : Le passage du canal à l'intérieur de la ville d'Ouled Djellal

Comme la cuvette du barrage le canal nécessite un dragage pour améliorer son rendement

Ce canal traverse Oued Elassel ;



**Photo n° 16 : Le canal traversant Oued Elassel**

### **I-1-2- Sed Oued Elassel :**

Selon l'étude technique et économique (**Chennoufi Salim** du *bureau d'étude ELBAHDJA*) ; au profit de (*HCDS*) ; *Sed Oued Elassel est mise en place entre 2002 et 2003*

Cet ouvrage est conçu pour ; la réservation des terres agricoles ainsi que l'utilisation rationnelle des eaux de surface et bien sûr pour une meilleure fertilisation naturelle des terres par épandage.

De point de vue technique c'est un Sed de dérivation des crues en gabion, avec un revêtement en béton légèrement armé il a 2 canaux d'irrigation ; un sur la rive gauche et l'autre sur la rive droite

Le projet de réalisation du CED de dérivation de crue nommé EL ESSEL est situé au Sud – Ouest de la commune de **OULED DJELLAL** Wilaya de **BISKRA**

L'ouvrage (Sed Elassel) est implanté au lieu de l'oued **Elassel**. Aux coordonnées

$X = 713\ 742$   $Y = 127\ 816$   $Z = 238.00$  m

#### **I-1-2-1-Conception du schéma d'aménagement :**

Le schéma de réalisation du Sed comprend les travaux suivants :

- Travaux de terrassement tout terrain (Remblais, déblais) .

Réalisation du corps du Sed en gabion-

-Réalisation de la protection des rives en gabion.

Réalisation du canal de dérivation en béton légèrement armé dosé à  $350\text{ kg/m}^3$ -

- Revêtement de toutes les surfaces de l'ouvrage en contact avec l'écoulement en béton légèrement armé

2a

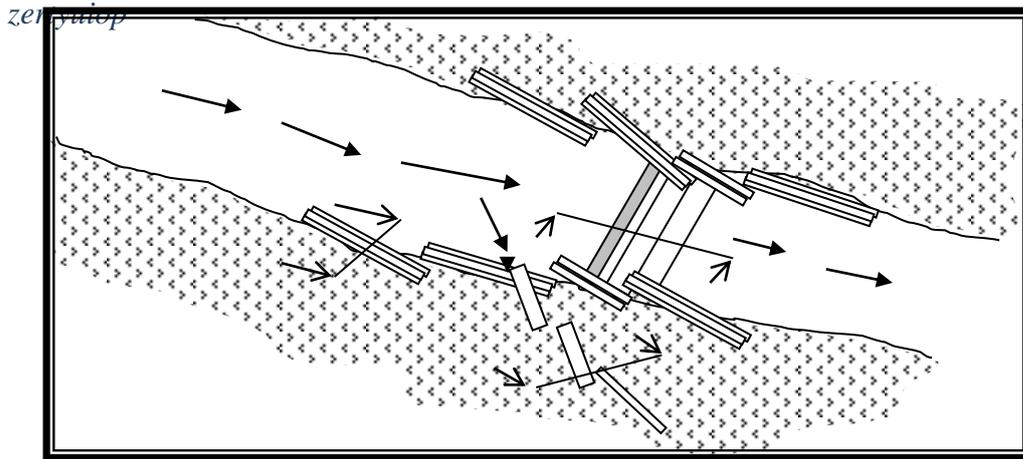


Fig 38 : Conception du schéma d'aménagement ('HCDS. 2003)

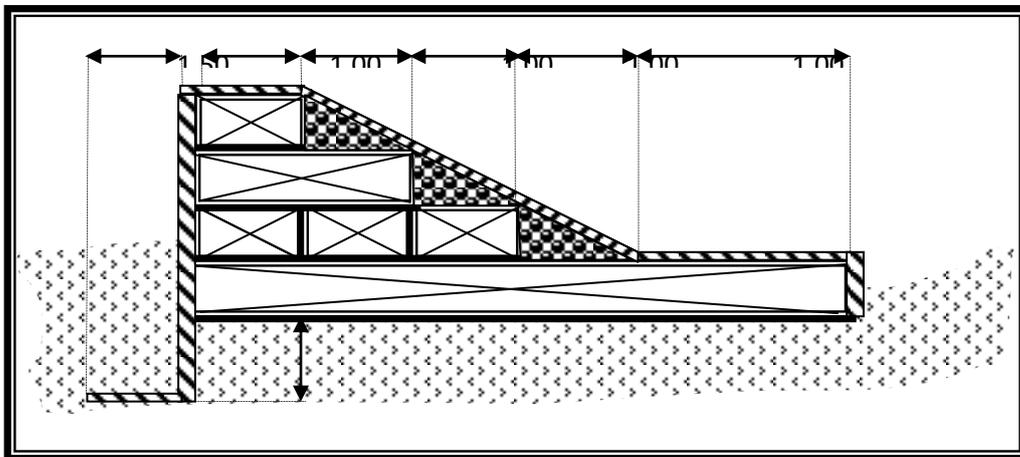


Fig 39 : Croquis : coupe (AA) en travers du sed de

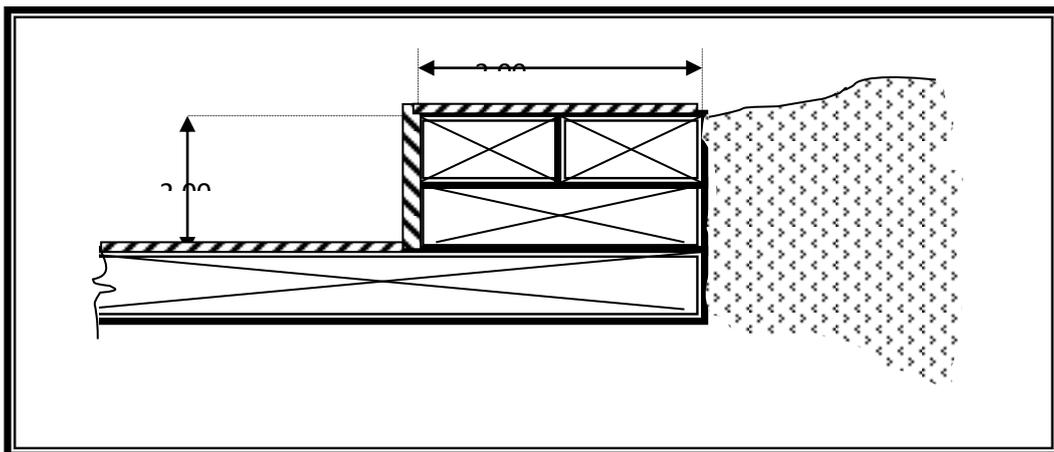


Fig 40 : Croquis : coupe en travers des murs bajoyer (HCDS ; 2003)



Pendant le lancement des travaux en présence de la communauté intéressée et le représentant de l'A.P.C de OULED DJELLAL, le chef de projet de l'HCDS, sur la base des informations de la population qu'il pourra y avoir une hétérogénéité de la fondation et que la protection en gabion n'est pas suffisante de point de vue quantité, ou on a retarder la prise de décision que lorsque la fouille d'encrage sera ouverte totalement pour détectée les anomalies de la fondation et décider en fonction de l'avancement des travaux, en effet il s'est avéré que la fondation n'est pas très rigide présentant une texture très fragile à l'érosion ces lacunes sont détectées essentiellement de part et d'autre des rives du Sed, une protection de l'ouvrage en gabion a été faite pour renforcer et avoir une bonne consolidation, entraînant des travaux supplémentaires avec une consistance suivante :

01 - travaux de terrassement tout terrain (Remblais, délais).

02- travaux de réalisation de la protection en gabion

03 - travaux de revêtement de toutes les surfaces en contacts avec l'écoulement en béton légèrement armé dosé à  $350 \text{ kg/m}^3$



**Fig 41: L'emplacement de Sed Oued Elassel, Google Earth. 2020**

L'état du corps de cet ouvrage est bonne et ne nécessite pas beaucoup de travaux juste le revêtement des gabions en béton dans quelques endroits seulement, mais le problème c'est l'envasement de la cuvette qui a minimisé la capacité de rétention d'eau de pluie à environ 15% seulement de sa capacité totale.

a b



Photo n ° 17 : a et b : Sed Oued Elassel (LOUGHRAICHI. Y. 2020)



Photo n ° 18: Sed Oued Elassel, (LOUGHRAICHI.Y, 2020)

Un entretien est nécessaire cette bouchure peu avec le temps déstabilisé de la digue , surtout en période de crue lorsque la pression à la sortie de la prise est à son maximum

#### **I-1-2-2- Canaux d'irrigation de Sed Elassel (Seguia) :**

L'irrigation est assurée par une Seguia de longueur de 3.80 km en terre, de section trapézoïdale. Dans les deux rives droite et gauche

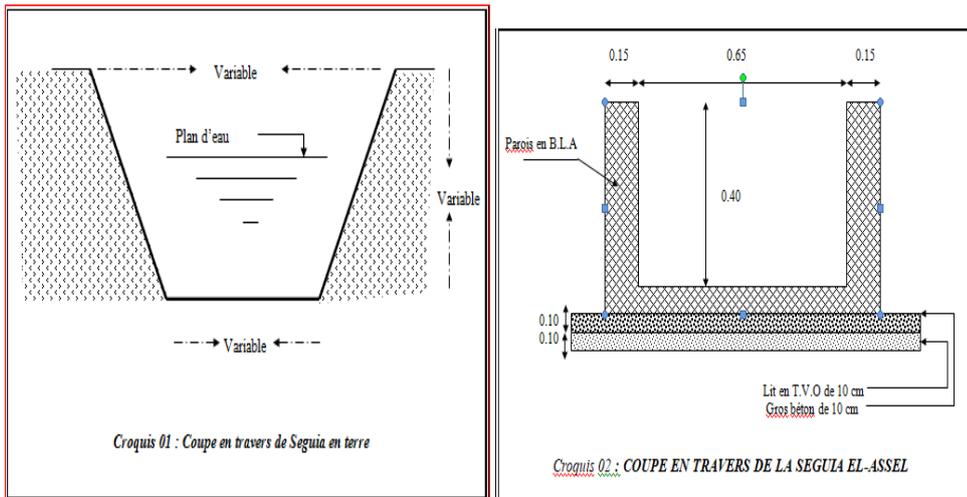


Fig 42 : Les 2 coupes des canaux d'irrigation de Sed Elassel, (HCDS, 2003)



Photo n° 19 : Seguia Sed Elassel (LOUGHRAICHI. Y, 2020)

En remarque que cette Seguia est en bonne état mais nécessite un nettoyage à fond

### Caractéristiques de Seguia d'irrigation

Longueur : 3800 ML

Largeur du fond : variable

Largeur au sommet : variable

Matériaux de construction : en terre

**I-1-3- Sed Deifel :**

C'est un ouvrage de dérivation de crue nommé Deifel est situé au Sud de la commune de **OULED DJELLAL** Wilaya de **BISKRA**

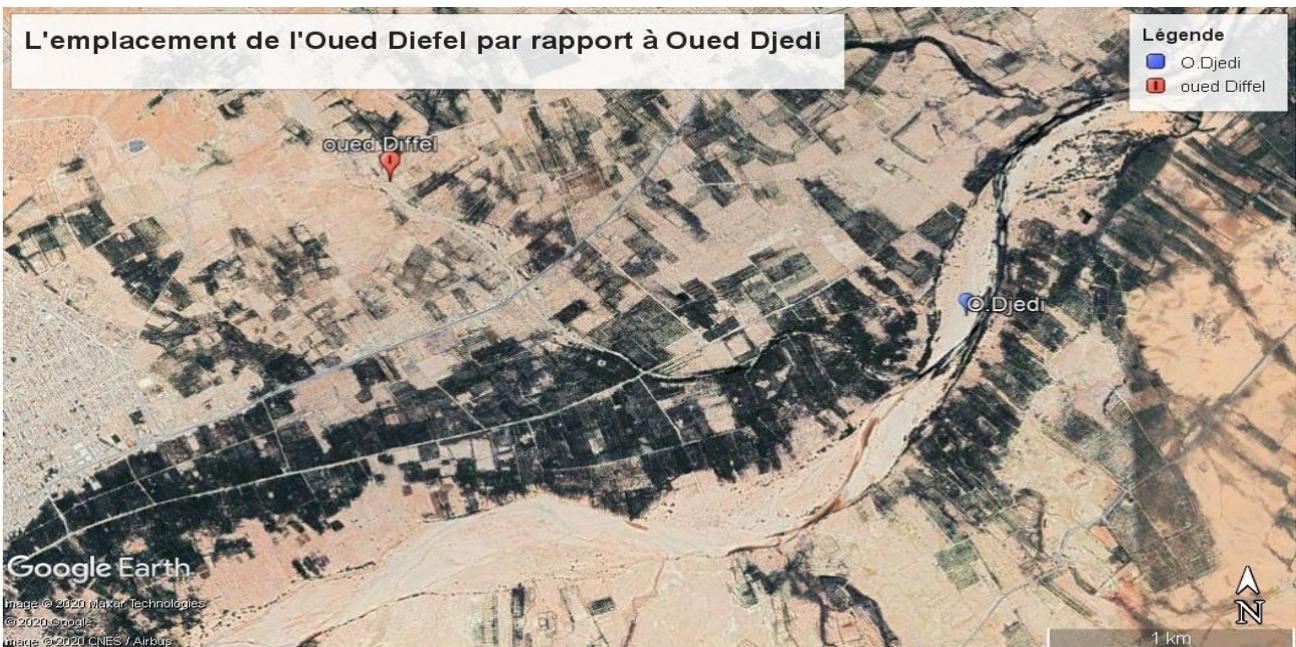
L'ouvrage (Sed Deifel) est implanté au lieu de l'oued **Deifel**. Qui le plus important débit de 32 l/s

Aux coordonnées:

$$\begin{matrix} X = 713\ 742 \\ Y = 127\ 816 \\ Z = 238.00\ \text{m} \end{matrix}$$

L'étude du HCDS consistait à l'élaboration d'une étude de réalisation des canaux d'irrigation qui sert à dérivé l'eau d'Oued DIFEL pour assurer les besoins d'irrigation des terres qui se trouvent en aval.

La résolution des pertes des eaux par infiltration fait objet de l'intervention de l'H.C.D.S, pour l'aménagement du canal.



**Fig 43 : Carte de Sed Oued Deifel (Google Earth, 2020)**

L'aménagement consiste à la réalisation d'un CANAL en béton légèrement armé, d'une section rectangulaire et d'une longueur de 2000 ml.

**Caractéristiques :**

Longueur du CANAL à réaliser :..... 2000 ml

Largeur du CANAL:..... 1.20 m

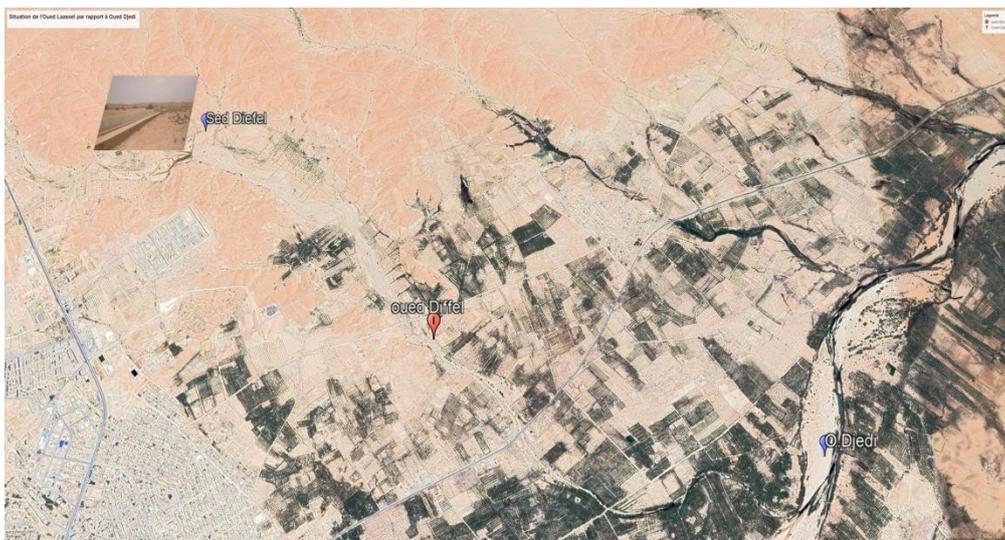
Profondeur du fond :..... 0.60 m

Epaisseur :..... 0,15 m

Matériaux de construction :..... Béton légèrement armé en T.S



**Fig 44: L'emplacement de Sed Deifel. (Google Earth. 2020)**



**Fig 45 : L'emplacement de Sed Deifel par rapport à Oued Djedi.(Google Earth . 2020)**



**Photo n° 18: Sed Deifel. (LOUGHRAICHI. Y, 2020)**

**L'état de cet ouvrage indique une nécessité du revêtement du gabion par du béton légèrement armé en plus d'un dragage de la cuvette**

**Seguia (Sed Oued Deifel) :**

En remarque que l'un des canaux est en bon état et l'autre est mauvaise état et demande un entretien



**Photo n°19 : Canal d'irrigation Sed Deifel ( LOUGHRAICHI. Y. 2020)**



**Photo n ° 20 : Seguia Sed Deifel. (LAHLALI. A 2019)**

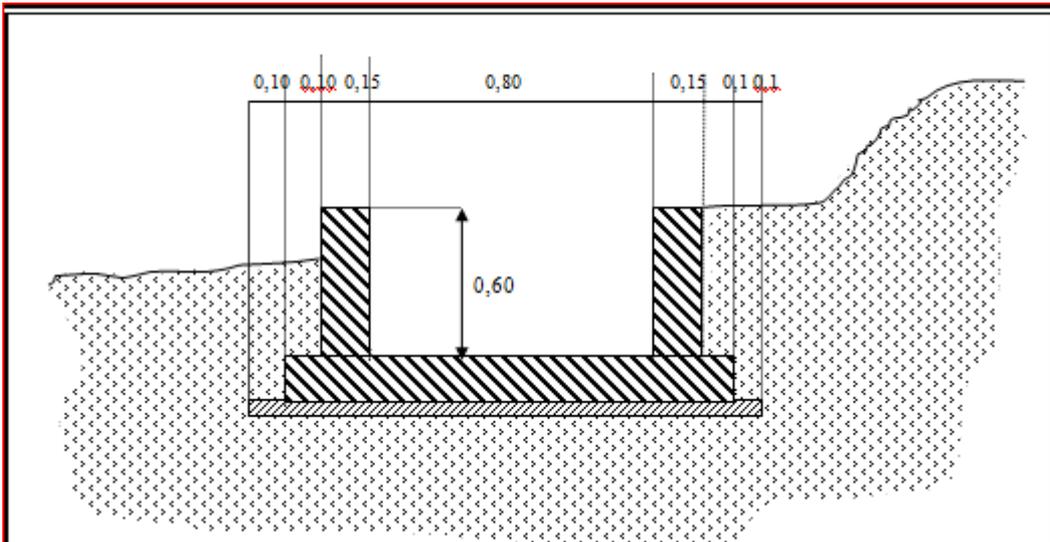


Fig 46 : Coupe travers de la segouia Deifel HCDS, 2003

**I-1-4- Sed oued traifia:**

Le barrage contient un système d'irrigation se forme d'un canal à plusieurs section (rectangulaire, demi cercle et trapézoïdale), l'état de cette dernière et totalement envasé nécessite un curage périodique et un entretien de sa prise d'eau ainsi que son canal d'irrigation qui est complètement détérioré

L'état de cette ouvrage demande beaucoup de travail qui peut être couteux mais bénéfique pour la région

Photo a



Photo b

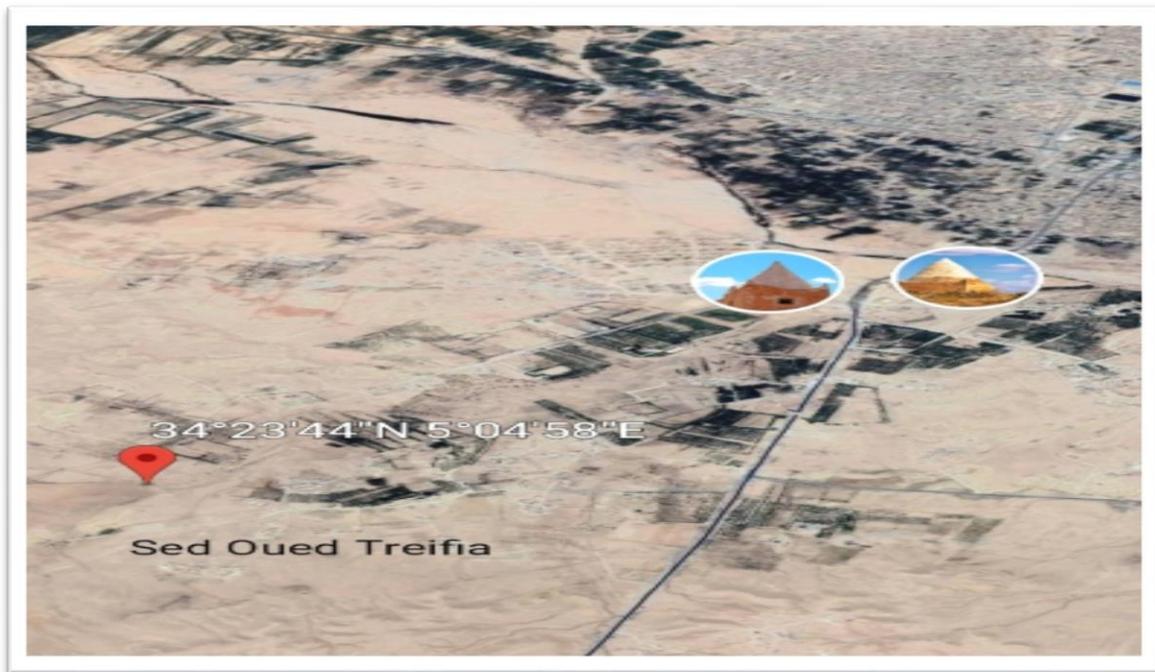


Fig 47: a et b: Carte de Sed Oued traifia (Google map 2020)

Les paramètres physique est :

Superficie :  $A = 36.260 \text{ km}^2$

Périmètre :  $P = 30.592 \text{ km}$



Photo n° 21: Canal d'irrigation, Sed traifia, (LOUGHRAICHL.Y, 2020)

Le départ Seguia d'oued TRAFIA détérioré, nécessite une réfection

## I-2- Les étapes clés du processus de réparation et de protection :

1/évaluation de l'état de la structure :

- L'état de la structure comprenant les défauts visibles, non visibles et potentiels
- L'étude de l'exposition passée, actuelle et future

2/identification des causes de détérioration :

- Identifier les défauts mécaniques, chimiques ou physiques du béton
- Identifier les dégradations du béton dues à la corrosion des armatures.

3/choix des options pour la réparation et la protection

4/choix des principes de réparation et de protection appropriés

5/spécification des exigences de maintenance

### **Les causes courantes de dégradations du béton des ouvrages :**

Les structures porteuses des canalisations et des stations d'épuration sont soumises en permanence aux sollicitations suivantes :

- Sollicitation mécanique (abrasions)
- Sollicitation dynamique (trafic, cavitation)
- Attaque chimique (H<sub>2</sub>S, sulfates, chlorures, etc....)
- Attaque biologique

À long terme, ces sollicitations entraînent inévitablement des dommages, à savoir :

- Eclatements et fissuration du béton
- Dégradation de la structure du béton
- Dégâts de corrosion
- Erosion du béton / usure abrasive
- Fuites
- Tassements de la construction

### **Les principes de réhabilitation du béton des ouvrages :**

1/Les principes relatifs aux défauts du béton :

- Protection contre toute pénétration
- Contrôle du taux d'humidité
- restauration du béton
- Renforcement structural
- Augmentation de la résistance physique
- Résistance aux produits chimiques

2/les principes liés à la corrosion des armatures :

- Préservation ou restauration de la passivité
- Augmentation de la résistivité

I-3-Les méthodes :



Photo n° 22 : Méthode 1 : imprégnation hydrophobe



Photo n°23 : Méthode 2 : application manuelle de mortier



Photo n°24 : Méthode 3 : les réparations en béton ou mortier



**Photo n°25 : Méthode 4 : remplacement d'éléments**



**Photo n°26 : Méthode 5 : colmatage des fissures, des vides**



**Photo n°27 : Méthode 6 : précontrainte (par post-contrainte)**

### I-4-Les propositions :

- Réhabilitation d'un barrage existant sur Oued Djedi, ainsi le canal d'irrigation qui longe toute la communauté d'Ouled Djellal du sud Ouest vers son Nord Est et se termine à nouveau dans l'Oued Djedi après avoir servi à l'irrigation de toutes les parcelles agricoles d'où il passe

- il ne doit pas être construit de latrine en amont à moins de 300 m du barrage souterrain.  
- il ne faut pas permettre l'arrivée d'animaux à proximité (mieux vaut prévoir un abreuvoir si nécessaire).

- ne pas se baigner ni faire de lessive en amont.

- les puits proches du barrage souterrain doivent être protégés.

- l'utilisation de pesticides ou de produits chimiques en amont du barrage souterrain doit être prohibée.

### Conception du schéma d'aménagement:

Sur la base des informations de la population qu'il pourra y avoir une hétérogénéité de la fondation et que la protection en gabion n'est pas suffisante de point de vue quantité, ou on a retardé la prise de décision que lorsque la fouille d'encrage sera ouverte totalement pour détecter les anomalies de la fondation et décider en fonction de l'avancement des travaux, en effet il s'est avéré que la fondation n'est pas très rigide présentant une texture très fragile à l'érosion ces lacunes sont détectées essentiellement de part et d'autre des rives du Sed, une protection de l'ouvrage en gabion doit être renforcée pour une bonne consolidation, entraînant des travaux supplémentaires avec une consistance suivante schéma de réalisation du Sed comprend les travaux suivants :

- Travaux de terrassement tout terrain (Remblais, délais).

- Réalisation du corps du Sed en gabion

-Réalisation de la protection des rives en gabion.

-Réalisation du canal de dérivation en béton légèrement armé dosé à 350 kg/m<sup>3</sup>-

- revêtement de toutes les surfaces de l'ouvrage en contact avec l'écoulement en béton légèrement armé dose à 350 kg/m<sup>3</sup>

Pour résoudre le problème des pertes d'eau par infiltration et la dégradation de la seguia existante, le schéma d'aménagement de la nouvelle seguia est comme suit :

Les mêmes étapes pour réalisé seguia Deifel

### **Remarque :**

- En regardant les vallées, il est devenu clair pour moi que Sed oued Tarifa était gravement dégradé, et le débit souterrain c'est faible par rapport au reste des oueds,Et réparer ça coûterait cher

### **Conclusion :**

La détermination des causes des dégradations des anciens ouvrages hydrauliques (Sed oued djedi, Sed oued Elassel, Sed oued Deifel et Sed oued traifia) dans cette zone d'étude (ouled djellal), est essentielle pour réussir les interventions en termes de qualité et durabilité. Le processus menant à la source du problème est inclus dans un outil de diagnostic adapté. Cette façon de procéder permet par la suite d'améliorer le choix des méthodes et des produits les plus aptes à combler les défaillances causées par l'endommagement sur l'ouvrage.

Déterminer la solution la plus avantageuse (qui n'est pas forcément la moins chère à l'investissement).

À la fin de ce chapitre, nous avons présenté quelques propositions pour améliorer l'état de ces barrages, et profité de leurs présences au lieu d'envisagé la construction d'autres ouvrage qui de mande des coûts et du temps

# CONCLUSION GÉNÉRALE

### CONCLUSION GENERAL

L'étude que nous avons menée, nous a permis d'apporter notre contribution à la connaissance des caractéristiques géologiques, structurales, hydro- climatiques et hydrogéologiques de la région d'Ouled Djellal.

En ce qui concerne le réseau hydrographique, l'Oued Djedi est le principal cours d'eau dans la région.

Géologiquement, la région d'étude fait partie d'une zone de transition topographique, structurale et sédimentaire entre l'Atlas Saharien, surélevé au Nord et le Sahara, pays effondré au Sud. L'étude géologique et structurale a permis de comprendre la litho- stratigraphie et la tectonique de la région d'étude.

L'étude climatique a été portée sur les observations, enregistrées à la station de Biskra.

L'analyse des précipitations a révélé un régime pluviométrique irrégulier, mensuel et annuel, avec une moyenne annuelle de 173 mm/an ; avec signalement des crues 3 à 4 fois par an

Le calcul des indices climatiques et le report des paramètres sur les climagrammes ont permis de constater que la région d'étude appartient à un climat aride.

L'étude de l'évapotranspiration et du déficit d'écoulement a été faite par l'utilisation de différentes méthodes, de divers auteurs (méthodes de Thornthwaite, Turc, ...etc.). Les résultats obtenus, à partir de ces méthodes, font apparaître un déséquilibre important entre la pluviométrie et l'évaporation, en défaveur de l'infiltration et de l'écoulement ; lors des précipitations de forte intensité qui peuvent contribuer à l'alimentation des nappes souterraines, de la région d'Ouled Djellal.

L'Oued Djedi est le plus important cours d'eau du sud Algérien ; parmi ces effluents ; Oued Deifel, Oued Elassel et Oued Traifia qui se situent dans la région d'Ouled Djellal et contribuent pour l'alimentation de sa nappe souterraine, ainsi que pour subvenir au besoin journalier de cette zone surtout le secteur agricole.

Sur les lit de chaque Oued des ouvrages hydraulique ont servie à ; la distribution, l'emmagasinement et la régularisation des eaux des crues de l'Oued Djedi depuis 2003. Sauf pour le barrage de dérivation qui est plus important et plus ancien (1947 environ)

Pour une meilleur utilisation de ces Sed s il faudra envisager une réhabilitation selon l'état actuelle de ces ouvrages, dans cette étude nous les avons présentés avec quelques proposition pour leurs rénovation ; qui demande des études technique et économique plus poussés.

La réhabilitation de ces ouvrages hydraulique serait bénéfique pour alimenter le niveau de l'eau souterraine alimentée par l'Oued Djedi et donc un bon rendement pour la zone d'Ouled Djellal, zone agricole qui souffre actuellement d'un stress hydrique entraînant de faibles rendements.

Références bibliographiques

**AGENCE NATIONALE D'AMENAGEMENT DE TERRITOIRE (ANAT)(2003).**

**AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRIQUES (ANRH)**

**AISSAOUI A ET MESSAOUDI N, (2014/2015).** Caractéristique temporelle de régime pluviométrique De la plaine du Moyen Cheliff.

**BENHAMIDA S, FEDAL M, (2008).** Inventaire des points d'eau et enquêté sur les débits extraits de la wilaya de Biskra. Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques. Direction régionale Sud-Ouargla.

**BOUAOUD F,( 2017).** Bureau. D'étude

**BOUTOUGA F,(2012).** Ressources et Essai de Gestion des eaux dans le Zab Est de Biskra

**CHABOUR, (2006).** Hydrogéologie des domaines de transition entre l'Atlas Saharien et plateforme saharienne à l'Est de l'Algérie. Thèse de Doctorat. Université de Mentouri Constantine.

**CHENNOUFI S, (2002 et 2003).** Du bureau d'étude ELBAHDJA) ; au profit de (HCDS) ; Sed Oued Elassel est mise en place entre

**HELAL FAYCEL, (2016),** (qualité, gestion intégré et cartographe des ressources en eau de la wilaya de Biskra

**DIRECTION HYDRAULIQUE,(2020),**tableau des observations pluviométriques de ces deux stations sont

**DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE DE LA WILAYA(DHW)**

**DUBIEF J, (1953),** Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara, GGA, Direction du Service de la Colonisation et de l'Hydraulique, Service des Etudes Scientifiques, Alger

**GUEZAINIA I ET GUERRAM A.D, (2011)** Alimentation En Eau Potable De La Ville D'ouled Djellal (Willaya De Biskra)

**GUIRAUD R, (1973).** Evolution post-triasique de l'avant pays de la chaine alpine en Algérie d'après l'étude du bassin du hodna et des régions voisines.

**CHENNOUFI,( 2003).** Haut Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS) des documents inédits par Bureau d'étude EL BAHGA

**LAHLALLA, 2019)** Etude De Faisabilité D'un Barrage inféro-Flux Sur Oued Djedi A Ouled Djellal (De La Wilaya De Biskra)

**MEBARKI A. et LABORDE J-P., 2005,** Ressources hydrologiques et stratégie d'aménagement et de protection des eaux : cas de l'Algérie orientale, Congrès international :

De l'eau pour le développement durable dans le bassin méditerranéen, Ecole Nationale

Polytechnique, LRS Eau, Alger 21-22-23 mai 2005, Algerian Journal of Technology, numéro spécial

**MESSAOUDI, AL. (1995).** Contribution à l'étude hydrogéologiques et la région de Biskra (zone de Biskra-Ourlal). Mémoire de fin d'étude, Université de Batna

### **OFFICE NATIONAL DE LA METEOROLOGIE (ONM)**

**OULD BABA SY M. (2005).** Recharge et paléo recharge du système aquifère du Sahara septentrional. Thèse Docte. D'état, (option : géologie). Univ. El Manar - Tunis.

**OSS, (2004).** Observation du Sahara et du Sahel. Etude sur modèle mathématique de la nappe de Biskra-Nord des Chotts. Première partie : Hydrogéologie et Modèle Conceptuel.

**SOLEIL HAVOUP F, (1974).** Les kerkoubs, concrétions calcaires du sud-algérien

### **Sites internet**

<http://www.anrh.dz/>)

<http://wilayabiskra.dz/>)

[http:// fr.geneawiki.com/](http://fr.geneawiki.com/))

[https://jeanyvesthorrignac.fr/wa\\_files/INFO\\_20\\_20425\\_20OULED\\_20DJELLAL.pdf](https://jeanyvesthorrignac.fr/wa_files/INFO_20_20425_20OULED_20DJELLAL.pdf)

<https://fr-ch.topographic-map.com/>