



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITÉ AMAR THELIDJI- LAGHOUAT



FACULTÉ : GÉNIE-CIVIL ET ARCHITECTURE
DÉPARTEMENT : GÉNIE-CIVIL

DOMAINE : Technologie
FILIÈRE : Génie-Civil
OPTION : Structures

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Thème :

**IDENTIFICATION DE LA VULNÉRABILITE DES STRUCTURES
AU DÉBORDEMENT D'OUED MELLAH AU NIVEAU DU
QUARTIER DE HAY EDHIL-EL-DJAMIL**

Présentés par :

MERKANTI SALAH EDDINE & HAMDI YUCEF

Jury de soutenance :

<u>Nom et Prénom</u>	<u>Grade</u>	<u>Qualité</u>
<i>M^{me} OH.BELMECHERI</i>	<i>MAA</i>	<i>Présidente</i>
<i>M^r B.BENFARHAT</i>	<i>MAA</i>	<i>Examineur</i>
<i>M^{me} F.BOULAGHMEN</i>	<i>MAA</i>	<i>Promotrice</i>
<i>M^r A.DJABALLAH</i>	<i>MAA</i>	<i>Co- Promoteur</i>

Promotion : Juin 2021

REMERCIEMENTS

*NOUS COMMENÇONS PAR REMERCIER DIEU TOUT
PUISSANT DE NOUS AVOIR DONNÉ LE COURAGE,
LA VOLONTÉ ET LA SOIF DU SAVOIR POUR
POUVOIR MENER À BIEN ET RÉALISER CE
MODESTE TRAVAIL. NOS PLUS VIFS
REMERCIEMENTS VONT À M^{ME} F.BOULAGHMEN ET
MR A.DJABALLAH POUR AVOIR ACCEPTÉ DE NOUS
ENCADRER ET NOUS DIRIGER TOUT OU LONG DE LA
RÉALISATION DE CE PROJET, ET POUR TOUS LES
CONSEILS INSTRUCTIFS ET JUDICIEUX ET LEUR
DISPONIBILITÉ. NOUS TENONS À REMERCIER
ÉGALEMENT LES MEMBRES DE JURY : M^{ME}
OH.BELMECHERI ET M^r B.BENFARHAT POUR
AVOIR ACCEPTÉ D'EXAMINER CE TRAVAIL. À
TOUS LES ENSEIGNANTS DU DÉPARTEMENT
GÉNIE-CIVIL QUI ONT CONTRIBUÉ À NOTRE
FORMATION.*

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes parents :

Ma très chère maman, qui m'a toujours apportée son amour et son affection.

Mon très cher papa, qui m'a toujours encouragé, conseillé et soutenu dans les moments difficiles.

A mes chères sœurs et à mes chers frères, ma grande famille et mes chers amis.

A tous les professeurs qui m'ont appris dans mon parcours académique

Résumé :

La problématique de risque d'inondation est un sujet d'actualité, notamment aux regards des dix dernières grandes crues annuelles que la ville de Djelfa a connu. Pour cette raison, on a choisi d'aborder la thématique du diagnostic de la vulnérabilité du bâti existant au niveau de Hay Edhil El-Djamil. En effet la gestion de ce risque devient de plus en plus une nécessaire et qui doit inclure tous les acteurs et tous les moyens disponibles possibles. L'objectif de ce travail est d'identifier les différentes modalités pouvant être mises en oeuvre pour conduire des actions de réduction de la vulnérabilité des habitations des quartiers Hay Edhil El-Djamil menacées par l'effet de débordement d'Oued Malah. Cette étude s'appuie sur des concepts théoriques susceptibles d'être appliqués et vérifiés dans cette zone. Il a été traité plusieurs opérations de recensement, collecte de données et sorties sur terrains avec prise de note des différents sondages afin de mettre en évidence les paramètres qui nous ont permis de développer l'étude numérique. Le système d'information géographique (SIG) nous a apporté une contribution particulière dans l'évolution des recherches sur les risques d'inondations dans la ville de Djelfa. Le diagnostic de la vulnérabilité nous a permis de constater que les trois indicateurs suivants : la source du risque, la morphologie urbaine et le lever topographique, ont une relation directe avec l'aléa inondation et le milieu urbain. Pour cela nous avons mis au point l'élaboration des données numériques au service de la cartographie réelle afin de faire ressortir une carte de vulnérabilité global nous permettant ainsi de mettre en évidence les quartiers à risque d'immersion. La clé d'une réaction adéquate est l'anticipation par la prévention.

Mot clés : Hay Edhil El-Djamil, Inondation, Oued Malah , SIG, Vulnérabilité

Abstract:

The problem of flood risk is a topical issue, especially during the last ten major annual floods that the city of Djelfa has experienced. For this reason, we have chosen to tackle the theme of the diagnosis of the vulnerability of existing buildings at the level of Hay Edhil El-Djamil. Indeed, the management of this risk is becoming more and more necessary and must include all the actors and all the available means possible. The objective of this work is to identify the different modalities that can be implemented to carry out actions to reduce the vulnerability of dwellings in Hay Edhil El-Djamil neighbourhoods threatened by the overflow effect of Oued Malah. This study is based on theoretical concepts likely to be applied and verified in this area. Several census operations, data collection and field visits were processed with note taking of the various surveys in order to highlight the parameters that allowed us to develop the digital study. The geographic information system (GIS) has made a particular contribution to the development of research on flood risks in the city of Djelfa. The vulnerability diagnosis allowed us to observe that the following three indicators: the source of the risk, the urban morphology and the topographic rise, have a direct relationship with the flood hazard and the urban environment. For this we have elaborated the development of digital data in the service of real mapping in order to bring out a global vulnerability map allowing us to highlight neighbourhoods at risk of immersion. The key to adequate responses is the anticipation through prevention.

Keywords: Hay-Edhil-El-Djamil Flood, Oued Malah , SIG, Vulnerability.

ملخص:

تعد مشكلة مخاطر الفيضانات موضوعًا هامًا ، خاصة في ضوء الفيضانات السنوية الأخيرة التي مرت بها مدينة الجلفة على مدار السنوات العشر الماضية. لهذا السبب ، اخترنا معالجة مشكلة تشخيص هشاشة المباني القائمة على مستوى حي الظل الجميل ، في الواقع أصبحت إدارة هذا الخطر ضرورة أكثر فأكثر والتي يجب أن تشمل جميع الجهات الفاعلة وجميع الوسائل المتاحة الممكنة. الهدف من هذا العمل هو تحديد الطرق المختلفة التي يمكن استعمالها لتنفيذ إجراءات الحد من هشاشة المباني في الحي السكني " الظل الجميل " المهدد بتأثير الفيضان في وادي ملاح. لهذا تستند هذه الدراسة إلى مفاهيم نظرية يمكن تطبيقها والتحقق منها في منطقة واد ملاح. العديد من عمليات التعداد وجمع البيانات والرحلات الميدانية تم تدوين الملاحظات من زيارات ميدانية مختلفة لتسليط الضوء على المعلومات التي سوف تسمح لنا بتطوير الدراسة الرقمية. قدمت نظم المعلومات الجغرافية مساهمة خاصة في تطوير أبحاث مخاطر الفيضان، حيث كشف تشخيص الضعف والهشاشة أن المؤشرات الثلاثة التالية: مصدر الخطر ، التشكل الحضري والمسح الطبوغرافي ، لها علاقة مباشرة بمخاطر الفيضان والبيئة الحضرية. لذلك قمنا بتطوير البيانات الرقمية في خدمة التعيين الفعلي لتسليط الضوء على خريطة الضعف العامة للمنطقة التي تسمح لنا بتسليط الضوء على الأحياء المعرضة لخطر الانغمار بمياه الأمطار.

الكلمات المفتاحية : ، الفيضان، واد ملاح، حي الظل الجميل، المباني، نظم المعلومات الجغرافية، الهشاشة.

Table des matières

Table des matières

Introduction

Chapitre I : Généralité

I.1	Introduction :	1
I.2	Définition	1
I.3	Genèse des crues et des inondations :	2
I.4	Connaissance du risque inondation :	3
I.4.1	Risques majeurs – inondations :	3
I.5	Connaissance de l'aléa « inondation » :	4
Alea :	4
I.6	Vulnérabilité :	4
I.7	Gestion des inondations :	5
I.7.1	La réglementation :	5
I.7.2	La prévision :	5
I.7.3	L'aménagement du bassin versant :	7
I.8	Oued :	8
I.9	Les Structures :	9
I.9.1	Structures poteaux poutres :	9
I.9.2	Structures pierres :	10
I.10	Origines et causes des inondations en Algérie:	10
I.10.1	Les inondations liées à des situations météorologiques remarquables:	10
I.10.2	Les inondations provoquées par des facteurs liés à l'effet de l'homme:	10
I.10.3	Les inondations produites dans des régions présentant un environnement topographique défavorable :	11
I.11	Cas pathologique face aux inondations	11
I.11.1	Cas de faible précipitation	11

I.11.1	Cas de fortes précipitations	12
I.12	Relation pluie débit :	14
I.13	Conclusion :	15

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

II.2	Présentation de la ville Djelfa	16
II.2.1	Situation géographique et limites administratives	17
II.2.2	Les conditions d'écoulement	18
II.3	Description de Oued El Mallah:.....	25
II.3.1	Description géographique	25
II.3.2	Hydrographie de L'Oued MELLAH	26
II.4	Historique sur les inondations dans la ville de Djelfa.....	28
II.5	Description de Hay el Djamil.....	31
II.6	Type d'habitation dans le quartier de hay El Djamil	31
II.7	La zone vulnérable dans le quartier Hay el Djamil.....	32
II.8	Conclusion.....	33

Chapitre III : Présentation des outils de Calcul et application

III.1.	Introduction	34
III.2.	Concepts de base de (SIG) :	34
III.2.1.	Définition de SIG	35
III.2.2.	Histoire du SIG.....	35
III.2.3.	Les outils de SIG :.....	36
III.3.	Présentation Map-Info	37
III.3.1.	Méthodologie de travail	37
III.4.	Présentation du logiciel HEC-RAS	40
III.4.1.	Méthodologie de travail en HEC-RAS.....	40

III.5.	Conclusion	42
--------	------------------	----

Chapitre IV Résultats, Analyses et Discussions

IV.1.	Introduction	43
IV.2.	Modélisation	44
IV.2.1.	Identification des zones à risque dans la zone d'étude.....	44
IV.3.	Analyse discussion des résultats :.....	47
IV.3.1.	Elaboration de jeux de données :.....	47
IV.3.2.	Simulateur de zone d'étude sous Hec-Ras Arc-Scane	52
IV.4.	Solutions et Propositions	52
IV.5.	Conclusion.....	53

Conclusion Générale

Bibliographique

Liste des Figures

Figure 1. Niveau de gravité de l'Inondations à Djelfa, 2015.....	2
Figure 2. Risque d'inondation pour les structures fragiles.....	4
Figure 3. Une illustration de l'écoulement de la vallée.....	9
Figure 4. Structure poteaux poutres.....	9
Figure 5. Structures pierres.....	10
Figure 6 . Intervention des intérêts concernés (protection civile)	12
Figure 7. Les inondations débordent dans les rues de la ville	13
Figure 8. Djelfa: carte.....	15
Figure 9. Carte géographique de la zone étude.....	18
Figure 10. Les eaux souterraines	19
Figure 11. Les eaux superficielles	20
Figure 12. températures moyenne mensuelles.....	23
Figure 13. Carte Hydrographique de Djelfa	24
Figure 14. Carte satellite de la ville de Djelfa	26
Figure 15. Carte hydrographique de l'Oued Mellah.....	26
Figure 16. Les effets de l'inondation de oued Mallah (2015).....	29
Figure 17. Vue satellitaire de la zone de Hay El-Dehl El-Djamil (Source: Google Earth) 30	
Figure 18. L'interface du quartier Edhil El-Djamil sur oued Malah(Photo prise par l'étudiant)	31
Figure 19. L'espace noir qui représente La zone vulnérable (Google Earth).....	31
Figure 20. Les composantes d'un SIG.....	34
Figure 21. Carte satellitaire de la ville de Djelfa. Quartier Edhil El-Djamil	36
Figure 22. Présentation de l'interface Map-Info.....	37
Figure 23. La représentation graphique des bâtiments à risque sur photo satellitaire par Map-Info.....	38
Figure 24. Convertir le fichier du format MAP-info TAB au format Ship	38
Figure 25. Interface du logiciel HEC-RAS.....	39
Figure 26. Configuration de l'importation des documents.....	39
Figure 27. Introduction des données de simulation de l'Oued	40
Figure 28. Entrez les informations sur le débit d'eau de crue.....	40
Figure 29. Représentation de l'interface données : Introduction des débits de crue en termes de fréquence.....	42
Figure 30. Identification des zones à risque d'inondation sous Map Info.....	43
Figure 31. Représentation de la carte sous MNT superposé à la carte satellitaire dans Arc-GIS.....	44
Figure 32. Représentation de la simulation d'inondations sous Hec-Ras.....	45
Figure 33. Section transversale et profondeur de l'eau à la station (1200.40°).....	46

Figure 34. Identification urbaine de la section 1200.40.....	47
Figure 35. Indication des résultats obtenus par jeux de données sous Hec-Ras. Section 1100.40.....	48
Figure 36. Représentation réelle recueillis de témoins résidants à la section 1100.40.....	48
Figure 37. Indication des résultats obtenus par jeux de données sous Hec-Ras. Section 700.65.....	49
Figure 38. Identification urbaine de la section 1200.40 Oued Malah.....	49
Figure 39 Indication des résultats obtenus par jeux de données sous Hec-Ras. Section 600.70.....	50
Figure 40. Identification urbaine de la section 600.70 Oued Malah.....	50
Figure 41. Simulation 3D de la zone d'Oued Malah à l'aide de MNT dans Arc-Scane.....	51

Liste des tableaux

Tableau 1: Les principales nappes de la région de Djelfa [13]	19
Tableau 2: Les unités hydrogéologiques de la wilaya.[14].....	20
Tableau 3: les retenues collinaires de la wilaya. [15]	21
Tableau 4: Les caractéristiques hydrologiques (Bassin versant17-02): [17]	22
Tableau 5: Pluviométrie moyenne mensuelle inter annuelle a la période(1998a 2019)	23
Tableau 6 : Les variations des températures mensuelles entre (1998-2019).[18].....	23
Tableau 7: Les variations moyennes de nombre des jours de neige entre (1998-2019)	24
Tableau 8: Les résultats de calcul des fréquences expérimentales et les débits max en m ³ /s au site de oued Mellah	25
Tableau 9: Prix au mètre cube pour construire un mur de soutènement en béton armé	52



Introduction Générale

INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'eau peut être une aubaine comme elle peut être une source de risque, ce dernier «est au cœur de la vie de notre société de son organisation, même si sa perception dépend directement des enjeux et du moment» ; elle engendre des situations contradictoires d'une fois de pénuries et d'autre fois d'inondations. En effet ; les inondations sont à l'origine de Plus de 80% des catastrophes naturelles enregistrés dans le monde entre 1996 et 2006 provoquant ainsi des dégâts (humaine, économique, ...) d'un part et de modifier l'image de la ville d'autre part «Nous vivons dans un monde soumis à une pression de changement qui engendre un sentiment général d'insécurité pour le présent et de pertes de vision pour l'avenir».

La ville de Djelfa est régulièrement confrontée à des flux incontrôlés qui ont entraîné des inondations, notamment la région nord-est de la ville. Le conseil populaire local s'efforce de limiter les conséquences de ces événements majeurs. Cela concerne également l'évacuation des eaux de pluie.

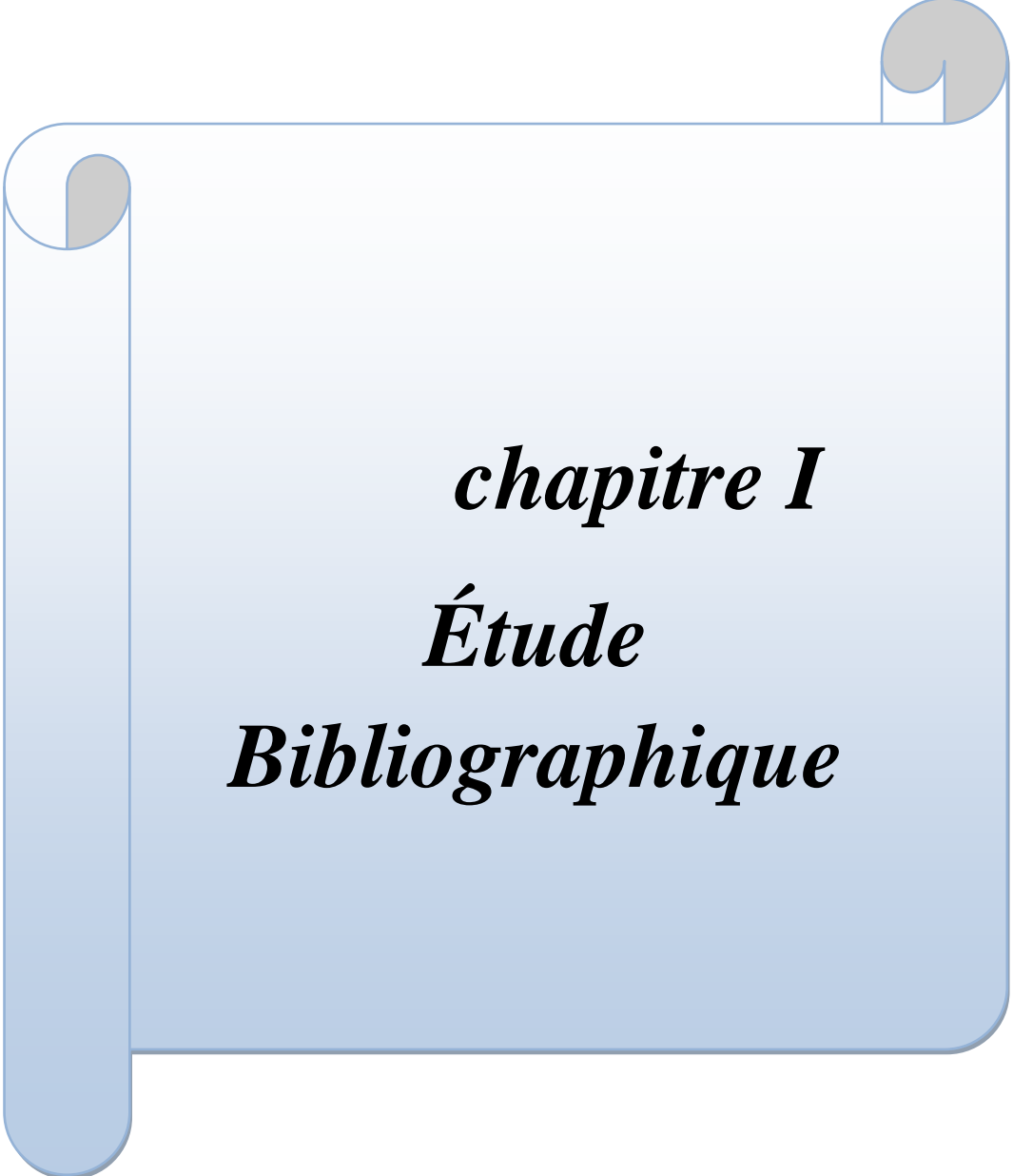
Dans un premier temps, nous montrons diverses données descriptives de notre zone d'étude pour comprendre les facteurs qui affectent la vulnérabilité de la ville de Djelfa au risque d'inondation, tout en nous concentrant sur les aspects suivants : physique (forme de relief, topographie, géologie, etc...), climatique et bioclimatique. (Précipitations, évaporation, température, couvert végétal, etc...), les ressources en eau, leurs caractéristiques, leur comportement par rapport au débit principal et au bassin récepteur.

Parce que les inondations sont le résultat des crues des vallées fluviales dues à la montée des eaux ; parce qu'elles ne peuvent être évitées, elles peuvent coexister avec elles en se désengageant des risques liés à leur gestion. La meilleure façon de bien réagir est de prévoir et de prévenir. En effet, la gestion de ce risque devient de plus en plus nécessaire, et toutes les parties prenantes doivent être associées et tous les moyens possibles doivent être utilisés.

Ainsi, nous présenterons les outils de calcul et la méthodologie adoptée afin de créer les applications nécessaires aux différentes étapes d'encastrement des vulnérabilités en fonction de l'utilisation des SIG.

Pour étudier et diagnostiquer la vulnérabilité des bâtiments existants aux inondations, nous n'avons observé que les trois indicateurs suivants : source de danger, morphologie urbaine et relevé topographique, ont une relation directe avec le risque d'inondation et l'environnement. Civilisé. C'est pourquoi nous avons développé le développement des données numériques en un véritable service de cartographie afin de mettre en évidence et cartographier les vulnérabilités qui nous permettent de mettre en évidence les quartiers à risques.

Notre objectif est de déterminer la couverture des zones inondables avec différentes périodes de retour en exploitant les résultats obtenus dans les études hydrologiques. De plus, nous nous intéressons aux conditions d'écoulement dans tous les secteurs d'aléa et les zones qui jouent un rôle important dans la propagation des crues (zones de confluence).



chapitre I
Étude
Bibliographique

I.1 Introduction :

L'eau peut être une aubaine comme elle peut être une source de risque, ce dernier «est au cœur de la vie de notre société de son organisation, même si sa perception dépend directement des enjeux et du moment» ; elle engendre des situations contradictoires d'une fois de pénuries et d'autre fois d'inondations. En effet ; les inondations sont à l'origine de Plus de 80% des catastrophes naturelles enregistrés dans le monde entre 1996 et 2006 provoquant ainsi des dégâts (humaine, économique, ...) d'un part et de modifier l'image de la ville d'autre part «Nous vivons dans un monde soumis à une pression de changement qui engendre un sentiment général d'insécurité pour le présent et de pertes de vision pour l'avenir».

I.2 Définition

Le risque d'inondation est le premier risque naturel c'est-à-dire plusieurs de bâtiments appartenant à des particuliers, des administrations, des collectivités, etc. Une infime minorité de ces bâtiments est aujourd'hui adaptée au passage d'une crue.

La vulnérabilité d'un bâtiment au risque d'inondation se mesure à l'importance des conséquences des agressions que vont subir le bâtiment et ce qu'il contient, lorsqu'il est partiellement ou totalement immergé. [1].

La vulnérabilité doit s'apprécier a l'étude de trois critères principaux :

- l'atteinte à la sécurité des personnes : l'agression que le bâtiment est susceptible de subir en cas d'inondation peut-elle entrainer la mise en péril de vies humaines ?
- la perturbation ou l'arrêt de l'utilisation du bâtiment : quel est le délai de retour a un fonctionnement normal du bâtiment suite a l'épisode d'inondation ?
- les effets domino : l'inondation du bâtiment peut-elle entrainer des perturbations sur l'environnement immédiat de celui-ci (pollution de bâtiments voisins, etc.) ?

Dans un pays en voie de développement comme l'Algérie, qui a été confrontée aux effets néfastes des inondations ; cette dernière, ont marqué comme l'une des catastrophes naturelles les plus nombreuses dont plusieurs étaient dévastatrices, les plus récentes sont :

Chapitre I | Etude Bibliographique

- Inondations d'Octobre 1993 (Oued R'hiou, wilaya de Ghilizane) : 22 décès et 14 Blessés. (Figure 1)
- Inondations d'Octobre 1994 (plusieurs régions de pays) : 60 décès et des dizaines de blessés pendant 10 jours ;
- Inondations du 24 Octobre 2000 (Sidi Bel Abbès) : 02 décès et d'importants dégâts matériels ;
- Inondations d'Octobre 2000 (ouest algérien) : plus de 24 décès ;
- Inondations du 10-11 novembre 2001 (Bab El -Oued en Alger) : 733 décès et 3000 sans abri ;
- Inondations d'Octobre 2008 (Ghardaïa) : plus de 40 morts et des dégâts matériels très lourds.



Figure 1. Quartier inondé Djelfa 2015. [Djelfa.info]

I.3 Genèse des crues et des inondations :

Sous les termes de crues et d'inondations se cache un phénomène multiforme.

Les crues, terme plutôt hydrologique, désigne le dépassement d'un certain débit ou d'une certaine hauteur par un cours d'eau. Cette hauteur d'eau peut être qualifiée en fonction de sa durée de retour ; par exemple une crue décennale est une hauteur d'eau ou un débit qui a une chance sur dix de se produire chaque année. [1].

Le terme inondation est d'acceptation plutôt topographique ou géomorphologique. Il désigne le débordement d'un cours d'eau de son lit mineur, mais aussi le remplissage d'une cuvette topographique par les eaux de ruissellement local. Ce type d'inondations

Chapitre I | Etude Bibliographique

pluviales se distingue par la vitesse de l'eau, le volume d'eau écoulé et la hauteur d'eau. Ces paramètres sont essentiels pour comprendre les dommages et instaurer des politiques de prévention efficaces. [1].

I.4 Connaissance du risque inondation :

Le risque d'inondation reste aujourd'hui le risque le plus répandu, faisant le plus de victimes et de dégâts. Il contribue pour 58% dans le nombre des victimes des catastrophes naturelles et pour 31% dans le montant des pertes économiques.

La réaction face à ce risque d'inondation a consisté pendant plusieurs décennies à lutter contre les crues qui signifiait d'abord que l'on cherchait à agir sur le phénomène naturel la crue – et uniquement sur lui, c'est -à-dire sur une seule composante du risque « l'aléa » et non sur les enjeux ou leur vulnérabilité.[1].

I.4.1 Risques majeurs – inondations :

Les types de risques auxquels chacun de nous peut être exposé sont regroupés en cinq familles :

Risques naturels : avalanche, feu de forêt, inondation, mouvement de terrain, cyclone, tempête, séisme et éruption volcanique ;

Risques technologiques : d'origine anthropique, ils regroupent les risques industriels, nucléaire, biologique, rupture de barrage...

Risques de transports collectifs (personnes, matières dangereuses) : sont des risques technologiques, on en fait un cas particulier car les enjeux varient en fonction de l'endroit où se développe l'accident ;

Risques de la vie quotidienne (accidents domestiques, accidents de la route...) ;

Risques liés aux conflits [2].

L'un des meilleurs moyens de prévention contre les risques d'inondation est d'éviter d'urbaniser les zones exposées à ce risque. Le PERI (Les plans d'exposition aux risques des inondations) est parmi les anciens documents définissant les zones inconstructibles et des zones constructibles sous réserves de respecter certaines prescriptions [3]

Chapitre I | Etude Bibliographique

I.5 Connaissance de l'aléa « inondation » :

Alea :

L'aléa semble le terme le plus adéquat pour définir le phénomène physique, naturel et non maîtrisable, d'occurrence et d'intensité donnée. Cette définition révèle le caractère hasardeux du risque et le faire différencier de sa définition linguistique qui le présente comme un risque et non pas un de ses composantes.

Phénomène naturel de crue non maîtrisable d'occurrence et d'intensité aléatoires, cette prévision est probabiliste et la détermination de l'intensité et la fréquence de crue est basée sur le traitement stochastique de l'historique des événements où la longueur de la série observée joue un rôle principal sur la validité des prévisions. Néanmoins la notion de période de retour est purement statistique et elle ne correspond qu'à l'appréciation de l'intensité du phénomène en comparaison à d'autres [4].

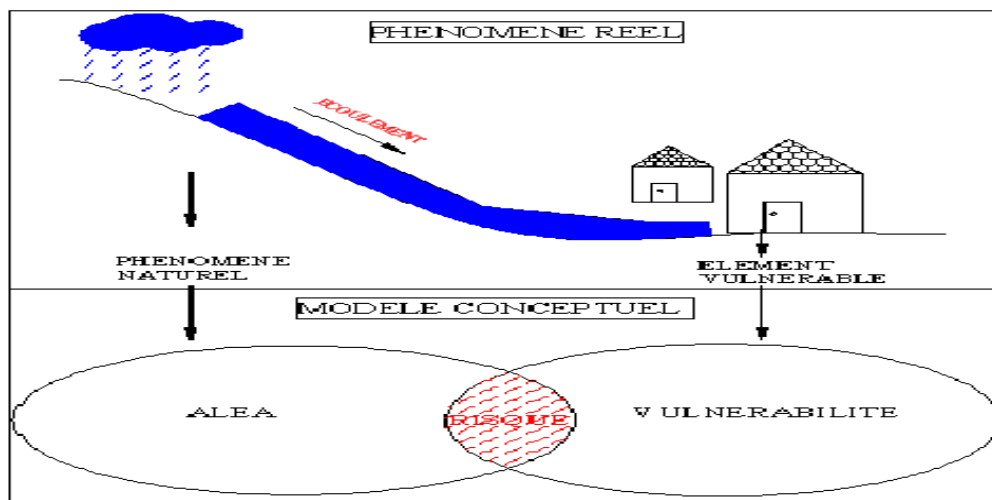


Figure 2. Risque d'inondation pour les structures fragiles

I.6 Vulnérabilité :

La vulnérabilité est une notion composite. Elle prend en compte divers paramètres géographique et socioéconomique. Plusieurs définitions existent dans la littérature, parmi lesquelles on choisit deux définitions officielles. [la vulnérabilité est le niveau des conséquences prévisibles d'un phénomène naturel sur les enjeux], et celle de [la susceptibilité des ressources à être affectées par des aléas]. Les enjeux sont les éléments à risque «personne, biens, activités, patrimoine...» attribuent à la vulnérabilité une

Chapitre I | Etude Bibliographique

dimension complexe quantitative et qualitative. La notion de vulnérabilité peut être résumée en quatre points :

- La perception sociale de la vulnérabilité ;
- La vulnérabilité et ses conséquences prévisibles sur les enjeux ;
- Les dispositions prises pour limiter l'effet de la vulnérabilité ;
- Les enjeux.

Cette complexité de concepts d'aléa et de la vulnérabilité figure.2 montre que la considération de risque sommairement comme un produit de deux facteurs est limitative et pour mettre en œuvre une politique de gestion précise et scientifique, on doit décomposer ces deux facteurs en plusieurs éléments afin de déterminer ceux susceptibles d'être maîtrisés pour minimiser le risque [4].

I.7 Gestion des inondations :

Les inondations du début des années 80 auront eu le mérite de susciter une prise de conscience préalable à l'élaboration d'une politique de prévention des risques naturels dans plusieurs pays, les actions qui s'y réfèrent peuvent être résumées comme suit :

I.7.1 La réglementation :

Celle-ci ancienne, variée, souvent incomplète parfois mal adoptée, elle devrait systématiquement prendre en compte les actions anthropiques aboutissant à une modification substantielle du relief (travaux d'aplanissement, extraction de gravier et carrière etc....) à l'édification de toute construction en zone inondable, mais très souvent la réglementation n'est pas respectée ce qui amené souvent, à des situations très dangereuses [5].

I.7.2 La prévision :

La première démarche à entreprendre est de procéder à un inventaire des observations de terrain, la seconde est de mettre en place un service d'annonce de crue.

I.7.2.1 Les observations de terrains :

Il s'agit d'analyser, aux différents endroits des bassins versants susceptibles de subir une crue ou une inondation, les paramètres suivants :

- La délimitation précise des secteurs inondables et ce, pour chaque type de crue ;
- La typologie des inondations (pointe, durée, récurrence, intensité) ;

Chapitre I | Etude Bibliographique

- L'ampleur de l'inondation possible ;
- La période de retour ;
- L'évaluation des dommages à craindre, sur les plans matériels et humains.[6].

I.7.2.2 La mise en place d'un service d'annonce de crues :

La prévision porte sur la collecte et la transmission des données pluviométriques et hydrologiques. Bien entendu, l'efficacité des systèmes d'alerte dépend de leur qualité et donc des moyens mis à la disposition des spécialistes mais aussi de l'ancienneté des chroniques disponibles. Il est très important de multiplier et d'accumuler des données dans la plupart des cas. Les délais, souvent, pour alerter les populations se réduisent à quelques heures voir moins. Cependant l'apparition de capteurs et des systèmes de transmission a permis d'améliorer l'annonce des crues[6]

Deux aspects de la prévision peuvent être distingués :

I.7.2.2.a La prévision immédiate :

Avec l'alerte des populations quelques heures avant que la crue n'intervienne. Ce rôle était joué par des observateurs chargés de suivre la montée des eaux et de transmettre les informations par les moyens de communication. Les mesures sont progressivement automatisées et les services ont même la possibilité d'interroger les stations en cas de besoins que ce soit sur la pluie, les débits, les volumes d'eau des retenues, l'onde de crue, etc.... L'implantation d'un réseau de radar météorologique qui mesure la pluie tombée, avant son accumulation au sol, permet d'anticiper au mieux et peut représenter un véritable outil d'aide à la décision. Cependant la prévision notamment pour les phénomènes brutaux, n'est pas facile, car même le recours aux documents, radars etsatellites, ne permet ni de localiser avec précision les points d'impacts majeurs des phénomènes de grande ampleur, ni d'évaluer leur importance réelle [7].

I.7.2.2.b La prévision à long terme :

Elle peut se faire en utilisant les documents historiques et les cartes à risques. L'analyse sur réseau hydrographique peut être d'un grand intérêt quand la prévention . Un "chevelu" dense concentré, des pentes fortes sur terrain imperméables, une incision importante, l'absence d'une couverture végétale dense, sont autant de facteurs favorables à la production d'une crue importante. Aussi, la cartographie de l'occupation du sol, base d'une analyse de vulnérabilité des biens, obtenus par traitement des données multiples, permet

Chapitre I | Etude Bibliographique

d'évaluer la densité du couvert végétal et d'estimer la proportion du ruissellement des différentes parcelles. La pertinence d'une cartographie géomorphologique spécialisée est largement démontrée. Elle permet de situer les ouvrages et travaux susceptibles de modifier le fonctionnement hydro Morphologique de base (freinage ou d'accélération de l'écoulement des eaux, amplification des crues etc...). A partir des analyses effectuées, l'action devrait se tourner prioritairement vers l'aménagement du bassin versant [7].

I.7.3 L'aménagement du bassin versant :

Du point de vue de la prévention des crues, l'aménagement du bassin versant apparaît comme fondamental tant au niveau des versants que du lit proprement dit.

I.7.3.1 Au niveau des versants :

Le reboisement apparaît comme la première solution envisageable pour la protection des versants, car la forêt intercepte la pluie (réduction ou anéantissement de l'effet "Splash"), et retarde la fonte des neiges sous son couvert, accroît l'évapotranspiration (en particulier en été ou la transpiration des arbres contribue à l'assèchement des sols et l'abaissement du niveau des nappes phréatiques, au bénéfice de la rétention). L'humus forestier qui est relativement abondant, est capable d'absorber jusqu'à 10 fois son poids d'eau. Inversement, la destruction d'une forêt provoque un accroissement annuel de l'écoulement, mais aussi l'apparition de ravins. En cas d'absence de couverture végétale, l'érosion (depuis l'effet Splash jusqu'à l'écoulement concentré) se développe[8].

I.7.3.2 Au niveau du lit :

La correction des lits est souvent la solution proposée par les ingénieurs qui cherchent à accroître la section mouillée en élargissant les lits ou encore à les approfondir par des dérochements ou encore en érigeant des digues, etc.... Tous ces travaux ont pour but de minorer les niveaux, encore faut – il que ces interventions soient précédées d'une connaissance préalable de la crue maximale probable, et mieux encore du bassin versant. Le rééquilibrage qui consiste à rectifier la section d'écoulement et à augmenter le débit, permet d'évacuer plus rapidement la crue, mais déplace le risque sur le secteur aval, sur des zones intermédiaires ne permettant pas de stocker une partie des eaux.

Le mieux est de chercher à étaler la crue que la contenir, un bon aménagement devrait donc examiner avec soin la solution des retenues de ralentissement, dans toutes les

Chapitre I | Etude Bibliographique

variantes axiales ou latérales selon les configurations locales et non pas seulement celle des barrages réservoirs.

Pour le lit des cours d'eau, il convient de cesser tout dragage, et d'interdire toute gravière de basse terrasse, notamment dans les zones amont des agglomérations [8].

I.7.3.3 Pendant et après la crise :

En dépit de toutes les mesures de protection et/ou de prévention que l'homme peut arrêter, les crues et les inondations imprévues seront toujours probables. Aussi, il importe d'envisager des scénarii tenant compte de l'inévitable.

Les plans d'organisation des secours, sont des dispositifs d'urgence, destinés à faire face à tout événement calamiteux, d'ordre exceptionnel, dépassant les possibilités opérationnelles de secours locaux. Les dispositions législatives et réglementaires confient à l'état la responsabilité de la prévention et de la réponse aux besoins des populations en cas de catastrophes naturelles. Cependant, il est à signaler que le choc de la phase d'urgence ne représente en fait que le début des difficultés rencontrées, pour les familles sinistrées. Le règlement ou l'indemnisation sont accompagnés d'une série de vicissitude. Les aides immédiates (évacuation, hébergement : distribution de vivres, sanitaires et habillements) sont généralement correctement effectuées et largement médiatisées. Les aides postérieures, à la crise (collectivités locales, mouvement association, état) sont plus aléatoires, généralement longues à intervenir et toujours jugées insuffisantes par ceux qui ont été affectés. [8]

I.8 Oued :

C'est un bassin ou une dépression naturelle à la surface de la terre. Les vallées s'étendent entre plaines, plateaux et montagnes. Les rivières et les torrents qui coulent dans les vallées s'écoulent progressivement des terres intérieures vers l'océan. Les terres de la vallée sont fertiles, ce qui les rend propices à l'agriculture. Les vallées sont de forme similaire et le fond de la vallée s'appelle le fond de la vallée. La plupart des terres de la vallée descendent en aval. Les vallées de montagne ont un sol étroit, mais le fond de la vallée dans les plaines basses s'étend sur plusieurs kilomètres de largeur.

Chapitre I | Etude Bibliographique

Le fond de la vallée parallèle à la berge est appelé la plaine d'inondation, et lorsque la rivière déborde sur ses rives, ses eaux inondent la plaine de la vallée. Parfois, une telle inondation est bénéfique, car elle fertilise la terre en ajoutant des éléments nutritifs au sol. Quant aux inondations violentes, elles peuvent emporter les récoltes et les bâtiments, et parfois même tuer des gens. Les flancs de la vallée sont appelés parois de canyon ou pentes de vallée. Quant à l'intersection qui résulte de la confluence d'une pente et de deux vallées adjacentes, elle est appelée ligne de division.

Cours d'eau le plus souvent intermittent des régions sèches, où l'alimentation s'effectue presque uniquement par ruissellement, et s'achevant généralement dans une dépression fermée ou disparaissant par épuisement [9]

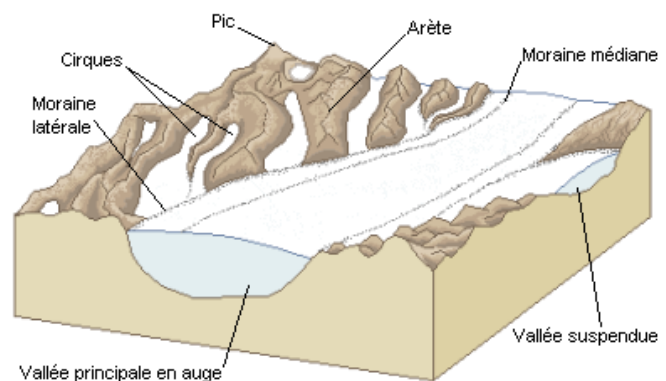


Figure 3. Une illustration de l'écoulement de la vallée [9]

I.9 Les Structures :

Dans le domaine de la construction, il existe de nombreux types de structures, mais nous ne parlerons que de deux types :

I.9.1 Structures poteaux poutres :

Système poteaux-poutres Une structure, composée de poteaux et de poutres, est recouverte par une enveloppe. Ce système est largement utilisé depuis le 19ème siècle, grâce à l'apparition de nouveaux matériaux : les poutrelles métalliques, les grands panneaux de verre et le béton.



Figure 4. Structure poteaux poutres [Djelfa.info]

I.9.2 Structures pierres :

Le processus de construction avec des pierres est l'un des processus de construction les plus anciens de l'histoire, car ce processus a commencé depuis que la personne a quitté la grotte, et il se poursuit encore aujourd'hui. Son âge et sa propagation jusqu'à récemment est dû à la disponibilité des pierres des montagnes et des carrières, et parce que la plupart des anciens bâtiments nécessitaient des bâtiments qui résistent à la pression, et le bâtiment en pierres se caractérise par le fait qu'il couvre la convoitise des riches avec un le sentiment de luxe et la nécessité pour les pauvres de faire pression sur les coûts, car cela répond à la théorie de l'adhésion lors de la construction de balises dans l'image la plus complète[9]



Figure 5. Structures pierres[Djelfa.info]

I.10 Origines et causes des inondations en Algérie:

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

I.10.1 Les inondations liées à des situations météorologiques remarquables [10]

Se traduisant par une forte pluviosité (pluies importantes, orages violents) tels que :

- Les inondations de Décembre 1957 des bassins du MAZAFRAN et du SEBAOU,
- Les inondations de L'automne 1969 en Algérie et en Tunisie
- Les inondations catastrophiques de Mars 1973 sur l'est algérien
- Les inondations de Mars 1974 des bassins versants de l'algérois et du SEBAOU
- Les inondations de décembre 1984 sur tout l'est algérien.

I.10.2 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 débris, sont autant de facteurs qui provoquent des dégâts lors des averses saisonnières ; les cas de :

Chapitre I | Etude Bibliographique

- La ville de TIARET inondée presque à chaque hiver.
- La plaine du MZAB ou des inondations se produisent tous les 02 à 03 ans illustrent parfaitement l'influence de ces facteurs dans l'apparition du phénomène d'inondation.

I.10.3 Les inondations produites dans des régions présentant un environnement topographique défavorable :

Comme le cas :

- Des villes traversées par des Oueds (Bordj Bou Arreridj, Oued R'hiou, Bechar, Bayadh Et Sidi Bel Abbès,)
- Des villes situées au pied d'une Montagne (Aïn Defla, Batna, Médéa)

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

I.11 Cas pathologique face aux inondations

I.11.1 Cas de faible précipitation

La pluie tombe sur le bassin versant constitué généralement d'une zone en amont rural ou semi-urbaine et d'une zone urbaine en contrebas.

- Sur la zone rurale, une partie de l'eau de pluie s'infiltré et peut rejoindre la nappe

L'autre partie ruisselle, pour rejoindre en surface le réseau hydrographique, lui-même relié à la nappe.

D'autre part, dans la zone urbaine, lorsque la pluie tombe sur une surface imperméable (toiture, parking...), l'eau ruisselle directement vers le réseau d'assainissement ou par l'intermédiaire de canalisations en direction de la voirie pour rejoindre le réseau d'assainissement. L'eau de pluie tombant sur les surfaces perméables est soumise à l'infiltration et le surplus ruisselle en surface pour rejoindre un point bas de la parcelle ou la voirie et donc rejoindre le réseau d'assainissement.



Figure 6 . Intervention des intérêts concernés (protection civile) [Djelfa.info.2015]

Enfin, lorsque la pluie tombe sur une rue, si le débit est assez faible, l'écoulement rejoint rapidement les caniveaux du fait de la forme bombée de la rue et des trottoirs inclinés.

L'eau ruisselant dans les caniveaux est ensuite interceptée par les avaloirs qui transportent cette eau vers le réseau d'eau pluvial (si la ville a un réseau séparatif) ou vers le réseau d'assainissement unitaire. [12]

Les réseaux d'assainissement sont gravitaires, c'est à dire qu'ils s'écoulent d'un point haut vers un point plus bas en utilisant la force de gravité. En certains points, des systèmes de pompage permettent de ramener les débits vers les zones plus hautes. Les réseaux ont naturellement tendance à suivre les talwegs mais sont parfois plus influencés par les contraintes d'urbanisation. Enfin, l'eau est dirigée vers une station d'épuration avant d'être déversée dans les cours d'eau à l'aval de la ville. [12]

I.11.2 Cas de fortes précipitations

Lorsque les précipitations sont importantes, les cours d'eau peuvent déborder en ville et submerger les protections urbaines (berges). Les rivières peuvent de même déborder à l'amont de la zone urbaine et l'eau entre alors dans la ville par les grandes

Chapitre I | Etude Bibliographique

avenues reliant le centre à la périphérie.

Une autre cause d'inondation est le fait que le volume d'eau de pluie qui tombe sur la ville peut être trop important par rapport à la capacité de collecte des avaloirs et le surplus d'eau a alors tendance à rester s'écouler dans les rues. Enfin, le réseau d'assainissement peut aussi déborder au sein de la ville du fait d'un dépassement local de sa capacité et l'eau est ainsi renvoyée du réseau vers la voirie à travers les regards ou les avaloirs. En terme d'impact sur l'écoulement, les rues peuvent jouer le rôle d'obstacles à l'écoulement (type digues) si elles sont orientées perpendiculairement à la pente, obligeant ainsi l'écoulement à contourner les bâtiments qui la bordent et donc regroupant ces écoulements dans les rues qui leur sont perpendiculaires (suivant la pente). Par ailleurs, les rues qui suivent la pente principale peuvent constituer de véritables canaux à faible rugosité, provoquant des vitesses d'écoulement très importantes. Lors des inondations, l'eau a alors tendance à remplir les places et jardins, entrer dans les bâtiments, s'accélérer dans les rues en pente et créer toutes les catastrophes que l'on connaît : noyades, dégradations par remplissage (caves) ou par choc (façades), charriage de voitures et autres objets mobiles [10]



Figure 7. Les inondations débordent dans les rues de la ville [Djelfa.info.2015]

Chapitre I | Etude Bibliographique

I.12 Relations pluie débit

Lors de notre étude et selon les données disponibles en cours nous avons opter pour la utilisation de la Méthode rationnelle présentée ci-dessous :

$$Q_{i10} = K Cr i S$$

Avec:

Q_{i10} : le débit de pointe décennal en m^3/s ,

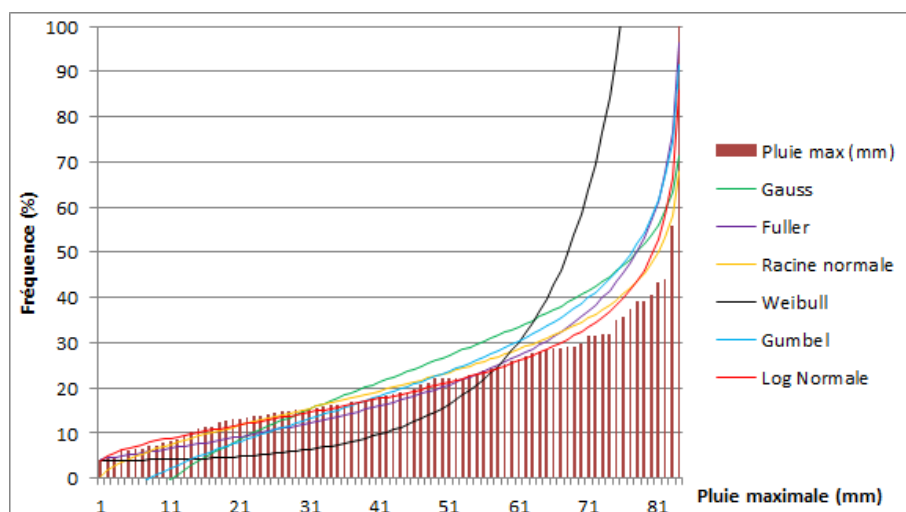
S : la surface du sous bassin versant en km^2 ,

Cr: coefficient de ruissellement,

i : intensité pluie incidente (mm/h),

K : constante égale à 1/3,6.

Dans un premier temps, nous nous intéresserons, de surface 112 km^2 . Afin de connaître la pluie décennale, nous utilisons le logiciel HEC-RAS En donnant la pluviométrie maximale déterminée précédemment, le logiciel nous donne les valeurs théoriques de la pluviométrie décennale par différentes lois statistiques. Il suffit alors de choisir une période de retour pour avoir la valeur théorique de la crue maximale correspondante.



Chapitre I | Etude Bibliographique

I.13 Conclusion :

En matière de gestion des risques ainsi que selon le cadre législatif, un concept et notions fondamentales du risque sont mentionnés dans les lois 04-20 du 25 Décembre 2004. La connaissance de l'aléa et la vulnérabilité nous permet par suite de mener à bien l'identification des cas échéants d'inondations dans la région de Djelfa. L'objectif que nous voulons atteindre dans l'étude est l'évaluation de la vulnérabilité de la ville de Djelfa au risque d'inondation, spécifiquement dans le quartier Edhil-El-Djamil est de déterminer les zones inondables pour diminuer les dégâts par la réduction de la vulnérabilité. Cette étude a permis ainsi de mettre en lumière l'extension urbaine dans les zones inondables et d'identifier les zones les plus vulnérables face au risque d'inondation.



*chapitre II Présentation
de la Zone d'Étude*

II.1 Introduction

Le territoire de la ville de Djelfa est régulièrement confronté à des ruissellements non maîtrisés ayant entraîné des inondations et/ou des pollutions des ressources en eau, précisément la zone Nord-Est de la ville. L'assemblée Populaire Communales locale travail de dur labeur afin de limiter les conséquences de tels événements majeurs. Cela concerne aussi le drainage des eaux pluviales.

Dans ce chapitre, il est présenté les différentes données descriptives de notre zone d'étude pour connaître les facteurs influençant sur la vulnérabilité de la commune de Djelfa face au risque inondation tout en mettant le point sur les aspects : physiques (géomorphologie, topographie, géologie, etc...), climatiques et bioclimatiques (précipitation, évaporation, température, couvert végétal etc...), les ressources hydriques leurs caractéristiques, leurs comportement vis-à-vis des principaux écoulements et bassins versants réceptifs.

II.2 Présentation de la ville Djelfa

Djelfa, centre des monts des Ouled-Naïl, est située à mi-chemin entre Alger et Ghardaïa. Elle est bâtie à 1 140 m d'altitude au sein d'une large dépression dans le mont S'Hari. La ville a toujours été un important centre de transit.



Figure 8. Djelfa: carte [site web]

Chapitre II | Présentation de la zone d'étude

II.2.1 Situation géographique et limites administratives

La wilaya de Djelfa est située dans une position centrale par rapport à l'ensemble du pays. Du découpage administratif de 1974, cette partie du territoire d'une superficie totale de 32.256,35 km² représentant 1,36% de la superficie totale du pays se compose actuellement de 36 communes regroupées en 12 départements

La commune de Djelfa est devenue chef lieu de la Wilaya depuis 1974, elle située au centre et à 300km de la capitale Alger, s'étend sur une superficie de 549.30km². Elle est considérée comme un carrefour très important Nord-Sud et Est-Ouest, reliée par un important réseau routier assurant les trafics inter Wilayas d'importance nationale et régionale :

- La route nationale 1 (R.N.1) : reliant Alger au Sud du pays en passant par Djelfa.
- La R.N.46 : reliant Djelfa à Boussaâda, puis Biskra au Sud-Est et Sétif au Nord-Est.
- C.W.189 : reliant Djelfa à Moudjbara au Sud-Est.
- C.W.164 : reliant Djelfa à Charef à l'Ouest.

Elle est limitée administrativement par les communes de :

- La commune d'Ain Maabed. au Nord et Nord Ouest .
- La commune de Dar Chioukh, au Nord-Est.
- La commune de Moudjbara à l'Est.
- La commune de Zaâfrane à l'Ouest.
- La commune de Zaccar au Sud.

II.2.2 Les conditions d'écoulement

II.2.2.1 Aspect topographique et géomorphologique

Le relief du territoire communal de Djelfa est généralement élevé ; ses altitudes varient de 1020m à 1489m. L'espace communal est caractérisé par trois grands ensembles morphologiques : les montagnes, les plateaux et les piémonts

II.2.2.1.a Montagnes

Elles représentent 39,32% de la superficie totale (soit 21318.12 ha), on y trouve Djebel Senelba qui représente le plus grand ensemble, avec le sommet le Plus élevé de

toute la région (1489 m) Djebel El Oust et Kef Haouas.

II.2.2.1.b Plateaux

Ils Représentent 52,48% de la superficie totale (soit 28453.08ha), et font partie du grand plateau Moudjbara-Mouilah, se localisant en 02 parties :

- La partie allant du Sud-ouest (à partir du C.W. 164) jusqu'au Sud-est et Est de la commune.
- La partie se trouvant à l'extrême Nord-est de la commune, ces plateaux sont Caractérisés par des ondulations formant des petites collines et sont traversés par des Oueds plus ou moins importants.

II.2.2.1.c Piémonts

Ils Représentent 8,20% de la superficie totale (soit 4445.79ha), et se localisent au Sud-est et au Nord de la commune.

A partir de la localisation du relief on peut citer les classes de pentes les plus dominantes dans la commune.

Les terrains de la commune sont généralement de faible pente, variant de 0 à 8% avec une prédominance de la classe (0-3%) qui se trouve au niveau des plateaux au Sud-ouest, Est et Nord-Est du territoire communal.

Au Nord et Nord-Ouest se trouvent des pentes moyennes à fortes (plus de 12,5%).

- La classe des pentes moyennes (12,5-25%) est répandue surtout au niveau des versants de montagnes où la couverture végétale est dense.
- La classe de pente très forte (plus de 25%) est localisée surtout le long des crêtes de Senelba et Kef Haouas

II.2.2.2 Aspect géologique

La région de Djelfa se trouve dans la zone de transition de deux grandes unités structurales : les Hauts plateaux et l'Atlas Saharien. L'effet de la pression de ces deux unités est fait par un mouvement de plissement (mouvement tectonique récent de la terre). Ainsi cette région se situe, du point de vue géologique, dans la période d'ascension. Cette région peut être divisée en deux parties structurales :

Le grand Synclinal Sud de Djelfa : dont l'axe s'oriente d'Est vers Nord- Est,

Chapitre II | Présentation de la zone d'étude

avec cette inclinaison ; le grand synclinal Sud forme, côté sud-ouest, une assise semi-fermée. Celui-ci a une base large, à pente modérée.

Le petit Synclinal Nord : il suit la même orientation que le précédent, mais il est caractérisé par ses diapirs rapprochés les uns des autres, par l'importance d'angle d'inclinaison de roches et par le développement de ses fissures dû es au plissement.[12].

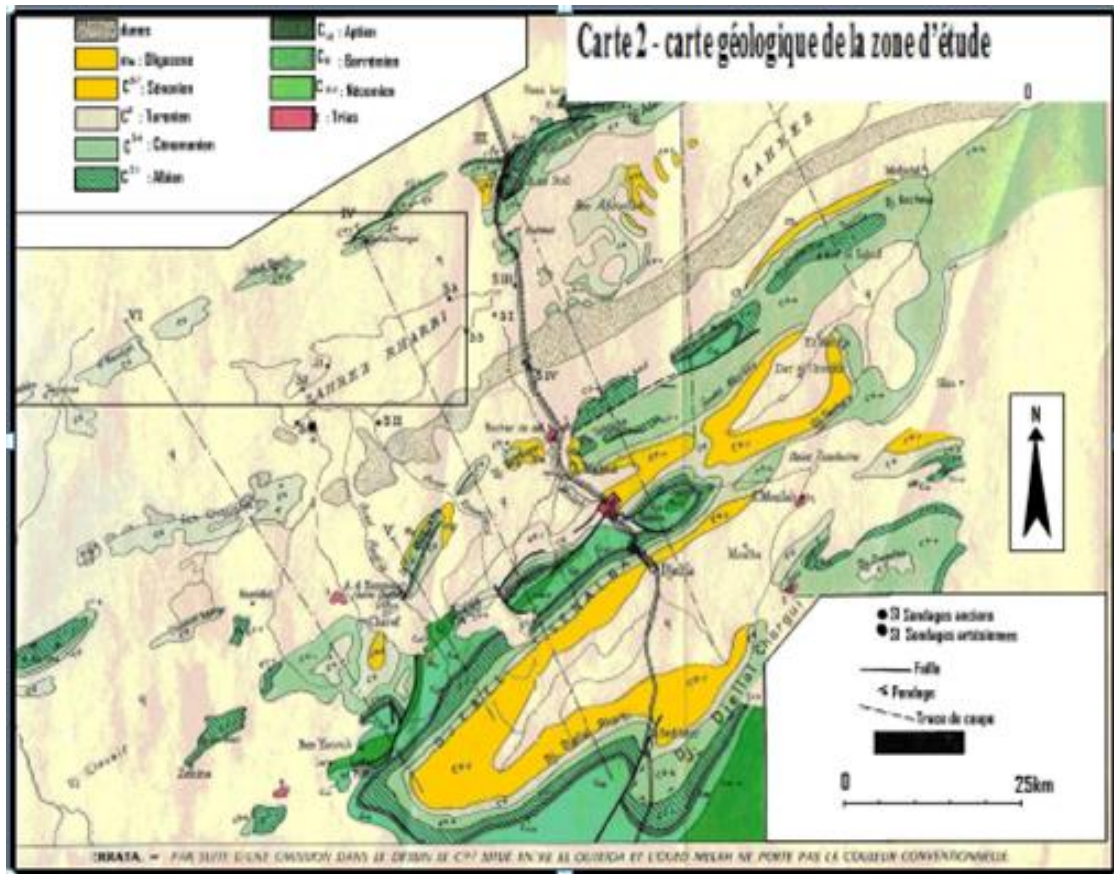


Figure 9. Carte géologique de la zone étude

II.2.2.3 Aspect hydrogéologique

Dans la région de Djelfa l'eau contenue dans trois formations différentes (Barrémien, Albien, Turonien) a une minéralisation faible (moins de 2g/l).

La superficie de l'impluvium du grand Synclinal Djelfa est de 863 Km² (Mio-Pliocène, Turonien, Albien et Barrémien), celle du petit Synclinal au Nord de Djelfa est de 459 Km² (Mio-Pliocène, Turonien et Albien). [13]

Tableau 1: Les principales nappes de la région de Djelfa [13]

Nappe	Surface km ²	Taux d'infiltration %	Débit d'infiltration
Synclinal Djelfa	863	10 à 13	24,10x103
Synclinal Nord de	495	10 à 13	13,82x103

II.2.2.4 Les eaux souterraines

Les eaux souterraines se représentent sous formes de nappes dans le milieu naturel. Une nappe peut être libre, captive (séparée de la surface du sol par une couche imperméable) ou alluviale (située dans les terrains alluvionnaires sur lesquels circule un cours d'eau), selon la porosité et la structure du terrain.

Parmi les caractéristiques de ces eaux .Il faut retenir une faible turbidité, une température et une composition chimique constantes, et l'absence presque générale de l'oxygène. Les unités hydrogéologiques que compte la wilaya de Djelfa se repartissent dans le tableau suivant : [14]

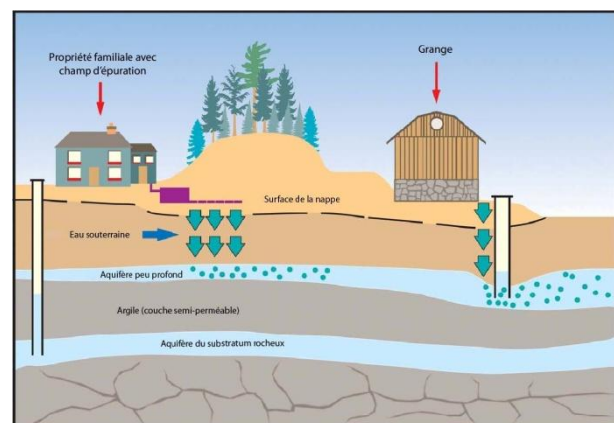


Figure 10. Les eaux souterraines [14]

Tableau 2: Les unités hydrogéologiques de la wilaya.[14]

Unité hydrogéologique	Volume mobilise	Volume mobilisable
Bassin de Zehrez	5	1
Plaine d'Ain Oussera	2	5
Synclinal de Djelfa	3	4
Vallée de l'Oued Touil	1	2
Synclinal d'Ain Lbel et plateau	2	4

II.2.2.5 Les eaux superficielles

Ce terme englobe les eaux circulantes ou stockées à la surface terrestre. Elles ont pour origine, soit des nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseau ou de rivière, soit les eaux de ruissellement. Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (lacs) ou artificielles (retenues, barrages). Au niveau de la wilaya de Djelfa, la mobilisation des ressources en eaux superficielles est très faible pour ne pas dire négligeable, cette faiblesse est favorisée par des conditions climatiques défavorables : [14]

- Pluviométrie faible irrégulière et souvent torrentielle (100-300mm/an).

- Evaporation élevée de l'ordre de (800à 1000mm/an). Les ouvrages de mobilisation d'eau superficielle existants sont représentés dans le tableau suivant : [14]

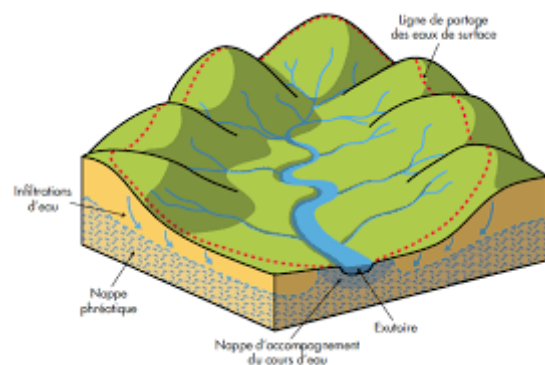


Figure 11. Les eaux superficielles [14]

Tableau 3: les retenues collinaires de la wilaya. [15]

Communes	Nature de l'ouvrage	Localisation	Volume de mobilisation Hm ³
Charef	Petit Barrage	El Hajia	1,87
Taadmit	Petit Barrage	Toukersane	1,54
Djelfa	Retenue collinaire	Oued Boutreifiss	0,40
Djelfa	Retenue collinaire	Chebaika	0,04
Djelfa	Retenue collinaire		0,04
Total			3,89

II.2.2.6 Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est composé d'oueds soumis à un régime saisonnier. IL se compose de: Oued Messeka, Oued El Hadid, Oued El kirane, Oued Meguennah, Oued Lozen, Oued Oum Defain, Oued Abga et Oued Sidi Slimane.

La plupart de ces oueds déversent leurs eaux dans l'Oued Mellah qui est considéré comme le plus important de la commune, et qui traverse la ville du Sud-Est au Nord Ouest pour aller se jeter dans le bassin de Zehrez. Cet oued qui a un lit à sec pendant l'été sert d'exutoire aux eaux usées de la ville ; ce qui pose un problème de pollution. [16]

Tableau 4: Les caractéristiques hydrologiques (Bassin versant17-02): [17]

Paramètre	Symbole	Valeur	Unité
Surface du bassin	S	2412 ,31	Km2
Périmètre	P	267,82	Km
Long-Chevelu	/	1539,30	Km
Coefficient de compacité	Kc	1,53	/
Longueur de l'oued	L.re	112,46	Km
Largeur	l.re	21,45	Km
Densité de drainage	D.d	0,64	Km-1
Altitude maximale	Hmax	1550	M
Altitude minimale	Hmin	850	M
Altitude moyenne	Hmoy	1200	M

II.2.2.7 Aspect climatique

La station météo de Djelfa est la seule qui peut être représentative concernant les valeurs de température et de précipitation (station communiquée par l'office nationale de la météorologie). A noter que l'altitude et le relief sont les facteurs qui influent sur la climatologie. Les observations météorologiques faites sur une période de 21 années (1998-2019), permettent de noter que le climat de la ville de Djelfa se distingue par sa particularité caractérisée à la fois par sa position continentale et sa proximité du Sahara, ce qui lui confère un climat semi-aride, caractérisé par: froid, gelée et neige en hiver, chaleur et aridité en été.

II.2.2.7.a Pluviométrie

La ville de Djelfa présente une irrégularité durant la période d'étude. Les valeurs obtenues font apparaître une période pluvieuse s'étendant, de (septembre – mai).Coïncidant avec la saison froide, avec des maxima pouvant atteindre (36,65mm) obtenu au mois oct. Tandis que durant la période sèche (Juin –août), la pluviosité diminue pour atteindre une valeur minimale de 17,52mm, observée au mois de juillet.

Chapitre II | Présentation de la zone d'étude

Tableau 5: Pluviométrie moyenne mensuelle inter annuelle a la période(1998a 2019) [18]

Mois	janv.	févr.	mars	avr.	mai	juin	juill.	aout	sept.	oct.	nov.	déc.
Moy.Préc	28,12	35,42	27,66	36,32	31,4	22,12	17,52	26,73	31,55	36,65	17,67	21,8

II.2.2.7.b Température

L'évolution des valeurs mensuelles de la température durant la période (1998-2019) est illustrée par la figure°06. [18]

Les valeurs obtenues font apparaître que la température est élevée entre le mois de juin – août. (Saison sèche). Avec un maximum pouvant atteindre (27,77°C), observé au mois de juillet ; tandis que la saison froide est caractérisée par des valeurs minimales pouvant atteindre (5,62°C), obtenus durant le mois de janvier. Cette caractéristique apparaît d'une façon nette dans le tableau suivant : [18]

Tableau 6 : Les variations des températures mensuelles entre (1998-2019).[18].

Mois	janv.	févr.	mars	avr.	Mai	Juin	juill.	aout	sept.	oct.	nov.	déc.
M(°C)	1,04	1,74	3,63	6,62	10,47	15,12	19,28	18,89	14,79	9,71	4,61	1,82
m(°C)	10,50	11,46	14,82	19,26	23,51	29,6	34,81	34,52	26,89	20,75	14,31	10,9

II.2.2.7.c

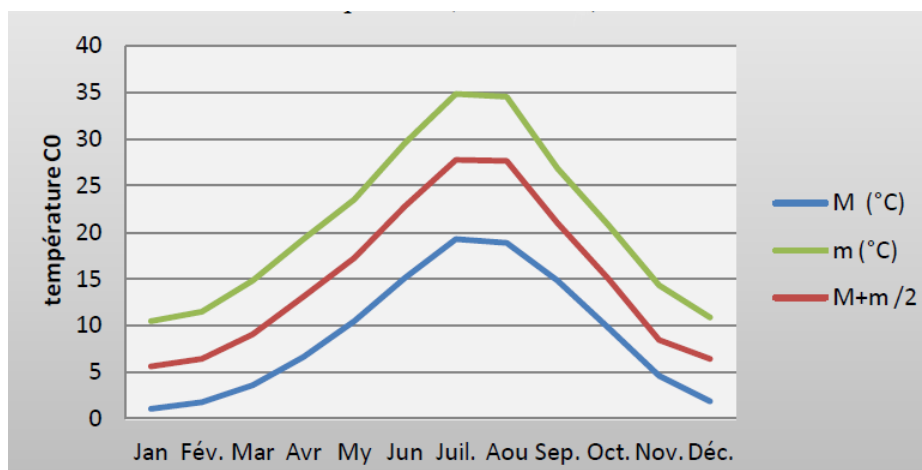


Figure 12. températures moyenne mensuelles [18]

Chapitre II | Présentation de la zone d'étude

II.2.2.7.d Neige

Ce qui correspond à une moyenne annuelle de 06 jours d'enneigement par an et un maximum du nombre de jours de neige en janvier avec (03 jours) , elle est pratiquement nul au cours de la période (mai – octobre).[18]

Tableau 7: Les variations moyennes de nombre des jours de neige entre (1998-2019).[18]

Mois	janv.	févr.	mars	avr.	mai	juin	juill.	aout	sept.	oct.	nov.	déc.
Neige	1,52	2,12	1,84	0,25	0	0	0	0	0	0	0,1	1,86

II.3 Description d'Oued El Mallah:

II.3.1 Description géographique

Oued MELLAH traverse la ville de DJELFA du sud-est vers le nord et entre en contact avec le trait du rocher de sel [19]

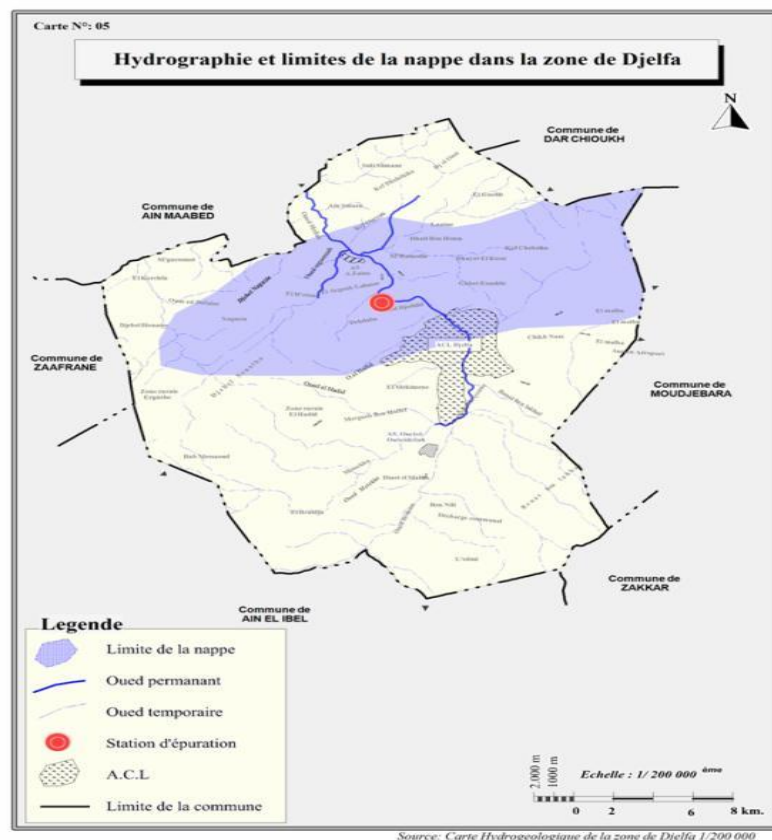


Figure 13.

Hydrographique de Djelfa [19]

Carte

II.3.2 Hydrographie de L'Oued MALLAH

Le réseau hydrographique est endoréique composé d'affluents soumis a un régime saisonnier et se muent torrent en temps de pluies, les Oueds les plus importants qui se déversent dans l'Oued MELLAH sont : Oued M'SEKKA, Oued EL-HADDID, Oued EL-KIRANE, Oued MEGUENNAH, Oued ABGA et Oued SIDI-SLIMANE [20].

Cet Oued traverse la ville de DJELFA du Sud-Est vers le Nord au dessous des ponts il sépare les quartiers de BERNADA, 100 MAISONS, BOUTRIFISSE, 5 JUILLET et le reste de la ville. L'oued est alimenté, à l'intérieur de la ville, par Oued de BERNADA, Oued BOUTRIFISSE, Oued BERBIH et oued EL-KIRANE. De plus, cet oued est le lieu d'évacuation des eaux usées de la population. Au Sud-est de la ville il est alimenté par Oued Ben Naàm [21],

- Les dimensions de la vallée de l'Oued Mellah

La longueur d'Oued comme indiqué sur la carte = 2 km

Largeur d'Oued = 40 m

Hauteur de mue de soutènement = 2m

Tableau 8: Les résultats de calcul des fréquences expérimentales et les débits max en m³ /s au site de oued Mellah [23]

Période de reture	Fréquence	Débits max (m ³ /s)
100	0.9900	178,54
50	0.9800	134,16
20	0.9500	96,87



Figure 14. Carte satellite de la ville de Djelfa [Google Earth- Map-Info].



Figure 15. Carte hydrographique de l'Oued Mellah [19]

Chapitre II | Présentation de la zone d'étude

II.4 Historique sur les inondations dans la ville de Djelfa

La date		source
1954	la ville de Djelfa a connu une inondation de l'Oued Mellah	<i>entretien avec les citoyens</i>
29/02/1960	la plus grande inondation qu'a subit la ville de Djelfa qui a fait 2 morts (sauvetage et intervention par hélicoptère) sa hauteur était de 90cm	<i>entretien avec les citoyens</i>
juillet 1969	oued mellah a débordé sa hauteur était presque 50cm, quartier bel ombrage	<i>entretien avec les citoyens</i>
août 1978	hauteur de débordement d'Oued Mellah était 60cm, quartier bel ombrage	<i>entretien avec les citoyens</i>
20/10/1982	Cette inondation a causé des pertes humaines et des dégâts Matériels considérables	<i>ANRH de Djelfa</i>
23/08/1983	De même cette inondation considérée comme la précédente Comme les plus grandes connues par la ville, a également causé des pertes humaines et de Grandes pertes matérielles	<i>ANRH de Djelfa</i>
09/09/1994	Oued Mellah a débordé ayant causé 4morts et dégâts des Habitations de plusieurs quartiers, la hauteur de cette catastrophe a dépassé les 40cm.	<i>Protection civile de Djelfa</i>
28/07/1998	Oued Mellah a débordé ayant causé des dégâts sur des habitations de 3 familles sa hauteur a été presque 60cm.	<i>protection civile de Djelfa</i>
05/08/2000	Le débordement des Oueds el Hadid et Mellah a fait 27 familles victimes, la hauteur était entre 40cm et 60cm dispersée dans différents quartiers	<i>Protection civile de Djelfa</i>
30/07/2004	2victimes du débordement d'Oued Mellah.	<i>Protection civile De Djelfa</i>
27_28 /8/2008	Cette inondation a causé la submersion d'un ensemble de maisons réparties sur 19 quartiers et 23 entreprises, 29 personnes ont été sauvées, cette Inondation a également causé la coupure de certaines routes, a paralysé l'activité socioéconomique de la ville de Djelfa, la hauteur a été estimée à 80cm dans certains quartiers	<i>Protection civile De Djelfa</i>
09 /09/2009_	2 morts, les eaux de crue ont inondé plusieurs maisons et les institutions administratives concilient le trafic	<i>entretien avec les citoyens</i>

Chapitre II | Présentation de la zone d'étude

24/04/2011	Interruption de la route nationale n ° 01, fuite eau de crue pour plusieurs foyers et institutions généralité	<i>ANRH de Djelfa</i>
04/06/2011_	Fuite d'eau à un niveau de 40 cm à l'intérieur de la galerie des couloirs et de certaines maisons des quartiers d'Al-Zariyah et Edhil EL-Djamil	(DHWDJ) [22]
01/09/2012	Les eaux de crue ont submergé plusieurs résidences en quartiers Edhil EL-Djamil, El- Falah , El- Bordj et El-Dhaya et le drainage des eaux de crue.	(DHWDJ) [22]
02/06/2014_	Certaines maisons en tôle ont été démolies dans le quartier de Zariyah et les égouts bloqués dans le quartier de Bin Tiba.	(DHWDJ) [22]

- Inondation du 09/08/2015 dans la ville de Djelfa:

Le 09/08/2015, la ville de Djelfa, comme de nombreuses autres villes de l'état, était connue pour être tombée de grandes quantités de pluie sur une courte période, une capacité de 53 mm en deux heures, soit l'équivalent d'un tiers le taux annuel de précipitations dans le Wilayat de Djelfa, a conduit à une augmentation du niveau d'eau de Wadi El Mallah) plus sur 4. 5 m (340 m³ / s) et sur les routes et rues, et un certain nombre de maisons Djelfa en plus de l'usure des routes et de la fermeture de certaines d'entre elles face à la circulation des véhicules,

Sans oublier que l'électricité a été coupée dans plusieurs quartiers, alors que la population manifestait dans tous mes quartiers "Al-Zarya" et "Dashrat de Khonya", exigeant l'intervention urgente des autorités compétentes, ce qui a nécessité une intervention Unités de protection civile dans le Wilayat de Djelfa à 07h 57m

L'intervention était la suivante :

- L'évacuation de 11 personnes dans 24 quartiers inondés
- Drainage de l'eau des habitations pour 09 quartiers
- Un aperçu des habitations de 3 quartiers



Figure 16. Les effets de l'inondation de oued Mallah [Djelfa-Info.2015]

II.5 Description de Hay el Djamil

La zone d'étude du quartier Edhil El-Djamil fait partie de la commune de Djelfa. Ce quartier résidentiel est à environ 1 km au nord du centre de la ville de Djelfa et couvre une superficie presque 27 ha et est situé au centre de la ville de Djelfa. Une La zone de Edhil El-Djamil surplombe la vallée avec une côte d'environ 1 km, ce qui les rend menacés par les inondations de oued Malah



Figure 17. Vue satellitaire de la zone de Hay El-Dehl El-Djamil (Source : Google Earth).

II.6 Type d'habitation dans le quartier de Hay El Djamil

Le quartier Edhil El-Djamil au centre de la ville de Djelfa est l'un des quartiers les plus anciens de la ville, qui se caractérise par une forte densité de population et se compose de nombreux types de logements tels que les logements sociaux et les logements populaires, qui sont réguliers les bâtiments anarchiques, les nouveaux bâtiments, ainsi que les institutions publiques et de nouveaux bâtiments (structures poteaux poutres) ainsi que des institutions publiques.



Figure 18. L'interface du quartier Edhil El-Djamil sur oued Malah (Photo prise par l'étudiant)

II.7 La zone vulnérable dans le quartier Hay el Djamil

La zone la plus à risque lors d'une inondation est la zone près de la vallée, qui est montrée sur la figure 19 à l'intérieur d'un espace noir



Figure 19. L'espace noir qui représente La zone d'alea (Google Earth).

II.8 Conclusion

La finalité de cette analyse est de faire ressortir les facteurs de prédispositions que ce soient permanant ou temporaires commanditant la présence des divers aléas sur le territoire de cette ville. Ainsi on peut schématiser les atouts et les contraintes au développement de l'espace urbain et les risques générés sur cet espace géographiques comme interaction physique et composante territoriale sociale économique et environnementale. La ville de Djelfa est située dans une zone en forme d'exutoire s'étendant du sud au nord à oued Malah, où plusieurs vallées se rencontrent, ce qui a conduit à l'inondation de la ville. L'analyse spatiale affiche par variables de pente, intensité de drainage et zones de perméabilité à risque d'eau stagnante selon plusieurs catégories de risque.

A decorative graphic of a scroll with a light blue gradient and rounded corners. It features two grey circular elements at the top corners, resembling the ends of rolled-up paper. The text is centered within the scroll.

*chapitre III Présentation des
Outils de Calcul et
Applications*

III.1. Introduction

Les inondations sont le résultat de débordement des berges d'un Oued par l'augmentation des niveaux d'eau ; Puisqu'elles ne peuvent être évitées, il est possible de vivre avec en se résilient par la gestion des risques qu'elles impliquent. La meilleure façon de bien réagir est d'anticiper et prévenir. En effet, la gestion de ce risque devient de plus en plus une nécessité qui doit inclure toutes les parties prenantes et utiliser tous les moyens possibles disponibles.

Dans ce chapitre nous allons présenter les outils de calculs et la méthodologie adopté afin d'établir les applications nécessaires des différentes phases pour réaliser les cartes de vulnérabilité selon l'utilisation des SIG

III.2. Concepts de base de (SIG) :

Le concept de base du système d'information géographique SIG repose sur la possibilité qu'un tel logiciel informatique peut apporter comme organisation et présentation des données alphanumériques spatialement référencées. Ce concept est apparu dans les années 1960-1970.[24].

Depuis ce temps, des définitions plus ou moins similaires et cohérentes ont fait leur apparition. Afin de bien situer le rôle et l'usage d'un SIG, Précisons qu'il n'existe pas encore une définition claire et communément admise par l'ensemble de la communauté scientifique. La plupart des définitions citées sont plutôt d'ordre général et couvrent un large spectre de sujets et d'activités.

L'intégration, le croisement et la superposition des données de télédétection et d'autres variables hydrogéologiques peuvent être facilités par le développement d'un système d'information géographique (SIG).[25]

Ce système remplirait les fonctions suivantes :

- Une fonction de stockages des informations après homogénéisation des données géocodées et classées.
- Une fonction de traitement et de vérification, de gestion et de mise à jour.

- Une fonction de distribution et de communication rapide des données numériques.
- Une fonction d'orientation des schémas directeurs pour l'aménagement, l'exploitation et la gestion des ressources en eau.

III.2.1. Définition de SIG

Un Système d'Information Géographique (SIG) est un logiciel informatique capable d'organiser et de présenter des données alphanumériques spatialement référencées. Le SIG permet d'acquérir, d'organiser, de gérer, de traiter et de restituer des données géographiques sous forme de plans et cartes (cartographie intuitive et évolutive). Il s'agit d'un système de gestion entrepreneurial qui permet à toute organisation (entreprise ou collectivité) de gérer spatialement son activité.[26]



Figure 20. Les composantes d'un SIG

III.2.2. Histoire du SIG

La première application SIG, souvent citée en épidémiologie, est l'étude menée avec succès par le docteur John Snow. Il s'agit de l'épidémie de choléra dans le quartier de Soho à Londres en 1854 : ayant représenté sur un plan la localisation des malades et l'endroit où

ils puisaient leur eau, il parvint à déterminer que c'était l'eau d'un certain puits qui était le foyer de contamination.

Dans les années 60, les cartes de l'Afrique de l'Est, trop nombreuses pour permettre de localiser les meilleurs endroits pour créer de nouvelles implantations forestières, font naître l'idée d'utiliser l'informatique pour traiter les données géographiques (SIG). L'avancée de l'informatique encouragée par la prise de conscience environnementale ont permis l'usage des techniques et méthodes dans la science et l'aménagement du territoire. Le suivi, la gestion et la protection de la biodiversité sont également à l'origine de l'évolution des applications SIG. Depuis 1970, de nouvelles approches scientifiques transdisciplinaires et collaboratives ont vu le jour [26].

III.2.3. Les outils de SIG :

D'une manière générale, la mise en oeuvre d'un SIG peut être faite avec différents logiciels parmi lesquels les quatre suivants constituent les plus utilisés : Géo-concept, Arc-View, Arc-Gis et Map-Info. Tous ces logiciels ont une même vocation : apporter des réponses à la problématique spatiale grâce à des analyses cartographiques ou des thématiques. Les fonctionnalités techniques sont très proches les unes des autres. Ces logiciels s'adaptent à des usages dans les divers domaines, mais leurs choix devra être éclairé par [25] :

- Son cout dépendant évidemment du budget alloué au projet du SIG.
- L'ergonomie de son interface.
- La nécessité de former les chargés d'études pour sa prise en main.
- Ses atouts en termes d'apport de solutions d'analyses.
- Les possibilités d'échanges de données.
- La compatibilité de ses supports de données avec d'autres.

L'environnement Map-Info et ses sous programmes ont été utilisés dans ce travail pour des raisons de convivialité et adaptation en un temps qui correspond à ce travail de projet de fin d'étude.

III.3. Présentation Map-Info

Map-Info est un logiciel SIG bureautique permettant de créer, traiter et manipuler l'information géographique par des requêtes spatiales et de les cartographier (*cartes, graphes, cartes thématiques...*)

III.3.1. Méthodologie de travail

1- Afin de travailler selon le logiciel Map-Info, nous effectuons d'abord plusieurs démarches en téléchargeant une carte satellitaire de la ville de Djelfa, notamment la zone que nous souhaitons étudier au niveau du quartier Edhil El-Djamil, ainsi que le chemin de Oued Mellah.

L'objectif est d'identifier les bâtiments résidentiels et les structures urbaines qui peuvent être endommagés en raison de la montée du niveau des eaux après l'inondation du Oued Mellah.



Figure 11. Carte satellitaire de la ville de Djelfa. Quartier Edhil El-Djamil[Google Earth- Map-Info].

Chapitre III Présentation des outils de Calcul et Applications

2- Dans les étapes suivantes, après avoir ouvert Map-Info, nous choisissons la projection, puis nous choisissons la première option, qui est (Longitude/Latitude). Selon la figure 4. Il est présenté l'interface principale de travail :

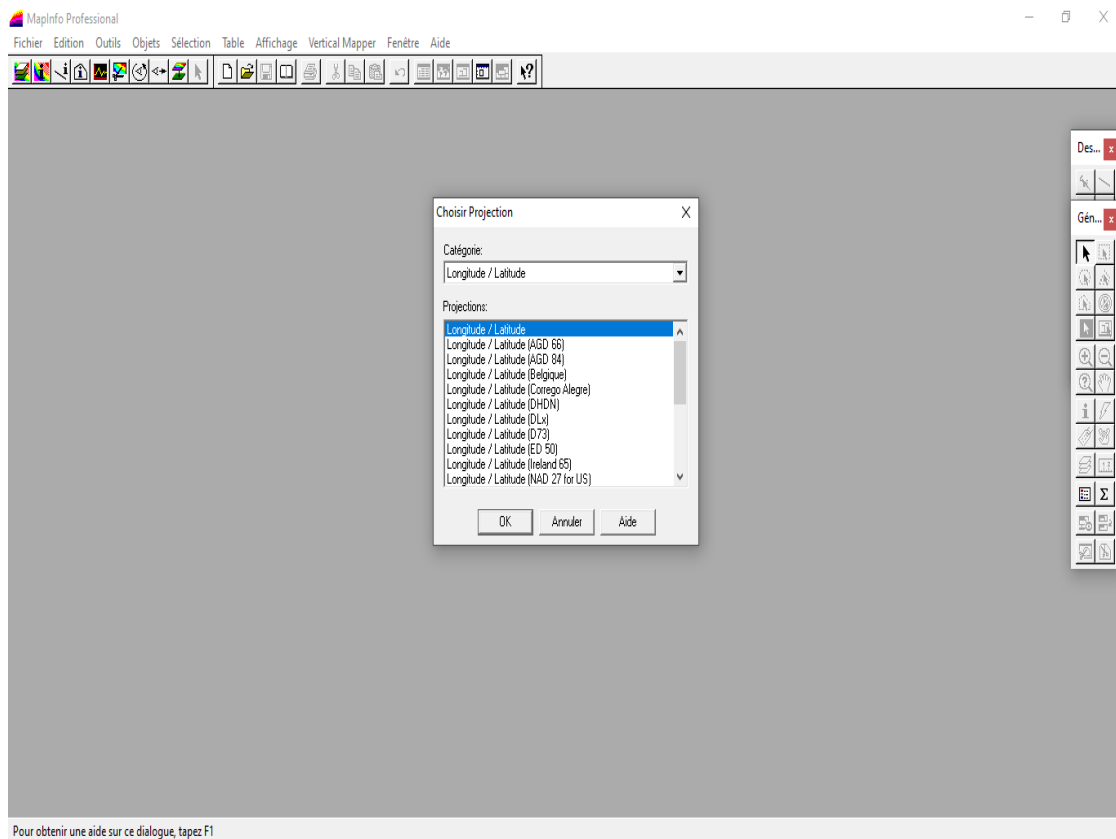


Figure 22. Présentation de l'interface Map-Info

3- Nous avons élaboré des cartes à l'aide de calques (habitations, Oued, ponts) sur lesquelles sont dessinés en complément à la carte d'origine. Sur ces calques se trouvent les indications de l'espace qu'occupent les habitations, l'Oued et les ponts existant ; qui par la suite, seront utilisés pour la simulation sur le logiciel Hec-Ras.

Dans l'étape suivante, il est défini la zone urbaine ainsi que le cours d'eau de la vallée passant par la ville de Djelfa. Afin d'établir une carte numérique sur Map-Info, il est impératif de suivre les étapes citées ci-dessous.

- Établir le tracé des limites des bâtiments de la zone urbaine située au niveau du quartier Edhil El-Djamil en couleur rouge ;
- Dessiner les bords de la vallée (Oued Mallah) en bleu ;

Chapitre III Présentation des outils de Calcul et Applications

- Dessiner la représentation des ponts de la région en vert ;

Nous obtenons les résultats comme le montre la figure suivante :

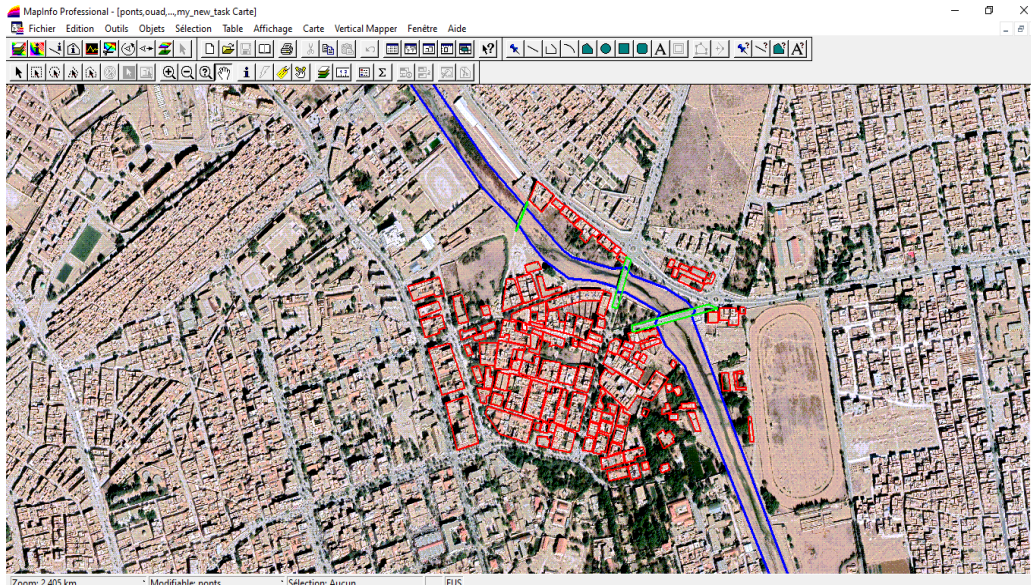


Figure 23. La représentation graphique des bâtiments à risque sur photo satellitaire par Map-Info

4- Ayant introduit les données sur Map-Info, nous faisons la conversions en fichier adapté au format HEC-RAS pour passer à un jeu de données afin d'établir une simulation en HEC-RAS telles que le débit de crue et les dimensions de la vallée (longueur, largeur, hauteur). Il est précisé que cela comprend la recherche des zones à risque qui peuvent submergé lors d'une forte crue engendrant le débordement de l'Oued et l'identification des bâtiments qui peuvent être endommagés par une éventuelle l'inondation.

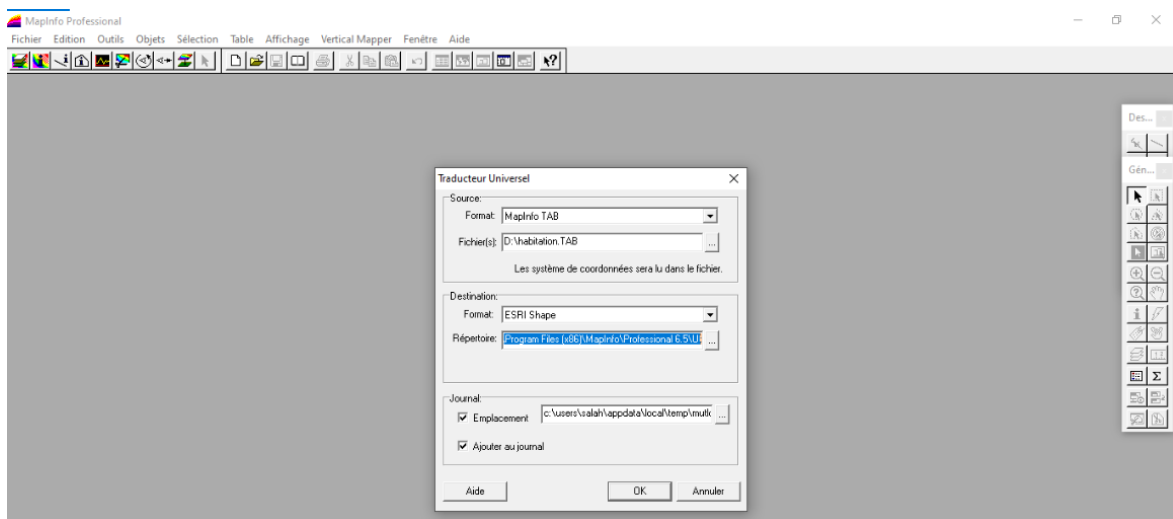


Figure 24. Convertir le fichier du format MAP-info TAB au format Ship

III.4. Présentation du logiciel HEC-RAS

Le logiciel Hec-Ras est un logiciel de modélisation hydraulique destiné à simuler l'écoulement dans les cours d'eau et les canaux. Le modèle utilisé jusqu'à la version 5.0 était unidimensionnel, ce qui signifie qu'il n'existait pas de modélisation directe des variations hydrauliques dues aux changements de forme de la section transversale, à la présence de coudes ou autres aspects d'un écoulement 2D ou 3D. Depuis la version 5.0, il est possible de réaliser des modélisations 1D ou 2D de la rivière et des plaines d'inondation [27]

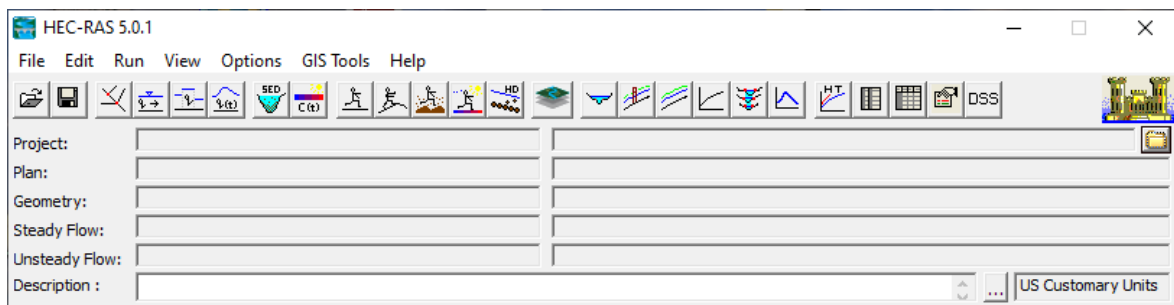


Figure 25. Interface du logiciel HEC-RAS

III.4.1. Méthodologie de travail en HEC-RAS

1- Il est à préciser que l'importation des fichiers sur lequel nous avons travaillé en mode logiciel Map-Info ont été transféré à l'aide de la fenêtre " Geometric Data ", puis nous utilisons " GIS Tools " et nous choisissons " Breaklines Coordinates Table " afin que l'on puisse importer les données sous formes de data sous " Import Lines ". La procédure est comme suit :

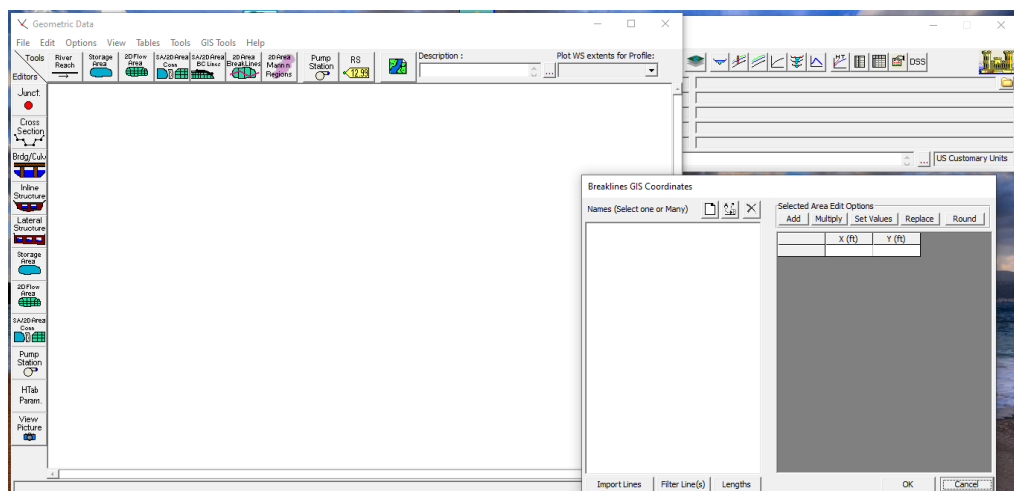


Figure 26. Configuration de l'importation des documents

Chapitre III Présentation des outils de Calcul et Applications

2- L'étape suivante consiste à visionner la vallée dans (Géométric Data). Nous traçons une ligne qui passe par le milieu d'oued, afin de déterminer la direction du flux de crue ensuite les données de simulation se font introduire sous (Cross Section), telles que les mesures (longueur, largeur et hauteur).

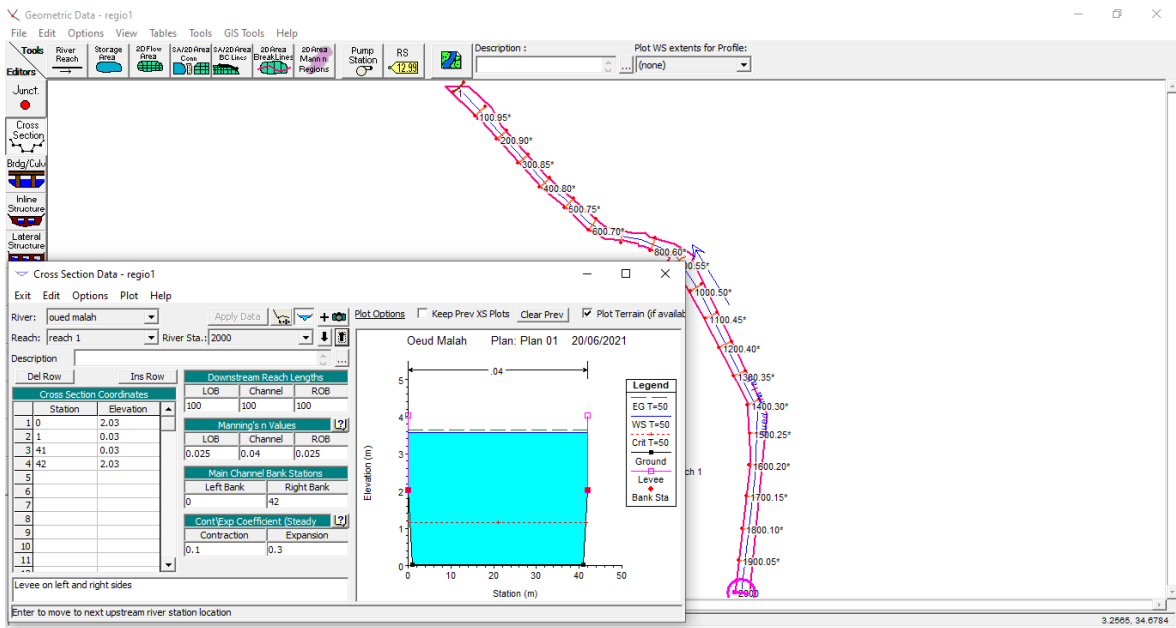


Figure 27. Introduction des données de simulation de l'Oued

Il est impératif de subdiviser l'oued en section linéaire de l'ordre de 100 mètres et le jeux de simulation se fait sous les différentes valeurs de débits : trois débits sont pris en considération en Q (m^3/s) en termes de fréquence temps c'est ($T=20$ ans, $T=50$ ans, $T=100$ ans)

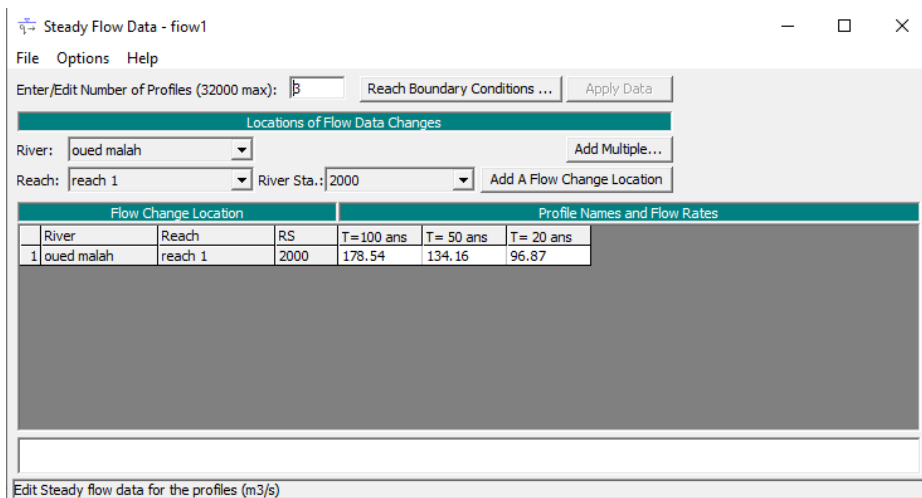


Figure 28. Introduction des informations sur le débit d'eau de crue

III.5. Conclusion

Le Quartier Edhil-El-Djamil dans la ville de Djelfa est représentée selon Map-Info comme un exutoire traversée du Sud au Nord par la vallée d'El Mellah. Cette même vallée est la résultante de plusieurs vallées où les eaux de ruissellent convergent vers ces points à risque considéré comme étant des zones urbaines. L'analyse spatiale montre ces zones à risque d'inondation et les bâtiments exposés aux débordements d'Oued Mellah. La simulation vis Hec-Ras nous a permis de faire ressortir les coupes (sections) où l'on peut mesurer la hauteur de débordement afin de pouvoir par la suite estimer son étalement dans la zone d'étude.

A decorative graphic of a scroll with a light blue gradient and rounded corners. It features three grey circular elements at the top corners, resembling the ends of rolled-up paper. The text is centered within the scroll.

***chapitre IV : Résultats,
Analyses et Discussions***

IV.1. Introduction

Pour l'étude et le diagnostic de la vulnérabilité de bâti existant face aux inondations, nous avons constatés que les trois indicateurs suivants : la source du risque, la morphologie urbaine et topographique, ont une relation directe avec l'aléa inondation et le milieu urbain. Pour cela nous avons mis au point l'élaboration des données numériques au service de la cartographie réelle afin de faire ressortir une carte de vulnérabilité nous permettant de mettre en évidences les quartiers à risque.

Dans cette partie de l'étude, notre objectif est de définir l'enveloppe des zones inondables par les crues de différentes périodes de retour en exploitant les résultats obtenus en étude hydrologique. En outre, On s'intéresse aux conditions d'écoulements sur plusieurs sections jouant un rôle important dans le débordement d'Oued Mellah (secteurs de confluence, zones d'expansion des crues).

IV.1.1.1.1. Conditions hydrauliques :

Les conditions hydrauliques utilisées reposent sur le calcul numérique aux conditions limites selon l'étude bibliographique établis. La simulation sera faite en régime permanent. La figure.29 nous montre l'introduction des débits en terme de fréquences dans le logiciel Hec-Ras

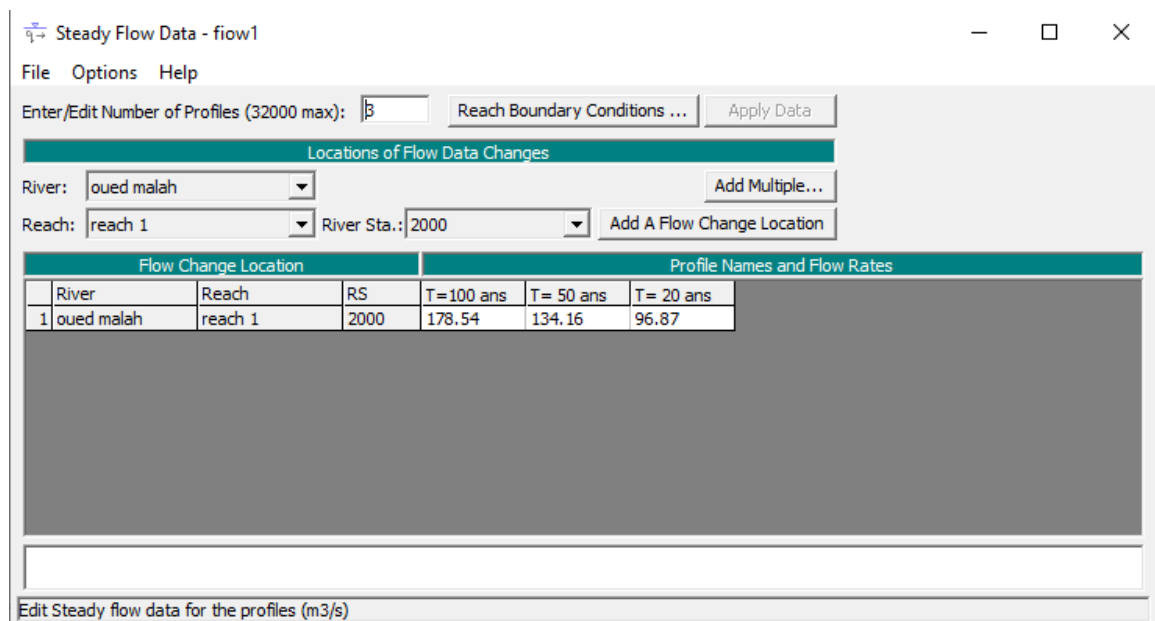


Figure .29. Représentation de l'interface données : Introduction des débits de crue en termes de fréquence

IV.2. Modélisation

IV.2.1. Identification des zones à risque dans la zone d'étude

IV.2.1.1. Résultats de la cartographie sous Map-Info

Une fois les données cartographiques introduites sous le programme Map-Info, nous avons identifié les zones à risque d'inondation au quartier Edhil El-Djamil point par point vis-à-vis de l'étendu de Ouel Mellah dans cette partie de la ville de Djelfa comme il est indiqué sur la figure 1 de données effectuées sur le logiciel Héc. Comme le montre la figure .29

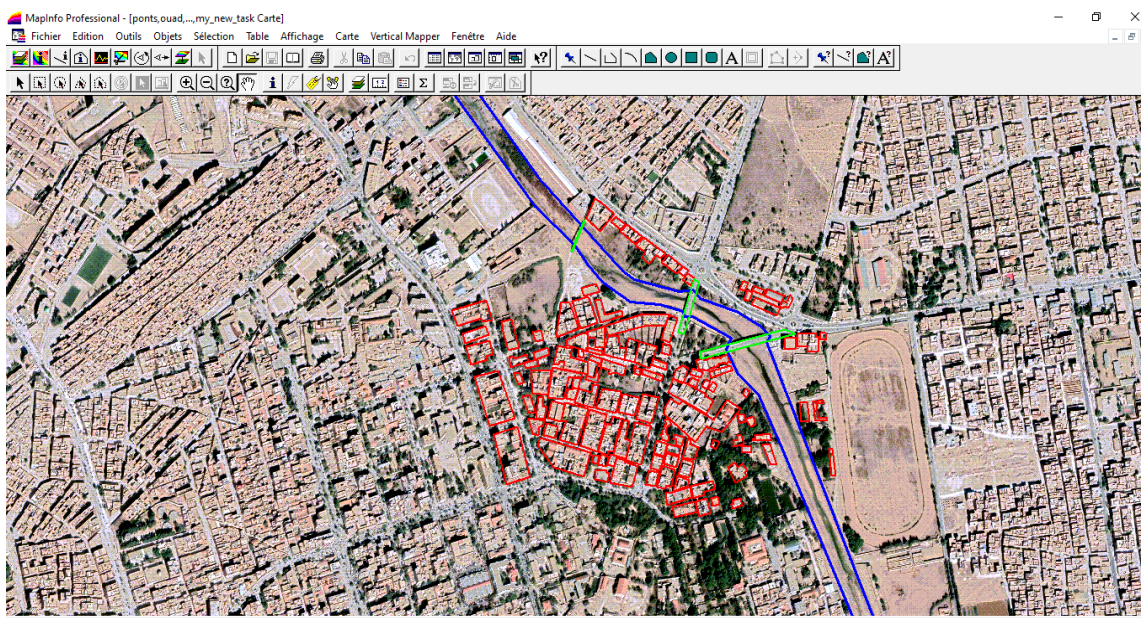


Figure.30. Identification des zones à risque d'inondation sous Map Info

IV.2.1.2. Résultats de la cartographie sous Arc-GIS

Pour le travail sur le programme Arc-GIS, Les résultats obtenus dans Map-Info sont exploités pour avancer dans notre étape de détermination de la zone à risque mais cette fois en désignant un périmètre au long de Oued Mellah comme il est indiqué sur la figure.30

Par la superposition des cartes, il est indispensable d'insérer une carte MNT pour connaître les altitudes et les niveaux topographiques, et en superposition avec la carte satellitaire qui définit les zones à risque d'inondation ainsi nous obtenons la combinaison du tracé du relief de toute la vallée considéré dans notre zone d'étude du quartier Edhil El-Djamil pendant l'inondation avec les données hydrogéologique

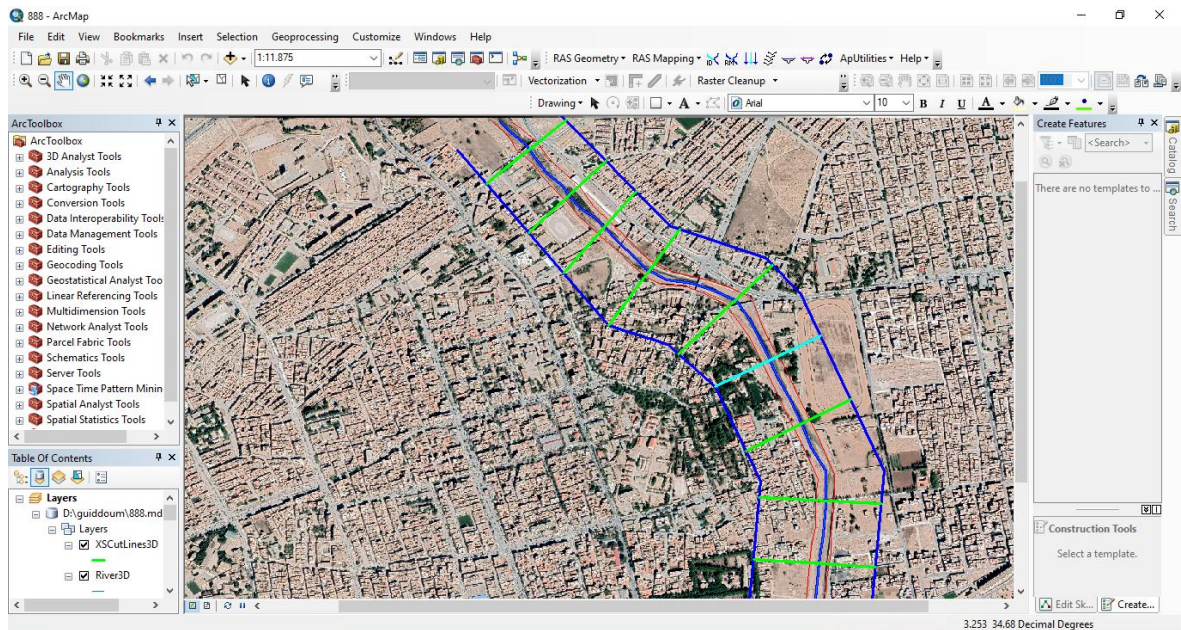


Figure IV. 31. Représentation de la carte sous MNT superposé à la carte satellitaire dans Arc-GIS

IV.2.1.3. Résultats de la modélisation sous Hec-Ras

IV.2.1.3.1. Principe d'élaboration

L'objectif de cette modélisation est de simuler les crues d'Oued Mellah pour différentes périodes de retour établis selon l'historique recueillis de la région car aucun enregistrement de débit de crue n'a été trouvé lors de notre enquête sur terrain. Par la suite, nous avons généré la cartographie des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement en utilisant les hauteurs d'eau enregistré durant les crues précédente. Ces deux paramètres serviront dans les étapes suivantes à établir les cartes d'aléa au risque d'inondation.

IV.2.1.3.2. Présentation des résultats sous HEC Ras

Il est précisé que les données géométriques sont représentées par des profils en travers (numérotés par ordre croissant de l'aval vers l'amont), la distance entre chaque profil, le coefficient de Manning du lit mineur et des lits majeurs de droite et de gauche. A cela, il faut rajouter les ouvrages spécifiques transversaux. Les conditions aux limites sont de deux types : les débits entrants dans chaque cours d'eau modélisé et les conditions de niveau aux extrémités et c'est considéré selon le type d'écoulement, ces conditions ne sont pas les mêmes et à chaque opération nous effectuons une modification des données :

Pour un écoulement fluvial, les conditions aux limites nécessaires se situent en aval (La hauteur normal ou bien une hauteur d'eau connue)

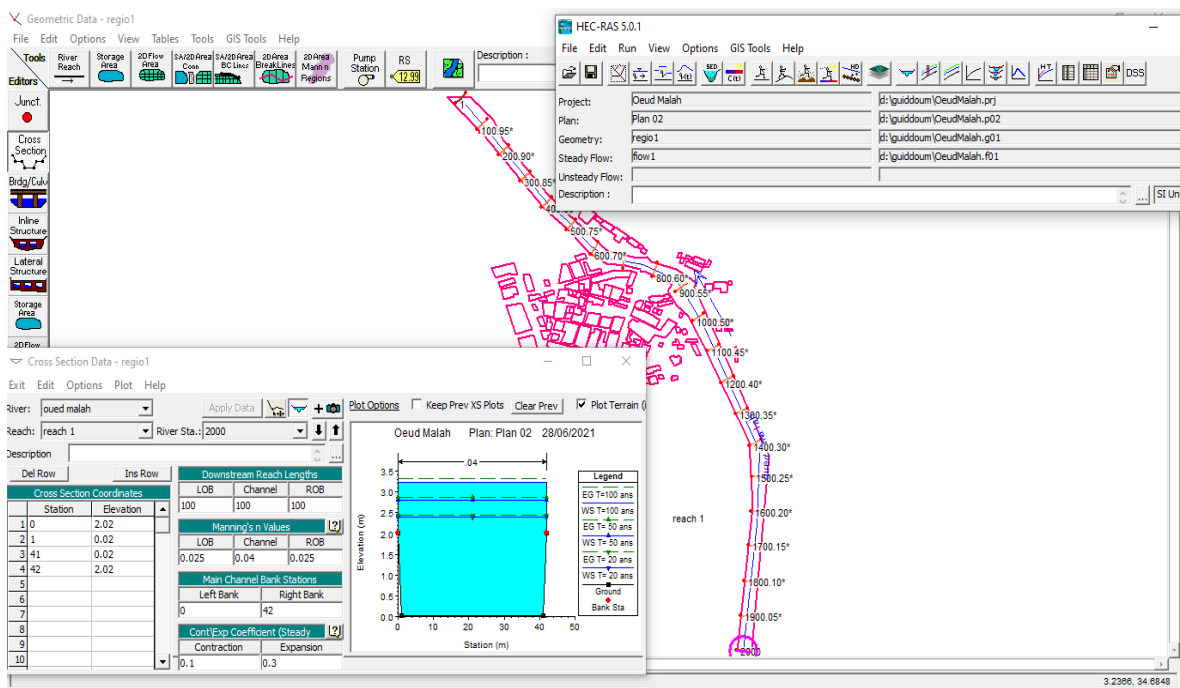


Figure. 32. Représentation de la simulation d'inondations sous Hec-Ras

IV.3. Analyse discussion des résultats :

Enfin, ayant introduit pour chaque cas choisi selon ses paramètres ainsi que la prise en compte des caractéristiques, il est établis une subdivision de la linéarité de Oued Mellah en section tout les 100 mètres, légèrement répartis. Un jeu de données sous le logiciel HEC-RAS nous permet de visualiser la forme d'un trapèze comme il est indiqué sur la figure. 32. montrant les résultats de la montée des crues le long du cours d'Oued Mellah, où l'on peut connaître la zone couverte par les eaux de crue en plusieurs points au niveau de quartier Edhil El-Djamil.

IV.3.1. Elaboration de jeux de données :

Une fois le modèle établi, nous optons pour les cas les pus défavorables. Les côtes maximales de la ligne d'eau pour les différents profils calculés peuvent être visualisées sous forme de graphique au niveau de chaque section transversale le long du l'Oued ou sous forme de tableau récapitulatif des paramètres calculés. Les périodes de retour pris en considération correspondent aux sections transversales pour les différents profils (T=10 ; T=50 et T=100)

- 1- La figure.33 représente les résultats de simulation de débordement d'Oued Mellah à T=100 ans, avec un débit calculé de $Q=178.54\text{m}^3/\text{s}$ et qui représente un débordement de l'ordre de 0,80 mètre.

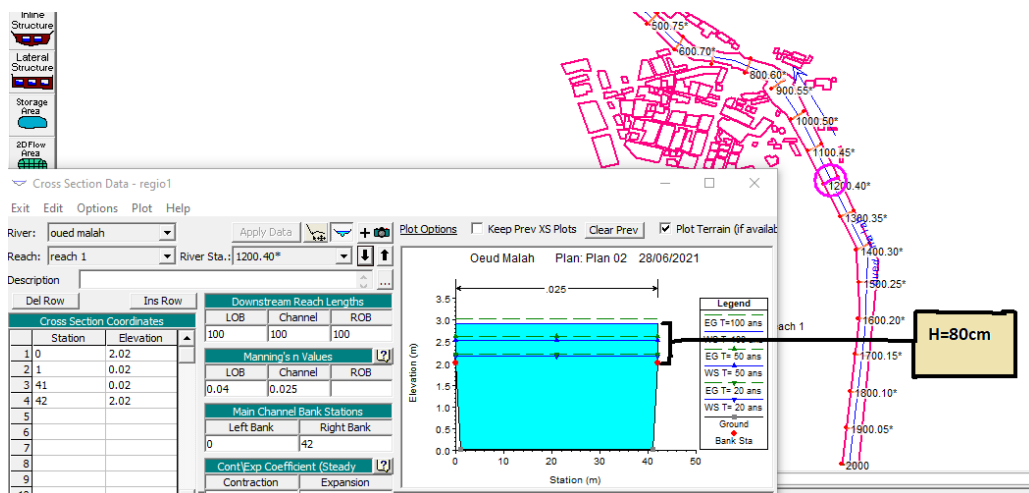


Figure.33. Section transversale et profondeur de l'eau à la station (1200.40°)

Après avoir analysé les résultats de la Figure.33 qui nous sont fournis par le programme HEC RAS, nous concluons qu'en cas survenant dans cette zone, le quartier Al-Edhil El-Djamil sur immergé, car la hauteur de l'inondation est 80cm au-dessus du niveau de la hauteur d'Oued Mellah, et l'image ci-dessous représente l'emplacement en image de la section 1200.40° (voir la Figure.33)



Figure .34. Identification urbaine de la section 1200.40

Cette partie du quartier Al-Edhil El-Djamil est très anciennes et d'après l'historique des inondations recueillis au niveau de la direction de la protection civil, il y'a eu des dommages sur les murs de clôture des constructions ainsi que pertes n'est pas protégé des inondations car il n'y a pas de protection. Les murs sont en pierres, ce qui signifie qu'il s'agit d'un ancien mur de soutènement ainsi que d'un court.

- 2- Sur la figure. 35, il est représenté la montée du surplus d'eau par simulation, qui est de l'ordre de 0,75 mètre, ce qui a causé d'après des témoignages des dommages dans cette partie du quartier Al-Edhil El-Djamil .

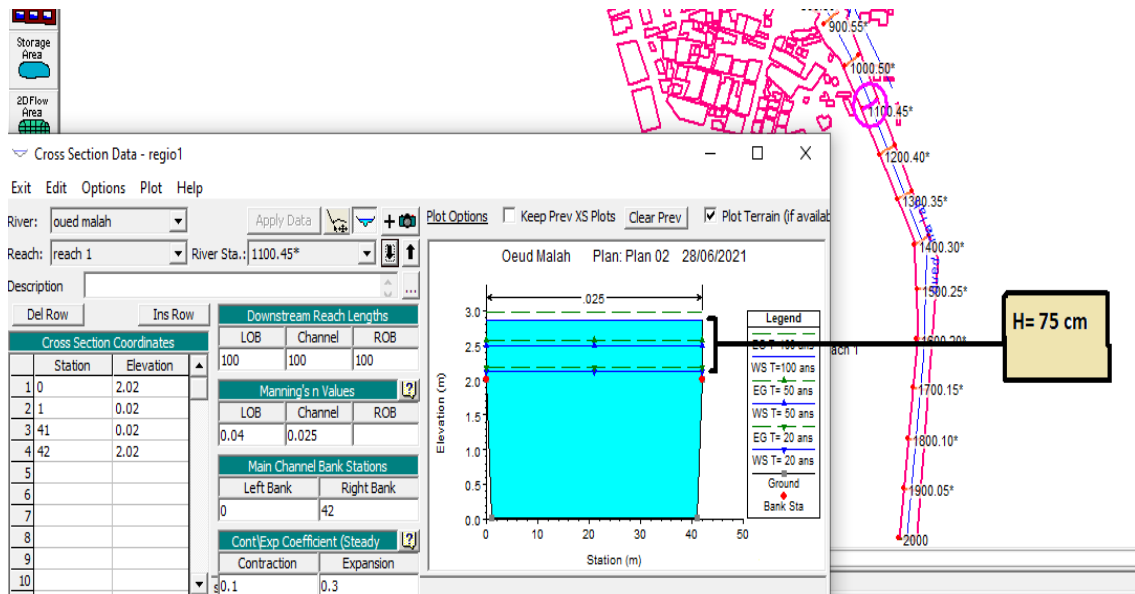


Figure .35. Indication des résultats obtenus par jeux de données sous Hec-Ras. Section 1100.40

Sur la figure 36, une image réelle recueillis de témoins résidants le quartier Edhil El-Djamil qui nous à cette endroit où le débordement est de l'ordre de 075mètre à quelque metre de la berge de l'Oued Mellah nous constatons la paralysie de la circulation avec immersion des véhicules des habitants



Figure 36. Photo réelle recueillis de témoins résidants à la section 1100.40

- 3- Sur la figure 37, il est représenté la montée du surplus d'eau par simulation, qui est de l'ordre de 0,60 mètre n qui a diminué du niveau précédent de hauteur de 0,75 mètre, Mais reste-t-il que l'Oued Mellah déborde toujours dans cette partie de la ville de Djelfa.

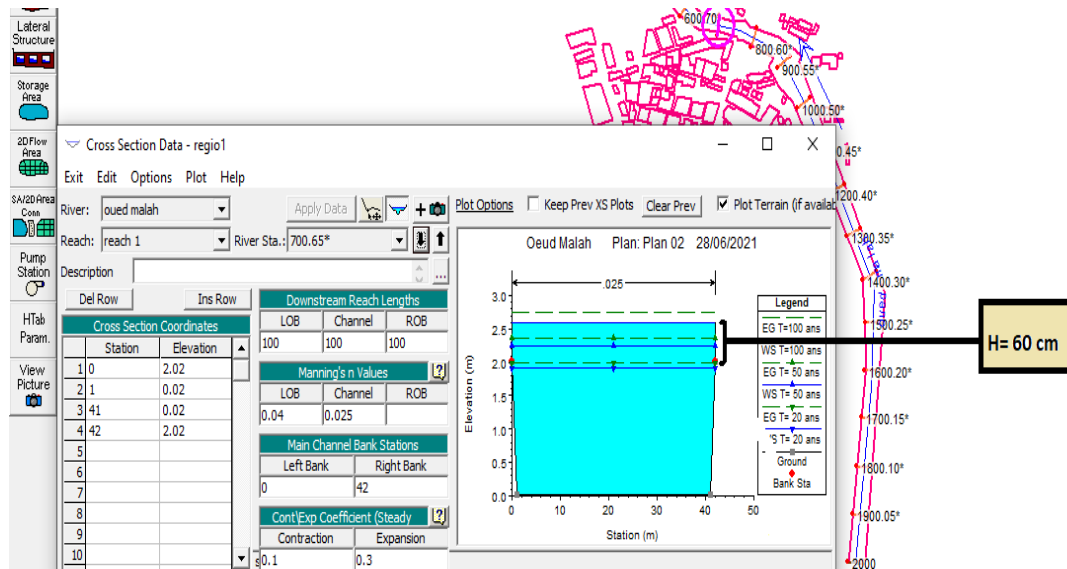


Figure 37. Indication des résultats obtenus par jeux de données sous Hec-Ras. Section 700.65

Sur la figure 38, il est représenté une image réelle du quartier Edhil El-Djamil au niveau d'Oued Mellah, montrant à quel point les habitations et jardins des particuliers sont proches de l'Oued ainsi que l'ancienne constitution du mur de soutènement en pierres et de faible profondeur, et cela constitue une réelle menace pour les habitants de la zone.



Figure .38. Identification urbaine de la section 1200.40 Oued Mellah

- 4- Sur la figure.39 il est représenté la montée du surplus d'eau par simulation, qui est de l'ordre de 0,55 mètre n qui a diminué du niveau précédent de hauteur de 0,60 mètre, Mais reste-t-il que l'Oued Mellah déborde toujours. Comme la largeur à ce point augmente nous pensons que c'est la raison de cette diminution.

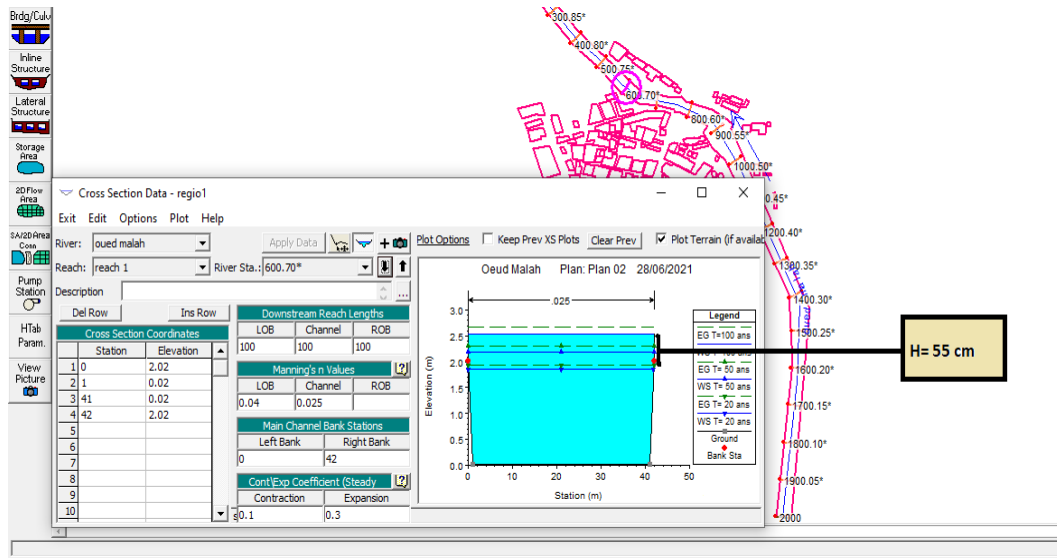


Figure 39 Indication des résultats obtenus par jeux de données sous Hec-Ras. Section 600.70

Sur la figure 40, il est indiqué une image réelle de la zone 600.70° dans laquelle la hauteur de l'eau de crue est de 55 cm au-dessus du mur de soutènement en pierre, indiquant la proximité des bâtiments avec la vallée, et cela présente un danger pour les personnes les biens du quartier de Al-Edhil-El Djamil



Figure 40. Identification urbaine de la section 600.70 Oued Mellah

IV.3.2. Simulateur de zone d'étude sous Hec-Ras Arc-Scane

Au final, on remarque sur la carte du terrain figure.41 que nous avons obtenue à l'aide d'Arc-GIS sous Héc-Ras Géo-Ras, la zone du quartier Al- Edhil El-Djamil au centre de la ville de Djelfa sous forme 3D, ce qui nous montre que cette zone est située en un point critique bas ou toutes les averses de la vallée se regroupent , ce qui montre qu'il est exposé au risque d'inondation.

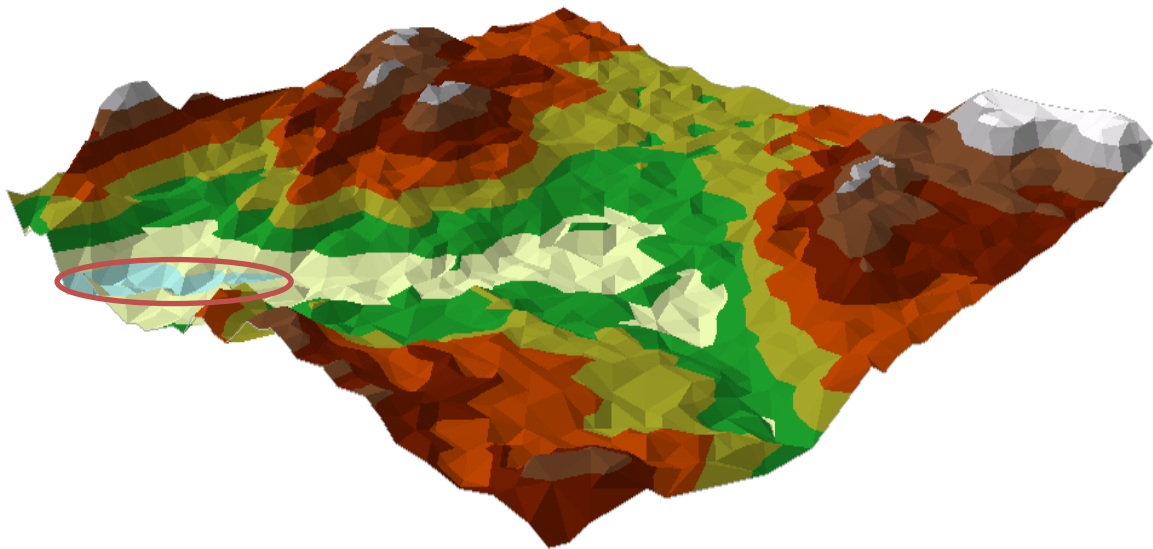


Figure 41. Simulation 3D de la zone d'Oued Mellah à l'aide de MNT dans Arc-Scane

IV.4. Solutions et Propositions

Après analyse des résultats obtenus en simulant les crues des périodes de retour de T à l'état critique (T=10 ; T=50 et T=100) à l'aide des logiciels Hec-RAS et Arc-GIS, nous avons obtenus des hauteurs d'eau en total allant jusqu'à 4 mètre environ à partir de la vallée la plus basse.

Afin d'éviter les conséquences dévastatrices des inondations du quartier Al- Edhil El-Djamil, il suggéré de protéger les résidents et les bâtiments du danger d'inondation par la construction d'un mur de soutènement en béton armé à la place du vieux mur de soutènement existant en pierres sur les deux bords d'Oued Mellah qui fait partie de la commune de Djelfa à forte densité urbaine ou l'oued passe juste au milieu.

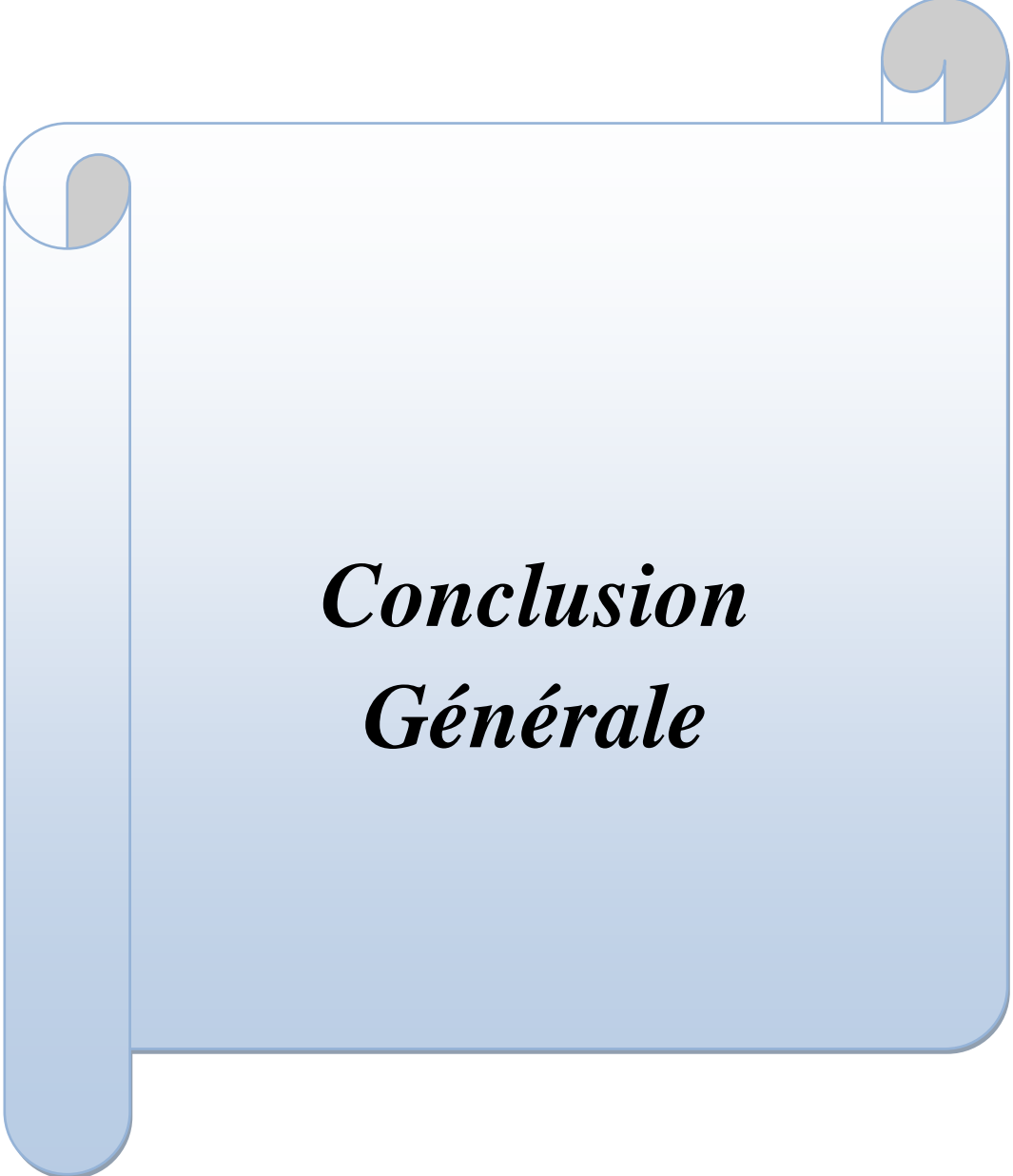
D'après plusieurs recherches que nous avons menées, nous avons opté pour un choix de optimale de construction du mur de soutènement en béton armé estimé à 26 709 DA par mètre cube, comme le montre la figure 41, selon les caractéristiques géotechnique localisé:

Tableau 9: Prix au mètre cube pour construire un mur de soutènement en béton armé

Désignation	Quantité	Unité	Prix unitaire (DA)	Prix total (DA)
Séparateur homologué pour murs.	8,000	U	7,99	63.92
Barres en acier haute adhérence, Fe E 400, de divers diamètres.	86,700	Kg	117,59	10.195,05
Fil de fer galvanisé pour attacher, de 1,30 mm de diamètre.	0,850	Kg	126,03	107.13
Tube en PVC, série B, de 75 mm de diamètre et 3 mm d'épaisseur, avec extrémité évasée, selon NF EN 1329-1	0,050	m	360,11	18.01
Béton prêt à l'emploi BCN: CPJ-CEM II/A 32,5 - TP - B 35 - 15/25 - E: 2a - BA - P 18-305.	1,050	m ³	13.522,92	14.199,07
Compagnon professionnel III/CP2 ferrailleur	1.651	h	488,99	807.32
Ouvrier professionnel II/OP ferrailleur.	1.951	h	364,49	711.12
Compagnon professionnel III/CP2 bétonneur.	0.318	h	488,99	463.63
Ouvrier professionnel II/OP bétonneur	1,272	h	364,49	534.42
Frais de chantier des unités d'ouvrage	2,000	%	26.720,75	27.255,17
Coût d'entretien décennal: 1.090,21DA les 10 premières années. (da/m³)			Montant total HT : 27.255.17	

Conclusion

Dans cette dernière partie, nous avons essayé d'interpréter les résultats obtenus en fonction de chaque sections tout en précisant les causes et conséquences afin d' identifier les sections à risque de débordement d'Oued Mellah et proposer une solution de protection urbaine dans une ville aussi importante que Djelfa que ce soit de par sa position géographique que par son rang économique vis-à-vis des wilaya du Sud du pays en considération le taux de perte humaines et matérielles sans d'autant oublier l'aspect technique et économique à des fins de réduire les risque les inondations.



***Conclusion
Générale***

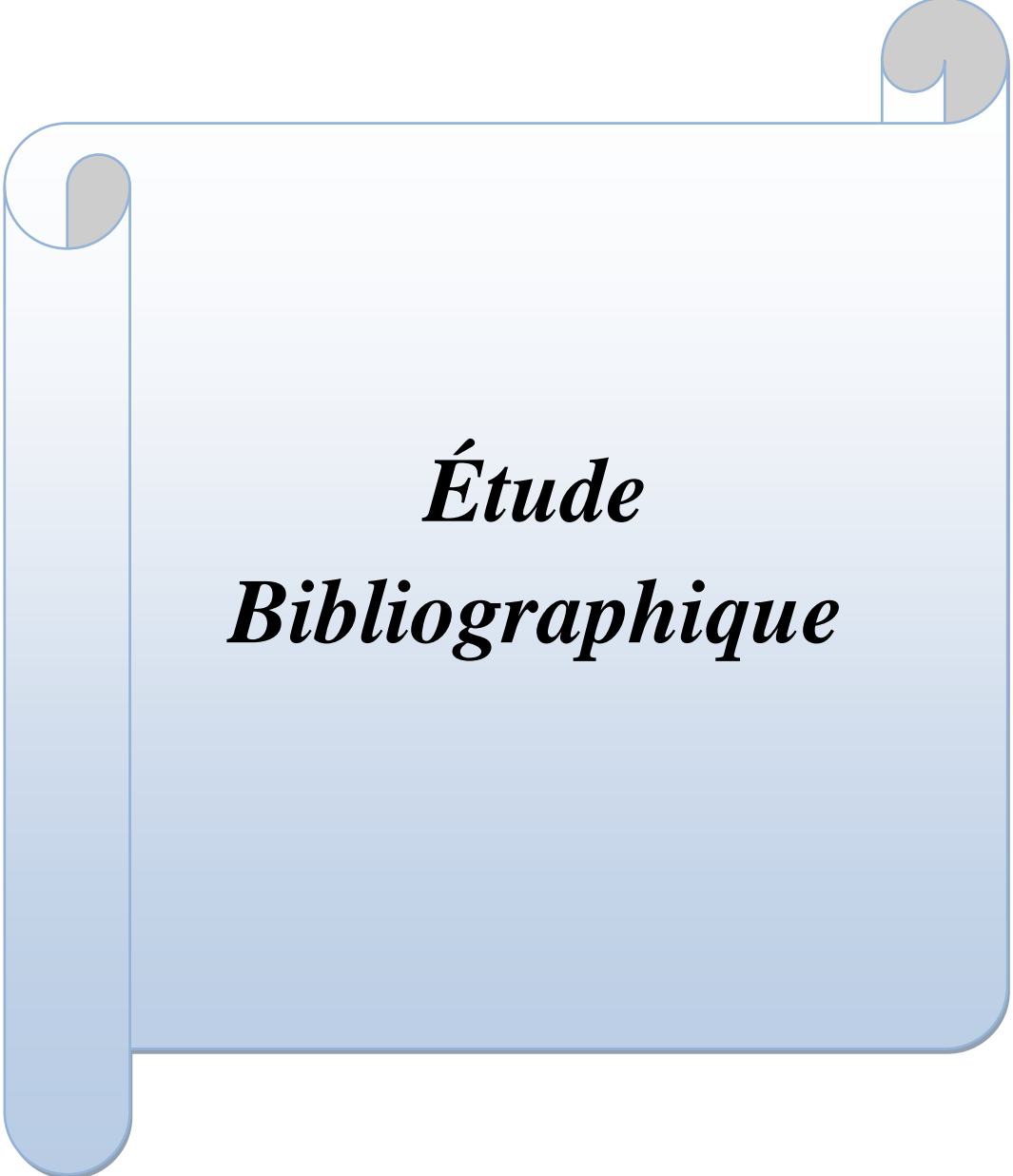
CONCLUSION GÉNÉRALE

En matière de gestion des risques ainsi que selon le cadre législatif, un concept et notions fondamentales du risque sont mentionné dans les lois 04-20 du 25 Décembre 2004. La connaissance de l'aléa et la vulnérabilité nous permet par suite de mener à bien l'identification des cas échéants d'inondations dans la région de Djelfa. L'objectif que nous voulons atteindre dans l'étude est l'évaluation de la vulnérabilité de la ville de Djelfa au risque d'inondation, spécifiquement dans le quartier Edhil-El-Djamil. est de déterminer les zones inondables pour diminuer les dégâts par la réduction de la vulnérabilité. Cette étude a permis ainsi de mettre en lumière l'extension urbaine dans les zones inondables et d'identifier les zones les plus vulnérables face au risque d'inondation.

La finalité de cette analyse est de faire ressortir les facteurs de prédispositions que ce soient permanent ou temporaires commanditant la présence des divers aléas au long du quartier sections par sections établis de l'ordre de 100 mètres. Ainsi on peut schématiser les atouts et les contraintes au développement de l'espace urbain et les risques générés sur cette espace géographiquement stratégique comme interaction physique et composante territoriale sociale économique et environnementale.

La ville de Djelfa est située dans une zone en forme d'exutoire s'étendant du sud au nord à Oued Malah, où plusieurs vallées se rencontrent, ce qui a conduit à l'inondation de la ville. L'analyse spatiale affiche par variables de pente, l'intensité de drainage et les zones de perméabilité à risque d'eau stagnante selon plusieurs catégories de risque.

Dans cette dernière partie, nous avons essayé d'interpréter les résultats obtenus en fonction de chaque sections tout en précisant les causes et conséquences afin d' identifier les sections à risque de débordement d'Oued Malah et proposer une solution de protection urbaine dans une ville aussi importante que Djelfa que ce soit de par sa position géographique que par son rang économique vis-à-vis des wilaya du Sud du pays en considération le taux de perte humaines et matérielles sans d'autant oublier l'aspect technique et économique à des fins de réduire les risque les inondations.



***Étude
Bibliographique***

- [1] **LEDOUX B., 2006**, La gestion du risque inondation, Edition TEC et DOC 11, rue La vorisier-Paris.
- [2] **MERABET A., 2006**, Etude de la protection de la ville de Sidi Bel Abbés contre les inondations, Mémoire de Magister, Université de Djilali Liabes-Sidi Bel Abbés.
- [3] **BRAVARD. J.P., 1991**, Les crues et inondations du Rhône, la dynamique fluviale à l'épreuve des changements environnementaux quels enseignements applicables à l'aménagement des rivières la houille blanche.
- [4] **CHACHOUA A., 2010**, Gestion de crue dans un bassin versant –Etude hydrologique, hydraulique et aménagement, Mémoire de Magister, Université de Tlemcen.
- [5] **BENMECHERNANE N., 2013**, étude de protection de la ville de bensekrane (w. Tlemcen) contre les inondations, Master en hydraulique, Université de Tlemcen.
- [6] **[Lobled et al, 1987].**
- [7] **YAHIAOUI A., 2012**, Inondations torrentielles_ cartographie des zones vulnérables en Algérie du nord (cas de l'oued Mekrra, Wilaya de Sidi Bel Abbés), Thèse de doctorat, Ecole Nationale Polytechnique.
- [8] **SALOMON J.N., 1997** : « L'homme face aux crues et aux inondations », Presses Universitaire de Bordeaux, Université Michel de Montaigne – Bordeaux.p69-80
- [9] **[site web]**
- <https://ar.wikipedia.org>
 - <http://www.tawalt.com>
- [10] **Alli Azouaou Fathfelleh** : Simulation de la crue d'octobre 2008 dans la commune de Ghardaïa, mémoire d'ingénieur, ENP , 2009, page 33.
- [11] **Laroussi Beloulou**, vulnérabilité aux inondations en milieu urbain. CAS de la ville de Annaba (Nord-est Algérien), Thèse de Doctorat d'Etat , USTHB ,2009 ,page 78
- [12] **(PDAU, 2008)** révision Plan Directeur D'Aménagement et D'Urbanisme 2008
- [13] **(DRE, 2009)** Direction des Ressources en Eau wilaya de Djelfa, (2009)
- [14] **(ANRH 2013)** Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques de Djelfa, 2013
- [15] monographie de Djelfa (2012)
- [16] **ANRH**, Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques Synthèse des études sur le synclinale du Djelfa, 2007).
- [17] **ANRH** Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques Djelfa2011+traitement d'étudiant
- [18] **(ONM, 2014)** Office National de la Météorologie de station de Djelfa
- [19] **DRE.**, 1993-Etude de recalibrage de OM à l'endroit du pont situe au centre de ville de djelfa. Edition Direction des ressources d'eau., Djelfa, 22p.

- [20] **RGPH**. 2012-*Monographie de la wilaya de DJELFA*. Edition Direction de la programmation et du suivre budgétaire. Djelfa, 43p.
- [21] **LASBAT A, BOUZEKRI S.**, 2012-*La gestion durable de l'assainissement des eaux usées urbaines : cas d'étude la ville de Djelfa*. Mémoire de licence. Université ZIANE ACHOUR., Djelfa, 113p.
- [22] **(DHWDJ)** La Direction de l'Hydraulique de la Wilaya de Djelfa.
- [23] https://www.isula.corsica/infogeo/Qu-est-ce-que-le-SIG_a24.html.
- [24] https://www.researchgate.net/publication/324149696_Cours_de_systeme_d'information_geographique.
- [25] (<http://www.sig-geomatique.fr/sig-sig.html>)
- [26] sur www.hec.usace.army.mil(consulté le 29 mars 2016)