

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 :/2022



جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم و التكنولوجيا
قسم الهندسة المدنية و الري
المرجع/2022

Mémoire de Master

Filière : Hydraulique

Spécialité : Ouvrages hydrauliques

Thème

Etude de la possibilité de la protection de la ville d'Ouled Djellel et ces environs contre les crues de l'Oued Djedi

Nom et Prénom de l'étudiant :

Encadreur : Dr : ZOUITA Nadjoua

M^f : LABACHI Hamza

Co-encadreur M^R : LOUGRAICHI Yazid

Membre de jury :

President ; Pr . Laabadi Aabdallah

Examineur : Dr : Charhabil Sonia

Année universitaire : 2021 – 2022

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

A mes frères et mes sœurs que je n'imagine pas ma vie sans eux, à qui nous souhaitons tousse le bonheur

A toute la famille.

A tous mes collègues A tous ceux qui m'ont fait vivre la joie Et le bonheur.

A tous ceux que j'aime et m'aiment

LABACHI HAMZA

Remerciements

Tout d'abord, je commence par remercier mon Dieu qui m'a 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 Zouita Nadjoua et un grand remerciement pour monsieur Loughraïchi Yazid ; Je les remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.

Un vif remerciement

Au membre de jury :

Professeur ; Laabadi Abdallah

Docteure : Charhabil Sonia

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

LABACHI HAMZA

Résumé

Ouled Djellel est une zone agricole qui bénéficie de la présence de l'Oued Djedi qui alimente une partie de la nappe souterraine de cette région ; cet Oued est également utilisé pour l'irrigation des palmerais qui s'étendent sur d'importantes superficies.

Ce cours d'eau est le plus grand Oued du sud Algérien qui connaît un écoulement temporaire (3 à 4 fois en moyenne) par an en période de crues mais le reste de l'année ; il véhicule les eaux d'assainissement de Sidi Khaled et de la zone d'Ouled Djellel.

Chaque année : enregistre des dégâts importants soit matériels ou humains.

En Mai 2021 le débordement de l'oued Djedi après les pluies diluviennes du jeudi a fait une victime, un adolescent de 14 ans et a provoqué l'effondrement de plusieurs vieilles habitations.

Les crues de l'oued Djedi qui se terminent des fois en inondations ont également fait des dégâts matériels considérables, notamment au niveau des communes d'Ouled Djellal, Sidi Khaled et Orelal.

A Ouled Djellal, les dégâts ont aussi été qualifiés d'importants notamment pour les terres agricoles.

Des solutions à ce problème s'imposent. De point de vue hydrauliques la réhabilitation des anciens ouvrages hydrauliques est fortement conseillée pour régulariser l'écoulement de ce cours d'eau. D'autres solutions sont proposées notamment l'installation d'un barrage inféro-flux.

ملخص

أولاد جلال هي منطقة زراعية تستفيد من وجود واد جدي الذي يغذي جزءاً من المياه الجوفية في هذه المنطقة ؛ كما تستخدم الوادي لري بساتين النخيل الممتدة على مساحات واسعة. هذا الوادي هو أكبر واد في جنوب الجزائر والذي يتعرض لتدفق مؤقت (3 إلى 4 مرات) سنوياً خلال فترة الفيضان ولكن بقية العام ؛ ينقل مياه الصرف الصحي من سيدي خالد ومنطقة أولاد جلال.

كل سنة : يسجل ضرراً كبيراً سواء مادياً أو بشرياً. في مايو 2021 ، أدى فيضان وادي جدي بعد هطول الأمطار الغزيرة يوم الخميس إلى مقتل ضحية مراهق يبلغ من العمر 14 عاماً وتسبب في انهيار العديد من المنازل القديمة.

كما تسبب فيضانات واد جدي التي تنتهي أحياناً بالفيضانات في أضرار مادية جسيمة ، لا سيما على بلديات أولاد جلال : سيدي خالد واورلال . في اولاد جلال ، وصفت الأضرار أيضاً بأنها كبيرة خاصة بالنسبة للأراضي الزراعية.

هناك حاجة إلى حلول لهذه المشكلة. من وجهة نظر هيدروليكية ، يوصى بشدة بإعادة تأهيل الهياكل الهيدروليكية القديمة لتنظيم تدفق هذا المجرى المائي يتم اقتراح حلول أخرى على وجه الخصوص تركيب حاجز تدفق داخلي

Abstract

Ouled Djellel is an agricultural area that benefits from the presence of the Oued Djedi which feeds part of the groundwater in this region; this Oued is also used for the irrigation of the palm groves which extend over large areas. This river is the largest Oued in southern Algeria which experiences a temporary flow (3 to 4 times) per year during the flood period but the rest of the year; it carries sewage water from Sidi Khaled and the Ouled Djellel area.

Each year: records significant damage, either material or human. In May 2021, the overflow of the Djedi wadi after the torrential rains on Thursday claimed a victim, a 14-year-old teenager and caused the collapse of several old houses.

The flooding of the Djedi wadis, which sometimes end in flooding, also caused considerable material damage, particularly in the communes of Ouled Djellal, Sidi Khaled and Orelal. In Ouled Djellal, the damage was also described as significant, especially for agricultural land.

Solutions to this problem are needed. From a hydraulic point of view, the rehabilitation of old hydraulic structures is strongly recommended to regulate the flow of this watercourse. Other solutions are proposed, in particular the installation of an infero-flux Dam.

.

Liste d'abréviation

Intitule d'abréviation	
A.N.R.H	Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
DRE	Direction Des Ressources En Eau
DAPE	Direction de l'Assainissement et de la Protection de l'Environnement
ANAT	AGENCE NATIONALE D'AMENAGEMENT DE TERRITOIRE

Liste des tableaux

N°	L'intitulé	La page
Tableau n° 01	Tableau récapitulative des inondations des wilayas de l'est du 27 au 29 mars 1973	14
Tableau n° 02	Tableau les crues des bassins des côtiers algérois, de la sebaou, de l'isser et de la soummam 28 au 31 mars 1974 .	15
Tableau n° 03	Tableau suivant sont résumées les caractéristiques des crues de l'est algérien 03 février 1984	17
Tableau n° 04	Tableau les oueds des bassins versants de la seybousse, des côtiers constantinois et du kebir rhummel	18
Tableau n° 05	Tableau les caractéristiques des crues observées sur plusieurs oueds du centre du pays	20
Tableau n° 06	Tableau les débits de crues de l'oued r'hiou mesurés aux deux stations hydrométriques	21
Tableau n° 07	Tableau pluviométrie moyennes mensuelles de la région de sidi khaled durant	29
Tableau n° 08	Tableau la quantité de précipitation pour chaque pour la station de sidi khaled (1976 à 2014	30
Tableau n° 09	Tableau précipitations moyennes mensuelles en mm (2012-2013) à la station d'ouled djallel	31
Tableau n° 10	Tableau présente le température moyenne (2012-2013).à la station d'ouled jallel	32
Tableau n° 11	Tableau débit dans affluent de l'oued djedi	40
Tableau n° 12	Tableau résultats des perméabilités	47
Tableau n° 13	Tableau estimation des réserves exploitables	47
Tableau n° 14a	Tableau descriptive d'oued djedi	61
Tableau n° 14b	Tableau descriptive d'oued djedi	61
Tableau n° 15	Tableau principaux événements historiques observés	62
Tableau n°16	Tableau réalisations d'ouvrage de protection contre les crues à travers la दौरa ouled djellal et दौरa sidi khaled durant la période (1999-2019)	72
Tableau n°17	Tableau réalisation en matière de protection contre les inondations période (2004-2015)	74

Liste des photos

N°	L'intitulé	La page
Photo n° 01	Digue en terre	08
Photo n° 02	Les gabions	10
Photo n° 03	Dégâts causés par les inondations de Bab El Oued (Haboul et Sahraoui.2018)	13
Photo n° 04	Inondations en Algérie (Alger Bab El Oued , 11/2001) Haboule et Sahraoui.2018)	24
Photo n° 05	anciennes photos de l'oued Djedi, 1947	54
Photo n° 06	Crue de l'Oued Djedi , 29 Septembre 2020, (Selmouni.K,2020)	56
Photo n° 07a	Débordement des eaux de l'Oued Djedi sur le pont,06 Mai 2021 (Labachi hamza)	57
Photo n° 07b	Crue de l'Oued Djedi ,06 Mai 2021 (Labachi hamza)	57
Photo n° 08	Sed Oued ELassel , en crue, (LAHLALI.A,2019)	58
Photo n° 09	Sed et canal Oued ELassel , en période sèche (Selmouni 2020)	58
Photo n° 10	Le canal d'irrigation à l'intérieur de la ville d'ouled Djellel (ancienne photo)	59
Photo n° 11	Oued Deifel et Sed Oued Deifel (Selmouni. 2020)	60
Photo n° 12	Photo Retenu Oued Djedi, (Labachi.H, 2022)	65
Photo n° 13	Saguiat de Traifia, (Labachi.H, 2022)	66
Photo n° 14	Le corps de barrage (Labachi.H,2022)	68
Photo n° 15	Evacuateur de crue Oued Djedi, (Labachi.H,2022)	68
Photo n° 16	Sed Difel (évacuateur de crue) (Labachi.H,2022)	69
Photo n° 17	barrage du Sed Oued LASSEL (Labachi.H,2022)	70
Photo n° 18	Seguiat de Sed Oued LASSEL) (Labachi.H,2022)	71
Photo n° 19	Protection avec des blocs de béton creux	73
Photo n° 20	Gabion sur de Oued Djedi (Labachi.H, 2022)	75
Photo n° 21	Chaabet Bilkhl (Labachi.H,2022)	76
Photo n° 22	Chaabet Althaanawia (Labachi.H,2022)	77

Liste des figures

N°	L'intitulé	La page
Figure n° 01	Inondation par remontées des nappes phréatiques	04
Figure n° 02	Exemple d'une rupture de barrage.(Haboul et Sahraoui .2018)	05
Figure n° 03	Inondation par crues torrentielles. (Merabet. A, 2006 in Haboul et Sahraoui .2018	06
Figure n° 04	Recalibrage d'un cours d'eau (Hachemi ,2014 in Aissa Madaoui.2016).	08
Figure n° 05	Les épis implantées	09
Figure n° 06	Carte de la wilaya d'Ouled Djellal (2022).	28
Figure n° 07	Situation de l'Oued Djedi par rapport à Ouled Djellel	28
Figure n° 08	Histogramme de Précipitations moyennes mensuelles en mm	30
Figure n° 09	Les précipitations moyennes mensuelles en fonction des mois	31
Figure n° 10	Les précipitations moyennes mensuelles en fonction des mois	32
Figure n° 11	Variation des températures à la station d'Ouled Djellel (2012-2013).	32
Figure n° 12	Diagramme pluviothermique à la station d'Ouled Djellel (2012-2013)	34
Figure n° 13	Le bassin versant chott Melghir (www.anrh.dz)	35
Figure n° 14	Profil du bassin versant de l'Oued Djedi	37
Figure n° 15	Carte du bassin versant d'Oued Djedi	37
Figure n° 16	Les affluents de l'oued Djedi à Ouled Djellel (Labachi,2022)	38
Figure n° 17	histogramme du débit dans affluent de l'Oued Djedi (ANAT)	41
Figure n° 18	La carte d'esquisse géologie de la région de la wilaya de Ouled Djellal	42
Figure n° 19	Coupe géologique Nord-Sud de la région d'étude (Lahlali, 2019)	44
Figure n° 20	Log-stratigraphique d'un forage à Ouled Djellal (Lahlali, 2019)	45
Figure n° 21	La carte Piézométrique de la cuvette De l'Oued djaie	49
Figure n° 22	La zone la plus vulnérable aux crues par Oued Djedi	55
Figure n° 23	Profile de l'oued Djedi ; entre Ouled Djellel et la jonction avec Oued Biskra	56
Figure n° 24	Différents affluent et Sed de l'oued Djedi (labachi.H, 2022)	59
Figure n° 25	L'emplacement de canal d'irrigation et son Oued (Labachi.H,2022)	65
Figure n° 26	L'emplacement de Ced Traifia et son Oued (Labachi.H,2022)	66
Figure n° 27	Emplacement de l'ancien barrage d'Ouled Djellel (Labachi.H,2022)	67
Figure n° 28	L'emplacement de Oued et Ced Deifel (Labachi.H,2022)	70
Figure n° 29	L'emplacement du l'Oued et Sed Oued LASSEL) (Labachi.H,2022)	71
Figure n° 30	L'emplacement des gabion sur la rive de l'Oued Djedi (GoogleEarth)	75

Table des matières

Dédicaces

Remerciements

Résumé

Abstract

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des photos

Liste des figures

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES CRUES EN ALGERIE.....	3
I.1 Introduction:.....	3
I.2 Définition d'une crue et d'une inondation	4
I.3 Types des crues :	5
I.3.1 Les inondations engendrées par des crues torrentielles :.....	5
I.3.2 Les inondations des grands bassins-versants :	6
I.4 L'influence des facteurs anthropiques ou facteurs aggravants :	6
I.4.1 L'urbanisation et l'implantation d'activités dans les zones inondables	6
I.4.2 La diminution des champs d'expansion des crues	7
I.4.3 L'aménagement parfois hasardeux des cours d'eau	7
I.4.4 L'utilisation ou l'occupation des sols sur les pentes des bassins versants :.....	7
I.5 Quelques procédés de protection contre les inondations :.....	7
I.5.1 Recalibrage du cours d'eau :.....	7
I.5.2 Endiguement du cours d'eau	8
I.5.3 Reboisement :.....	8
I.5.4 Canal de dérivation :.....	9
I.5.5 Les épis :	9
I.5.6 Le gabion:	9
I.6 Causes et types des crues catastrophiques en Algérie :	10
I.7 Recensement des inondations catastrophiques en Algérie (1970 - 2008) :.....	12
I.8 Historique des inondations de l'oued Djedi d'Ouled Djellel :	25
I.9 CONCLUSION	26
Chapitre II: Présentation De La Zone D'étude.....	27
II.1 Introduction :.....	27
II.2 Situation et cadre géographique :.....	27
II.3 ETUDE CLIMATIQUE :.....	29
3.1 Les précipitations :.....	29
3.2 La température :	32
3.3 Indice D'aridité De Dermartonne :.....	33
3.3.1 Diagramme pluviothermique. :.....	33
II.4 Aperçu hydrologique :	34
II.4.1 Bassin versant de Chott Melghir :	34
II.4.2 Le bassin versant de l'Oued Djedi :	36
II.4.3 Le profile du bassin versant de l'Oued Djedi par rapport au BV de Chott Melghir :...36	
II.4.4 Le réseau hydrographie du bassin versant d'Oued Djedi :	37

II.4.5 Les affluents de oued Djedi :	38
II.4.6 Caractéristiques géométriques du bassin versant :	39
II.4.7 Variation du débit dans la zone d'étude :	40
II.5 Aperçu Géologique :	41
II.5.1 Quaternaire :	42
II.5.2 Miocène supérieur (Pontien) :	42
II.5.3 Pliocène :	42
II.5.4 Eocène moyen (Lutétien) :	43
II.5.5 Eocène inférieur :	43
II.5.6 Sénonien supérieur :	43
II.5.7 Sénonien inférieur :	43
II.5.8 Turonien :	43
II.5.9 Cénomaniens :	43
II.5.10 Albien :	43
II.5.11 Aptien :	44
II.5.12 Barrémien :	44
II.6 Aperçu hydrogéologique :	46
II.6. 1 Etude de la nappe de l'inféro-flux de l'oued djedai :	46
II.6.1.1 Caractéristiques générales de la nappe :	46
II.7 Mode d'alimentation de la nappe :	47
II.8 Piézomètre :	48
II.8.1 Inventaire des points d'eau :	48
II.8.2 Interprétation de la carte piézométrique :	48
II.8. 3 Estimation du débit de l'inféro-flux :	50
II.9 Conclusion :	52
CHAPITRE III : Les crues de l'Oued Djedi et leurs influences sur la région d'Ouled Djellel.....	53
III.1 Introduction :	53
III.2 Influence des crues de l'Oued Djedi sur l'économie d'Ouled Djellel :	54
III.3 Les crues de l'Oued Djedi :	55
III.4 L'influence des crues sur la région d'ouled Djellel :	60
III.5 Conclusion :	63
CHAPITRE IV : PROPOSITIONS ET SOLUTIONS	64
IV.1 Introduction :	64
IV.2 Les Propositions et Solution :	64
IV.2.1 systèmes d'information géographique :	64
IV.2.2 Réhabilitation d'un canal d'irrigation :	64
IV.2.3 Réhabilitations d'un Sed Existant sur Oued Traifia :	66
IV.2.4 Réhabilitation d'un barrage existant sur Oued Djedi :	67
IV.2.5 Réhabilitation d'un Sed Existant sur Oued DIFEL :	69
IV.2.6 Réhabilitation d'un Sed existant sur Oued LASSEL :	70
IV.2.7 Cree des barrages sur Oued Djedi :	72
IV.2.8 Techniques mécaniques :	73
IV.2.8.1 Les blocs de béton ou le béton armé :	73
IV.2.8.2 Le gabion :	74
IV.2.9 Points à l'intérieur du périmètre urbain :	76
IV.3 Le résumé des propositions :	77
IV.4 CONCLUSION :	78
Conclusion Générale	79
Références bibliographiques	
Annexe	

Introduction générale

Introduction générale :

L'Algérie est confrontée fréquemment aux phénomènes de crues et d'inondation qui se manifestent parfois de façon catastrophique constituant ainsi une contrainte majeure pour le développement économique et social.

Plusieurs régions de notre pays sont régulièrement menacées par ces catastrophes naturelles dont les impacts sont souvent intensifiés par d'autres facteurs qui aggravent les effets de crues tels que : l'urbanisation anarchique par l'occupation des zones inondables et la défaillance des réseaux d'eaux pluviales. Par conséquent, des inondations dramatiques ne sont pas toujours liées à des situations météorologiques exceptionnelles, mais dans beaucoup de cas, elles surviennent lors d'événements pluvieux ordinaires et saisonniers.

La réduction des dommages causés par des catastrophes nécessite en premier lieu ne connaissance des régions sujettes à ce risque ainsi qu'une identification des facteurs favorisants et amplifiants ces phénomènes.

La wilaya Ouled Djellal située au Sud- Ouest du massif des Aurès en Algérie, à environ 390 km au sud-est d'Alger ; caractérisée par un climat aride, avec une pluviosité moyenne de l'ordre de 150mm /an, et une température pouvant atteindre les 50 degrés au mois d'Aout. Cette wilaya a enregistré un accroissement démographique excessif ces dernières années,

Notre étude s'inscrit dans le cadre de la protection de la ville d' Ouled Djelalle contre les inondations causées par des crues exceptionnelles. Cette étude décrit d'abord toutes les caractéristiques de la zone d'étude avec certains événements catastrophiques qui ont frappé la ville, puis présente des solutions et des propositions pour faire face aux inondations causées par l'oued Djedi qui est le plus long cours d'eau du sud algérien qui a un écoulement temporaire (3à 4 Fois par an) pendant les crues. L'importance de l'oued Djedi réside dans le faite qu'il est bénéfique pour l'agriculture et l'élevage de la région d'ouled Djellel et en meme temps il alimente sa nappe souterraine.

Ce travail qui commence par une introduction générale, est divisé en quatre chapitres :

Introduction générale

Chapitre I: Où en a mis des généralités sur les crues en Algérie, ainsi que la différence entre les crues et les inondations, en énumérant les différents types de crue et d'inondation, sans oublier de citer quelques procédés et techniques de protection des inondations.

Ensuite données un aperçu sur les inondations qu'a connue l'Algérie pour une période de 30 ans à titre indicatif.

Chapitre II: une présentation de la zone d'étude avec une ; description générale qui comporte 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 qui semble très réduite).

-Un aperçu 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 ce chapitre en a signalé le manque des données et absence de station hydrométrique , dans cette partie nous avons pris quelques photos présentatifs.

- L'Analyse des conditions géologique et hydrogéologiques ; pour présenter l'état des eaux souterraines de cette zone d'étude qui sont alimentés par oued Djedi

Chapitre III : Dans ce chapitre en présente l'historique des crues et des inondations qu'à connue la région d'Ouled Djellel et sa spécificité topographique et hydrologique qui rend cette zone vulnérable aux inondations et les crues causées par 'Oued Djedi et son influence sur toute la région d'Ouled Djellel et ces environ.

Chapitre IV : Dans ce chapitre il y a des propositions et des solution en se basant surtout sur les anciens ouvrages hydrauliques existants qui ont été conçue spécialement pour la, régularisation de l'écoulement de l'oued Djedi et ces affluent qui comportent des évacuateurs de crues et des petites retenues.

Une proposition de la réhabilitation des anciens ouvrages hydraulique de la ville d'Ouled Djellal ; "Sed Deifel, Traifia, Elassel et l'aménagement de l' Oued Djedi", est l'une des solution proposé pour protéger Ouled Djellel des crues de l'Oued Djedi

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES CRUES EN ALGERIE

I.1 Introduction:

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.

La maîtrise et la régularisation de l'écoulement des cours d'eaux est très importante pour bénéficier des quantités d'eau soit ; pour l'agriculture, la recharge des nappes souterraines ou le retenues collinaires

Des fois la force des eaux véhiculer par les cours d'eau devient non métrisées se qui provoque des crus qui se développent à des inondations dévastatrices.

L'Algérie est l'un des pays confrontés aux phénomènes de crues et d'inondations qui se manifestent de façon catastrophique constituant ainsi une contrainte majeure pour le développement économique et social, ces inondations sont les catastrophes naturelles les plus destructives et même les plus fréquentes et provoquent d'importants dégâts humains et matériels.

Plusieurs régions du pays sont régulièrement menacées par ces catastrophes naturelles dont les effets sont souvent intensifiés par d'autres facteurs qui aggravent les effets des crues, ces événements dramatiques engendrant souvent des bilans lourds de dégâts humains et matériels ne sont pas toujours liées à des situations météorologiques exceptionnelles et surviennent dans beaucoup de régions suite à des épisodes pluvieux saisonniers et n'ayant rien d'exceptionnel.

L'inventaire des inondations catastrophiques à travers le pays établi pour les 30 dernières années montre qu'il n'existe pas de régions prémunies contre ce risque et que ces événements sont imprévisibles dans le temps et dans l'espace. (Lahlah, 2004)

Cet inventaire fait ressortir les grandes inondations engendrées par des pluies exceptionnelles généralisées sur des grands bassins versants et pouvant toucher plusieurs régions atteignant parfois l'ampleur d'une catastrophe nationale telles que: **les inondations de l'automne 1969 en Algérie ; les inondations catastrophiques de Mars 1973 sur l'Est Algérien, les inondations de Mars 1974 des bassins versants de l'Algérois et de la Sebaou, les inondations de Décembre 1984 sur tout l'Est Algérien** et les inondations urbaines affectant surtout les agglomérations et les

illes provoques par des orages localisés d'automne et d'été et dont les conséquences dramatiques pourraient être évites si ce n'est d'autres facteurs qui les amplifient.

Ainsi, si les inondations sont classées dans la catégorie des catastrophes naturelles, il reste que dans plusieurs régions du pays; elles sont en grande parties imputable aux agissements de l'homme:

Les risques d'inondations sont dus, à l'interaction complexe de plusieurs composantes, c'est donc la concomitance de facteurs topographiques, géologiques, hydrologiques et météorologiques.

Avant de donner l'historique de ces inondations il faut comprendre et différencier entre les crus et les inondations.

I.2 Définition d'une crue et d'une inondation :

Une **crue**, phénomène hydrologique de base, est *l'augmentation plus ou moins brutale du débit* et par conséquent de la hauteur d'un cours d'eau.

Une crue d'un cours d'eau est un débit important d'eau douce, de courte durée, dans un courant d'eau, résultant d'un évènement météorologique comme de fortes pluies ou la fonte rapide des neiges et meme d'une remonté de la nappe souterraine.

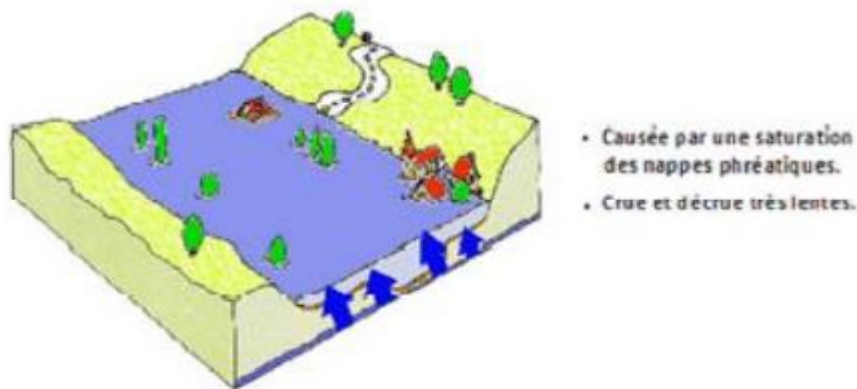


Figure n° 1 : Inondation par remontées des nappes phréatiques

(Boubchir, 2007 in Zinai et Nasrat,2018).

La crue survient souvent après de fortes pluies en amont dans le bassin versant, plus rarement lors de la fonte des neiges ou par réamorçage d'un siphon karstique ou

exceptionnellement quand une fracture terrestre profonde libère des nappes phréatiques. Liées à des caractéristiques météorologiques et géomorphologiques propres à chaque site, les crues sont un phénomène naturel très suivi dans l'histoire.

Une **inondation** est une submersion temporaire, naturelle ou artificielle, d'un espace par de l'eau liquide. Ce terme est fréquemment utilisé pour décrire :

-le débordement d'un cours d'eau, en crue puis en décrue, sur les terrains voisins ; l'eau est répandue dans les talwegs et les dépressions topographiques

-le ruissellement très important d'origine pluviale, soit sur des terres cultivées (inondation boueuse), soit en zone imperméable urbanisée ;

-le débordement ou les conséquences de la rupture d'ouvrages artificiels hydrauliques tels que retenues d'eau, digues, canalisations (agricoles, d'eau potable, d'assainissement) ou la rupture d'une retenue naturelle comme celle d'un lac glaciaire, provoquant une inondation soudaine ; la remontée émergente d'une nappe phréatique ;

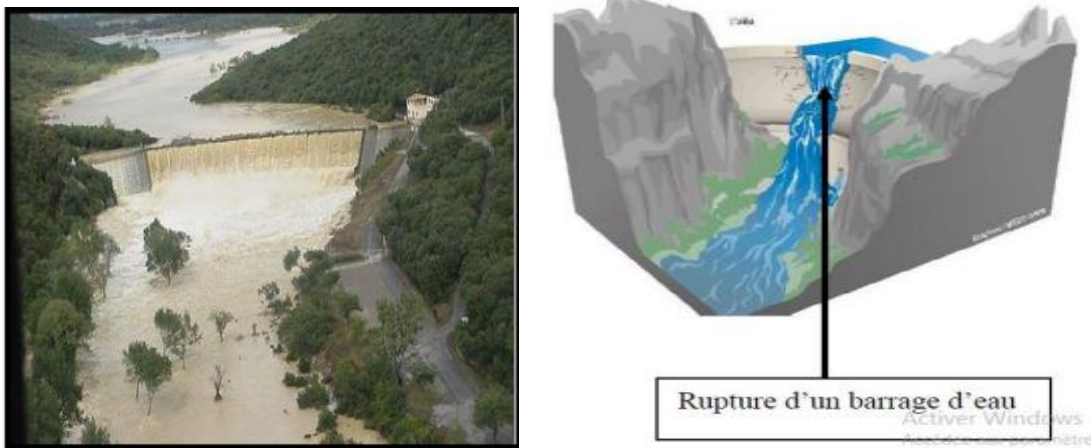


Figure n° 2 : Exemple d'une rupture de barrage.(Haboul et Sahraoui .2018)

Source : Guide interactif de la gestion des risques liés à l'environnement, consulté le 20/04/2018.

I.3 Types des crues :

I.3.1 Les inondations engendrées par des crues torrentielles :

Appelées aussi crue éclaircie et affectant les petits bassins versants de quelques dizaines de km² et sont le plus souvent liées à des chutes de pluies isolées et localement intenses issues de phénomènes de convection sous forme de tempêtes orageuses se produisant généralement en automne et en été . Les crues de ce type sont particulièrement dangereuses en raison de la soudaineté et de la rapidité avec lesquelles elles se produisent. Les ruissellements extrêmement rapides et violents peuvent intervenir moins d'une heure après la pluie et les débits des oueds passent de quelques m³ /s plusieurs milliers de m³ /s en 02 ou 03 heures seulement. L'inondation de la ville de Oued R'hiou le 20 Octobre 1993 où 20 minutes de pluies ont fait 23 morts, 20 blessés et plusieurs disparus est l'exemple parfait de ce type de crues (H,Abdelkader,2017).

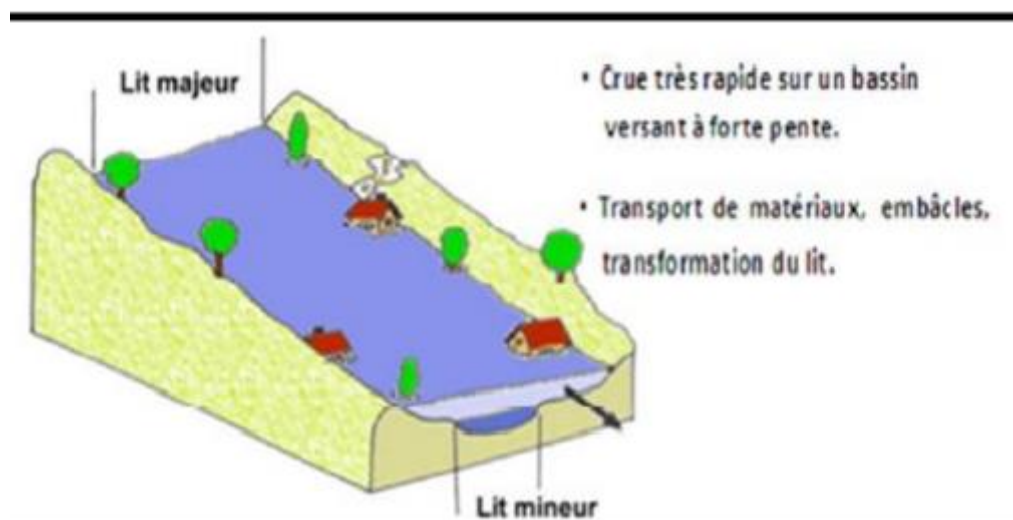


Figure n° 3 : Inondation par crues torrentielles. (Merabet. A, 2006 in Haboul et Sahraoui .2018)

I.3.2 Les inondations des grands bassins-versants :

Elle résulte le plus souvent des précipitations importantes généralisées sur des grandes étendues et caractérisées par leur quantité et leur durée qui peut atteindre 10 à 15 jours. Les crues sont massives, lentes et à évolution facilement prévisibles sauf lorsqu'elles sont brutalement aggravées par des affluents avals plus courts et plus rapides. *En Algérie*, ce type d'inondation survient généralement en saison hivernale entre les mois de *Décembre* et *Mai*. (H,Abdelkader,2017).

I.4 L'influence des facteurs anthropiques ou facteurs aggravants :

Selon (H,Abdelkader,2017) ;Les facteurs anthropiques constituent des facteurs aggravants et ont un rôle fondamental dans la formation et l'augmentation des débits des cours d'eau.

I.4.1 L'urbanisation et l'implantation d'activités dans les zones inondables :

Elles constituent la première cause d'aggravation du phénomène. En parallèle, l'augmentation du niveau de vie et le développement des réseaux d'infrastructures ont accru dans des proportions notables la valeur globale des biens et la fragilité des activités exposées (Vulnérabilité).

I.4.2 La diminution des champs d'expansion des crues :

Consécutives à l'urbanisation et parfois aggravées par l'édification de digues ou de remblais, elles ont pour conséquence une réduction de l'effet naturel d'écrêtement des crues, bénéfique aux secteurs habités en aval des cours d'eau.

I.4.3 L'aménagement parfois hasardeux des cours d'eau :

Beaucoup de rivières ont été modifiées localement sans se soucier des conséquences en amont ou en aval. Ces aménagements (suppression de méandres, endiguement, etc.) peuvent avoir pour conséquences préjudiciables l'accélération de crues en aval et l'altération du milieu naturel.

I.4.4 L'utilisation ou l'occupation des sols sur les pentes des bassins versants :

Toute modification de l'occupation du sol (déboisement, suppression des haies, pratiques agricoles, imperméabilisation) empêchant le laminage des crues et la pénétration des eaux, favorise une augmentation du ruissellement, un écoulement plus rapide et une concentration des eaux.

I.5 Quelques procédés de protection contre les inondations :

L'objectif d'une stratégie de réduction de l'aléa est de réduire des eaux sur les zones comportant de forts enjeux humains et économiques à l'échelle du bassin versant (Aissa Madaoui, 2016)

I.5.1 Recalibrage du cours d'eau :

Le principe du recalibrage consiste à augmenter la débitance du lit mineur en augmentant la section d'écoulement par élargissement du lit, approfondissement ou les deux. Notons que le recalibrage d'un cours d'eau a souvent été couplé à d'autres interventions telles que :

- * La rectification du lit mineur ;
- * La protection des berges contre l'érosion ;
- * La suppression de la ripisylve (systématique sur au moins l'une des deux berges)
- * L'endiguement « rustique » (merlon réalisé avec les déblais du recalibrage)

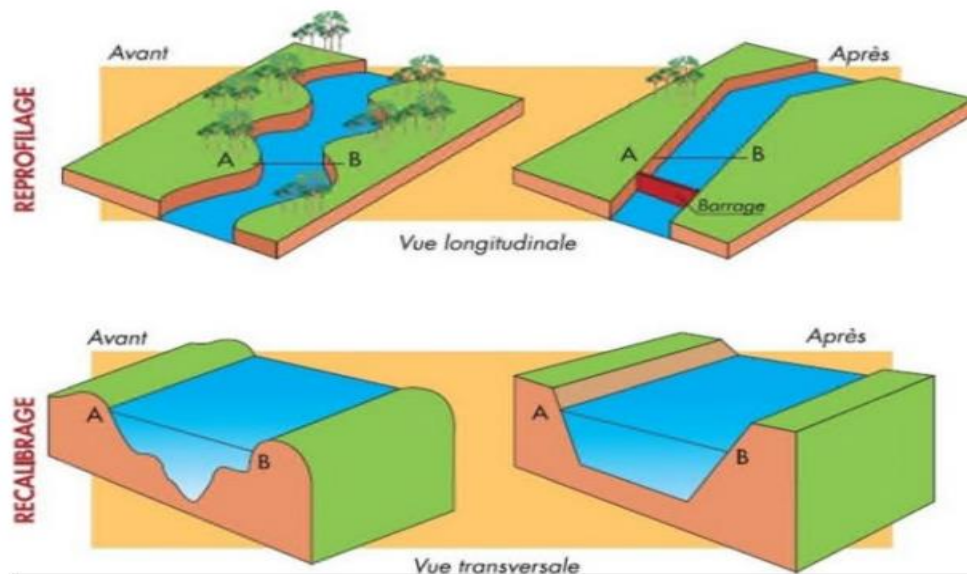


Figure n° 4 : Recalibrage d'un cours d'eau (Hachemi ,2014 in Aissa Madaoui.2016).

I.5.2 Endiguement du cours d'eau :

Une digue est une construction établie dans le but de contenir des eaux ou de se protéger de leurs effets Cette définition est d'une portée générale et englobe tous les types de digues, existants. Les digues peuvent avoir deux fonctions principales : dériver l'eau et/ou canaliser ou protéger contre l'inondation. Ainsi, le parc français de digues est composé de deux grandes familles de digues



Photo n° 1:Digue en terre

I.5.3 Reboisement :

En plus de leur rôle à développer le volet écologique et touristique, les forêts ont un rôle considérable dans la conservation de sol et des eaux. Le volume intercepté de pluies et non négligeable et contribue dans le ralentissement de la montée de crue et en opposé on doit conserver les forêts existants contre le déboisement (un fort accroissement de ruissellement a été observé après des coupes sélectives des forêts. Le taux d'infiltration sous un couvert végétal naturel non modifié est généralement élevé et le ruissellement est un phénomène relativement rare sauf dans le cas de pluie exceptionnellement violente (Chachoua, 2010 in Aissa Madaoui, 2016).

I.5.4 Canal de dérivation :

Un canal de dérivation est une option pour retirer l'eau du système de la rivière. Une rivière artificielle est alors creusée pour contourner la ville avec un barrage à l'entrée et à la sortie du canal afin de contrôler le débit lorsqu'il se fait remplir. Il peut alors demeurer vide des années de suite pendant une sécheresse et être rempli lorsqu'une inondation se produit. Cette solution permet d'alléger le débit de la rivière qui traverse la ville sans devoir retenir des eaux supplémentaires dans une autre partie du bassin versant. (Anctil, 2015 in Ben Lamei. 2020)

. I.5.5 Les épis :

Un épi en rivière est ouvrage transversal au courant, enraciné dans la berge, ne barrant qu'une partie du lit et au moins partiellement submersible. Les épis sont utilisés pour protéger les berges ou pour faciliter la navigation. Dans le domaine maritime, des épis peuvent être utilisés pour protéger des plages (Gérared, 2012 Ben Lamei. 2020)



Figure n° 5 :Les épis implantées

I.5.6 Le gabion:

Les gabions sont des structures parallépipédiques formées de cages grillagées en fil de fer et emplies de Cailloux ou de galets. La forme des murs est en escalier des deux

côtés de l'axe de la rive. Il est ancré de 50 cm environ au sol. Des gabions en semelles sont placés entre le terrain de fondation et les gabions afin de mieux répartir les charges.



Photo n° 2: Les gabions

I.6 Causes et types des crues catastrophiques en Algérie :

Les précipitations caractérisées, en Algérie, par une très forte irrégularité tant interannuelle que saisonnière entraînent des étiages extrêmement sévères des cours d'eau et inversement des fortes crues et des inondations engendrant des dégâts humains et matériels considérables.

La genèse des fortes crues et leurs impacts sur l'environnement et les activités différentes d'une région à une autre en fonction des conditions géographiques, climatiques et d'occupation des sols qui les caractérisent.

Bien que la cause fondamentale de la plupart des inondations soit l'arrivée d'importantes chutes de pluie, cependant, elles ne sont pas toutes dues à des phénomènes exceptionnels. En bien des occasions, d'autres facteurs agissent, soit pour aggraver les effets d'une crue, soit pour créer eux-mêmes des phénomènes hydrauliques dans les surfaces de l'eau tels que la présence des débris et des troncs d'arbres qui réduisent la capacité du lit de l'oued.

D'une manière générale, les causes des inondations survenues en Algérie peuvent être classées en trois types:

- *Les inondations liées à des situations météorologiques* : se traduisant par une forte pluviosité (pluies importantes, orages violents) tels que les inondations de décembre

1957 des bassins de Mazafran et de la Sebaou, les inondations de l'automne 1969 en Algérie, les inondations catastrophiques de Mars 1973 sur l'Est Algérien, Les inondations de Mars 1974 des bassins versants de l'Algérois et de la Sebaou, les inondations de Décembre 1984 sur tout l'Est Algérien etc...

- *Les inondations provoquées par des facteurs liés à l'effet de l'homme:*

La défaillance des réseaux d'assainissement et de collecte des eaux pluviales, le gonflement des oueds par les décombres et les détritiques et d'autres agissements humains qui favorisent des dégâts lors des averses saisonnières; les cas de la ville de Tiaret inondée presque à chaque hiver et la plaine de Mzab où des inondations se produisent tous les 02 à 03 ans illustrent parfaitement l'influence de ces facteurs dans l'apparition du phénomène d'inondations.

- *Les inondations produites dans des régions présentant un environnement topographique défavorable :*

Comme le cas des villes traversées par des oueds (Bordj Bou Arréridj, Oued R'hiou, Sidi Bel Abbés) ou situées au pied d'une montagne (Ain Defla, Batna, Médéa).

Ces agglomérations à forte concentration des populations et sous l'effet d'une urbanisation anarchique et non réglementée présentent des grands risques, des pertes humaines et des destructions de constructions sont enregistrées à chaque inondation aussi légère qu'elle soit.

Ces inondations selon les caractéristiques des crues, leurs durées et leurs étendues sont de deux types:

a- Les inondations engendrées par des crues torrentielles : appelées aussi crues éclair et affectant les petits bassins versants de quelques dizaines de Km² et sont le plus souvent liées à des chutes de pluies isolées et localement intenses issues de phénomènes de été. Les crues de ce type sont particulièrement dangereuses en raison de la soudaineté et de la rapidité avec lesquelles elles se produisent, les ruissellements extrêmement rapides et violents peuvent intervenir moins d'une heure après la pluie et les débits des oueds passent de quelques m³/s à plusieurs milliers de m³/s en 02 ou 03 heures seulement.

L'inondation de la ville de Oued R'hiou (le 20 octobre 1993) ou 20 minutes de pluies ont fait: 23 morts, 20 blessés et plusieurs disparus est l'exemple parfait de ce type de crues.

b- Les inondations des grands bassins versants; elles résultent le plus souvent des précipitations importantes généralisées sur des grandes étendues et caractérisées par leur quantité et leur durée qui peut atteindre 10 à 15 jours. ces crues sont massives, lentes et à évolution facilement prévisibles sauf lorsqu'elles sont brutalement aggravées par des affluents aval plus courts et plus rapides.

Nous présentons dans ce qui suit un inventaire descriptif des inondations les plus catastrophiques survenues en Algérie ces 20 dernières années.

I.7 Recensement des inondations catastrophiques en Algérie (1970 - 2008) :

La réduction des dommages causés par ces calamités nécessite d'abord une parfaite identification des régions présentant le risque de l'inondabilité et des facteurs favorisant et amplifiant l'ampleur des dégâts et des pertes engendrées. Un premier travail de recensement de ces inondations s'avère indispensable afin de mieux identifier les régions présentant des risques réelles d'inondation et de fournir certains paramètres hydrologiques caractérisant ces événements. On présente dans ce qui suit par ordre chronologique, un bref aperçu des inondations survenues en Algérie au cours de ces trente dernières années. (Lahlouh,2004)

***12 Octobre 1971** : Fortes pluies orageuses localisés a **Azzazga** (pluie journalière de 182.6 mm) 40 morts et des centaines d'habitations détruites.

***27 au 29 Mars 1973 :** Pluies exceptionnelles (pluie journalière de 166.2 mm à Annaba) généralisées à l'Est

Algérien provoquant des inondations catastrophiques dans plusieurs wilayas de l'Est du pays ; présenté dans le tableau suivant ; qui résume les caractéristiques des crues observées lors de ces inondations



Photo n° 3: Dégâts causés par les inondations de Bab El Oued (Haboul et Sahraoui.2018)

. Source : Ait Amar Abdelkader, 2016.

**Tableau n° 1 : Tableau récapitulative des inondations des wilayas de l'Est du
27 au 29 Mars 1973 .**

Station	Oued	Hauteur maximal (m)	Débit maximum (m³/s)
Medjez Amar II	Bouhamdane	6.00	986
Bouchegouf	Mellah	6.60	559.5
Ain Berda	Ressoul	3.54	137
M.Rochefort	Cherf Amont	4.29	345
Mirbeck	Seybousse	15.00	2400
Ain El Assel	Kebir Est	10.30	376.44
Souk Ahras	Medjerdah	6.50	345
Ouenza	Mellegue	3.36	466.5
El Aouinet	Mellegue	3.5	385.2
Morsott	Ksob	3.65	97.5

*** 28 au 31 Mars 1974 :** Pluies exceptionnelles dans les wilayas d **Alger et Tizi**

Ouzou (688 mm en 04 jours et 381 mm en 01 journée au Col de Sakamody)

Dégâts:

Bilan de la wilaya de Tizi Ouzou

- 52 morts et 4570 maisons détruites.
- 130 villages isolés et plus de 18 000 sinistrés.
- 13 ponts détruits et des dizaines kilomètres de routes emportés.
- dégâts matériels des divers services techniques évalués à 27 Millions de DA.

Tableau n° 2 : Les crues des bassins des Côtiers Algérois, de la Sebaou, de l'Isser et de la Soummam 28 au 31 Mars 1974.

Station	Oued	Qmax (m ³ /s)	Volume ruisselé (hm ³)
Belloua	Sebaou	2940	311
Baghlia	Sebaou	3420	476
RN 25	Bougdoura	580	49
Lakhdaria	Isser	2520	259
Sidi Aich	Soummam	1820	281
R des Piégeons	El Harrach	819	97
Baraki	El Harrach	1620	175
Keddara	Boudouaou	267	21
Fer à Cheval	Mazafran	754	196
Attatba	Mazafran	750	97

* **01 Septembre 1980** : Pluies orageuses violentes et localisées sur un rayon de 15 Km à la ville d' ELEULMA provoquant des crues catastrophiques de l oued Djehadi

Dégâts:

- 44 morts, 50 blesses et 365 familles sinistrées

***17 Novembre 1980** : Pluies torrentielles de 04 jours (99.8 mm) à **Ghardaia**

(Pj: 46.5 mm) et fortes crues de l'oued M Zab.

***11 Novembre 1982** : Pluies orageuses violentes localisées à **Annaba** aux Monts de L'Edough sur quelques kilomètres seulement (pluie enregistrée du 10/11 au 11/11/1982 est de 167 mm à L'Edough et 160 mm à Seraidi) et intenses (35 mm en

l'espace de 40 minutes) à Seraidi engendrant des fortes crues des oueds: Bouhdid, Forcha, Zied et Aneb.

* **22 Aout 1983** : Pluies orageuses très violents à **Birrine (W.Djelfa)** inondant la commune de Birrine à 60%.

Dégâts:

- 10 morts, 10 blesses.
- 200 habitations détruites et 1200 têtes de bétail emportées par les eaux.

***03 Février 1984** : Pluies abondantes généralisées sur l'ensemble de l'**Est Algérien** avec un

foyer de maximum sur les monts de Constantine (120 mm en 03 jours) et les monts de la Medjerdah (80 mm en 03 jours) ont provoqué des inondations catastrophiques dans toutes les wilayas de l'Est Algérien..

Dégâts:

- Jijel: 20 morts, 500 têtes de bétail emportées et dégâts évalués à 50 millions DA.
- Constantine: 1140 familles sinistrées 200 ha de cultures détruites
- Skikda : 8000 habitations envahies par les eaux.
- Guelma : 03 disparus, 157 familles sinistrées, 02 ponts détruits et canalisations d'AEP détruites à 100 %.
- Khenchla: 777 familles sinistrées et pertes importantes en cheptel.
- Oum El Bouaghi: 144 maisons détruites et 429 familles sinistrées.

Tableau n° 3 : suivant sont résumées les caractéristiques des crues de l'Est Algérien 03 Février 1984 .

Station	Oued	Hauteur maximale (m)	Débit maximum (m3/s)
Medjez Amar I	Cherf Aval	6.00	2000
Medjez Amar II	Bouhamdane	6.80	1500
Bouchegouf	Mellah	4.58	715
Moulin Rochefort	Cherf Amont	--	632
Ain Berda	Ressoul	3.80	173
Mirbeck	Seybousse	15.15	3100

*** 29 Décembre au 01 Janvier 1985 :** Pluies exceptionnelles (plus de 250 mm en 04 jours seulement et 195 mm en une journée), généralisées sur toutes l'Est Algérien provoquant des inondations très catastrophiques dans ; les wilayas de: **Jijel, Constantine, Skikda, Guelma, Annaba et El Tarf .**

Le tableau n° 4 : les oueds des bassins versants de la Seybousse, des côtiers constantinois et du Kebir Rhummel.

Station	Oued	Hauteur maximale (m)	Débit maximum (m³/s)	Volume ruisselé (hm³)
Medjez Amar I	Cherf Aval	6.20	---	--
Medjez Amar II	Bouhamdane	6.10	1450	124.7
Bouchegouf	Mellah	3.89	510	--
Ain Berda	Ressoul	3.05	80	6.84
Mirbeck	Seybousse	14.9 0	2900	455
Ain El Assel	Kebir Est	10.1 0	508	71.5
Ain Charchar	Kebir Ouest	11.3	316	113

* **05 juillet 1987** : Pluies orageuses très violentes à **Batna** (pluie journalière de 57 mm).

Dégâts:

- 02 morts et des dizaines de familles sinistrées.
- dégâts évalués à 175 millions de centimes.

* **17 Juin 1989** : Pluies diluviennes à **Tiaret** (Orage violent d'une durée de 15 minutes).

Dégâts:

- Affaissement de terrains et dégâts matériels considérables.

* **01 Septembre 1989** : Fortes chutes de pluies à la wilaya de **BISKRA** accompagnées de grêles et d'un vent d'une rare violence provoquant le débordement des oueds El Arab, El Mellah et El Kheddra.

Dégâts:

- 02 morts et 35 blessés.
- 400 palmiers, des serres et de cultures de maraîchages détruites.

***21 Septembre 1989** : Fortes Pluies orageuses à la Wilaya de **M'SILA** (Commune de Sidi Aissa particulièrement touchée).

Dégâts:

- une personne disparue et plus de 200 familles sinistrées à Sidi Aissa.
- Deux ouvrages d'art chevauchant les RN 08 et RN 40 emportés par les crues.
- Trois ponts sur les RN 40 et RN 60 endommagés, deux gués sur la RN 60 emportés par les eaux et plusieurs Km de routes détériorées.
- Perte d'une retenue collinaire et de douze digues de déviations.

* **11 Octobre 1989** : Fortes Pluies orageuses à la Wilaya d **EL TAREF**.

Dégâts:

- 60 familles sinistrées à DREAN

* **15 Octobre 1989** : Orage très intense et localisé à la ville de **Ain Defla**.

Dégâts:

- 01 mort et une centaine de familles sinistrées.

* **03 Juin 1991** : Orage local et très violent à **Ghardaia** (8 mm en 03 h)

Dégâts:

- 09 morts et pertes importantes en cheptel et de palmeraies.
- Destruction partielle de la digue d El Atteuf
- Ponts, chaussés et réseaux d'assainissement avoisinant oued Mzab dégradés.

* **26 - 27 Janvier 1992** : Fortes pluies généralisées du 24 au 28 janvier 1992 sur plusieurs régions du centre du pays, engendrant des inondations catastrophiques aux wilayas: **Alger, Blida, Tipaza, Chlef, Ain Defla, Medea...**

Dégâts:

- Des morts et un nombre important de blessés.
- 637 familles sinistrées (361 à Alger, 106 à Tipaza, 87 à Medea, 36 à Ain Defla et 23 à Chlef).
- Importants dégâts aux infrastructures routières et aux exploitations agricoles:
 - Le pont reliant Bougara à Bouinan emporté.
 - Le pont reliant L Arbaa à Bougara endommagé.

Tableau n° 5 : Les caractéristiques des crues observées sur plusieurs oueds du centre du pays .

Station	Oued	Hmax (m)	Qmax (m3/s)
Arbaa gorges	DJEINA	2.10	96
Rocher des piégeons	EL HAMMAM	4.40	550
Baraki	EL HARRACH	6.33	1500
Gorges Chiffa	CHIFFA	3.30	122
Attatba	BOUROUMI	5.70	297
fer à Cheval	MAZAFRAN	8.00	378
Arib Chellif	CHELLIF	9.32	472
Lakhdaria	ISSER	10.00	860

* **20 Octobre 1993** : Pluies orageuses intenses à la ville de **Oued R'hiou** causant crues violentes de Oued Grigra, petit cours d'eau situé en amont de la ville de Oued R'hiou.

Dégâts:

- 22 morts, 20 blessées et plusieurs disparus.
- Des dizaines de familles sinistrées et d'importants dégâts matériels.

Tableau n° 6 :Les débits de crues de l'oued R'hiou mesurés aux deux stations hydrométriques .

Station	Oued	Qmax (m ³ /s)
Ammi Moussa	R hiou	296
Djidiouia RN 04	R hiou	164

* **23 Septembre 1994** : Inondations catastrophiques dans plusieurs régions du pays; les régions les plus touchées sont: **Bordj Bou Arréridj, Msila, Djelfa, Medea, Bouira, Ain Defla et Tiaret.**

Dégâts:

Bilan national:

27 morts, 84 blessés et 941 familles sinistrées.

***29 Septembre au 02 Octobre 1994** : Inondations catastrophiques dans plusieurs régions du pays (**Ghardaia, Laghouat, Biskra, Mascara, Tissemsilt, Sidi Bel Abbés**).

Dégâts:

- **Ghardaia:** Dégâts matériels évalués à 270 millions DA.
- **Laghouat:** Dégâts matériels évalués à 05 millions DA dans le secteur de l hydraulique.
- **Biskra:** 08 morts, 22 familles sinistrées et routes endommagées.
- **Mascara:** 02 morts et importants dégâts matériels.
- **Tissemsilt:** 09 morts
- **Sidi Bel Abbés:** 02 morts.

***06 Octobre 1994** : Fortes pluies orageuses dans la wilaya de **Oum El Bouaghi** provoquant d immenses dégâts à la région de Bir El Hanchir

Dégâts:

- 350 familles sinistrées.
- 43 habitations, 15 puits et terres agricoles endommagés.

***06 Février 1996** : Forte pluie dans la daïra d **El Khemis** à **Ain Defla** (81 mm en 17h35 mn) provoquant ses débordement catastrophiques des cours d eau menant du massif Zaccar vers l oued Cheliff.

Dégâts:

- 158 familles sinistrées et importants dégâts matériels

* **04 Avril 1996** : Inondations catastrophiques dans les wilayas de **Annaba** et **El Tarf**.

Dégâts:

- Annaba : 05 morts et 10 blesses
- El Tarf : 04 ouvrages endommagés et pertes agricoles aux plaines de Bouteldja et El Iam.

* **24 Septembre 1998** : Pluies diluviennes et inondations catastrophiques aux wilayas de **Bouira (Bechloul, El Hachimia et Sour El Ghozlane)** et **Medea (Beni Slimane)**.

Dégâts:

- Plusieurs disparus et des centaines de familles sinistrées.
- Plusieurs hectares de terres agricoles endommagées, des véhicules et du bétail emportés par les crues.
- Perte d une retenue collinaire à la région de **Ahl El Ksar**

***06 Octobre 1998** : Pluies diluviennes et inondations catastrophiques à la wilaya de **DJELFA**

Dégâts:

- 200 hectares de récoltes inondées et pertes importantes en cheptel.
- Un petit barrage détruit à Thadmint et 20 puits d'irrigation éboulés.

* **14 Janvier 1999** : Fortes chutes de pluies (74 mm à Adrar) à l ouest du Sahara provoquant de graves inondations a **Adrar**.

Dégâts:

- 12 morts et plusieurs disparus.
- 174 habitations en toub détruites dans les localités de: Reggane, Tsabit, Timmimoun et Adrar.

* **28 Septembre 2000** : Pluies diluviennes dans la région de **BOU SAADA** provoquant des fortes crues de l Oued Bou Saada.

Dégâts:

- 01 mort, 01 disparu.
- 13 habitations détruites, 38 familles évacuées et 193 têtes de bétail emportées par les eaux.

* **14 Octobre 2000** : Fortes pluies (56 mm en l espace de 04 h) dans la wilaya de **AIN TEMOCHENT** et crues catastrophiques de l oued El Maleh

Dégâts:

- 04 morts et plusieurs disparus.
- plusieurs habitations démolies et immenses dégâts matériels.

***23 Octobre 2000** : Pluies torrentielles à la wilaya de **NAAMA** engendrant des inondations catastrophiques aux régions de: **Ain Sefra et Mechria**.

Dégâts:

- 05 morts et une douzaine portée disparus.
- Pertes importantes en cheptel.

- La voie ferrée reliant Ain Sefra - Beni ounif endommagée.
- Un pont situé au centre ville de Meghrrar endommagé.

***24 Octobre 2000 :** Inondations catastrophiques à **SIDI BEL ABBES** (oued Mekerra), **TISSEMSILT** (Theniet El Hed - oued Mesloub), **CHLEF** et **AIN DEFLA**

Dégâts:

- Deux personnes emportées par l oued Mekerra.
- 01 mort et importants dégâts matériels à Theniet El Had.

*** 9 et 10 novembre 2001 :** *L'inondation spectaculaire et catastrophique sur l'Algérois à Bab El Oued, (Bassin versant de l'oued Koriche) fit plus de 750 morts, 115 disparus et 30 millions de dinars de pertes matériels.*

*** 1 et 2 octobre 2008 :** Les pluies torrentielles, inhabituelles et incessantes, pendant 48 heures sur la région semi-désertique de Ghardaïa, ont fait monter les eaux des différents cours d'eau (**oued M'Zab dont le débit atteint 900 m³/s**) et ont provoqué des inondations qui ont causé le décès d'au moins 34 personnes et fait des dizaines de blessés et de sinistrés, des centaines de maisons ont été détruites, de nombreuses routes ont été coupées et les liaisons téléphoniques ont été très perturbées. Les dégâts matériels ont été estimés à environ 2500 millions de dinars, dont 2000 millions dinars pour les infrastructures.



Photo n° 4: Inondations en Algérie (Alger Bab El Oued , 11/2001) Haboule et Sahraoui.2018)

I.8 Historique des inondations de l'oued Djedi d'Ouled Djellel :

L'Oued Djedi est l'une des plus grandes cours d'eaux du sud d'Algérie à travers l'histoire de la région, où il est connu depuis l'antiquité pour la force de son débit. Il était une source importante pour les habitants et les agriculteurs sur ses rives du nord à l'embouchure. D'un autre côté, elle était aussi une source d'inquiétude pour certains, car elle en venait à détruire et à endommager les cultures et les bâtiments à grande échelle. Malgré la coexistence des habitants de la zone avec ces phénomènes, ils n'ont pas pu éviter ces inondations, laissant d'énormes pertes humaines et matérielles.

Nous mentionnons un groupe de ces inondations:

- inondations 01decembre1963
- inondations 27 janvier1964
- inondations 01 septembre 1969
- inondations 18 décembre 1991
- inondations 20 décembre 1999

Selon la Direction de l'Assainissement et de la Protection de l'Environnement (DAPE)

- inondations 29 Septembre 2020.

Pour cette raison, la wilaya d' Ouled Djellel est définie comme une zone vulnérable aux inondations pour plusieurs facteurs, notamment géographiques, géologiques et hydrogéologiques

C'est ce que nous aborderons à travers une présentation de cette région dans le chapitre suivant.

I.9 CONCLUSION

Cet aperçu théorique et historique sur les risques naturels des crues et en particulier les inondations nous a permis de se formaliser avec un vocabulaire propre à ce domaine entre temps retracer un bref historique sur les différents évènements survenus à l'échelle nationale avec quelques références en matière de vulnérabilité et mesures des conséquences de cet aléa et des dangers qu'il présente.

Nous avons décrit d'une manière générale la situation des principales zones inondables de l'Algérie et donné un bref aperçu sur l'inondation catastrophique vécues dans certaines régions de l'Algérie. Notre travail vise les crue et les inondation de la wilaya d'Ouled Djellel.

Selon (H,Abdelkader,2017). Les risques d'inondations sont liés à l'interaction complexe de plusieurs composantes, c'est le produit de la concomitance de facteurs topographiques, géographiques, géologiques, hydrologiques, métrologiques. La protection contre les inondations et la réduction de la vulnérabilité des régions exposées à ce phénomène nécessitent une meilleure connaissance du risque .Ainsi, la cartographie des zones inondables est un aspect important dans la stratégie de prévention et de lutte contre les inondations.

**CHAPITRE II :
PRESENTATION DE LA
ZONE D'ETUDE**

II.1 Introduction :

Ce chapitre est consacré à la présentation de la wilaya d' Ouled Djellel, notamment le cadre géographique, administratif, la population et la géomorphologique. 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.

Dans la région d' Ouled Djellel, 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. Sans oublier l'élevage que connait cette wilaya surtout la race Ouled Djellel.

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

II.2 Situation et cadre géographique :

La wilaya d'Ouled Djellal est située au sud-est de l'Algérie. Avec une altitude de 196 m au niveau de la mer, Ce qui fait d'elle une des villes les plus basses d'Algérie, La wilaya s'étend sur une superficie de 11 410 km² avec une population de plus de 200.000 habitants avec 6 communes Chaïba, Doucen, Sidi Khaled, El Besbes, Ras El Miâd, en plus du chef-lieu (Algérie presse service).

Ouled Djellel est créée le 26 novembre 2019. En 2021, elle est officialisée comme étant la 51^{ième} wilaya selon le nouveau découpage administratif

- Le Chef-lieu de la wilaya est situé à 390 km au Sud- Est de la capitale Alger limitée au Nord par la wilaya de Msila,
Nord-est par la wilaya de Biskra,
L'ouest par la wilaya de Djelfa,
L'est par la wilaya d'El M'Ghair,
Sud par la wilaya d'Ouargla .



Figure n° 6 : Carte de la wilaya d' Ouled Djellal (2022).

Oued Djedi a peu près à 1 km au Ouest -est de la ville d' Ouled Djellal,, avec les coordonnées suivantes .

*-34°25' et 32' Nord.

*5°03' et 51' Est

Oued Djedi est le plus long Oued du Sahara, mais aussi des plus impétueuses. Du point de vue historique ;lorsqu'il est en crue, ses vagues déchainée, emportent sur leur passage d'énormes troncs de palmiers, de cadavres de chameaux, de chevaux, et d'autres objets pesants qu'elles projettent à quelques mètres de hauteur avant de rejoindre son exutoire à chott Mélghir

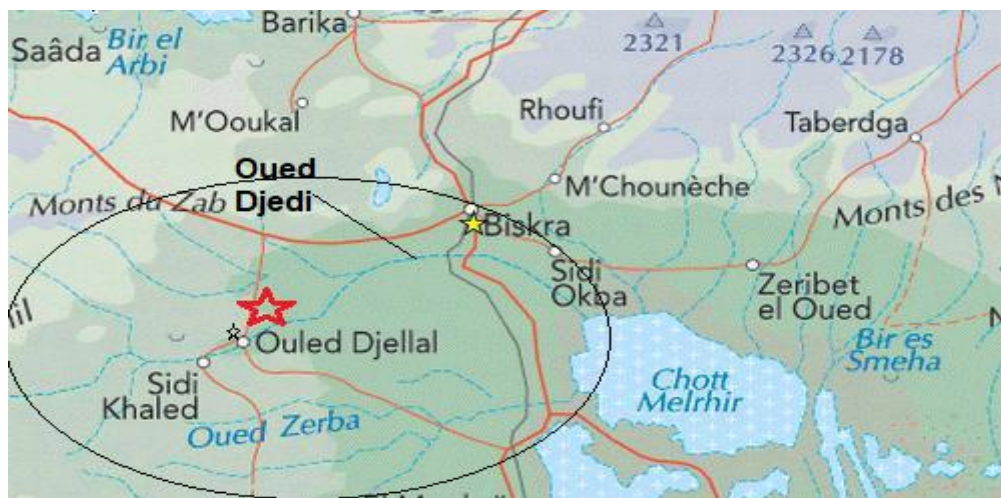


Figure n° 7 :Situation de l'Oued Djedi par rapport à Ouled Djellal

II.3 ETUDE CLIMATIQUE :

Les conditions climatiques de la région d'étude sont prédéterminées par la situation géographique de cette zone, notamment, de ce qu'elle se trouve à la limite des branches sud des monts de l'Atlas et du Sahara, par le caractère de circulation de l'air et par le relief environnant. Les conditions climatiques se forment sous l'influence des masses continentales de l'air du Sahara où le climat est sec et chaud et des masses de l'air provenant de la Méditerranée où le climat est plus doux et plus humide

Le climat d' Ouled Djellel est donc :

- * Sec et chaud en été (température entre 35 et 45 C le jour , et entre 25 et 35 C la nuit).
- * Sec et froid en hiver (température entre 10 et 20 C le jour ,et entre -2 et 5 C la nuit).

3.1 Les précipitations :

Les précipitations sont les quantités d'eau météorique totales, liquide (Pluie, brouillard, rosée) ou solide (neige, grêle...) qui tombent sur une surface horizontale.

L'étude des précipitations est très importante, elle permet de déterminer la part d'eau qui parvient pour l'alimentation des ressources souterraines

En a les données climatique fournie par (ANRH, 2022) pour la station de Sidi Khaled qui s'éloigne d'Ouled Djellel environ 7 Km pour une période qui s'étale ; de 1976 à 2014

Tableau n° 7 : Pluviométrie moyennes mensuelles de la région de SIDI KHALED durant la période 1976 – 2014 (ANRH, 2022)

mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Août	Total
Pluviométrie (mm)	18.9	9.8	10.4	10.6	11.1	6.2	10.5	13.5	8.8	3.9	0.3	2.6	106.2

* L'évolution des précipitations moyennes mensuelles de la station **d' Ouled Djellel**, pour différentes périodes (**Tab**) montre que les valeurs de précipitations maximales sont marquées principalement, en mois de **Septembre** avec un maximum de **18.9 mm**, alors que le mois le plus sec est celui de **juillet**, avec une valeur enregistrée de **0.3 mm**

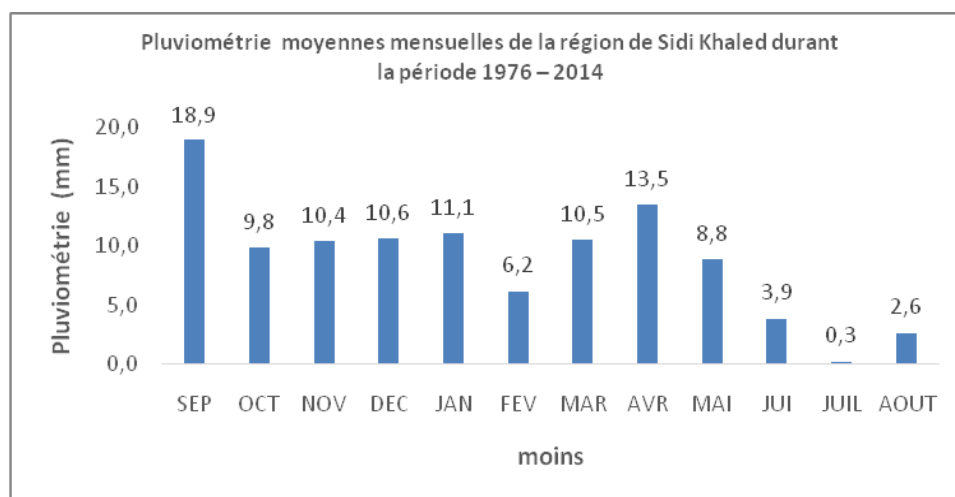


Figure n° 8 : Histogramme de Précipitations moyennes mensuelles en (mm)

(Source : Station Sidi Khaled ,2022

* L’histogramme (Fig) 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) .

Tableau n° 8 La quantité des précipitations pour chaque année pour la station de Sidi Khaled (1976 à 2014)

ANNES	76\77	77\78	78\79	79\80	80\81	81\82	82\83	83\84	84\85	85\86	86\87	87\88	88\89
TOTAL	0	24.7	47.8	243.8	24.7	72.3	82.8	46	102	109	156.4	131.2	84.5

89\90	90\91	91\92	92\93	93\94	94\95	95\96	96\97	97\98	98\99	99\00	00\01	01\02	02\03
205.3	104	129.6	163	42	143	258.4	104.6	247.7	115.7	150.2	29.7	51.2	72

03\04	04\05	05\06	05\06	06\07	07\08	.08/2009	.09/2010	.10/2011	.11/2012	.12/2013	.13/2014
154	102	103.9	109.9	137	50	36	165	121	97	69	54

Source :ANRH, 2022 voir le tableau globale en annexe

Les Années les plus pluvieuses sont en rouge ;

* (1979/1980) en enregistré 243,8 mm

* (1989/1990) en enregistré 205,3 mm

* (1995/1996) en enregistré 258,4 mm

* (1989/1990) en enregistré 247,7 mm

Tableau n° 9 : -précipitations moyennes mensuelles en mm (2012-2013) à la station d' Ouled Djellel

Mois	Sep	Oc	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jur	Jul	Aoû	Moy
P(mm)	16	18	17	15	12	10	14	8	14	7	3	2	11,33

Les précipitations ont une influence directe sur le débit véhiculé par les cours d'eaux et par conséquence sur la hauteur et la vitesse de l'écoulement ; lorsque en enregistre des pluies importante dans une courte durées cela peut être à l'origine des crues..Associé aux conditions hydrologiques et topographiques les crues s'accroissent et provoques des fois des inondations catastrophiques

Les crues de l'oued Djedi sont à l'origine des pluies torrentielles qui sont enregistrées 2 à 3 Fois par ans ajouté à cela la topographie d'Ouled Djellel qui se trouve dans une zone très basse et une pente importante depuis la naissance de l'oued à Djebel Amor passant par Oued Mzi jusqu'à la jonction avec Oued Biskra.

Selon J.Dubief , Seules des averses de forte intensité (30 mm/h) sur les zones de relief, permettent de générer un ruissellement et donc des crues.

La vitesse de concentration du ruissellement est fonction du bassin versant .de sa pente globale et de la nature lithologique de l'impluvium, En conséquence, une analyse des hydrogrammes d'averses s'avère nécessaire. Elle démontre clairement qu'il y a des pic entre Septembre et Novembre

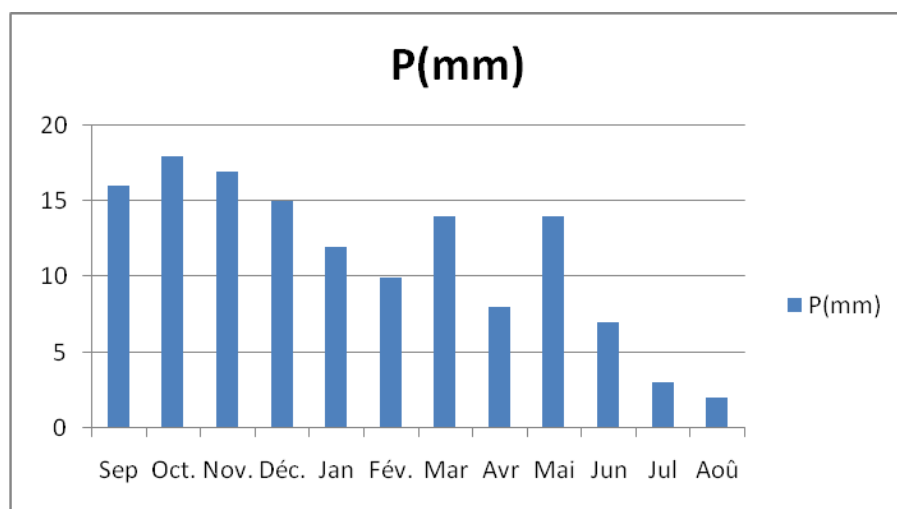


Figure n° 9 : Les précipitations moyennes mensuelles en fonction des mois

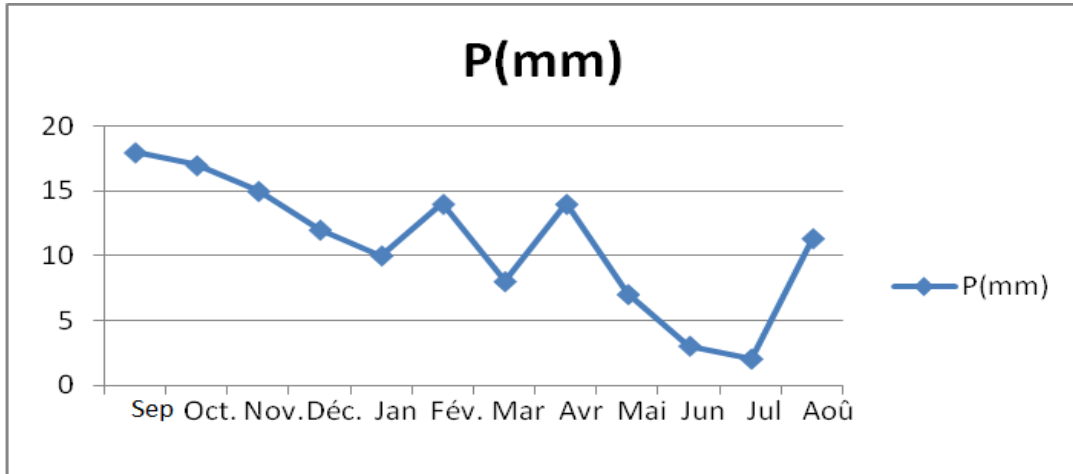


Figure n° 10 : Les précipitations moyennes mensuelles en fonction des mois

3.2 La température :

La température est un facteur important, elle régit l'évaporation et influence ainsi l'alimentation et de là la variation des réserves d'eau souterraine.

Dans la région d'Ouled Djellel ; Le mois le plus froid est le mois de janvier avec une température moyenne mensuelle de 9.75°C. Juin et Juillet sont les mois les plus chauds avec une température moyenne mensuelle de 29.1°C. Voir le tableau suivant.

Tableau n° 10 : présente la température moyenne (2012-2013).à la station d' Ouled Djellel

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Moy
T (°C)	27,3	20,6	14,3	09,8	9,75	10,05	14,85	19,55	23,95	28,75	32,5	31,55	22

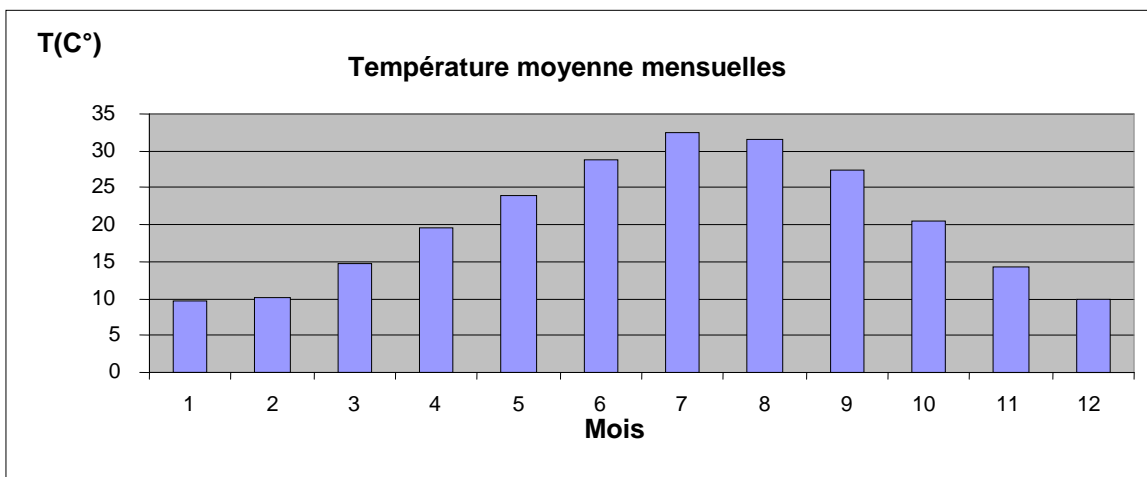


Figure n° 11 : Variation des températures à la station d' Ouled Djellel (2012-2013).

3.3 Indice D'aridité De Dermartonne :

En se basant sur le régime des précipitations et des températures, (DEMARTONNE 1923) a défini un indice d'aridité (A).

$$A = \frac{p}{T+10}$$

P : Précipitation moyennes annuelles (mm).

T : Températures moyennes annuelles (°C).

Tel que :

$20 < A < 30$	→	climat tempéré
$10 < A < 20$	→	climat semi-aride
$7.5 < A < 10$	→	climat steppique
$5 < A < 7.5$	→	climat désertique
$A < 5$	→	climat hyperaride

Pour le cas d'Ouled Djallel ou la température et les précipitations moyennes annuelles sont respectivement de : $T = 21.55$ °C et $P = 47$ mm ; Il en résulte un indice d'aridité de DERMARTONNE de 1.48. On en déduit que le climat de la région d'Ouled Djallel est de type hyperaride.

3.3.1 Diagramme pluviothermique. :

En se basant sur les données des précipitations et des températures mensuelles sur la même période d'observation, on peut établir la courbe pluviothermique dont le but est de déterminer les périodes sèche et humide.

Un mois sec est celui où le total moyen des précipitations (mm) est inférieur ou égale au double de la température moyenne (°C) du même mois. Cette relation permet d'établir un diagramme pluviothermique sur lequel les températures sont portées à une échelle double des précipitations (Bureau .d'étude: Bouaoud .F, 2017).

Lorsque les températures passent au dessus de la courbe des précipitations, la période correspondante est déficitaire en eau, et lorsque la courbe des précipitations passe au dessus de celle

des températures, la période correspondante est humide.

A partir de ce diagramme, on constate que durant l'année hydrologique, la région est caractérisée uniquement par une période sèche.

La détermination de cette période a une importance primordiale pour déterminer les besoins en eau d'irrigation. Sachant que dans cette période l'évaporation dans la région d'Ouled Djellel est à son maximum ce qui implique un rabattement de la nappe souterrain qui fut la seule source d'eau dans cette région agricole à vocation d'élevage bovin (la race d'Ouled Djellel connue mondialement).

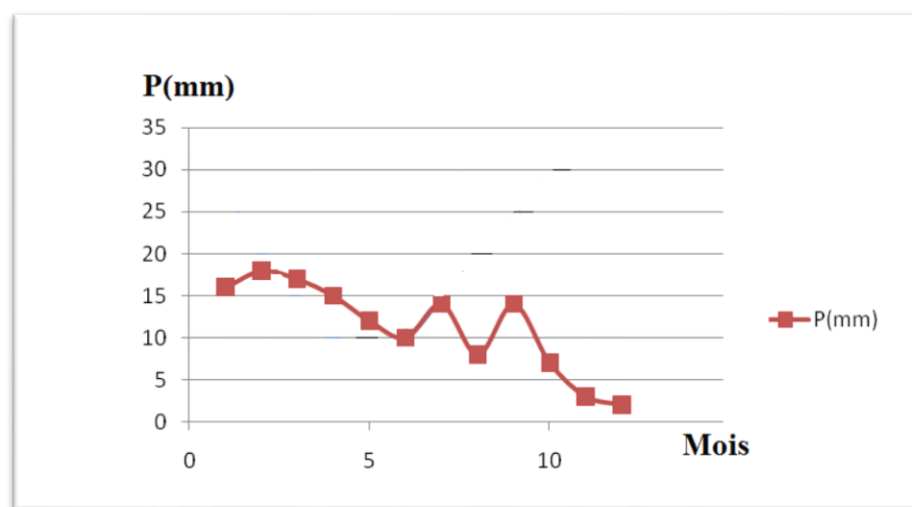


Figure n° 12 : Diagramme pluviométrique à la station d' Ouled Djellel (2012-2013)

II.4 Aperçu hydrologique :

Hydrologiquement la région d'Ouled Djellal appartient au sous bassin versant de l'Oued Djedi qui se trouve dans le grand bassin versant n° 6 dit ; **Chott Melghir**.

II.4.1 Bassin versant de Chott Melghir :

Ce grand bassin versant couvre une superficie de 68 750 km², 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 Km² et un périmètre de 390 Km.

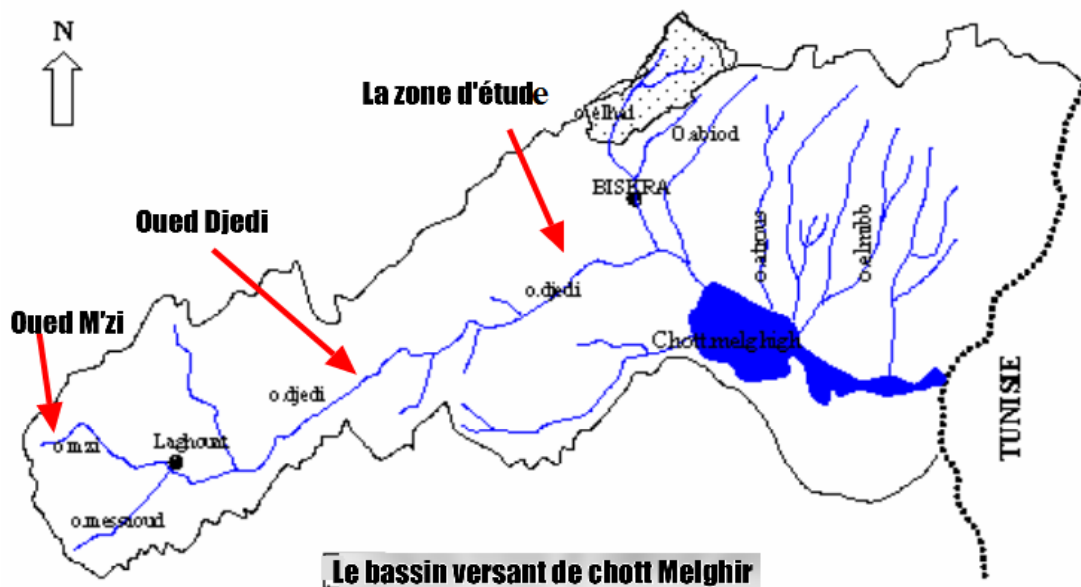


Figure n° 13 :Le bassin versant chott Melghir (www.anrh.dz)

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). (Selmouni, 2021)

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.

Comme étant l'exutoire de l'ensemble des eaux de surfaces dans le bassin de Melghir, le chottreçoit les eaux des principaux oueds suivants : A l'Est, oued El Arab, principal oued de la zone, avec ses 5 affluents, et Oued El Haguef, au Nord, Oueds El Abiod et Biskra qui se jettent dans l'Oued Djeddi au lieu dit Sâada, à l'Ouest, Oued Djeddi avec ses 6 affluents.

II.4.2 Le bassin versant de l'Oued Djedi :

Le bassin versant de l'oued Djedi couvre une superficie de 24 200 Km². C'est le cours d'eau le plus important du bassin versant (Chott Melghir). Il traverse toute la région située à l'ouest du méridien de Biskra et se jette dans le Chott Melghir. Il a une orientation (**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 ne reprendre sa direction initiale qu'au niveau de Lioua.

La confluence des deux oueds M'zi et Messad forme l'origine de l'Oued Djedi. Sur son passage, il reçoit plusieurs oueds provenant du flanc sud de l'Atlas saharien.

Les principaux affluents sont pour la partie occidentale :

- l'oued M'Zi qui prend naissance à une altitude de 1593 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.

II.4.3 Le profil du bassin versant de l'Oued Djedi par rapport au BV de Chott Melghir :

Selon le profil de l'Oued Djedi en remarque qu'il y a une pente très importante entre la région de l'Oued Djellel et l'exutoire de chott Mélgbir ce qui explique la réduction de temps de concentration des eaux de pluies dans la zone d'étude. Les précipitations moyennes annuelles dans le bassin chott Melghir varient entre **200 et 300 mm/an**, le bassin est équipé d'un réseau de mesure dont le nombre d'année complète est de 15 à 20 ans en moyenne (Semar et Sengouga, 2013 in Lahlali .2019)

L'Oued Djedi proprement dit peut être considéré comme le collecteur de la vaste gouttière qui s'étend entre l'Atlas saharien et le plateau des daïas (DUBIEF, 1953).

La pente de l'Oued Djedi est estimée entre 4% et 5%, Selon (Ould Baba, 2005); entre Laghouat (Altitude : 752 m) et Ouled Djellal (Altitude : 156m) Ce qui explique l'écoulement torrentiel en période de crue.

Les bordures du lit mineur de l'Oued Djedi forment une (terrasse) sablo- limoneuse élevée de 0,5 à

1m sur laquelle est installée la plus grande partie des exploitations agricoles.

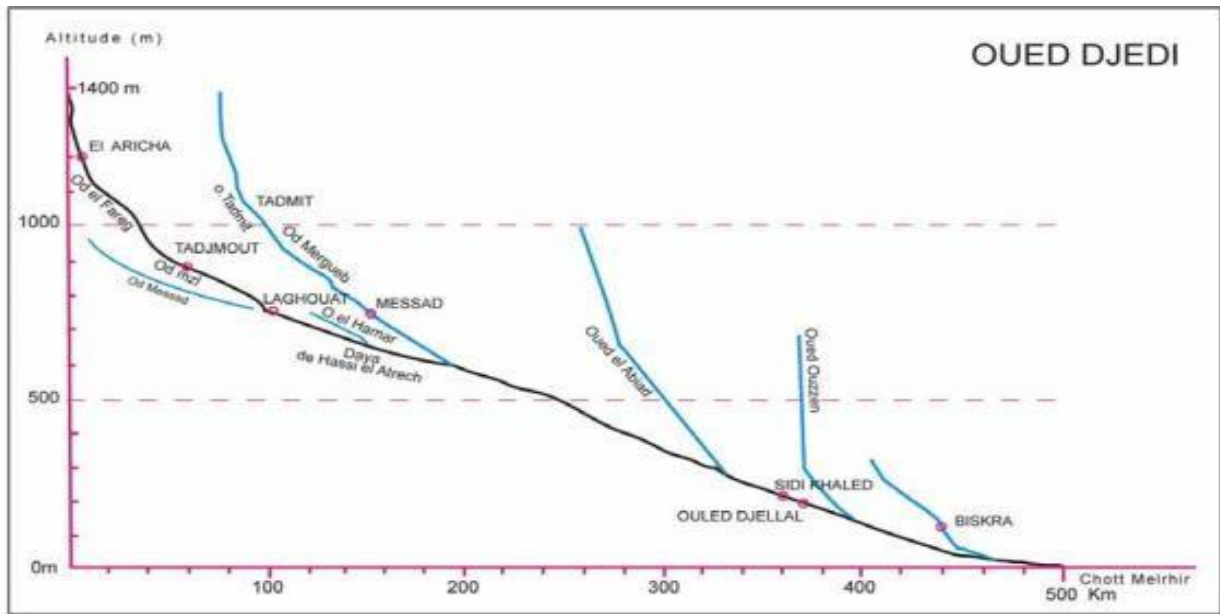


Figure n° 14 : Profil du bassin versant de l'Oued Djedi (établie d'après Dubief J., 1953 in MEBARKI, 2005) (Lahlali, 2019)

II.4.4 Le réseau hydrographique du bassin versant d'Oued Djedi :

Le bassin versant de Chott Melghir couvre une superficie de 68750 Km² et un périmètre de 1724 Km. Il draine un important réseau hydrographique dont l'écoulement est activé le plus souvent, lors des crues. Les oueds les plus importants sont l'Oued Djedi avec une longueur de 500 Km et l'oued Biskra qui draine les eaux vers l'exutoire.

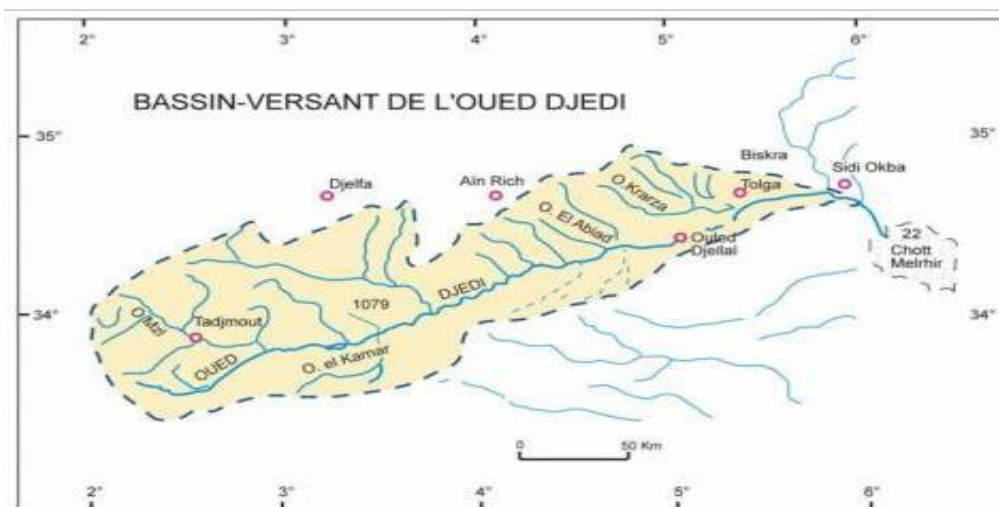


Figure n° 15 : Carte du bassin versant d'Oued Djedi (établie d'après Dubief J., 1953 in MEBARKI, 2005)

II.4.5 Les affluents de l'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 naît en plein désert

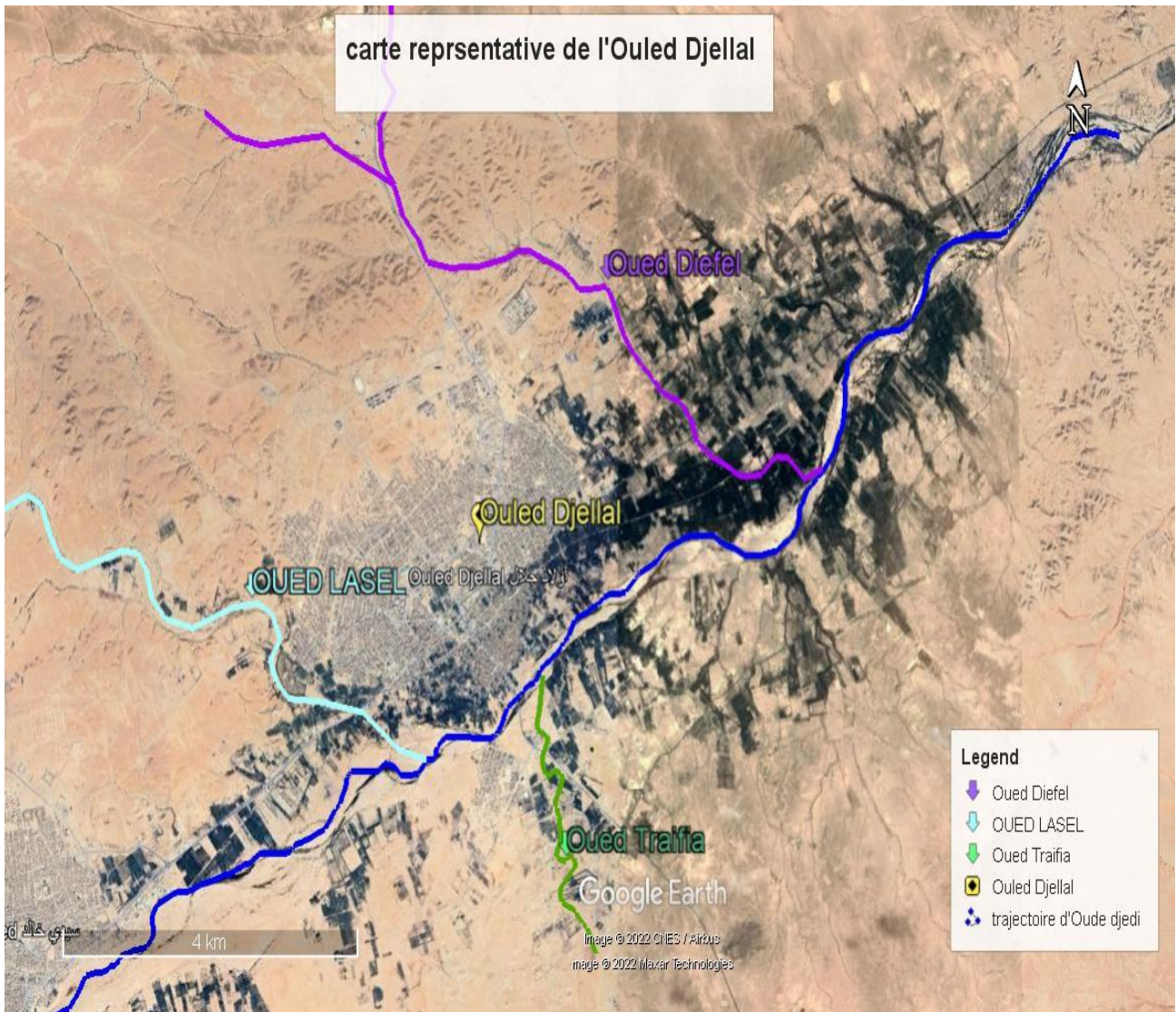


Figure n° 16 : Les affluents de l'oued Djedi à Ouled Djellel (Labachi,2022)

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

II.4.6 Caractéristiques géométriques du bassin versant :

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

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 Gravelleuse.

P : périmètre du bassin versant (km)

A : surface du bassin versant (km^2)

$K_C = 1,5$

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 (km²)

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

II.4.7 Variation du débit dans la zone d'étude :

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

Tableau n° 11 : Débit dans affluent de l'Oued Djedi

OUED EL ABIADH	35 l/s
OUED LASEL	24 l/s
OUED DIFEL	27 l/s
OUED TRAFIA	15 l/s

D'une façon générale, les seuls cours d'eau qui provoquent un écoulement accidentel notable sont ceux de la rive gauche et alimente l'Oued Djedi qui descendent de l'Atlas saharien. Les deux plus importants affluents sont l'Oued Mzi, si on ne le considère pas comme artère maîtresse, et l'Oued Mergueb. Tous les deux prennent naissance vers 1400 m d'altitude.

Plus à l'Est, les affluents deviennent moins importants, leurs origines étant à une altitude bien moins élevée et leurs bassins beaucoup plus restreints (Dubief, 1953 in Ould Baba, 2005)

Pour le calcul de l'alimentation des nappes, le bassin de l'Oued Djedi sera rattaché à l'Atlas saharien. La fréquence moyenne des écoulements est de 10 j/an à Laghouat, de 5 j/an à Ouled

Djellel et seulement de 2 à 3 au sud de Biskra. En amont de Laghouat, l'oued Mzi a un écoulement pérenne de 100 l/s provenant de sources nées d'une remontée des eaux d'inféro-flux lors d'une cluse de calcaires turoniens constituant le Jebel Milok. L'étude des apports de l'oued M'zi à Sekhafa (BRL, 1998 a in Ould Baba SY, 2005) a permis d'estimer les débits de crue

décennale et centennale à 650 et 1250 m³/s. C'es crues ont une influence directe sur l'Oued Djedi et conditionne ainsi l'alimentation de la nappe souterraine de son bassin versant, c'est pour cette raison et d'autre qu'il faut profiter de ces débit qui sont véhicules ver le chott Melghir et se perde par la suite par évaporation , une implantation d'un barrage souterrain dans la région d'Ouled Djellel s'impose ; Donc ils sont représentés dans histogramme ci-dessous

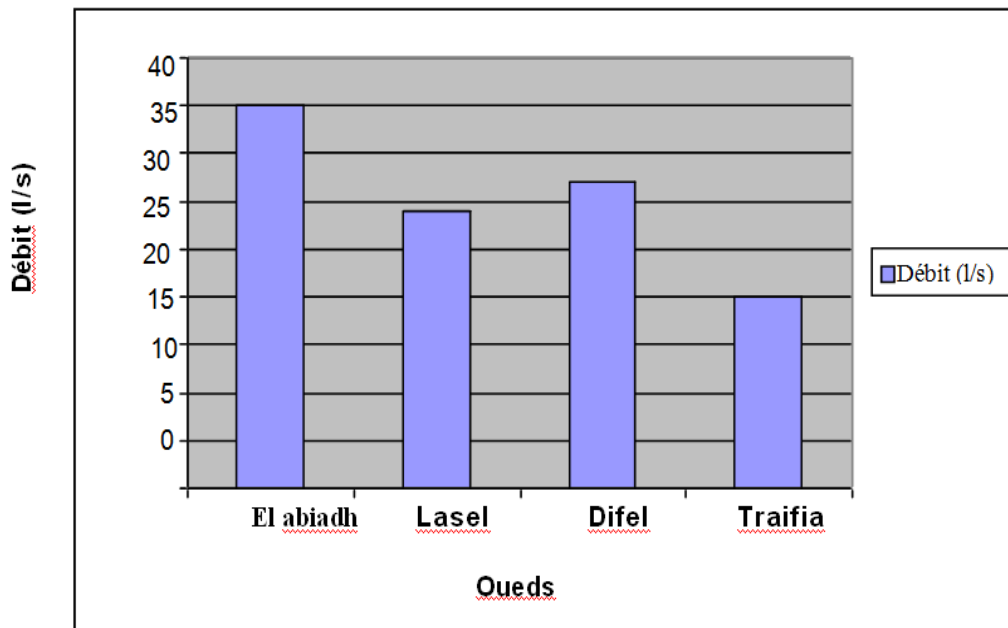


Figure n° 17 : histogramme du débit dans les affluents de l'Oued Djedi (ANAT)

II.5 Aperçu 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

La région d'Ouled Djellal se caractérise par des terrains sédimentaires, allant du Quaternaire au sommet jusqu'au Barrémien à la base "

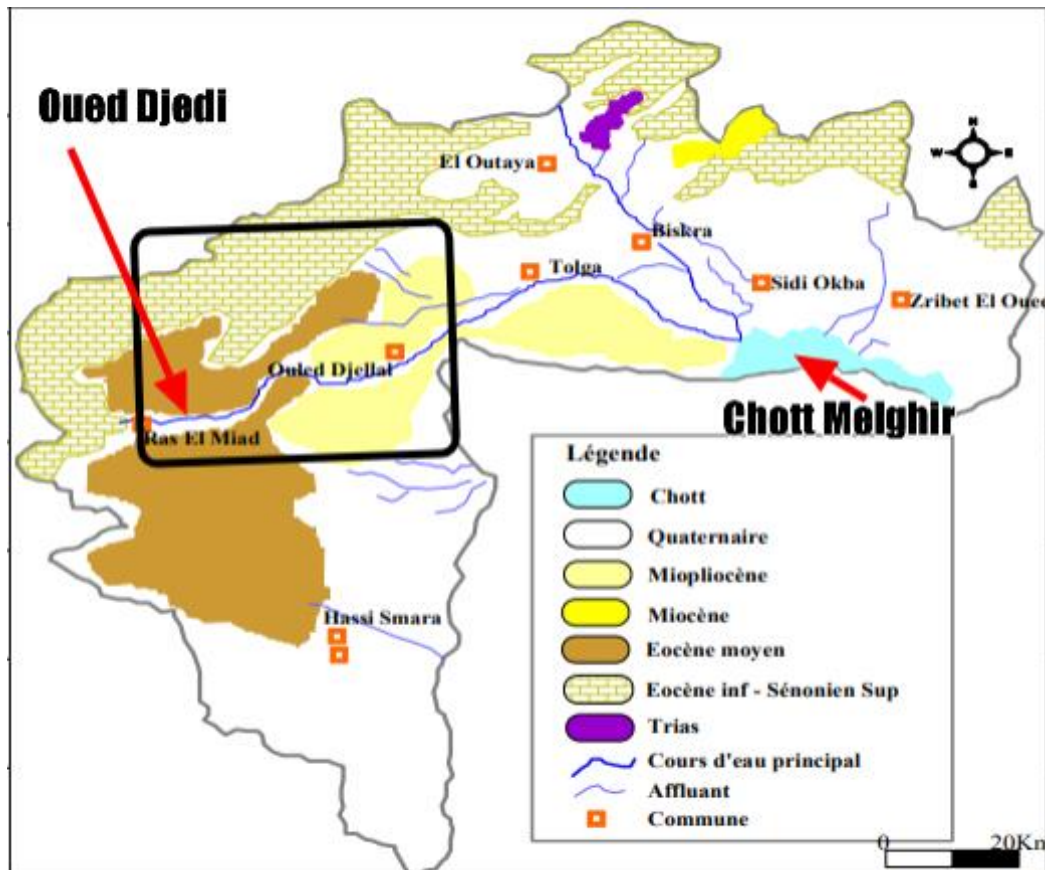


Figure n° 18 : La carte d'esquisse géologie de la région de la wilaya de Ouled Djellal (Hamdi A A - Zeghoud M C.2017 in ATTOULM, 2021)

II.5.1 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.

II.5.2 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.

II.5.3 Pliocène :

Il est représenté par des poudingues, des bancs de grés et d'argiles sableuses à proximité des massifs (Chetma, Chaïba 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.

II.5.4 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.

II.5.5 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.

II.5.6 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).

II.5.7 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.

II.5.8 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.

II.5.9 Cénomaniens :

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 Borj Chaïba, sa puissance est de 500 m. Ce sont des calcaires marneux avec intercalations marneuses et gypseuses.

II.5.10 Albien :

Il affleure dans la combe de l'anticlinal du Djebel Bou Rhezal et au nord de Chaïba. Il est constitué en majeure partie par des grès rouges ou gris avec intercalation d'argile rouge, sa puissance et 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

II.5.11 Aptien :

Cette couche est visible seulement vers Chaïba, 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 carbonatées 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.

II.5.12 Barrémien :

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

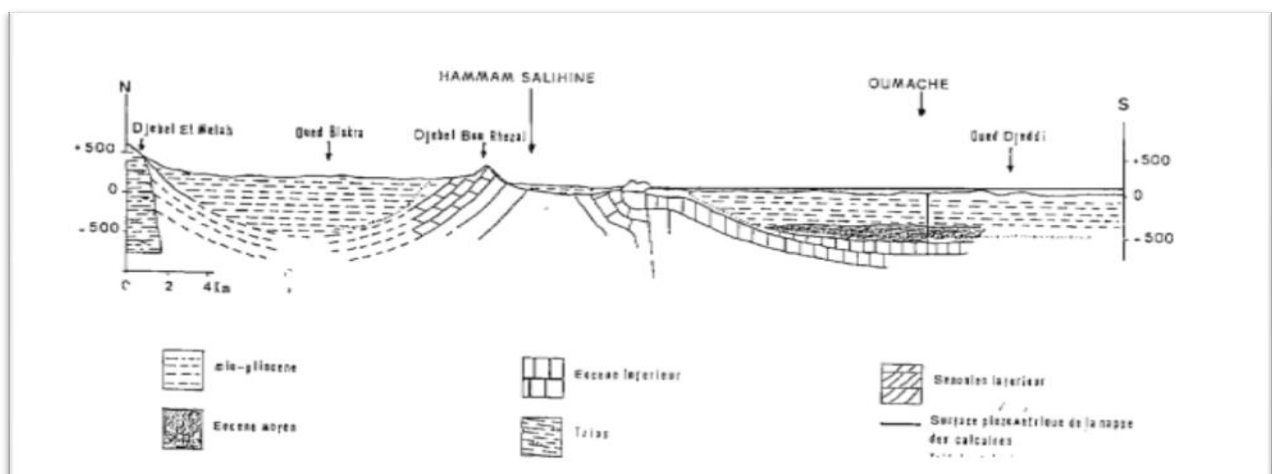


Figure n° 19 : Coupe géologique Nord-Sud de la région d'étude (carte hydrologique ANRH)

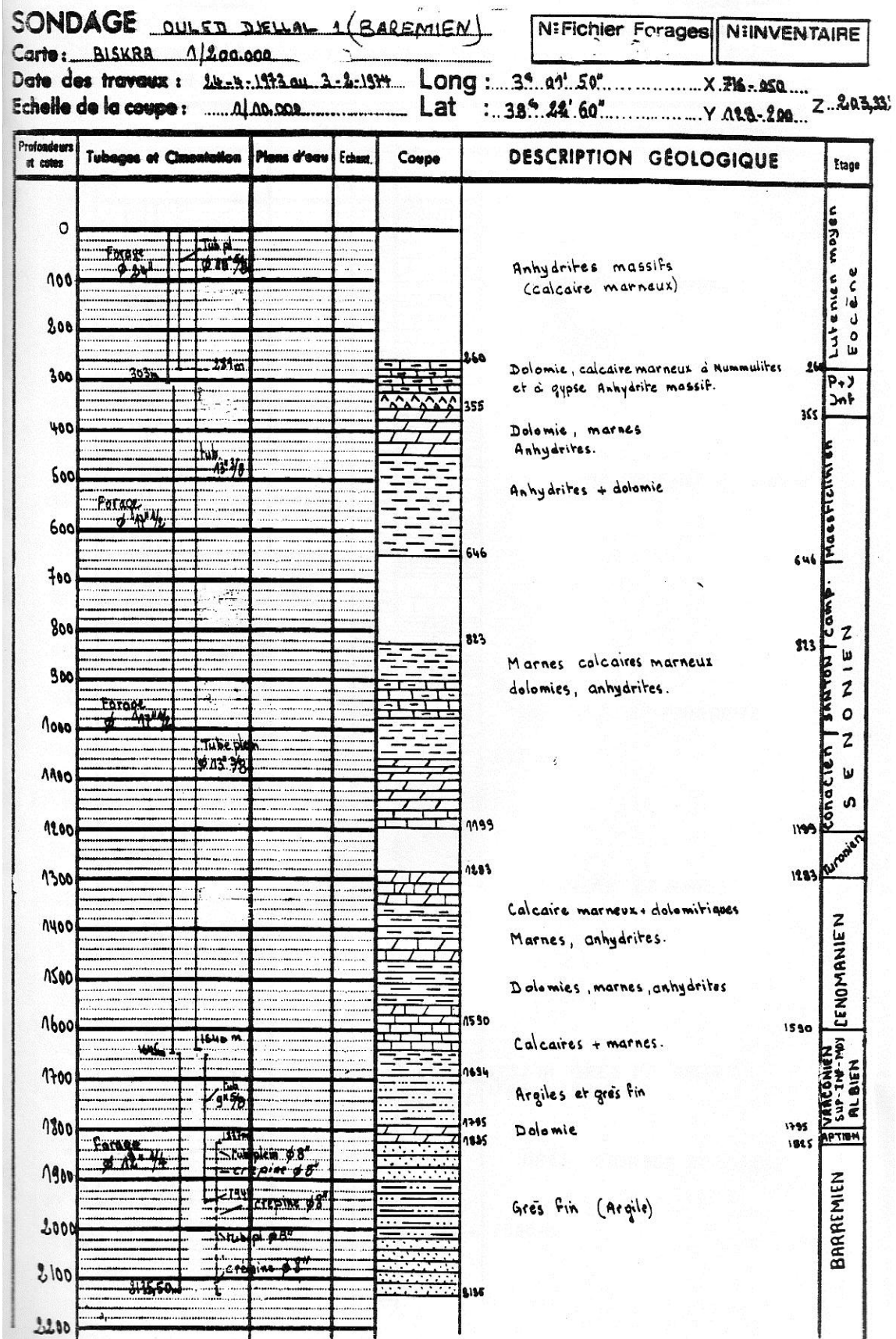


Figure n° 20 : Log-stratigraphique d'un forage à Ouled Djelal (carte hydrologique, ANRH)

II.6 Aperçu hydrogéologique :

Les Zibans font partie d'un immense bassin sédimentaire qui est le " Bas-Sahara". Ce bassin est particulièrement bien doté en formations perméables autorisant la circulation souterraine des eaux .Les unes , surmontées de terrains imperméables ,Permettent l'existence des nappes captives , tandis que les autres , situées au sommet des dépôts ,sans couverture étanche , peuvent receler des nappes phréatiques .

Les eaux souterraines appartiennent donc, à un bassin hydrogéologique complexe dont les principaux éléments sont constitués par quatre ensembles aquifères superposés :

- Nappe phréatique "superficielle des alluvions "
- Nappe des sables du Mio-Pliocène
- Nappe des calcaires de l'Eocène inférieur dite (nappe de Tolga)
- Nappe profonde des grès du continental intercalaire dite "nappe albienne ".

II.6. 1 Etude de la nappe de l'inféro-flux de l'oued djedi :

II.6.1.1 Caractéristiques générales de la nappe :

C'est une nappe d'inféro-flux .les nappes inféro –flux constituent la ressource principale du Ouled djallel. L'inféro-flux est un écoulement souterrain des eaux dans les alluvions et la couche. D'altération de la roche sous-jacente, qui à été curé par l'oued.

Cette nappe est libre alimentée par les crues.

Son exploitation se fait actuellement par de nappe libre et les forages.

II.7 Mode 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 de m³.

L'infiltration Directe des précipitations représentent un volume d'environ 1.6 millions de m³

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 .

La conception d'un barrage infero-flux favorise la recharge de la nappe avec les eaux de l'Oued Djedi surtout en période de crue ce qui va minimiser les risques des inondation de l'Oued.

II.8 Piézomètre :**II.8.1 Inventaire des points d'eau :**

Un inventaire des points d'eau est réalisé (Juin en 2019) sur la cuvette d'Oued Djedi et ce à l'aide d'un GPS portable. Pour parvenir aux évaluations de la ressource en eau souterrain de la nappe a consisté en une sélection et utilisation des données d'un réseau de 12 points d'eau. (12 forages ont ainsi été inventoriés.)

La mesure des niveaux piézométrique s'effectue depuis la surface à l'aide d'une sonde Piézométrique.

La plupart des puits sont destinée à l'irrigation des petites parcelles de cultures situées aux bordures de l'oued. Ces puits sont réalisés selon le schéma traditionnel, et équipés, pour la plupart d'un empilement de bises en béton de différents diamètres, pour maintenir les parois.

Cet inventaire consiste à la mesure des paramètres suivants : profondeur des puits, niveau statique et la description des caractéristiques des ouvrages d'exploitation (équipement, usage). Ces ouvrages sont équipés pour la plupart par un seul groupe motopompe.

II.8.2 Interprétation de la carte piézométrique :

La carte piézométrique établie par (l'ANRH année 2000.) et réalisée par la méthode de triangulation, a permis de tracer les lignes de courant et par conséquent les principaux axes d'écoulement et les lignes de partage des eaux.

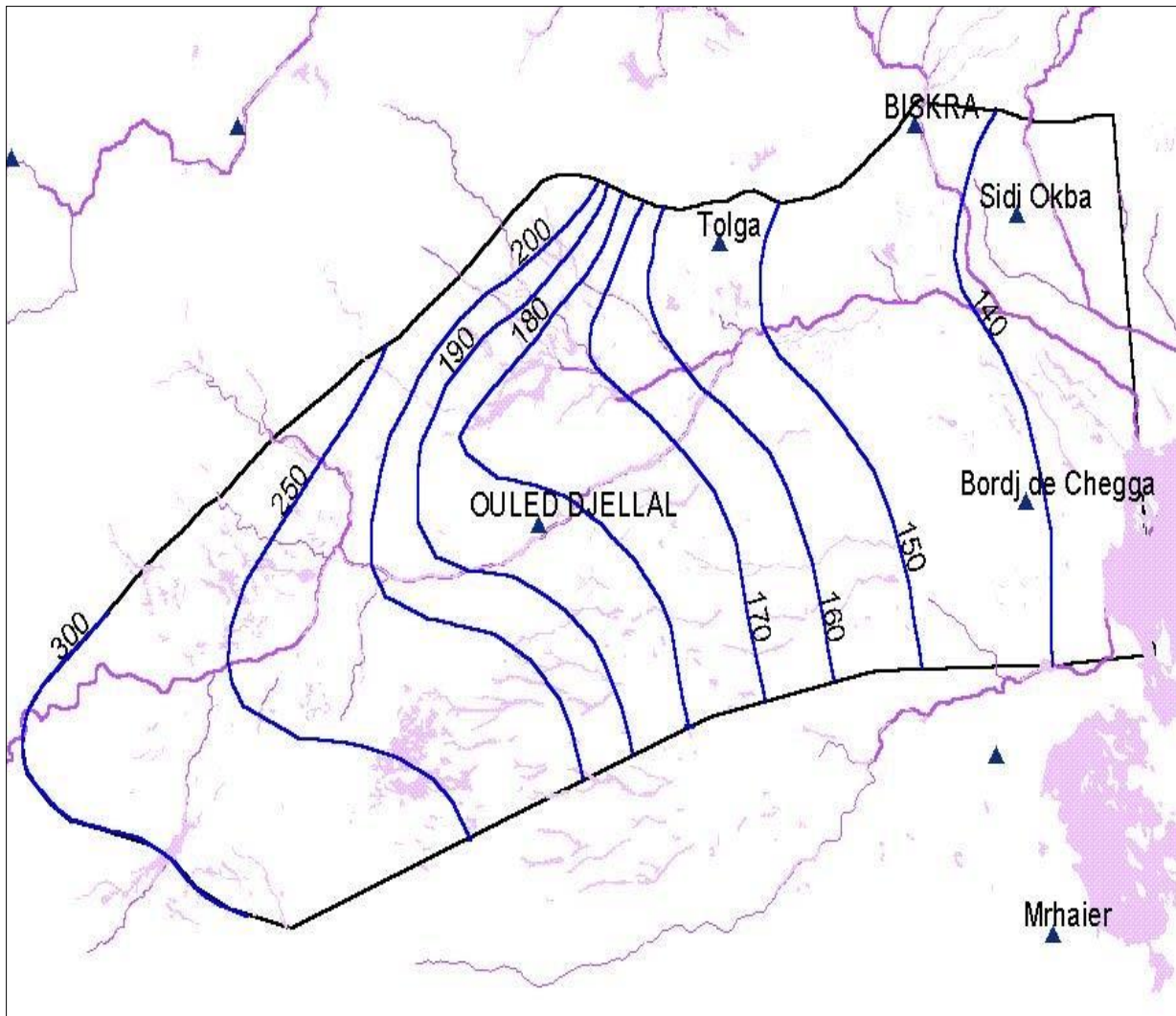


Figure n° 21 : La carte Piézométrique de la cuvette De l'Oued Djedi (ANRH 2000) Nouvelle carte piézométrique

L'examen de cette carte à permis le calcul d'un paramètre très important dans l'écoulement, il peut être calculé de plusieurs façons notre cas, il est calculé par la formule Suivante :

$$I = \frac{H2 - H1}{L}$$

Chapitre II : Présentation de la zone D'étude

I : gradient hydraulique (sans dimension).

H₁, H₂ : désignent les niveaux piézométriques déterminés par les courbes hydro-isohypses.

L : désigne la distance entre les deux points de niveaux piézométriques.

L'échelle de la carte est 2 cm ----- 0.5 km

L'analyse des courbes hydro-isohypses permet de distinguer 04 principales zones :

Zone Nord.

Zone centrale.

Zone sud.

Zone sud-sud ouest

II.8. 3 Estimation du débit de l'inféro-flux :

***Réserves statiques :**

Les réserves (réserves totales) emmagasinées en période des hautes eaux ont été évaluées selon les mesures effectuées au niveau de la nappe (niveau de l'aire alluviale et du socle fissuré).

Ces mesures sont liées aux paramètres de calcul, notamment la superficie et la valeur de porosité efficace. (Pour la nappe libre)

Le calcul des réserves est effectué par la méthode suivant :

Avec : $W = V \cdot N_E$.

$$V = S \cdot E_{moy}$$

V : volume (m³)

E_{moy} : épaisseur moyenne saturée.

N_E : porosité efficace (10% pour les alluvions et 5% pour le socle fissuré).

W : réserve d'eau statique

S : surface (longue largeur) de l'aquifère

(m²). Donc les résultats sont :

$$W = S \cdot E_{moy} \cdot N_E \quad S = L \cdot l = (9000 \cdot 300) = 2700000 \text{ m}^2$$

$E_{moy}=7,5$ pour les alluvions et $11,5$ pour le socle

fissuré. Donc :

$$W_1 = 2700000 \cdot 7,5 \cdot 10 = 2025000 \text{ m}^3 \quad (\text{pour les alluvions})$$

$$W_2 = 2700000 \cdot 11,5 \cdot 0,05 = 1552500 \text{ m}^3 \quad (\text{pour le socle fissuré})$$

Les réserves totales sont de l'ordre $W_1 + W_2 = 21,8075$ millions de m^3

*** Réserves dynamiques :**

On tente d'estimer le débit (Q) du sous écoulement de l'inféro –flux utilisant par la loi de DARCY :

$$Q = K \cdot S \cdot I$$

Avec : Q : débit de l'inféro –
flux (m^3 / s)

K : perméabilité du
milieu (m / s)

I : Gradient hydrique au niveau de la section (S) sans
dimension. S : Section à travers laquelle s'effectue
l'écoulement (m^2)

$$S = 350 \cdot 10 = 3500 \text{ m}^2.$$

$$K = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ (m/s)} \quad \text{au site de barrage inféro-flux (F.Djdai - 1991)}$$
$$I = 0,003$$

$$\text{Donc: } Q \text{ (m}^3 / \text{s)} = 0,00126 \text{ m}^3 / \text{s} = 1,26 \text{ l/s.}$$

Remarque : Le gradient hydraulique a été établi d'après le profil piézométrique le long l'axe de l'oued Djedi d'Ouled Djallel .le débit de l'inféro –flux dépend du niveau statique de l'oued, il augment avec le relèvement du niveau statique et aussi il dépend des débits pompés au niveau de la nappe.

II.9 Conclusion :

L'étude du milieu nous donne des information concernant la zone d'étude qui est une zone aride qui s'alimente de l'oued Djedi qui est une ressource hydrique importante soit comme étant un cours d'eau qui alimente la ville agricole soit pour son alimentation de sa nappe souterraine qui connaît un rabattement depuis plusieurs années ; mais avec le risque de crue qui est signalé presque 2 à, 3 fois par ans avec un grand risque d'inondation après les pluies torrentielles et la topographie plate d'ouled Djellel favorise l'accumulation des eaux qui en amont prennent une grande vitesse de l'écoulement causé par l'importante pente depuis djebel Amor passant par Oued Mzi qui alimente oued Djedi ainsi que d'autres Affluents. Le chapitre suivant nous donnera plus d'information sur les crues de l'Oued Djedi

CHAPITRE III : Les crues de l'Oued Djedi et leurs influences sur la région d'Ouled Djellel

CHAPITRE III : Les crues de l'Oued Djedi et leurs influences sur la région d'Ouled Djellel

III.1 Introduction :

Cette introduction c'est l'**historique** d'Ouled-Djelle ; qui serait née à partir d'une oasis Berbère (selon la Sénatus Consult) à coté du Limes (sorte de mur frontalier Romain) qui donna lieu, par la suite, à une ville appelée par le nom, semble-t-il, de l'un de ses premiers habitants « Jellel »

Le mot veut dire ornement (décor) des selles de chevaux, métier qu'exerçait celui-ci.

Cet homme avait la réputation, de l'hospitalité et la générosité, particulièrement envers les visiteurs en quête de savoir. Ces grandes qualités humaines, transmises aux générations ultérieures, qui ont fait dire, plus tard, à tous ceux qui ont eu l'occasion de séjourner, dans cette ville, que « l'on y vient à contre cœur, et, que l'on repart, de même ».

Les premières maisons auraient été construites, sur les deux rives de Oued Djedi (celui ci, étant une longue rivière, prenant naissance à plusieurs centaines de km ,à l'ouest) durant le 16ème siècle, période de l'occupation Turque, au nombre d'une quarantaine, à 400 km, au Sud-est d'Alger et de la mer Méditerranée

Oued Djedi fut, naguère, le point de démarcation, la ligne de partage entre le monde romain « civilisé » et le monde barbare.

A huit kilomètres au sud d'Ouled Djellel, sur la rive gauche d'el Oued, des vestiges romains en forme de campements subsistent encore et marquent le « limes » face au monde barbare situé de l'autre côté de la rivière

CHAPITRE III : Les crues de l'Oued Djedi et leurs influences sur la région d'Ouled Djellal



Photo n° 5: anciennes photos de l'oued Djedi, 1947

https://jeanyvesthorrignac.fr/wa_files/INFO_20_20425_20OULED_20DJELLAL.pdf

Oued DJEDI est la plus longue rivière du Sahara, mais aussi des plus impétueuses. Lorsqu'il est en crue, ses vagues déchainées, vrombissantes, emportent sur leur passage d'énormes troncs de palmiers, de cadavres de chameaux, de chevaux, d'ânes et d'autres objets pesants qu'elles projettent à quelques mètres de hauteur avant de s'échouer sur les rivages. A cette occasion, les badauds, en nombre important, accourent de toutes parts pour observer le déchaînement des dépouillées. (*Jean Yves Thorrignac.in M. Ahmed ROUADJIA*)

<http://www.ceped.org/cdrom/meknes/spipaf97.html?article52>

III.2 Influence des crues de l'Oued Djedi sur l'économie d'Ouled Djellal :

Oued Djedi est la source des eaux de surface et l'alimentation des eau souterraine de la région d'Ouled Djellal qui est une zone agricole à cause des conditions favorables : abondance de l'eau, proximité d'Oued Djedi ainsi que la 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. Mais actuellement il reste les palmerais ainsi que quelque cultures intercalaires.

Ouled Djellal est réputées par l'élevage d'une manière générale ; la possession des chèvres dans les maisons pour leur lait, mais le plus important c'est l'élevage du mouton. La race " Ouled-Djellal" est

CHAPITRE III : Les crues de l'Oued Djedi et leurs influences sur la région d'Ouled Djellel

devenue une "A.O.C" (Appellation d'origine contrôlée). C'est une race qui est connue non seulement en Algérie d'un mouton qui 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.

III.3 Les crues de l'Oued Djedi :

Les crues sont les événements correspondant à la circulation des débits exceptionnels dans les bassins versants, elles sont influencées par de nombreuses variables, parmi lesquelles on cite l'intensité, la durée et la distribution de la pluie dans le bassin ainsi que sa topographie etc.

Les débits des crues ont une influence directe sur le régime hydrologique, particulièrement en Algérie, où les oueds, à cause de la grande irrégularité, passant de débits nuls à des débits de crues exceptionnels. C'est le cas de l'oued Djedi qui a un écoulement temporaire ; pendant la période sèche in ne véhicule que les eaux d'assainissement de la ville d'ouled Djellel et Sidi Khaled, enregistre en moyenne 2 à 3 fois des crues qui peuvent dès fois causées des inondations

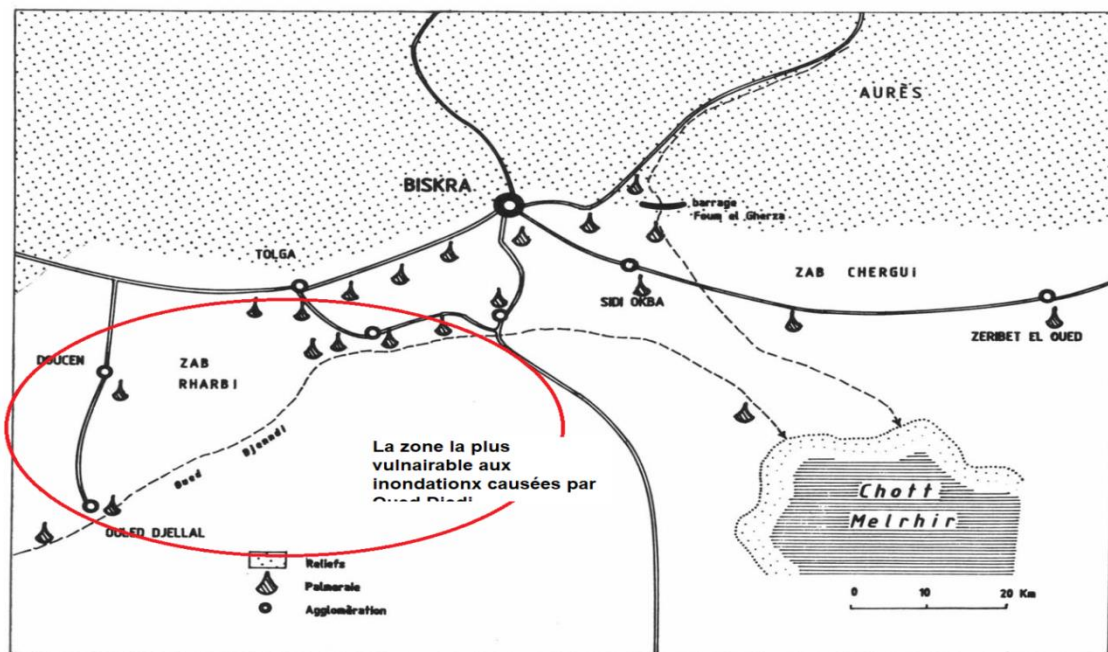


Figure n° 22 : La zone la plus vulnérable aux crues par Oued Djedi

En constate que la zone vulnérable aux inondations c'est l'endroit le plus bas de la région d'Ouled Djellel sur un tronçon de plus de 10 Km d'oued Djedi dans cette zone plate et basse les débits véhiculé par Oued Djedi arrive avec des vitesses très importante causé par l'importante pente entre Oued M'zi et Oued Djedi.

CHAPITRE III : Les crues de l'Oued Djedi et leurs influences sur la région d'Ouled Djellel

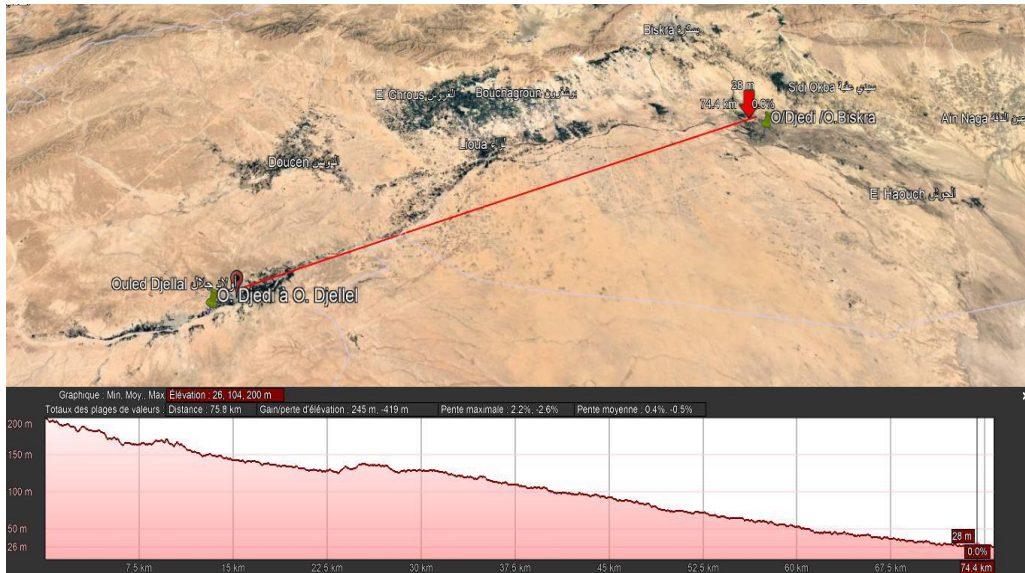


Figure n° 23 : Profil de l'oued Djedi ; entre Ouled Djellel et la jonction avec Oued Biskra, (Labachi 2022)

Des évacuateur de crues ainsi que des petits sed sont consues pour régulariser l'écoulement de ce cours d'eau mais leurs états est détérioré et nécessite une réhabilitation comme le montre les photos suivantes ; soit pour ; Sed Deifei ou Sed El assel ou encor Sed Traifia avec leurs canaux qui demandent également une mise en point.

Les photos suivantes ; démontre clairement le débordement de l'Oued Djedi pendant les deux dernières année, ainsi que ces effluent comme Oued Deifel



Photo n° 6: Crue de l'Oued Djedi , 29 Septembre 2020, (Selmouni.K,2020)

CHAPITRE III : Les crues de l'Oued Djedi et leurs influences sur la région d'Ouled Djellel



Photo n° 7a : Débordement des eaux de l'Oued Djedi sur le pont,06 Mai 2021 (Labachi hamza)

Photo n° 7b : Crue de l'Oued Djedi ,06 Mai 2021 (Labachi hamza)

CHAPITRE III : Les crues de l'Oued Djedi et leurs influences sur la région d'Ouled Djellel

*Oued Elassel et Sed Oued Elassel :

Oued Elaasel est l'un des affluents de l'Oued Djedi qui l'alimente en période de crue Sed Elassel contribue à la régularisation des crues et son canal génère les eaux ver les palmerais



Photo n° 8: Sed Oued ELassel , en crue, (LAHLALIA,2019)



Photo n° 9 : Sed et canal Oued ELassel , en période sèche (Selmouni 2020)

Les crues dépendent essentiellement de l'abondance et de l'intensité de la pluie, de plus, le rôle physique du bassin versant n'est pas négligeable. De ce fait, l'évolution de la crue obéit principalement à la puissance et l'intensité de l'averse, sa vitesse est largement influencée par le couvert végétal, la lithologie, les paramètres morpho métriques du bassin (indice de compacité, densité de drainage, rapport des confluences et des longueurs, etc...), par la pente des thalwegs. La forme du lit, la largeur de la vallée. De plus, les diverses branches du chevelu hydrographique interviennent bien qu'à un degré moindre dans l'évolution ou la perturbation d'une crue. Les

CHAPITRE III : Les crues de l'Oued Djedi et leurs influences sur la région d'Ouled Djellal

techniques utilisées pour la détermination des crues dépendent pour une grande part des données disponibles. Presque chaque problème qui se produit est dû aux variations des conditions et des données qui font que c'est la disponibilité des données plutôt que la nature des problèmes qui conditionnent la procédure.

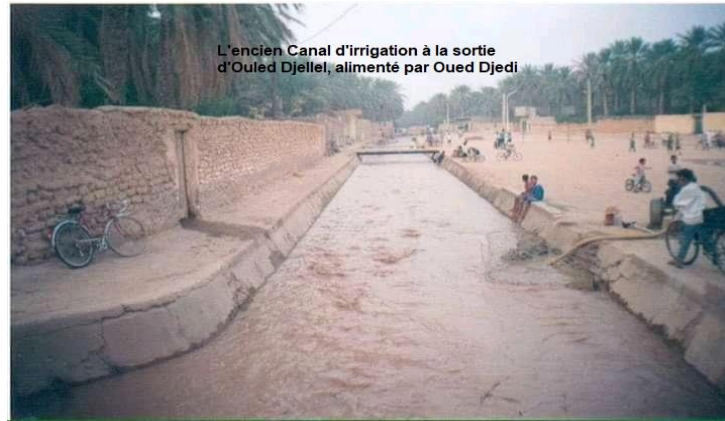


Photo n° 10 : Le canal d'irrigation à l'intérieur de la ville d'ouled Djellal (ancienne photo)



Figure n° 24 : Différents affluent et Sed de l'oued Djedi (Google Earth, Labachi.H,2022)

CHAPITRE III : Les crues de l'Oued Djedi et leurs influences sur la région d'Ouled Djellel

****Oued Deifel et Sed Oued Deifel :*** Oued Deifel est l'un des affluents de l'Oued Djedi qui l'alimente en période de crue Sed Deifel contribue à la régularisation des crues et son canal génère les eaux ver les palmerais d'Ouled Djellel



Photo n° 11: Oued Deifel et Sed Oued Deifel (Selmouni. 2020)

III.4 L'influence des crues sur la région d'ouled Djellel :

Dans le tableau suivant n° 14 /B : qui donne une description de l'oued Djedi qui a le deuxième plus longue tronçon dans la région d'ouled Djellel (10,9 Km) ; en premier lieu c'est la région de Sidi Khaled(11Km) ; c'est deux région sont les plus touchées par ces inondation et surtout Ouled Djellel qui connait chaque année des dégâts matériels et même des fois humaine.

Ouled Djellel se trouve à l'aval du bassin versant de chott Melghir qui se trouve à une altitude d'environ (-32m) , Le profil entre Djebel Amor passant par oued Mzi jusqu'à Oued Djedi ; démontre clairement une importante pente qui est à l'origine de l'écoulement torrentiel de l'oued Djedi qui avec le temps a causé d'importante dégâts aux ouvrages hydrauliques situé à Ouled Djellel est qui ont été conçue spécialement pour régularisé son débit et le distribué vers l'aval.

CHAPITRE III : Les crues de l'Oued Djedi et leurs influences sur la région d'Ouled Djellal

Tableau n° 14 /A: descriptive d'Oued Djedi

Dénomination	Commune		Longueur du tronçon (Km)	Agglomérations traversées	Type de problèmes rencontrés
	Début du tronçon	Fin du tronçon			
Oued Djeddi	Sidi Khaled	El Haouch	11,00	Sidi Khaled	Effondrement des berges -Destruction de la palmeraie -Envasement du lit d'oued -Présence d'herbes et arbustes dans le lit d'oued -Risques d'inondations des agglomérations limitrophes
			10,90	Ouled Djellal	
			4,00	Lioua	
			2,50	Sehira	
			3,00	Mekhadma	
			5,00	Ourlal	
			7,50	M'lili	
			7,20	Oumache	
		7,20	El Haouch		

Source DRE.biskra

Tableau n° 14 /B: descriptive d'Oued Djedi

Nom de l'Oued	Longueur du tronçon (Km)	Début du tronçon		Fin du tronçon		Agglomération Traversées ou longées	Type de conflits constatés (1)		
		Commune	Coordonnées		Commune			Coordonnées	
			X	Y				X	Y
Oued Djeddi	11 Km	Sidi Khaled	687,899	3 808,726	Sidi Khaled	770,330	3 808,204	Sidi Khaled	Zone inondable et Conflit de voisinage
	10,9 Km	Ouled Djellal	720,293	3 832,922	Ouled Djellal	687,899	3 808,726	Ouled Djellal	
	4 Km	Lioua	722,116	3 834,879	Lioua	720,293	3 832,922	Lioua	
	2,5 Km		725,887	3 835,785		722,116	3 834,879	Sehira	
	2,2 Km	Mekhadma	726,629	3 835,772	Mekhadma	725,887	3 835,785	Ben Thiouss	
	3 Km		731,214	3 836,434		726,629	3 835,772	Mekhadma	
	5 Km	Ourlal	735,022	3 836,898	Ourlal	731,214	3 836,434	Ourlal	
	7,5 Km	M'lili	739,926	3 839,379	M'lili	735,022	3 836,898	M'lili	
	7,2 Km	Oumache	752,799	3 840,216	Oumache	739,926	3 839,379	Oumache	
	7,2 Km	El Haouch	781,104	3 825,492	El Haouch	752,799	3 840,216	El Haouch	

Source DRE.biskra

CHAPITRE III : Les crues de l'Oued Djedi et son influences sur la région d'Ouled Djellel

Tableau n° 15: PRINCIPAUX ÉVÉNEMENTS HISTORIQUES OBSERVÉS

Cours d'eau	Localisation	Dates des inondations	Typologie des crues et des inondations	Pluviométrie	Groupe A Décès	Groupe B Sinistrés	Groupe C Bâtiments	Groupe D Voies de communication	Groupe E Infrastructures et Services	Groupe F Réseaux	Groupe G Activités Économiques et Patrimoine	Détails supplémentaires	Remarques
			Origine	Hauteur (mm)									
Oued Djedi		1963 decembre 01				12800 personnes					3450 palmiers détruit		
	Tolga, Ouled Djellal, Ain Naga	1964 janvier 27			5 morts		Des dizaines de maisons effondrées	Routes RN46, RN83	Détérioration de ponts sur RN46				
	iskra, Ouled Djellal, Tolga, Zeribet El Oued, Sidi Okba, El Kantara, Djemorah, El Outaya, Sidi Khaled	1969 septembre 01		300 mm	28 morts	44 blessés; 6538 familles; 34869 personnes	Bâtiments effondrés; 14535hab.; 6écoles; 4mosquées	Quelques routes; 25km rails	Quelques ponts	450transf;2, 5km.cable elect;7km.cable telep	1519 moutons; 564 chevres; 2250 chaux; 23 vaches.	Deterioration 3095 kilometres de canalisation d'irrigation	Biskra été une daïra appartenant à la wilaya des Aurès (Batna)
Oued Djedi	Hay Ziad	1999 decembre 18	Crue d'oued			11 familles							
Oued Djedi		1999 decembre 20									607 moutons		

SOURCE : Direction de l'Assainissement et de la Protection de l'Environnement (DAPE)

III.5 Conclusion :

Les problèmes rencontrés qui doivent être résolus pour minimiser les dégâts causés par les inondations et les crues d'oued Djedi dans la région d'ouled Djellel sont :

- *Effondrement des berges
- *Destruction de la palmeraie
- *Envasement du lit d'oued
- *Présence d'herbes et arbustes dans le lit d'oued
- *Risques d'inondations des agglomérations limitrophes ;

La résolution de ces problèmes est primordiale et durant notre recherche nous avons constaté selon la (DRE) que des travaux de curage de l'Oued sont en cours ainsi que le gabionnage des rives de l'Oued Djedi ; plus de détail dans le chapitre suivant

CHAPITRE IV :
PROPOSITIONS ET
SOLUTIONS

IV.1 Introduction :

Les crues qui deviennent des inondations des cours d'eaux constituent l'un des problèmes environnementales vécues qui sont essentiellement ; dues à l'empiètement des communautés urbaines et résidentielles sur leurs systèmes hydrologiques. Et ceci en l'absence d'une planification systématique basée sur des règles scientifiques, des fondements juridiques et des mécanismes appliqués.

La région d' Ouled Djellel est un modèle d'environnement désertique fragile, dans lequel les caractéristiques urbaines sont apparues il y a longtemps, et ont souvent été exposées à des risques naturels tels que les inondations des vallées, notamment Oued Djedi et Oued LIASSEL Avec l'expansion de l'aire géographique occupée par la ville dans un contexte d'expansion incontrôlée et d'empiètement sur les vallées Où nous devons développer des solutions et des stratégies

IV.2 Les Propositions et Solution :**IV.2.1 systèmes d'information géographique :**

L'utilisation des techniques de télédétection des systèmes d'information géographique et l'exploitation des images et visuels satellitaires disponibles et leur traitement avec des logiciels informatiques et l'accompagnement par des enquêtes de terrain nous ont permis d'extraire des réseaux hydrologiques et de les relier à la croissance urbaine et aux plans d'urbanisme, actuels ou prospectifs. , et notre tentative d'explication des phénomènes naturels et des suggestions pour réduire leurs risques. Les résultats ont confirmé que la plupart des décisions des plans urbains et structurels actuels dans cet environnement ne sont pas dirigées et nécessitent une évaluation scientifique basée sur des études scientifiques étayées par la technologie, des analyses et des résultats fiables.

On propose d'autres aménagements, qui ont pour but d'enrichir les solutions de la zone d'étude, nous avons proposé des variantes comme suit :

IV.2.2 Réhabilitation d'un canal d'irrigation :

qui longe toute la communauté d'Ouled Djellel du son Sud Ouest vers son Nord Est et se termine à nouveau dans l'Oued Djedi après avoir servi à l'irrigation de tout les parcelles agricole d'où il passe

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

Le canal d'irrigation : Le canal de forme rectangulaire, à ciel ouvert pour environ 4 km ensuite il devient entré en franchissant la ville d'Ouled Djellel depuis 1999 pour une distance de 2,5 Km environ L'ensemble des annexes de cet ouvrage nécessite un entretien vu 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



Photo n° 12 : Retenu Oued Djedi, (Labachi.H, 2022)



Figure n° 25 : L'emplacement de canal d'irrigation et son Oued (Google Earth, Labachi.H,2022)

IV.2.3 Réhabilitations d'un Sed Existant sur Oued Traifia :



Photo n° 13: Saguiat de Traifia, (Labachi.H, 2022)

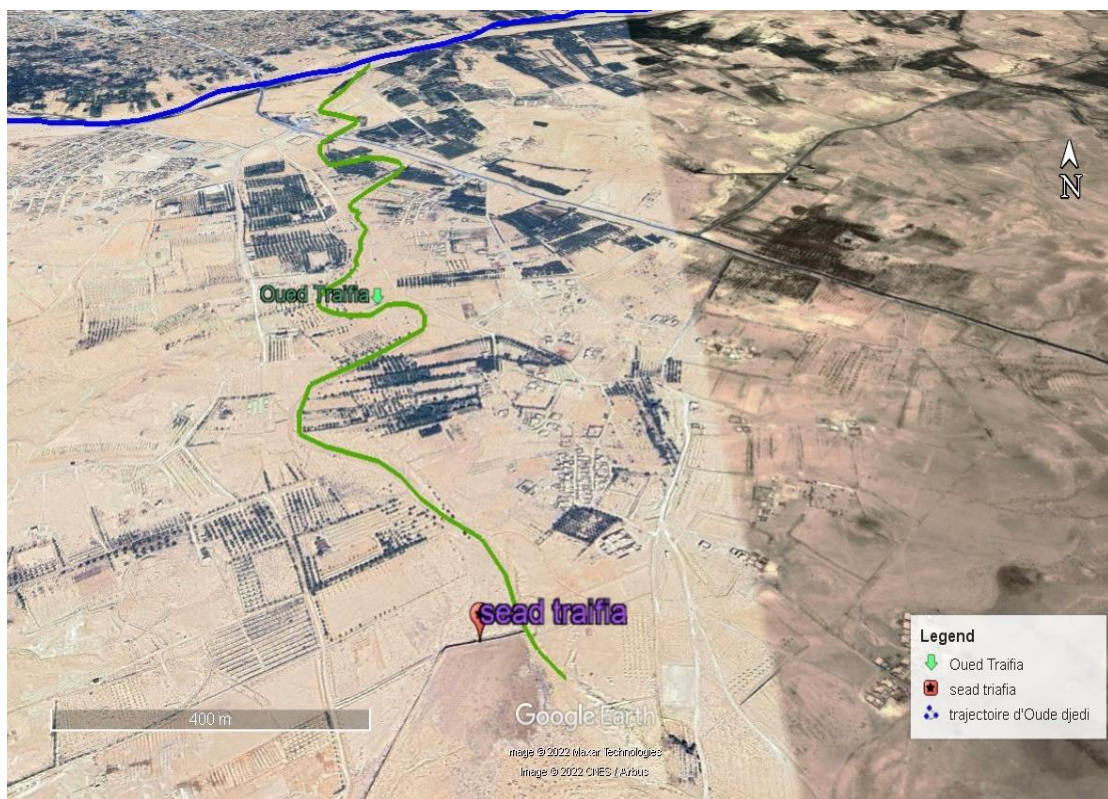


Figure n° 26 : L'emplacement de Ced Traifia et son Oued (Google Earth, Labachi.H,2022)

La Seguia d'oued TRAFIA en amont est complètement détériorée, ce qui nécessite une réfection (réhabilitation) pour un meilleur fonctionnement

***Réhabilitations avec un curage de l'Evacuateur :**

L'évacuateur des crues il est en béton armée, en bon état, nécessite une réfection sur les murs latéraux

IV.2.4 Réhabilitation d'un barrage existant sur Oued Djedi :

En 1947, un barrage provisoire est établi en amont de la localité, les travaux devaient être poursuivies et le service de l'hydraulique fore et équipe 3 puits à grande profondeur, mis à la disposition des besoins collectifs. Ainsi les récoltes de dattes bénéficient d'une valeur commerciale, les pâturages sont améliorés et de reconstitution. D'où importantes palmeraies européennes

La grande palmeraie de la ville, située à la sortie Est de la ville est appelée : Deiffel. Toute la ville d'Ouled djellel. Etait traversée par le "SEIL", qui irriguait les jardins de la ville irriguait les jardins de la ville ainsi qu'une parti de la palmeraie appelée "Ghaba".

D'un barrage existant sur oued Djedi destine à l'irrigation qui à été réalisé entre (1947 à 1958).

Présentation de l'ancien ouvrage hydraulique: En suppose que cette ouvrage qui existe avant l'indépendance (LAHLALI.A, 2019)



Figure n° 27 : Emplacement de l'ancien barrage d'Ouled Djellel (Google Earth, Labachi.H,2022)

***Le Corps de l'ouvrage hydraulique :**



Photo n° 14 : Le corps de barrage (Labachi.H,2022)

Le corps de barrage à été réalisé se forme d'un seuil déversant en gabions le long transversal de Oued Djedi. Le corps est en état de dégradation, nécessite un réaménagement et un curage .

****Evacuateur des crues :**



Photo n° 15 : Evacuateur de crue Oued Djedi, (Labachi.H,2022)

Réhabilitations avec un curage de l'Evacuateur : L'évacuateur des crues il est en béton armée, en bon état, nécessite une réfection sur les murs latéraux.

IV.2.5 Réhabilitation d'un Sed Existant sur Oued DIFEL :



Photo n° 16 : Sed Difel (évacuateur de crue) (Labachi.H,2022)



Figure n° 28 : L'emplacement de Oued et Ced Deifel (Google Earth, Labachi.H,2022)

IV.2.6 Réhabilitation d'un Sed existant sur Oued LASSEL :

Le Sed existant sur Oued LASSEL se forme d'un seuil déversant en béton armé, il est en bon état nécessite une réfection dans quelque endroit, avec le système d'irrigation existent se forme des SAGUIA.



Photo n° 17 : barrage du Sed Oued LASSEL (Labachi.H,2022)



Photo n° 18 : Seguiat de Sed Oued LASSEL) (Labachi.H,2022)



Figure n° 29 : L'emplacement du l'Oued et Sed Oued LASSEL (Google Earth, Labachi.H,2022)

IV.2.7 Cree des barrages sur Oued Djedi :

Réalisation des barrages avant la ville réduira l'intensité des débits d'eau, car la construction de barrages permet de surveiller et de contrôler l'écoulement de l'eau dans le cours d'eau (comme Réalisation d'un barrage à Laghouat)

Tableau n° 16 : Réalisations d'Ouvrage de protection contre les crues à travers la DAIRA OULED DJELLAL et DAIRA SIDI KHALED durant la période (1999-2019) :

Communes	Nombre habitants au 31/12/2015	Réalisations Période 1999-2004 (ml)	Réalisations Période 2005-2009 (ml)	Réalisations Période 2010-2014 (ml)	Réalisations Période 2015-2019 (ml)	Réalisations Total Période 1999-2019 (ml)
Ouled Djellel	75 282	4 000	6 326	0	0	10 326
Doucen	31 717	0	348	0	0	348
Chaiba	15 896	0	0	0	0	0
DAIRA OULED DJELLAL	122 895	4 000	6 674	0	0	10 674
Sidi Khaled	51 567	0	712	0	0	712
Besbes	12 810	0	0	0	0	0
Ras El Miad	26 141	0	0	0	0	0
DAIRA SIDI KHALED	90 518	0	712	0	0	712

Source: DRE.biskra

IV.2.8 Techniques mécaniques :**IV.2.8.1 Les blocs de béton ou le béton armé :**

La protection des berges quelque soit en béton armé ou en blocs de béton est caractérisé par

- Contrainte structurelle à cause d'accrochement de manière simple ($E=10\text{cm}$)
- Mauvaise adaptabilité à la partie où la vitesse d'écoulement est rapide
- Relativement faible rugosité de surface et faible effet de diminution de vitesse d'écoulement

Les différents avantages et inconvénient des blocs de béton sont :

- Nécessité de réaliser la fondation en béton,
- Mauvaise adaptabilité à la partie où la vitesse d'écoulement et la pente des berges sont rapides
- Faible durabilité à l'érosion et à l'effritement



Photo n° 19 : Protection avec des blocs de béton creux

Les différents avantages et inconvénient du béton armé sont :

- Meilleures caractéristiques hydrauliques de l'écoulement.
- Les matériaux de construction sont disponibles.
- La forme étroite est adaptée à la ville.
- Une durée de vie importante.
- En cas d'obstruction, une facilité de nettoyage.
- Assurance d'une propreté relative de ne pas être utilisé comme une décharge.
- Un coût de génie civil élevé.

- Risque d'être considéré comme une décharge par les riverains. (Daewoo Engeniering, 2012).
- Simple à réaliser.

IV.2.8.2 Le gabion :

• Des barrières rocheuses ont été proposées sur les rives du Oued Djedi dans les zones critiques pour réduire le risque d'écoulement de l'eau du w Oued dans le périmètre urbain, ainsi que pour protéger le sol des vergers de l'érosion causée par la force du débit d'eau. Il y a des barrières rocheuses qui ont été construites qui ont aidé à réduire le danger des eaux de la vallée, comme (la barrière rocheuse dans la zone du LASSEL)

et la barrière rocheuse à côté du cimetière pour le protéger du danger d'érosion.

Cree des projets de gabionnage pour protection la ville :

Tableau n° 17 : REALISATION EN MATIERE DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS PERIODE (2004-2015) :

(2004-2015)	INTITULE DU PROJET :	LINEAIRE TOTAL (ML)	ANNEE DE REALISATION
Ouled Djellal	Protection du centre de Ouled Djellal contre les crues	4000	2004
	Protection de la ville de Ouled Djellal contre les crues de Oued Djeddi	497	2006
	Protection du centre de Ouled Djellal contre les crues	1992	2007
	Protection contre les crues de Oued Djeddi du centre de Ouled Djellal	913	2008
	Achèvement des travaux de protection du centre ouled Djellal contre les crues	2924	2008

Source: Source DRE.biskra



Figure n° 30 : L'emplacement des gabion sur la rive de l'Oued Djedi (Google Earth, Labachi.H,2022)



Photo n° 20 : Gabion sur de Oued Djedi (Labachi.H, 2022)

➤ **Les principaux avantages du gabion :**

- Les gabions coutent peu surtout si les pierres sont disponibles.
- Ils permettent de réduire la vitesse des courants grâce à leurs perméabilités.
- Parfaite intégration à l'environnement.

- La rigidité de chaque gabion, ainsi que le mode de solidarisation des gabions mis en place confèrent à l'ensemble un caractère monolithique.

➤ **Les principaux Inconvénients du gabion :**

- Durée de l'ouvrage relativement courte.
- Curage de l'ouvrage très difficile du fait de ses aspérités

IV.2.9 Points à l'intérieur du périmètre urbain :

Ce sont principalement des récifs à l'intérieur de la ville d'Ouled Djellel ; les plus importants d'entre eux.

- **(Chaabet Bilkh)**/ Il est situé dans le périmètre urbain. Un canal en béton qui a été placé dans une partie importante de celui-ci et il a été recouvert.

Il doit être entretenu et nettoyé de manière continue et cela pour éviter de s'encrasser avec la poussière et la saleté.



Photo n° 21 : Chaabet Bilkh (Labachi.H,2022)

- **(Chaabet Althaanawia)** / C'est aussi au centre de la ville d'Ouled Djelle près du lycée où , il y a un canal en béton qui a été construit pour l'évacuation des eaux de l'Oued Djedi ... et il doit être nettoyé en permanence.



Photo n° 22 : Chaabet Althaanawia (Labachi.H,2022)

IV.3 Le résumé des propositions :

La ville d'ouled djellel a connu plusieurs inondations, d'importance très variable. Parmi les plus forts écoulements, nous signalerons celui de Mai 2021 qui causa des dégâts sérieux aux habitants de la rive gauche de l'oued.

Pour éviter les dégâts des inondations qui se produisent lors des saisons hivernales, une étude hydrologique détaillée de la région d'étude a été menée. La ville d'Ouled Djellel est donc située dans une région semi-aride, les précipitations, étant caractérisées par de fortes irrégularités ayant généralement des effets dévastateurs et néfastes à travers les crues des cours d'eau.

Pour la maîtrise des crues, nous proposons comme solution quelques aménagements:

- Faire un rééquilibrage d'oued en amont pour éviter le débordement des eaux en cas des crues.
- Elargissement des sections de passage dans les endroits critiques.
- Changer les pentes si nécessaire.

- Faire une expertise d'assainissement pour drainer les eaux pluviales à l'intérieur de la ville
- Renforcer le système du réseau d'assainissement existant par des regards avaloire nécessaires

IV.4 CONCLUSION :

En conclusion, le problème de protection contre les inondations ne possède pas de solution unique, car ce sont les conditions locales qui commandent. On peut dire qu'il y a autant de problèmes différents à résoudre que de zones inondables. De plus, la réalisation de telle ou telle protection nécessite la réunion d'un certain nombre de conditions qui la plupart du temps limite les possibilités et les résultats. Il faut donc rechercher toujours le type de protection le mieux adapté à la zone à protéger en prenant les marges de sécurité suffisantes, car les méthodes d'études ne sont pas toujours précises.

En moins dans cette étude nous avons pu cerner le problème des crues et des inondations de la ville d'Ouled Djellel par Oued Djedi ; on propose d'autres études plus élargies après la réalisation des solutions qui sont en cours et ceux que nous avons proposés à l'occasion de cette étude

Conclusion Générale

Conclusion Générale :

Le territoire national est soumis aux inondations qui se manifestent de façon catastrophique constituant ainsi une contrainte majeure pour le développement économique et social.

D'après le recensement effectué par les services de la protection civile, une ville sur trois est susceptible d'être inondée en partie ou en totalité. Les grandes villes doivent alors trouver un moyen de gérer le surplus des eaux d'inondations qui deviennent progressivement plus communes. Les inondations entraînent de nombreuses conséquences dont la contamination des sources d'eau en plus de l'érosion, d'un risque plus élevé de glissements de terrain et d'importants dégâts humains et matériels

Presque chaque année, la région d'Ouled Djellel et ces environs subissent des crues ; (2 à 3 fois/an en moyenne) causée par l'écoulement temporaire de l'oued Djedi qui peut être à l'origine d'importantes inondations qui causent des dégâts matériel et parfois même humaine

Oued Djedi passent par plusieurs localité, en amont d'Ouled Djellel mais les plus importantes dégâts sont enregistré à Ouled Djellel qui se trouve dans une dépression de (180 à 150m) et même moins à la sortie de la ville. La torrencialité de l'écoulement de l'Oued djedi est à l'origine de ces endommagements qui a perturbent les intérêts de la population

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

Ces affluents son bénéfique pour l'alimentation de l'Oued et pour les ouvrages hydrauliques qui sont installés pour chacun de ces petits cours (Sed Deifel, Sed Traifia et sed Laasel ainsi que l'ancien barrage) qui ont tousses été conçu pour l'emmagasinement et surtout la régularisation de l'écoulement de l'oued Djedi, mais leur états se détériore avec le temps surtout leurs canaux d'irrigation ce qui perturbe l'écoulement du cours d'eaux et favorise les inondations causés Oued Djedi.

Pour éviter les dégâts des inondations qui se produisent au cours de l'année, Une étude détaillée de la zone d'étude a été réalisée. la ville d' Ouled Djellel est donc située dans la

région aride, Les précipitations sont caractérisées par de fortes irrégularités, ayant généralement des effets dévastateurs et néfastes à travers les crues des oueds.

Pour la protection de la ville d' Ouled Djellel contre les inondations de l'Oued Djedi nous avons envisagé quelques aménagements:

- Réhabilitation des anciens ouvrages hydrauliques ; dans cette étude nous les avons présentés avec quelques proposition pour leurs rénovation ; qui demande des études technique et économique plus poussés.

- Pour minimiser les dégâts des crues, la **Réhabilitation de ancien barrage existant sur Oued Djedi** ou projeter d'installer une digue plus en amont de Sidi Khaled et Ouled Djellel sur les axe d'oued Djedi à l'aval de oued Mzi (exemple un barrage à Laghouat)

- Faire un rééquilibrage d'Oued Djedi pour éviter le débordement des eaux en cas des crues.

- Elargissement des sections de passage dans les endroits critiques.

- Changer les pentes si nécessaire.

- Protéger les berges par des gabions ou des murs de soutènements pour éviter l'érosion du sol .

- Renforcer le système du réseau d'assainissement existant par des regards avaloire nécessaires.

-La réalisation, du projet du barrage inféro-flux est bénéfique pour la région d'ouled Djellel surtout pour minimiser les pertes des eaux par ruissellement vers l'exutoire et alimenté la nappe souterraine d'ouled Djellel

Référence bibliographique

- **ANRH**) AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRIQUES (**Document inédit**)
- ANAT**) (**2003**) AGENCE NATIONALE D'AMENAGEMENT DE TERRITOIRE (Document inédit).
- **ATTOUI .M**, (**2020 – 2021**) L'impacte de la pollution de l'Oued Djedi sur la nappe souterraine de la région d'Ouled Djellel. Biskra.
- Ben Lamri. O**, **2020** ÉTUDE DE PROTECTION DE LA VILLE BISKRA CONTRE LES CRUES mémoire master, université Med Kheider , Biskra
- BOUAOUD .F**, (**2017**) Etude d'un barrage infero-flux sur oued djedai commune ouled djellal) Bureau d'étude
- 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
- (**DRE**) Direction des Ressources En Eau de .Biskra (Document inédit).
- (**DAPE**) Direction de l'Assainissement et de la Protection de l'Environnement , document inédit
- 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
- Haboul Kadidja et Sahraoui A**, **2018**, La prise en compte des risques d'inondation dans la planification urbaine (cas de la ville de Bab El oued) mémoire master , architecture université Béjaia 11_ page
- LAHLAH. S** Actes des Journées Techniques / Risques Naturels : Inondation, Prévision, Protection /**CRSTRA**,Batna 15/16/décembre 2004
- LAHLALI. A**, **2019**) Etude De Faisabilité D'un Barrage infero-Flux Sur Oued Djedi A Ouled Djellel . Biskra. Mémoire master , université Med Kheider Biskra
- Madaoui. Aissa** **2016**,Protection des villes contre les inondations cas d'Ain Fezza ,mémoire master hydraulique , université de Tlemcen
- 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 : Polytechnique, LRS Eau, Alger 21-22-23 mai 2005, Algerian Journal of Technology, numéro spécial
- (**OULHACI. 2016**).
- 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

-ONM Station Sidi Khaled ,2022), document inédit e l'eau pour le développement durable dans le bassin méditerranéen, Ecole Nationale

-Selmouni K, 2020, Etude de la possibilité de réhabilitation des anciens ouvrages hydraulique d'Ouled Djellel mémoire master Hydraulique université de . Biskra

-Zinai .O et Nesrat D E. 2018.Analyse et cartographie du risque d'inondation dans la ville de Gardaia, mémoire master, université Kasdi Merbah Ourgala 74 page

Sites internet

https://jeanyvesthorrignac.fr/wa_files/INFO_20_20425_20OULED_20DJELLAL.pdf

(<https://www.anrh.dz>)

<http://www.ceped.org/cdrom/meknes/spipaf97.html?article52>

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

<http://wilayabiskra.dz/>

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

ANNEXES

Annexe

STATION PLUVIOMETRIQUE DE SIDI KHALED :

PLUVIOMETRIE DE 1976 A 2014 :

CODE DE LA STATION : 06 09 02

LONGITUDE :710,5 LALITUDE: 124 ALTITUDE :220

ANNES	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	TOTAL
76\77	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
77\78	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	24.7
78\79	0.0	37.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.6	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	47.8
79\80	90.0	16.0	2.5	0.0	4.0	31.0	31.4	68.9	0.0	0.0	0.0	0.0	243.8
80\81	0.0	0.0	12.3	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.7
81\82	15.0	0.0	0.0	14.0	19.7	0.0	5.3	18.3	0.0	0.0	0.0	0.0	72.3
82\83	0.0	18.0	20.5	0.0	0.0	7.0	0.0	14.0	11.8	5.3	0.0	6.2	82.8
83\84	0.0	15.0	6.9	4.6	7.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	46.3
84\85	0.0	14.5	7.4	3.0	14.7	3.0	14.3	0.0	44.9	0.0	0.0	0.0	101.8
85\86	11.0	9.6	24.5	8.2	17.0	0.0	24.7	0.7	7.2	0.0	0.5	6.0	109.4
86\87	23.0	23.1	40.7	1.7	11.0	11.7	13.0	0.0	7.2	20.0	5.0	0.0	156.4
87\88	40.0	7.5	5.5	8.9	17.0	10.0	22.0	7.0	0.0	8.3	0.0	5.0	131.2
88\89	25.0	7.0	5.0	0.0	4.0	5.5	0.0	8.0	0.0	20.0	0.0	10.0	84.5
89\90	80.0	0.0	8.0	4.5	19.4	0.0	0.0	23.0	62.4	0.0	0.0	8.0	205.3
90\91	21.0	0.0	29.0	19.0	4.0	7.0	16.0	0.5	6.5	0.0	0.0	1.0	104.0
91\92	13.1	19.5	5.0	5.5	0.0	12.0	29.0	15.0	27.5	0.0	3.0	0.0	129.6
92\93	40.0	4.0	55.0	4.0	0.0	27.0	10.0	0.0	20.0	1.0	0.0	2.0	163.0
93\94	0.0	0.0	6.0	10.0	2.0	2.0	3.0	0.0	0.0	5.0	0.0	14.0	42.0
94\95	58.0	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	20.0	0.0	0.0	143.0
95\96	46.8	8.0	9.3	59.8	49.0	23.5	45.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	258.4
96\97	0.0	0.0	0.0	10.0	6.6	0.0	18.0	57.5	0.8	0.0	0.0	11.7	104.6
97\98	16.0	5.7	20.0	59.9	0.0	16.0	10.0	32.0	51.0	37.1	0.0	0.0	247.7
98\99	8.0	2.3	1.5	0.0	87.9	0.0	0.0	5.5	1.5	9.0	26,2	0.0	115.7
99\00	42.0	0.0	48.0	38.2	0.0	0.0	5.5	0.0	16.5	0.0	0.0	0.0	150.2
00\01	1.7	14.5	1.0	1.0	7.5	0.0	M	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	29.7
01\02	16.7	0.0	11.0	11.5	0.0	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	51.2
02\03	0.0	0.0	6.0	0.0	43.0	0.0	2.0	16.0	0.0	2.0	0.0	3.0	72.0
03\04	6.0	18.0	6.0	9.0	0.0	0.0	48.0	48.0	0.0	15.0	0.0	4.0	154.0
04\05	18.0	1.0	33.0	27.0	0.0	18.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	102.0
05\06	0.0	2.0	0.0	1.0	45.5	5.4	0.0	17.0	23.0	0.0	0.0	10.0	103.9
05\06	15.0	2.0	0.0	1.0	45.5	5.4	0.0	17.0	23.0	0.0	0.0	1.0	109.9
06\07	16.0	0.0	16.0	70.5	0.0	0.0	6.0	23.0	0.0	0.0	0.0	5.0	136.5
07\08	23.0	0.0	0.0	2.0	9.0	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	50.0
.08\09	4.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.0
.09\10	74.0	0.0	0.0	0.0	18.0	16.0	5.0	47.0	0.0	5.0	0.0	0.0	165.0
.10\11	5.0	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	45.5	60.0	0.0	3.0	0.0	0.0	120.5
.11\12	27.0	60.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.0
.12\13	0.0	20.0	17.0	4.0	0.0	0.0	10.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	69.0
.13\14	0.0	33.0	0.0	4.0	0.0	0.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.0

STATION PLUVIOMETRIQUE DE DOUCEN :**PLUVIOMETRIE DE 1973 A 2012 :****CODE DE LA STATION : 06.12.06****LONGITUDE :721 LALTITUDE: 149 ALTITUDE :180****x : 005° 06' 15", y : 34° 35' 57"**

ANNEES	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	TOTAL
73\74	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	33.8	0.0	4.0	M	M	5.6	43.8
74\75	7.1	0.0	0.0	M	M	M	M	0.0	0.8	0.0	M	0.0	7.9
75\76	28.3	0.0	0.5	1.8	0.0	10.2	18.0	0.0	4.0	42.1	12.2	0.0	117.1
76\77	0.0	0.0	26.4	M	0.0	0.0	0.0	18.0	22.6	0.0	5.5	3.4	75.9
77\78	1.7	1.0	7.3	0.0	1.3	9.2	0.0	0.0	M	M	0.0	1.2	21.7
78\79	0.0	M	0.0	0.0	15.0	5.1	1.3	0.4	0.0	0.0	0.0	1.6	23.4
79\80	13.1	2.0	1.0	0.0	1.0	24.5	12.0	26.0	2.0	0.0	0.0	0.0	81.6
80\81	4.5	0.0	24.5	7.1	0.0	1.5	0.0	11.6	0.0	11.5	0.0	3.4	64.1
81\82	4.5	0.0	0.0	2.6	17.0	0.0	1.0	35.3	1.7	0.0	0.0	0.0	62.1
82\83	0.0	22.7	47.5	76.5	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	153.7
83\84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	M	M	M	2.0
84\85	M	M	0.0	0.0	19.0	0.0	0.0	1.2	20.4	0.0	0.0	0.0	40.6
85\86	M	M	M	12.6	6.3	2.2	20.5	0.0	20.4	0.0	0.0	0.0	62.0
86\87	17.8	10.1	23.5	0.0	9.3	14.4	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	77.6
87\88	0.0	10.5	1.8	2.0	1.5	1.5	5.7	4.1	0.0	109.0	0.0	M	136.1
88\89	6.0	0.0	4.3	1.2	8.0	3.1	M	M	M	M	0.0	12.5	35.1
89\90	36.1	13.0	1.0	3.1	12.5	0.0	2.1	7.0	67.9	3.7	0.0	15.2	161.6
90\91	10.8	0.0	11.5	24.5	M	12.8	36.9	M	1.8	M	M	M	98.3
91\92	M	M	M	M	M	6.5	6.0	M	M	M	M	M	12.5
92\93	M	M	17.0	M	0.0	6.5	6.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	33.5
93\94	1.0	0.0	8.2	1.5	3.7	3.7	27.9	0.0	0.0	0.5	M	0.0	46.5
94\95	86.0	80.9	2.3	0.0	0.0	0.0	5.6	0.9	0.4	13.0	0.0	4.7	193.8
95\96	27.9	3.0	12.1	31.5	54.7	17.2	44.5	0.0	0.0	11.1	0.0	2.2	204.2
96\97	10.5	0.0	0.0	8.3	1.5	0.0	0.6	61.2	0.0	8.2	0.0	3.4	93.7
97\98	37.4	11.0	24.6	27.0	1.6	13.0	3.7	8.4	9.9	15.1	0.0	0.0	151.7
98\99	6.3	0.5	0.7	0.0	71.0	5.9	1.2	4.2	3.7	10.0	M	0.0	32.5
99\00	17.4	0.8	37.7	45.2	0.0	0.0	11.1	0.2	32.0	0.8	0.0	0.0	145.2
00\01	0.0	0.0	0.2	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	1.2	6.2
01\02	8.4	1.7	0.2	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	6.6	30.5
02\03	M	0.0	M	M	M	M	8.0	13.3	1.5	1.5	0.2	0.8	25.3
2003/2004	9.8	37.8	3.0	M	M	M	78.4	0.0	0.0	0.0	M	2.3	131.3
2004/2005	12.3	2.0	18.9	27.6	0.0	6.8	1.6	0.0	0.0	1.0	2.0	M	72.2
2005/2006	M	M	M	M	57.0	27.7	M	M	M	M	0.0	6.2	90.9
2006/2007	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.1	13.0	32.1	6.5	2.1	0.0	1.1	57.3
2007/2008	28.2	0.4	0.0	0.0	5.4	3.0	0.0	0.0	5.5	0.0	0.0	0.0	42.5
2008/2009	M	53.6	0.0	24.2	35.2	6.2	52.1	30.1	1.6	0.2	1.9	0.6	205.7
2009/20010	60.3	M	1.0	6.3	6.9	19.4	9.7	13.2	4.6	0.7	2.4	0.0	124.5
2010/2011	1.7	11.4	7.6	0.0	4.4	1.0	44.3	57.1	57.2	9.5	0.0	3.6	197.8
2011/2012	5.4	72.6	3.5	0.0	0.9	3.0	4.7	5.2	0.0	0.0	0.0	1.5	96.8