



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة غرداية

N° d'enregistrement

Université de Ghardaïa

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم الري والهندسة المدنية

Département Hydraulique et Génie Civile

Mémoire

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine: ST

Filière: Hydraulique

Spécialité: Hydraulique Urbaine

Thème

Quelle intervention hydraulique pour une nuisance urbaine ? cas de Oued M'zab

Déposé le : 17/06/2021

Par

HALASSA Chifa & HOUNI Walieddine

Par le jury composé de :

Boubelli Salim.

Dr

Univ Ghardaia

Evaluateur

Oulaed Belkhir

Dr

Univ Ghardaia

Evaluateur

Cady Mokhtaria

Dr

Univ Ghardaia

Encadreur

Année universitaire : 2020/2021

Remerciement

Tout d'abord nous remercions Allah le tout puissant Qui nous a fait ouvrir les portes du savoir, Qui nous a donné la force et la volonté de poursuivre nos études et d'effectuer ce travail.

Nous tenons à remercier sincèrement notre promoteur Dr. Cady Mokhtarai, de nous avoir dirigé et orienté, sa disponibilité et surtout ses conseils avisés, qui nous ont aidés à nourrir notre réflexion et le temps qu'il nous a consacré.

Nous remercions chaleureusement le Dr....., Université de Ghardaïa, de l'honneur qui nous a fait en acceptant d'être le président du jury et d'évaluer notre mémoire.

Nos vifs remerciements vont également au Dr....., Université de Ghardaïa, pour nous avoir honoré en acceptant d'examiner et d'évaluer notre mémoire.

Nous remercions également tous les enseignants du Département Hydraulique et Génie Civile de l'Université de Ghardaïa qui ont participé à notre formation pendant tout le cycle universitaire.

Résumé

La question des aléas naturels, en particulier les inondations, cause le plus de dégâts en Algérie et dans le monde, surtout au regard de la forte participation des inondations catastrophiques. Même la gestion de ces risques est devenue plus que nécessaire.

Toutes les parties prenantes (décideurs, techniciens et riverains) doivent être impliquées pour identifier les enjeux à protéger et disponibles et les voies alternatives possibles pour atténuer les dommages humains et matériels qui en découlent.

Dans ce travail, nous avons essayé de mieux comprendre le comportement du système hydraulique dans son ensemble (facteurs météorologiques, hydrologiques, anthropiques et anthropiques), puis nous avons classé les facteurs provoquant l'exacerbation des crues et des ruissellements dans la zone de la vallée du M'zab Sur la base des études précédentes et des résultats qui ont été menés pour déterminer les risques et les identifier au final, nous avons ensuite adopté un ensemble de solutions et de suggestions pour découvrir ces formes sur la base des études précédentes et les résultats qui ont été faits pour déterminer les risques et enfin déterminer .

Mots clés : vallée du M'zab, danger, inondations, eau de pluie, protection.

Abstract :

The question of natural hazards, in particular floods, causes the most damage in Algeria and in the world, especially in view of the strong participation of catastrophic floods. Even the management of these risks has become more than necessary.

All stakeholders (decision-makers, technicians and residents) must be involved in identifying the issues to be protected and available and the possible alternative ways to mitigate the resulting human and material damage.

In this work, we tried to better understand the behavior of the hydraulic system as a whole (meteorological, hydrological, anthropogenic and anthropogenic factors), then we classified the factors causing the exacerbation of floods and runoff in the valley area of M'zab Based on the previous studies and the results that were carried out to determine the risks and ultimately identify them, we then adopted a set of solutions and suggestions to discover these forms on the basis of previous studies and results that were made to determine the risks and finally determine.

Keywords: M'zab valley, danger, floods, rainwater, protection.

الملخص

مسألة الاخطار الطبيعية وعلى وجه التحديد الفيضانات تسبب اكبر قدر من الضرر في الجزائر وفي جميع انحاء العالم لا سيما في ضوء مشاركة كبيرة للفيضانات الكارثية حتى ادارة هذه المخاطر اصبح اكثر من ضرورة .

اذ يجب اشراك جميع اصحاب المصلحة (صانعي القرار والفنيين والسكان) لتحديد قضايا التي تتعين حمايتها والطرق البديلة المتاحة و الممكنة لتخفيف الاضرار البشرية و المادية الناتجة عنها.

في هذا العمل حاولنا ان نفهم بشكل افضل سلوك النظام المائي ككل (عوامل الارصاد الجوية ,العوامل الهيدرولوجية , البشرية والمنشأ) ثم صنفنا العوامل المسببة لتفاقم الفيضانات و الجريان السطحي في منطقة واد مزاب علي اساس دراسات سابقة و النتائج التي تم اجراؤها لتحديد المخاطر وتعيينها في النهاية ثم اعتمدنا مجموعة من الحلول والاقتراحات للوقوف على هذا الاشكال.

الكلمات المفتاحية : واد مزاب , خطر , فيضانات , مياه الامطار , حماية.

Listes des abréviations

Max : maximum

Moy : moyen

ONM : Office National de Météorologie

ORSEC : Organisation de la Réponse de Sécurité Civile

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

RGPH : Recensement Générale de la Population et de l'Habit

ASAL : Agence Spatiale Algérienne

liste des figures

Figure 0 1: carte de l'algérie avec situation de Ghardaïa	14
Figure 02: Carte d'occupation du sol dans la vallée du Mzab.....	15
Figure 03: Variation des températures moyennes mensuelles	17
Figure 04: Variation des précipitation de région de Ghardaïa (2010-2020)	18
Figure04 : Variation d'humidité moyenne mensuelles de région de Ghardaïa (2010-2020).....	18
Figure 05: Variation des vitesses moyennes du vent de région de Ghardaïa (2010-2020)	20
Figure 08: Carte de répartition des forages dans la wilaya de Ghardaïa.....	23
Figure09 : L'état de débordement d'oued Metlili 2018.....	32
Figure 10 : L'état de débordement d'oued Mzab le 1 octobre 2008.....	33
Figure 11: débordement de barrage habass djeddid.....	33
Figure 12 : répartition des précipitations sur la région de Ghardaia le 01 octobre 2008.....	34
Figure 13 :Les neuf communes sinistrées de la wilaya de Ghardaia	35
Figure 14 : Zone d'étude(ghardaia)	41
Figure 15 : Zone d'étude(ghardaia)	41
Figure 16 : Zone d'étude(ghardaia).....	42
Figure 17 : Zone d'étude	43
Figure 18 : Zone d'étude.....	44
Figure 19 : réseaux d'égouts	46

Figure 20 : **Fermer les drains avec des ordures**51

Figure 21 : **Image d'aménagement de vallée**51

listes des Plans :

Figure 1 : **plan de la zone d'étude**..... 40

Figure 2 : **les batiment démolis**..... 41

Figure 3 : **les bâtiments démolis vide**.....
42

Figure 4 : **l'état de la vallée avant la construction du mur**43

Figure 5 : **l'aménagement urban de bords de vallée**.....43

Figure6 : **l'emplacement de coupe**.....44

Figure 7 : **Un coupe transversale de la zone de remplissage**.....45

Figure 8 : **Plan de brochement**.....46

Figure 9 : **la diffusion des eaux épurées sur les champs agricultures**.....47

Listes des tableaux

Tableau 01 : **Effets sanitaires des inondations**

Tableau 02 : **Projection de la population de la vallée à l'horizon 2030**

Tableau 03: **Répartition des réseaux d'AEP et d'assainissement**

Tableau 04: **Répartition des ouvrages hydrauliques par commune**

Tableau 05: **Température de pour les dix ans(2010-2020) de la région de Ghardaïa**

Tableau 06: **Données de Pluviométrie (2010 – 2020)**

Tableau 07: **Variation d'humidité moyenne mensuelles de région de Ghardaïa(2010 – 2020)**

Tableau 08: **La vitesses moyennes mensuelles des vents de la région de Ghardaïa(2010 – 2020)**

Tableau 09 : **les événements historiques en Algérie**

TABLES DES MATIERES

Remerciement.....	I
Résumé en arabe.....	II
Résumé en française.....	III
Listes des abréviations	IV
Liste des figures	V
Listes des tableaux	VII
Introduction Générale	1
1- Problématique.....	1
2- L'objectif de l'étude.....	1
3- Méthodologies.....	2
4- La zone d'étude.....	2
5- La structure de travail	2
Chapitre1: Etat de l'art.....	3
Introduction	4
1 –Les articles	4
2- Les Mémoire de Magistère	5
3-Les thèse de Doctorant	5
4- Le Mémoire de Mastères	6
Conclusion	6
Chapitre 2 : Terminologies (définition des concept).	7
Introduction	8
1 La ville.....	8
2- L'aléa	8
3- L'exposition	8
4- La vulnérabilité	8
5- Les risques.....	9
6- Les Crue	9

7- Les Inondation	9
Conclusion	10
Chapitre 3 : Présentation de cas d'étude la vallée du M'zab	11
Introduction	12
1- situations administrative et géographique de la wilaya de Ghardaïa	13
2- Les limitée administrative de Ghardaïa	13
3- L'analyse démographique	13
3.1- Carte d'occupation du sol dans la vallée	14
4- Situation Hydraulique	15
5- Analyse des paramètres climatiques	15
5.1- Températures	16
5.2- précipitation.....	17
5.3- Humidité	18
5.4- Les vents.....	18
6- Les ressources en eau.....	19
7- L'hydraulique	19
8- La géologie et la topographie de la région.....	20
9- Carte des zones inondables de la vallée	21
10- La vallée du M'Zab.....	21
11- L'humidité du sol.....	22
12- la perméabilité des terrains	23
13- Réseau hydrographique	23
Conclusion	25
Chapitre 4 : LA Genèse des crues et des inondations dans la vallée du M'zab.....	26
Introduction	27
1- Les évènements historiques en algérie	27

2- Historique des principales inondations de vallée de M'zab.....	27
3- Catastrophe de 1^{er} octobre 2008.....	31
Conclusion	34
Chapitre 05 : Les stratégies et les mécanismes de prohiber les risques...35	
Introduction	36
1- Les dégâts engendre par les l'inondation	37
2- L'acte de l'état après les inondations de2008	38
3-Notre intervention :.....	39
3.1- Illimitation de logement fragile :	40
3.2- La démolition de bati :	42
3.3- La localise les batiment démolis vide :.....	43
3.4- Aménagement urban de bords de vallée :.....	44
3.5- Un bronchement de réseau :.....	46
3.6- la diffusion des eaux épurées sur les champs agricultures	47
3.7- la création de la station d'épuration des eaux usées	49
Conclusion.....	49
Conclusion générale	50
Annex.....	51
Bibliographie	52

Depuis l'aube des temps, l'homme a recherché à s'installer le long des plans d'eau et des rivières. Des civilisations ont prospéré dans les plaines inondables tirant parti des bienfaits qu'apportent les crues. Ces plaines inondables constituaient un lieu propice à l'établissement de populations humaines et au développement socio-économique étant donné que la présence de cours d'eau garantit, des sols fertiles, un approvisionnement en eau et des moyens de transport ; les crues, elles reconstituent les zones humides, rechargent les eaux souterraines et concourent au progrès des pêcheries et de l'agriculture.

Outre l'impérieuse et évidente nécessité de s'assurer une source d'eau potable, ces populations trouvaient dans les cours d'eau une source de nourriture, un moyen de transport et la puissance mécanique nécessaire au fonctionnement des moulins. Ces populations ont continué d'habiter les plaines inondables pour différentes raisons.

Les rives des rivières et la plaine environnante sont des endroits plaisants pour y construire des maisons, la construction sur un terrain plat est moins coûteuse, et les services y sont plus faciles à installer. Pour se faire l'homme, suite à une explosion démographique trop exigeante en espace et en nourriture, a introduit des aménagements parfois inappropriés et mal réfléchis au fonctionnement naturel de ces plaines. L'homme a donc perturbé le tracé des cours d'eau, par des constructions sur le lit de la rivière et la pratique de certaines activités agricoles non maîtrisées qui concourait à l'accélération des phénomènes d'érosion et disparition du couvert végétal.

Ces aménagements et ces pratiques introduits par l'homme ont engendré la naissance d'une nuisance qui n'était pas ressentie par les populations dans le passé, ces nuisances se présentent en un phénomène appelé inondation dont les dommages ont augmenté considérablement dans maints endroits et surtout ces dernières années.

Les crues et les inondations sont considérées comme les formes de risque naturel les plus répandues et les plus dévastateurs dans le Monde. Le bassin méditerranéen n'échappe pas à cette règle : les inondations représentent 35 % de l'ensemble des catastrophes naturelles qui ont frappé son pourtour ces deux dernières décennies.

L'Algérie est un pays méditerranéen, de sa part, est confrontée aux phénomènes de crues et d'inondations qui sont plus fréquents que les séismes. Ces phénomènes provoquent des catastrophes plus destructrices et occasionnent d'importants dégâts humains et matériels. Les exemples de Bâb El Oued Alger en 2001, de Sidi Bel Abbes en 2006, de Ghardaïa en 2008 et El Bayadh en 2011 sont frappant.

Les images horribles des inondations torrentielles qui ont frappé la vallée de la gouttière, qui a tout déraciné le 1er octobre 2008, sont toujours gravées dans la mémoire collective de la population locale malgré le passage de dix ans depuis cet effrayant incident.

Les scènes de souffrance de ce phénomène naturel et destructeur sont restées gravées dans la mémoire, comme l'a mentionné APS, mon oncle Hajj Bakir, qui a perdu un de ses proches dans ces inondations, et aucune famille ne souhaite souffrir de cette douleur. Il a dit: "Sachant que tout le monde mourra un jour, mais nous n'oublierons jamais cette date gravée qui a coïncidé avec le 1er octobre 2008 et les pertes humaines causées par cette catastrophe naturelle. 2008 ont été qualifiées de catastrophe "sans précédent", comme la vallée du M'zab, bassin de captage des eaux de trois oueds principaux (Wadi al-Bayadh, Wadi Adira et Wadi al-Grazel), ainsi que des affluents plus petits comme les vallées de Touzouz, Antisa et Arqdani, coûtent des effets tragiques, que ce soit en termes de pertes humaines ou de dégâts. Les inondations du 1er octobre 2008 ont été qualifiées de catastrophe "sans précédent", comme la vallée du M'zab, bassin de captage des eaux de trois oueds principaux (Wadi al-Bayadh, Wadi Adira et Wadi al-Grazel), ainsi que des affluents plus petits comme les vallées de Touzouz, Antisa et Arqdani, coûtent des effets tragiques, que ce soit en termes de pertes humaines ou de dégâts.

L'accélération de la croissance urbaine dans la ville de Ghardaïa de manière aléatoire même si cette expansion s'est faite au détriment des servitudes qui ont engendré de nombreux problèmes, et cela est dû à l'absence de véritables contrôles et études prenant en compte les aspects sociaux, spatiaux et culturels. Toujours exposés aux inondations, notre présente étude a pour objet la protection de la ville de Ghardaïa contre les inondations pouvant provenir des crues drainées par les oueds dominants et c'est ce qui nous amène à nous poser la question suivante :

Quelles sont les principales raisons qui ont conduit à une expansion urbaine au détriment des couloirs de vallée sans prévoir de prévenir les dangers d'inondations ?

Afin de proposer des réponses à ce problématique on va repenser sur les sous-problématiques suivantes :

Quelle sont les impacts de l'inondation sur la vie humaine ? : - matérielle
-morale

Hypothèses :

-L'État a indemnisé la population après les inondations de 2008, mais la loi n'a pas été appliquée ou mise en œuvre, et il n'y avait pas de système judiciaire.

-Sortir de l'habitat fragile, l'habitat menacé par le risque d'inondation, ce qui a entraîné le retour de la population sur celle-ci.

Dans le cadre de cette recherche, nous allons exposer notre projet via ce mémoire qui est organisé de la manière suivante :

Le chapitre premier présente un état de l'art

Dans le deuxième chapitre, nous allons présenter une présentation de cas d'étude la vallée du M'zab.

Dans le troisième chapitre on a fait des définitions sur les différents concepts

Pour le quatrième chapitre on a concentré l'étude des phénomènes des crues et des inondations dans la vallée du M'zab.

Les stratégies et les mécanismes de prohiber les risques fera l'objet du cinquième chapitre, aussi nous allons proposer quelques solutions.

Enfin, nous terminons par une conclusion générale sur l'ensemble de cette étude.

Chapiter 01: Etat de l'art

Introduction:

Les crues et les inondations sont considérées comme les formes de risque naturel les plus répandues et les plus dévastateurs dans le Monde. Le bassin méditerranéen n'échappe pas à cette règle : les inondations représentent 35 % de l'ensemble des catastrophes naturelles qui ont frappé son pourtour ces deux dernières décennies. Selon les données publiées par l'EMDAT, on compte un total de 210 événements hydrométéorologique intenses, qui ont provoqué plus de 4250 morts et d'immenses dégâts matériels s'élevant à 25 milliards d'euros. Le bassin Méditerranéen abrite les formes les plus dangereuses de risque hydrométéorologique. Un risque qui dérive d'une combinaison d'un haut niveau d'aléa (météorologique, hydrologique, conditions physiographiques) et une forte vulnérabilité. Selon l'orographie, les modes d'utilisation du sol (urbain, industriel, agricole) et l'endroit où on se place dans le bassin Méditerranéen (rive nord, rive sud), les impacts (pertes en vie humaine, dégâts matériels, effets socio-économiques) de cet aléa se manifestent d'une manière très différentes.

Les événements les plus catastrophiques observés dans le bassin Méditerranéen sont en grande partie déclenchés par des épisodes météorologiques d'intensité remarquable. Le climat méditerranéen s'inscrit dans un contexte particulièrement cyclogénétique, connu pour ses épisodes pluvieux de forte intensité et de courte durée. Ce sont des épisodes pluvieux qui résultent de configurations atmosphériques typiques et tout à fait prévisible à grande échelle (Chaboureau et al., 2001); en revanche, leur comportement à micro-échelle (échelle convective) est conditionné par un complexe interactif de plusieurs processus qui, à ce jour, restent mal connus. Cette méconnaissance peut expliquer les défaillances souvent relevées au niveau des services de prévision météorologique.

1- Les articles :

1.1- Le bassin versant du M'zab, région méditerranéenne hyperaride (Algérie) : ressources en eau, risques et gestion Yamna DJELLOULI TABET Professeure, ESO UMR 6590CNRS, Université du Maine Le Mans Rostom SIOUSSIOU, Ingénieur hydraulicien, Ghardaia .

Grâce à cette étude, j'ai trouvé quelques solutions, notamment :

La gestion du bassin versant de l'oued M'zab devrait être une gestion intégrée et nécessite un aménagement d'amont en aval, d la fois en zone urbaine (protection des populations) =et dans les palmeraies (puits à réhabiliter pour récupérer l'eau douce), -et de ne pas compter uniquement sur les eaux fossiles non renouvelables - Ces aménagements nécessitent la prise en compte d'études d'impacts préalables prenant en compte l'augmentation de la population, l'étalement urbain, les scénario de changement climatique, pour assurer un développement durable.

1.2- L'INCERTITUDE EST-ELLE UN ARGUMENT POUR OUBLIER LE RISQUE ?
CONSTRUCTION DE LA CONNAISSANCE SUR LES CRUES ET LES INONDATIONS
ET LES MOYENS DE S'EN PROTÉGER : L'EXEMPLE DE LA LOIRE.

Jean-Michel Grésillon, Institut national de recherche, pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

Article disponible en ligne à l'adresse <https://www.cairn.info/revue-sciences-eaux-et-territoires-2017-2-page-4.htm>

On peut retenir plusieurs leçons ; tout d'abord, la connaissance empirique du comportement du fleuve s'est construite au travers de la longue série d'essais et d'erreurs autour de la construction des levées , de leur surélévation, de leur allongement, de l'ouverture des

déversoes, etc. D'autre part, la victoire de l'horne sur le fleuve s'est faite au prix de grandes crues dévastatrices qui ont permis de comprendre, avant la maîtrise des kois de l'hydraulique, qu'enserrer le fleuve rend ses crues plus violentes.

2 Les mémoire de Magistère :

Mémoire présenté pour l'obtention Du diplôme de Master Académique Par : Kharchi Takki eddine et Daif Allah Amel ; La réalisation d'un PPRI pour la réduction de la vulnérabilité aux inondations a l'aide des outils de la géomatique Cas d'étude : la ville de M'sila

Année universitaire : 2017 / 2018

A travers cette étude, plusieurs facteurs ont été trouvés aggravant les risques d'inondations, qu'elles soient naturelles ou humaines, et l'objectif était de réduire ces risques en évaluant les régions et la réglementation sous la forme d'un document ppri. Ces cartes ont été utilisées après leur analyse pour déterminer les critères nécessaires pour identifier les zones à risque d'inondation et ainsi réguler l'occupation des sols et réduire les risques et les vulnérabilités.

3- Les thèse de Doctorant :

UNIVERSITÉ PARIS DIDEROT - Paris 7, École doctorale : E.E.S.C. "Économie, Espaces, Sociétés, Civilisations", THÈSE DE DOCTORAT en GÉOGRAPHIE

Risques de crue et de ruissellement superficiel en métropole méditerranéenne : cas de la partie ouest du Grand Alger ; Présentée par WAHIBA MENAD ,Thèse soutenue 20 décembre 2012

A travers cette étude, nous sommes arrivés à plusieurs solutions et réponses à plusieurs questions :

De nombreuses réponses peuvent être fournies à cette question :

1) répartition spatio-temporelle de l'événement météorologique différente : on a pu constater avant que la magnitude même de l'aléa s'explique dans la distribution des pluies dans le temps, mais également dans l'espace (épicode de l'événement), ce qui laisse penser qu'en 2007, la distribution de l'événement météorologique a sans doute été différente de celle de 2001. D'où l'intérêt dans ce contexte climatique de mettre en place des stations météorologiques capables de prévoir et de mesurer à une échelle spatio-temporelle très fine les différentes données météorologiques.

2) autres facteurs inconnus : il est possible que la différence de la réponse ne vienne pas uniquement de la répartition dans le temps et dans l'espace de l'événement météorologique, et que ce très grand écart puissent venir d'autres facteurs qui restent pour l'heure non étudiés.

4- Les Mémoires de Mastères :

Note de fin d'études remise pour l'obtention d'un master académique, préparée par l'étudiant : Jagloli Khalil, sous le titre « Utiliser le capteur pour gérer les catastrophes naturelles - une étude de cas de la ville de M'sila »

- 1- Utiliser un système d'alerte précoce pour réduire le risque d'inondation.
- 2- Présenter le système d'alarme et donner des conférences pour former les résidents sur la façon de réagir lorsqu'ils entendent le son de l'alarme

5-Les Livres :

Revisiter ghardaia (algerie) atraverse l'inondation du 1^{ere} octobre 2008, professeur Djilali Benouar, Dar el oumma

Conclusion :

Toutes les études précédentes qui ont étudié le même sujet ont le même point de vue, mais toutes les solutions qui ont été présentées auparavant font défaut, nous avons donc mis quelques solutions dans notre étude

Chapitre 02:

Terminologies (définition des concept)

Introduction :

Les zones inondables sont soumises à différents types d'inondation dont les caractéristiques Influencent le déroulement des crises et l'ampleur des impacts humains et économique. Le Risque n'est pas le mêmes sur les différents territoires exposés puisque ni l'aléa ni la vulnérabilité ne sont les mêmes, les crues surviennent de manière plutôt lente sur le bassin plat alors qu'elles se Produisent de manière extrêmement rapide et brutale sur les bassins pentus Aussi les inondations ne provoquaient pas de catastrophes susceptibles de marquer les esprits. Si les zones inondables n'étaient pas ou peu occupées par l'homme. Le but principal de ce chapitre est la présentation des notions et concepts Fondamentaux liés ainsi que les enjeux et vulnérabilité.

1- La ville :

En l'an 2000, selon les perspectives des Nations Unies (1995), près d'un homme ou d'une femme sur deux vivra en ville. Pour bien prendre la mesure du phénomène, rappelons qu'en 1950, moins d'un tiers seulement dans la population mondiale était urbaine, soit 740 millions de citadins pour environ 1.8 milliards de ruraux. Au lendemain de la seconde guerre mondiale, la population urbaine était surtout concentrée dans les pays développés. Aujourd'hui, la répartition de la population a bien changé, l'urbanisation concerne en premier les pays en développement. En 1996 sur les 2.5 milliards de citadins, 1.5 milliards vivent dans les villes de ces pays. L'urbanisation rapide est donc une caractéristique majeure des pays du tiers monde. Actuellement, 32% de la population des pays en développement réside dans les villes, contre seulement 17% en 1950. L'Amérique latine, est aussi urbanisée que l'Europe (74% d'urbains) et déjà un tiers de la population africaine demeure en ville (34%) même proportion qu'en Asie (35%). [1]

2- L'aléa :

L'aléa est un concept relativement récent qui désigne la probabilité d'occurrence d'un phénomène. L'aléa est principalement fonction de l'intensité du phénomène et de son occurrence. [2]

Par exemple, pour des précipitations pouvant provoquer des inondations brutales, des courbes de quantité-durée-fréquence peuvent être dressées à partir des lois de Gumbell. Une fois ces courbes obtenues, il est possible de définir un aléa à partir d'un seuil donné.

3- L'exposition :

C'est la situation des personnes, des infrastructures, des logements, des capacités de production et d'autres actifs humains tangibles situés dans des zones à risque.

Si un danger se produit dans une zone sans exposition, il n'y a pas de risque. La mesure dans laquelle les personnes exposées ou les actifs économiques sont réellement menacés est généralement déterminée par leur degré de vulnérabilité, car il est possible d'être exposé mais pas vulnérable. [3]

4- La vulnérabilité :

La vulnérabilité La vulnérabilité de l'occupation des sols aux inondations traduit le fait que les dommages économiques directs et indirects, et plus au moins sévères, apparaissent lorsque l'eau inonde une parcelle. De façon classique, des courbes de dommages qui relient entre eux les paramètres de profondeur d'eau et le coût des dommages correspondants peuvent être construites d'une manière classique. La vulnérabilité se définit dans le même espace que l'aléa, à savoir en termes de profondeur, durée et période de retour.

5- Les risques : [4]

Le risque est largement reconnu comme la conséquence de l'interaction complexe entre un aléa et les processus de développement qui génèrent des conditions d'exposition et de vulnérabilité. La clé pour comprendre le risque c'est de reconnaître qu'il est un indicateur des échecs de développement car l'aléa, l'exposition et la vulnérabilité sont affectés par un certain nombre de facteurs de risque, comme la pauvreté et l'inégalité, le développement urbain et régional mal planifié et mal géré, les changements climatiques et la dégradation de l'environnement, une mauvaise gouvernance.

Un risque naturel est un évènement catastrophique d'origine naturelle (l'aléa). On y distingue principalement : les feux de forêt, les inondations, les mouvements de terrain, les cyclones, les tempêtes, les séismes et éruptions volcaniques mais aussi les raz de marées, les invasions d'insectes nuisibles, les sécheresses prolongées... On parle de risque majeur lorsque les dégâts et le nombre de victimes sont importants.

6- les Crues :

La crue correspond à l'augmentation de la quantité d'eau qui s'écoule dans la rivière et peut concerner l'ensemble du lit majeur de la rivière. De nombreux géographes et hydrologues ont adopté le critère qu'une rivière est en crue lorsque son débit est trois à cinq fois supérieur à son débit moyen. De façon plus pratique, on admet qu'une rivière est en crue lorsqu'elle déborde des limites de son lit mineur. Il s'agit d'un phénomène naturel périodique qui n'est exceptionnel que lorsque les débits deviennent considérables par rapport à son module ; on parle alors de crue critique, laquelle peut engendrer une inondation sur les zones riveraines.

Une crue se caractérise par son hydro gramme graphique qui représente les variations de débit en fonction du temps. Plus précisément, c'est la partie montante de Cette hydro gramme qui est appelé « crue », la partie descendante étant « la décrue ». Une crue se définit par différents critères : sa genèse, sa durée, sa fréquence, son débit de pointe et son volume.[5]

7-les Inondations :

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Le risque d'inondation est la conséquence de deux composantes : l'eau qui peut sortir de son lit habituel d'écoulement et l'homme qui s'installe dans l'espace alluvial pour y implanter toutes sortes de construction, d'équipements et d'activités. Au sens large les inondations comprennent les débordements d'un cours d'eau, les remontées de nappes, les ruissellements résultant de fortes pluies d'orages, les inondations par rupture d'ouvrages de protection (brèche dans les digues), les inondations estuariennes résultant de la conjonction de fortes marées, de situations dépressionnaires et de la crue des fleuves.

Conclusion :

Cette partie de travail a été consacré aux théoriques, nous avons essayés de décortiquer les fondements et les concepts de bases nécessaire à la compréhension des notions générale dans notre recherche, nous avons aborder certain termes clés tel l'aléa, l'inondation, la crue.

Chapitre 3 :

Présentation de cas d'étude la vallée du M'zab

Introduction :

Les inondations font partie des catastrophes naturelles les plus dangereuses dans le monde. Tout d'abord, Une inondation est définie comme étant la réalisation d'un risque résultant de la concomitance d'un aléa hydrologique, et d'une vulnérabilité (occupation du sol). Les pertes humaines et économiques qui sont due aux inondations ont massivement augmenté chaque année, ceci n'est pas due forcément à une occurrence ou une intensité plus grande des crues, mais à la croissance du facteur vulnérabilité. Les dégâts qu'engendrent les inondations sont colossaux que ce soit sur le plan humain ou matériel. Selon l'OMM (Office Mondial de Météorologie), environ 1,5 milliards de personnes dans le monde ont été victimes des crues de 1991 à 2000, En Algérie, plusieurs régions du pays ont connu de douloureux événements liés aux crues qui on ravagées les populations, comme celle de l'oued Mzab d'octobre 2008. Ce dernier est connu pour ses crues violentes, qui ont causé, dans le temps, des pertes humaines et des dégâts matériels inestimables. La vulnérabilité a d'autant plus augmenté à nos jours, du fait de l'occupation irréfléchie du lit mineur, par les habitants. La crue d'octobre 2008 à mis en évidence le danger qu'encoure les habitants de Ghardaïa face au crue imprévisibles de l'oued Mzab. Cette crue a provoqué énormément de victimes et des dégâts considérables aux biens (destruction des immeubles, sapement des berges, destruction des infrastructures routières et des réseaux divers, obstructions des réseaux d'assainissement et des voies de circulation ...etc.). La question de sécurité des personnes et des biens est posée aux autorités publiques avec d'autant plus d'acuité que d'autres problèmes conformément au sens de l'Article 07de la loi 04- 20 du 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable : « **Le système de prévention des risques majeurs et de gestion des catastrophes a pour objectifs :**

- **L'amélioration de la connaissance des risques, le renforcement de leur surveillance et de leur prévision ainsi que le développement de l'information préventive sur ces risques.**
- **La prise en compte des risques dans l'utilisation des sols et dans la construction ainsi que la réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens aux aléas.**
- **La mise en place de dispositifs ayant pour objectif la prise en charge cohérente, intégrée et adaptée de toute catastrophe d'origine naturelle ou technologique ».**

La Wilaya de Ghardaïa à laquelle se rattache le présent projet se situe dans la zone septentrionale du Sahara algérien. Au Nord de la Wilaya de Ghardaia, la vallée du Mzab qui entaille profondément le paysage, abrite la célèbre palmeraie et les agglomérations de Daya, Ghardaia, Melika, Beni Izguen, Bounoura et El Atteuf. Le développement récent de la population, qui a doublé au cours des 20 dernières années en entraînant une intense urbanisation, s'est heurté aux contraintes du relief, en particulier à l'étroitesse de la vallée. On a pu assister à une extension incontrôlée de l'habitat dans la palmeraie ainsi que dans des zones inondables, parfois même dans le lit mineur de l'oued et celles des chaabats. Ce dernier phénomène a gravement modifié les conditions de passage des crues et développé de façon inadmissible les risques de destruction et d'accidents majeurs liés à ces événements. Par ailleurs, si l'alimentation en eau de cette population croissante a pu être assurée, malgré l'aridité du climat, en faisant appel à la nappe du continental intercalaire, les conditions de collecte et de traitement des eaux usées ne répondent pas, et de loin, aux besoins et entraînent une pollution importante de la nappe supérieure et une situation sanitaire qu'il convient de corriger. Mesurer les paramètres d'évolution du risque d'inondation et le comprend pour bien gérer ce phénomène.

1- Situations administrative et géographique de la wilaya de Ghardaïa :

La wilaya de Ghardaïa a une superficie de 86105 km² et une population de 413 560 d'habitants au 31 décembre 2011 , avec 09 dairas et 13 communes . Elle se situe au centre de la partie nord du Sahara et issue du découpage administratif du territoire de 1984. L'ensemble de la nouvelle wilaya dépendait de l'ancienne wilaya de Laghouat . Le chef lieu de la wilaya de Ghardaïa est distant d'environ 620 km d'Alger . Elle est caractérisée par des plaines dans le Continental Terminal , des régions ensablées , la Chebka et l'ensemble de la région centrale et s'étend du nord au sud sur environ 450 km.

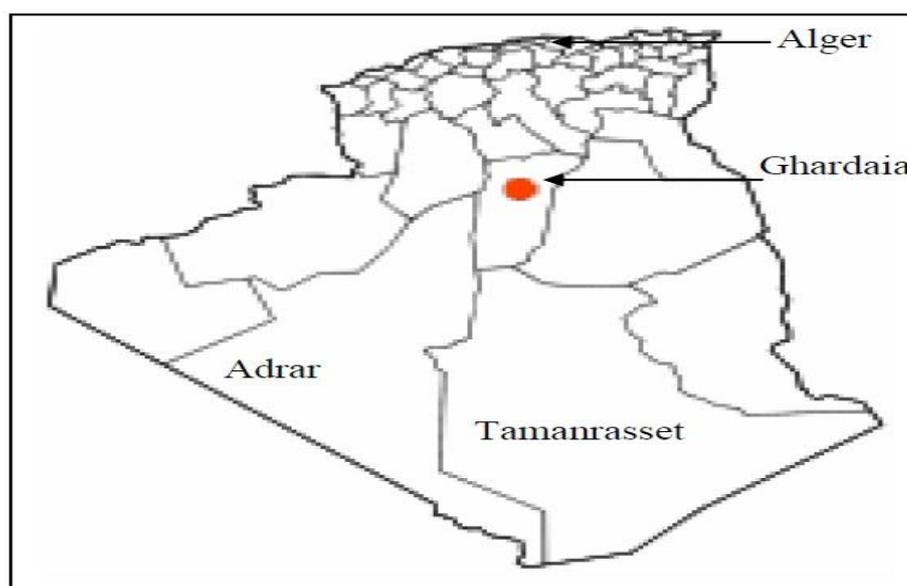


Figure 01: carte de l'Algérie avec situation de Ghardaïa source :(NARH)

2- Les limitées administrative de Ghardaïa :

- Au nord par la wilaya de Laghouat • Au nord Est par la wilaya de Djelfa;
- A l'est par la wilaya d'Ouargla ;
- Au sud par la wilaya de Tamanrasset;
- Au sud-ouest par la wilaya d'Adrar;
- A l'ouest par la wilaya d'El-Bayad.:

3- L'analyse démographique :

S'inscrivant dans un mouvement national de long terme, la croissance de la population connaît un léger fléchissement ces dernières années du fait de la transition démographique. Conjuguant une forte fécondité et une importante immigration, les années 1970 et 1980 apparaissent comme les périodes connaissant les plus forts taux de croissance.

A partir de la fin des années 1980, compte tenu de la structure par âge, de mouvements migratoires, la croissance démographique est le fait de l'accroissement naturel et des flux migratoires. L'analyse démographique revêt une importance particulière dans le développement urbain d'une zone. Par cette analyse, nous comptons présenter un aperçu sur l'évolution rétrospective de la population de la vallée, il est à noter que les informations statistiques sur lesquelles nous nous sommes basés ont été relevées à partir des données suivantes :

Pour l'année **2008**, on a pris en considération les données récentes des résultats du **RGPH 2008** par commune et par dispersion.

Tableau 02 : **Projection de la population de la vallée à l'horizon 2030** source :(ANRH)

	2015	2020	2025	2030
Bounoura	41.490	45.272	48.793	51.945
El-Atteuf	18.513	20.200	21.772	23.179
Daya	14.294	15.597	16.811	17.896
Ghardaia	125.929	137.406	148.097	157.663
Vallée	200.226	218.475	235.473	250.683

3.1- Carte d'occupation du sol dans la vallée :

Sur une surface totale de 3261,88 hectares, 67% est occupée par l'urbanisme, soit 2179,33 hectares. Les zones agricoles ne représentent que 33% de la surface totale, soit 1082,55 hectares"

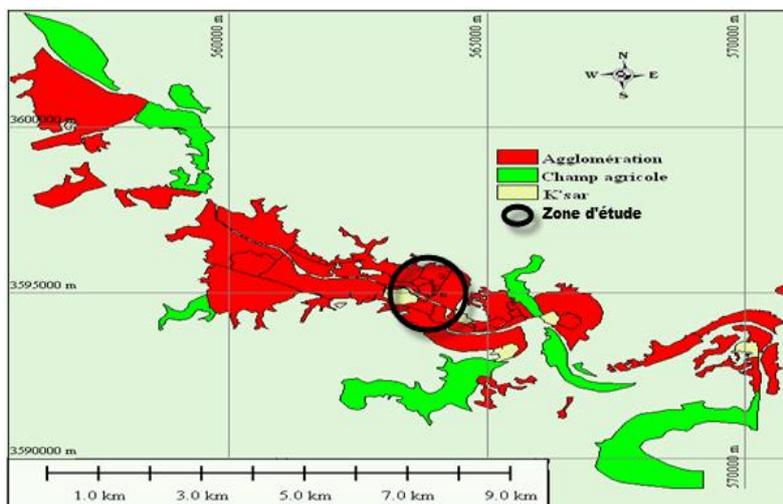


Figure 02: **Carte d'occupation du sol dans la vallée du Mzab** source :(ANRH)

3- Situation Hydraulique :

Tableau 03: Répartition des réseaux d'AEP et d'assainissement source :(ANRH)

Commune	Longueur totale du réseau ml	
	AEP	Assainissement
Ghardaïa	275.200	165.860
Bounoura	55.475	71.985
El-Atteuf	67.070	57.130
Daya	71.000	19.290

Tableau 04: Répartition des ouvrages hydrauliques par commune .source :(ANRH)

Commune	Digues	Capacité m^3	Réservoirs	
			Nombre	Capacité m^3
Ghardaïa	52	302.250	24	29500
Bounoura	11	51.700	9	11500
El-Atteuf	07	32.900	9	8800
Daya	15	83.625	7	7000
vallée	85	470.475	49	56800

5- Analyse des paramètres climatiques :

Le caractère fondamental du climat saharien algérien est caractérisé par la sécheresse de l'air, mais aussi l'existence des microclimats qui jouent un rôle considérable dans les milieux désertiques. Le relief, la présence d'une végétation abondante peuvent modifier localement les conditions climatiques (microclimat). Au sein d'une palmeraie on peut relever un degré hygrométrique élevé pouvant modifier les effets de la température. Il faut tenir compte également du fait que les moyennes de températures sont élevées à l'ombre. La wilaya de Ghardaïa avec des étés aux chaleurs torrides et des hivers doux surtout pendant la journée. Elle est marquée par une grande amplitude entre les températures de jour et de nuit (été/hiver).

5.1- Températures :

La température moyenne enregistrée mois de Juin est de 36,9°C, le maximum absolu de cette période a atteint 44 °C. Pour la période hivernale, la température moyenne enregistrée au mois de Janvier ne dépasse pas 14,4°C, le minimum absolu de cette période a atteint 8 °C.

Tableau 05: **Température pour les dix ans(2010-2020) de la région de Ghardaïa**
source :(ONM)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec
Tmin	8	8	15	20	23	27	30	28	25	18	14	9
Tmax	18	22	24	29	34	40	44	41	36	30	22	20
Tmoy mensuelle	14.4	16.3	21	27	31.7	37	41	40	35	28	20	15

Pratiquement les pics de températures pour les maximas autant pour les minimas sont atteint durant les deux mois juillet et août, cependant l'ascendance de la courbe se fait à partir du mois de Mai et commence la régression à partir de Septembre c'est ce qui apparait à partir de cette représentation très caractéristique au climat de la vallée.

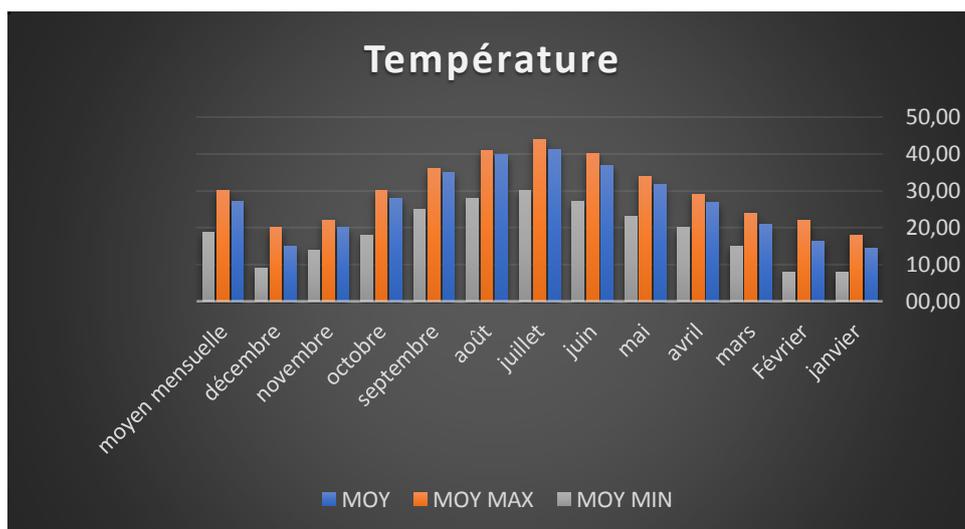


Figure 03: **Variation des températures moyennes mensuelles**

Les colonnes représente des températures (min, max et moy) montrent pratiquement la même allure avec chacune, Un axe de symétrie (mois de janvier). Ce qui nous remarque trois périodes bien distinctes.

- Une phase allante du mois d'Avril à Juin marquée par une nette progression des températures.
- Une période stabilité maximale de mois de Juin à Aout.
- Une période qui débute au mois de Septembre ou les températures baissent Pour atteindre leur minimum au Décembre

5.2- précipitation :

Généralement les précipitations sont très faibles et irrégulières dans tout le Sahara, le cas Ghardaïa interprète vraiment ce critère climatique, les valeurs maximales son

enregistrées au mois de Septembre (8.29mm), et la valeur le plus moins a été enregistrées au mois de Février (2.4mm). Ce qui explique la sécheresse de la région étudiée.

Tableau 06: **Données de Pluviométrie 2010 – 2020** source :(ONM)

<i>Mois</i>	<i>Pluviométrie en mm</i>
<i>Janvier</i>	2,8
<i>Février</i>	2.4
<i>Mars</i>	6,7
<i>Avril</i>	5,1
<i>Mai</i>	4,4
<i>Juin</i>	4,2
<i>Juillet</i>	2,8
<i>Août</i>	6, 2
<i>Septembre</i>	8,3
<i>Octobre</i>	4,3
<i>Novembre</i>	3,6
<i>Décembre</i>	2,7
<i>Moy. mensuelle</i>	5.2

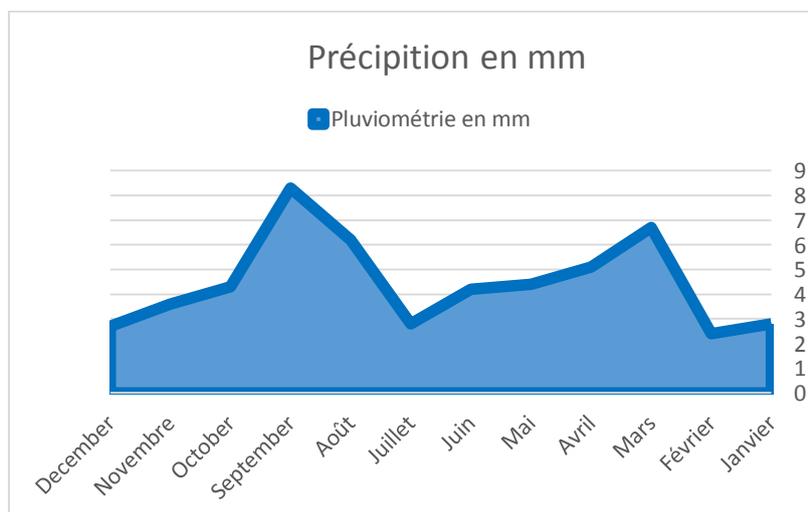


Figure 04: **Variation des précipitation de région de Ghardaïa (2010-2020)**

5.3- Humidité :

L'humidité relative de l'air est le rapport, exprimé en (%) de la tension de vapeur d'eau à la tension de vapeur d'eau saturante, c'est un élément atmosphérique très important puisqu'il donne le taux de condensation de l'atmosphère.

L'humidité moyenne de région est très faible pendant le mois de juillet avec une valeur de l'ordre de 20.60% et importante au mois de décembre avec une valeur de 62.40%.

Tableau 07: **Variation d'humidité moyenne mensuelles de région de Ghardaïa(2010 – 2020) source :(ONM)**

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Hum %	56.59	48.4	41.19	35.2	29.49	25.69	20.59	24.69	32.39	40.59	51.7	62.39

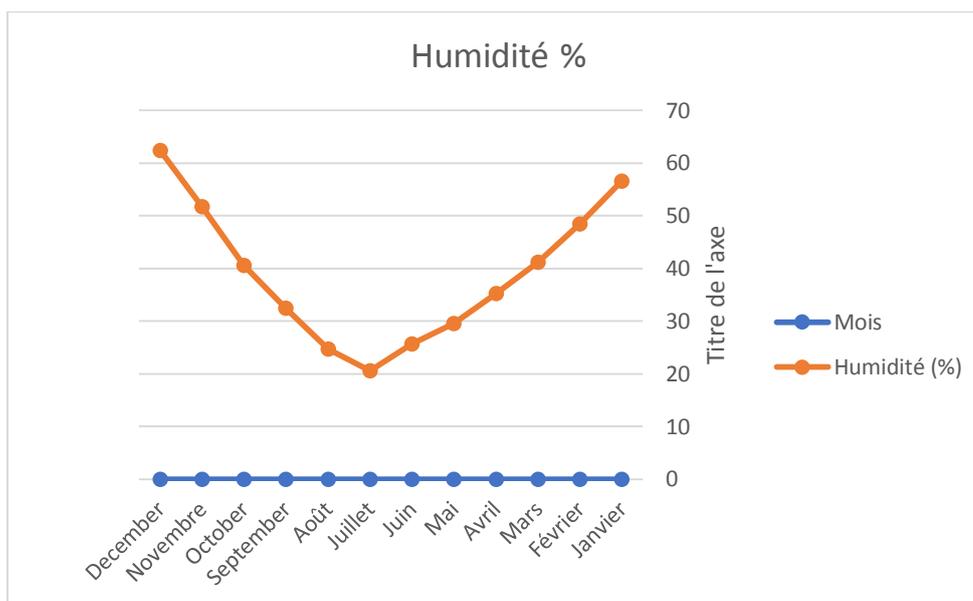


Figure4 : **Variation d'humidité moyenne mensuelles de région de Ghardaïa (2010-2020)**

5.4- Les vents :

Pendant certaines périodes de l'année, en général en mars et avril, on assiste à de véritables tempêtes de sable, les vents de sable sont très fréquents dans la région d'El-Méniaa surtout pendant le printemps (avril, mai, juin).

Pour ce qui est du sirocco, une moyenne annuelle de 11 jours/ an pendant la période (mai à septembre). Les vents dominants d'été sont forts et chauds tandis que ceux d'hiver sont froids et humides.

Tableau 08: **La vitesses moyennes mensuelles des vents de la région de Ghardaïa(2010 – 2020) .source : (ONM)**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
V	21.89	25.09	26.5	26.5	25.9	24.89	21.39	19.69	20.6	20	21.69	20.39

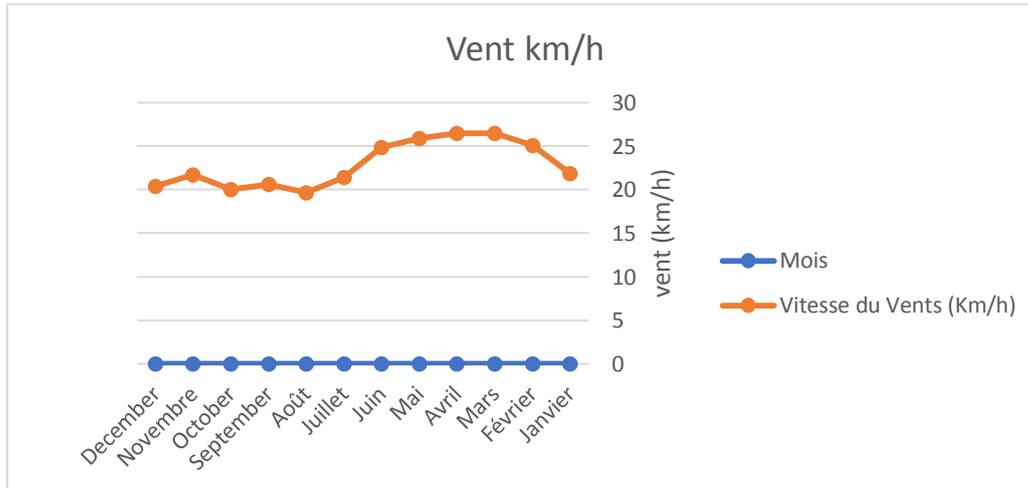


Figure 5: **Variation des vitesses moyennes du vent dans la région de Ghardaïa (2010-2020)**

On remarque que le maximum des vitesses est enregistré au mois de Mars et avril avec une valeur de l'ordre de 26.5km/h et le minimum est observé au mois d'Aout avec une valeur de 19.70km/h.

6- Les ressources en eau :

La wilaya de Ghardaïa, comme toutes les zones sahariennes connaissent une évaporation plus importante que le niveau de précipitations.

La principale source de l'eau utilisable dans la wilaya de Ghardaïa, c'est l'eau fossile située dans la couche géologique du Continental Intercalaire (C.I ou nappe albienne).

Cette nappe contient une réserve importante des eaux non renouvelables situées en dessous du grand erg oriental ; le nombre des forages albiens exploités dans chaque commune.

7- L'hydraulique :

L'origine des ressources hydriques de la wilaya de Ghardaïa est essentiellement souterraine (nappe du complexe terminal et nappe du continental intercalaire). Néanmoins les réserves sont méconnues.

Les eaux sont captées au moyen de :

- Forages
- Puits.

Les capacités hydriques annuellement mobilisées s'élèvent à 360,05 hm^3 et sont affectées aux différents pôles d'utilisation d'Adduction en Eau Potable (A.E.P), Adduction en Eau Industrielle (A.E.I) et Adduction en Eau d'Irrigation (A.E.Ir).

La dotation moyenne en A.E.P est de 180/litres/jour/habitant.

La part affectée à l'industrie est de 4,15 % hm^3 /an, alors que l'agriculture est de 54,24% hm^3 /an.

Le sable ne domine pas dans le Sahara, les sols désertiques sont surtout pierreux. Les sols argileux couvrent une grande partie des déserts. La surface d'un sol argileux se dessèche très rapidement après une pluie. Cependant la déshydratation pénétrant de plus en plus

profondément, l'évaporation devient de plus en plus profonde et la zone d'évaporation de plus en plus basse. En surface, sous l'ardeur du soleil, l'évaporation peut donc appeler l'eau souterraine salée à remonter imprégnant l'argile, et rendant les sols salins. On dénombre de nombreuses dépressions salines (sebkhas). Certaines régions sont caractérisées par une forte présence de gypse de 20 à 40cm de profondeur, qui cimente les particules des sols argileux ou sableux. Le gypse est une roche sédimentaire formée de sulfate de calcium hydraté cristallisé. On l'appelle encore « pierre à plâtre » car chauffée entre 150°C et 200°C, le gypse perd de l'eau et se transforme en plâtre. 8- La structure géologique de la wilaya de Ghardaïa se compose de :

- D'ergs (massifs de dunes)
- De regs (plaines caillouteuses)
- De hamadas (roches)

8- La géologie et la topographie de la région :

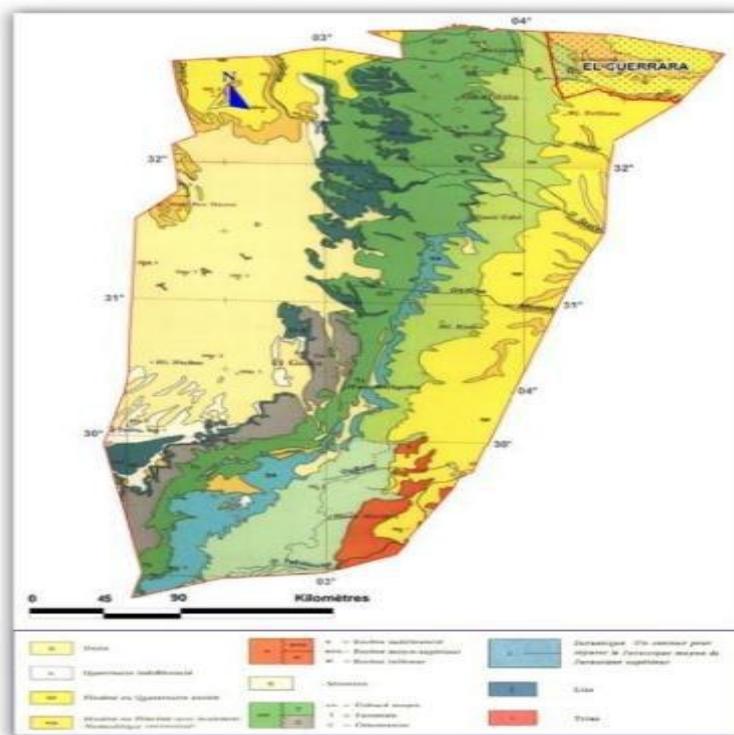


Figure 6 : carte géologique de la wilaya de Ghardaïa(ANRH ,2010)

9- Carte des zones inondables de la vallée :

Etant établi sur la base d'une hauteur d'eau de 7 mètres dans le lit mineur de l'oued, on constate que 60% des berges de l'oued, soit une surface totale de 624,33 hectares va être inondée à une hauteur d'eau de 1 mètres.

10- La vallée du M'Zab :

La vallée du M'Zab s'étend sur une superficie de 4000 ha depuis Dayet Ben Dahoua jusqu'au barrage d'El Atteuf.

L'ensemble géomorphologique dans lequel s'inscrit la vallée du M'Zab est un plateau rocheux, le Hamada, dont l'altitude varie entre 300 et 800 mètres où le ruissellement est très important. Le paysage est caractérisé par une vaste étendue pierreuse où affleure une roche nue de couleur brune et noirâtre. Ce plateau a été masqué par la forte érosion fluviale du début du quaternaire qui a découpé dans sa partie Sud des buttes à sommets plats et a façonné des vallées. L'ensemble se nomme la Chebka «filet» à cause de l'enchevêtrement de ses vallées. L'oued M'Zab traverse ce filet de 38 000 km² du nord-ouest vers le sud-est. Les Ibadites ont édifié, entre 1012 et 1347, cinq ksour dans la vallée du M'Zab. Ces cinq villes sahariennes, avec une architecture compacte, dominent la vallée sur des pitons rocheux. Leur tissu urbain est du type adio concentrique ou la mosquée est l'élément ordonnateur de l'ensemble.

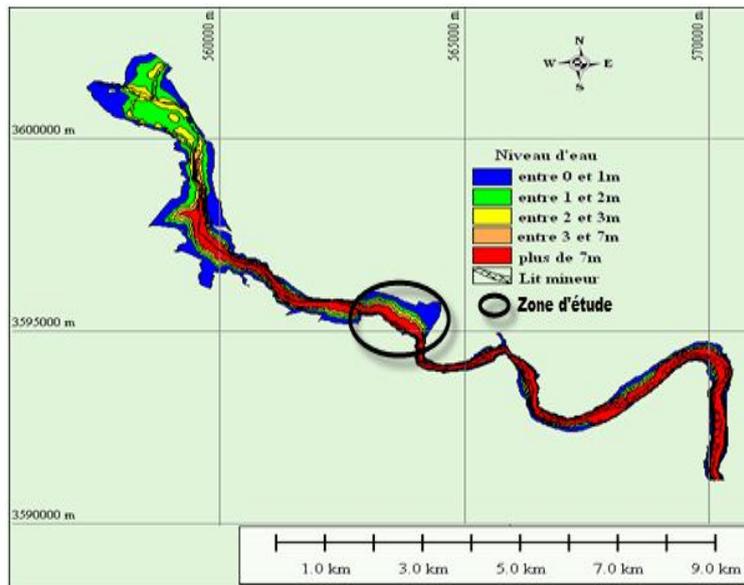


Figure 7: Carte des zones Inondables de la vallée du Mzab (2008)(ASAL)

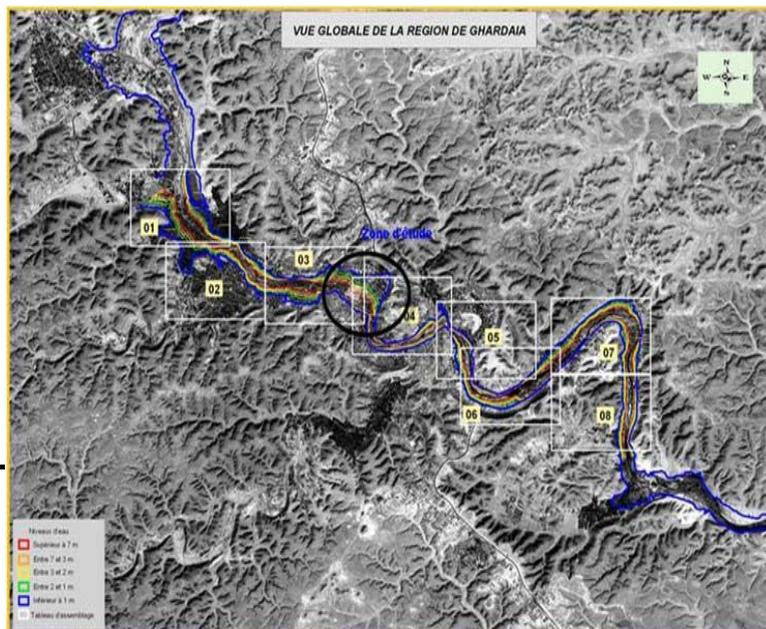


Figure8: **Carte des zones inondables de la vallée du Mzab suite à la crue du 01/10/2008 (ASAL).**

11- L'humidité du sol :

Elle liée aux pluies antérieures, influe sur l'aptitude au ruissellement. Or la durée des sécheresses séparant les jours de pluie est globalement moindre quand la pluviométrie annuelle s'accroît. En région semi-aride, l'humidité du sol peut atteindre, même avec des durées de sécheresse brèves, des valeurs faibles correspondant alors à des conditions semblables de l'humidité du sol en zone désertique. Dans le sud du Sahara et le Sahel, en régime de Mousson, la sécheresse annuelle qui alterne avec la saison des pluies atteint 8 à 9 mois. Elle est d'autant plus longue que l'on se rapproche du Sahara. Elle y apparaît donc plus sévère que dans le nord du grand désert où, malgré des pluviométries annuelles inférieures à 100 mm, les pluies sont mieux réparties tout au long de l'année.

On peut toutefois se demander si les plus fortes crues sur lesquelles se calent les évaluations ne se produisent pas dans des conditions de saturation de la surface plus fortes que celles qui peuvent préexister au Sahara avant une crue. En effet, dans ces régions de référence, étant donné un total annuel supérieur, les pluies antérieures à celle qui est responsable d'une crue remarquable sont susceptibles d'être plus copieuses qu'au Sahara. Les caractéristiques des crues de référence ont été observées pour des conditions antérieures moyennes, en début de saison des pluies. En fait, la nature des états de surface joue un rôle plus important que leur humidité.

La difficulté d'affecter un indice d'humidité aux surfaces, avant l'averse en cause, fait que ce paramètre n'est généralement pas pris en compte dans les méthodes d'évaluation globale. Dans le Sahel, on rencontre dans la première moitié de la saison des pluies des conditions de surface assez comparables à celles qui peuvent s'établir au Sahara lorsque, dans cette dernière région, des précipitations se succèdent à quelques jours d'intervalle. Ceci est d'autant plus vrai que l'on se dirige du Sahel vers le Sahara méridional, car les conditions y sont plus arides et la saison sèche plus longue. Cette saison sèche est d'ailleurs généralement plus sévère dans le nord du Sahel que dans la région de Ghardaïa où les pluies sont mieux réparties tout au long de l'année. Il est ainsi fréquent d'observer de fortes crues sahéniennes en début de saison des pluies, alors que les sols ne sont pas encore recouverts d'un tapis herbacé.[6]

12- La perméabilité des terrains :

Elle joue un rôle important. Dans le Sahel, les faibles pentes font que les parties aval sont souvent couvertes de matériaux très fins donc imperméables, alors que dans le Mzab comme dans le Nordeste, on trouve le plus souvent des alluvions perméables dans le bas des talwegs et dans les lits majeurs. Cependant, la dégradation hydrologique y est moins importante dans ces deux dernières régions que dans le Sahel, en raison des reliefs qui ne s'affaiblissent pas vers l'aval.

Dans le Sahel, la plupart des sols se couvrent d'une pellicule imperméable dès le début de la saison des pluies. Malgré la présence de sables éoliens perméables, on peut dire alors que les sols sont assez peu perméables. Ceci tend à imposer, comme base de départ pour la

fonction de production, les propriétés des états de surface, et non des sols sur une grande épaisseur. Dans le Nordeste par contre, les sols ne sont pas très imperméables.

Bassins imperméables avec quelques zones perméables de moins de 75% de la surface, ou bassins homogènes presque imperméables. Ces bassins sont parfois indicés aussi en « Imp ». Ils sont recouverts de reg et de glacis, de colluvions argileuses et d'argile dans les bas-fonds, même avec fentes de retrait. Dans une certaine mesure, des sols sablo-argileux ou argilo-sableux et même parfois sableux, s'ils sont recouverts d'une pellicule superficielle imperméable, peuvent entrer dans cette catégorie.

Dans le Mzab, comme en témoignent les photos aériennes obliques et verticales, le bassin est bien homogène. Les terrains dominants, sans couverture pédologique, permettent de classer les bassins imperméables avec quelques zones perméables de moins de 75% de la surface, les zones d'épandage détritique représentant moins de 15% de la surface. Toutefois certaines parties basses des hauts bassins de l'oued El Abiodh, tels que celui où se trouve la Daiet Belkhassem, devraient être classés en P3 pour tenir compte de leur nature détritique. Cependant, en l'absence d'une reconnaissance de terrain, on demeurera prudent car des croûtes peuvent rendre en surface les sédiments plus imperméables qu'il n'y paraît. [7]

13- Réseau hydrographique :

L'oued Mzab prend naissance à 7 km au Nord-Ouest de Ghardaïa, au point où se rejoignent trois oueds en provenance du secteur Ouest / Nord-Ouest; les oueds El Abiod et Lahdhira sont les plus importants (longueurs de 50 à 60 km), l'oued Argdeine est plus local. A partir de Ghardaïa, l'oued Mzab prend la direction générale Ouest - Est sur 160 km et va se perdre dans la Sebket Safioune, à la cote 110, à 30 km au Nord de Ouargla. Il occupe une bande variant en largeur de 2 à 5 km représentant en tout une surface maximale de l'ordre de 70 à 80 km². A l'amont, les importants oueds Lahdhira et El Abiod n'en forment plus qu'un qui est rejoint, moins de deux kilomètres plus bas, en rive droite, par l'oued Argdeine plus modeste et par le chaabet Inireze en rive gauche. Deux kilomètres en aval, l'oued Touzouz, long de 6 km environ, rejoint l'oued principal en rive droite. Dans toute cette région, les lits des oueds sont relativement larges, de l'ordre du kilomètre. Dans cette quasi-plaine, entre les oueds Lahdhira et Argdeine, l'agglomération de Dhayet Ben Dhahoua et sa palmeraie ont été érigées. Le confluent des oueds Mzab et Touzouz marque le début de la palmeraie de Ghardaïa, plaine semi-naturelle où subsistent les vestiges des digues historiques qui alimentent encore partiellement un réseau d'irrigation ingénieux. La palmeraie abrite les maisons d'été des gens de Ghardaïa entre lesquelles s'est glissée une urbanisation éparsse qui la ronge. La semi-plaine qui suit la palmeraie est totalement urbanisée de façon dense sur une largeur de l'ordre du kilomètre traversée par deux oueds Akhalkhal et Benghanem. Vient alors, en rive droite, Ghardaïa ksar, la vieille ville sur sa colline.

La vallée se resserre ensuite avec la digue de Melika qui barre l'oued, Melika ksar en rive gauche et Béni Izguen précédée de ses quartiers urbains neufs en rive droite. La palmeraie de Béni Izguen se situe sur l'oued N'Tissa, affluent de rive droite de l'oued Mzab et barré de deux digues traditionnelles. Presque en face du confluent, on trouve Bounoura ksar avec ses quartiers neufs en contrebas et sa modeste palmeraie. Les dix kilomètres qui suivent sont occupés par la palmeraie d'El Atteuf tout en longueur, parsemée d'habitations sur les deux rives. El Atteuf ksar se présente à mi-parcours de sa palmeraie. Tout à l'aval, la digue

historique d'El Atteuf est suivie d'une vaste zone humide où stagnent les eaux de l'oued qui sont constituées avant tout par les rejets de l'amont.

La zone habitée le long de l'oued affecte ainsi l'aspect d'une longue bande orientée Nord-Ouest Sud - Est. Elle est traversée en son centre par la route nationale N°1 qui vient du Nord, traverse l'oued au pont de Bounoura et se poursuit en s'infléchissant vers le Sud-Est. A environ 20 km, au Sud, un embranchement sur la RN 1 conduit à l'aérodrome tout proche de Ghardaïa. C'est le long des dix premiers kilomètres de ce tronçon de la route que se situe la zone industrielle principale de Ghardaïa.

Comme le montre la figure n°10, la zone de l'étude se trouve au cœur de la chebka, région à dominance calcaire. Les cours d'eau, très nombreux dans la chebka sont de débit très variable, fréquemment à sec, et ne sont en crue en moyenne que tous les deux ans. D'une extrémité de la vallée à l'autre, les côtes du lit passent de l'amont à l'aval de 530 à 440 environ la pente moyenne est ainsi quelque peu supérieure.

À 3°00. La vallée, large en amont, se resserre en aval et, comme toutes les vallées adjacentes, elle est découpée dans un "plateau" supérieur à la cote maximale de 600 environ à l'amont et 550 à l'aval. Ses flancs sont partout relativement escarpés (30 à 50 %) sur une hauteur variant de 50 à 70 m à l'amont et 100 à 110 à l'aval.

Dans toute la zone décrite ci-dessus, la végétation spontanée est très rare et ne se rencontre qu'en bordure des oueds. Les espèces qui reverdissent après chaque pluie sont des herbacées et des arbustes appartenant à la flore saharienne.

Conclusion :

La wilaya de Ghardaïa possède un climat subtropical humide et chaud sans saison séché, les vents d'hiver sont froids et relativement humides par contre les vents d'été sont forts et chauds.

Chapitre 4 :
La genèse des crues et des inondations dans la
vallée du M'zab

Introduction :

Entre 1994 et 2004, les catastrophes naturelles ont touchées 2,5 milliards de personnes et ont causé le décès de 478 100 personnes, et des pertes économiques estimées à 690 milliards de dollars. Parmi ces catastrophes, les inondations demeurent l'une des catastrophes naturelles les plus dévastatrices, touchant plusieurs pays à travers le monde. Similairement aux autres pays du monde, le passé de l'Algérie a été marqué par de nombreuses inondations. Au cours de la décennie écoulée, les inondations en Algérie sont les plus meurtrières de L'aléa celles survenues dans les pays du bassin méditerranéen Comme les inondations Ghardaïa 2008, Bab El Oued- Alger10-11 novembre 2001 : pluies L'enjeu diluviennes, 733 victimes, 30 000 de sans-abris et d'importants dégâts matériels.

1- Les évènements historiques en Algérie :

Tableau 09 : les événements historiques en Algérie [8]

Date	Localisation	Dégâts	Victimes
20 Octobre 1993	Chlef	D'importants dégâts Matériels	22 décès et 14 blessés
10 et 11 Novembre 2001	Bab El Oued	D'importants dégâts Matériels	733 décès et 30000 sans-abris
1er octobre 2008	Ghardaïa	600 maisons détruites	33 décès
1er octobre 2011	El Bayard	170 maisons et 02 ponts Détruits	11 décès

2- Historique des principales inondations de vallée de M'Zab : [29]

La vallée du M'Zab est soumise au phénomène du risque inondation par le fait de sa situation géomorphologique et l'urbanisation anarchique par l'occupation des zones inondables. Cette région a connu différentes inondation à travers le temps dont certaines sont très importantes, selon le climatologue et hydrologue français Dubieff , qui a travaillé plus de 40 ans sur la pluviométrie au Sahara Algérien , retient le fait que si lors d'une crue les eaux atteignent sebkha Séfiouane située dans la wilaya de Ouargla à environ 180 Km de Ghardaia , on peut considérer que celle - ci est cinquantenaire.

Sur le plan chronologique, la première crue dévastatrice remonte à 1306, une autre exceptionnelle, date d'octobre 1884, mais celle du 30 septembre 1901 a été rapportée avec le maximum de détails, entre autres la hauteur de l'eau qui a atteint les 10 m, comme par hasard, elle correspond au 30 septembre 2008.

**Liste des crues de l'oued Mzab
De 1921 à 1937[10]**

Dates des crues	Importance	Observations
28 mai 1921	Importante	La crue arrive au 3ème barrage, la palmeraie est inondée.
23 mai 1923	Importante	Inondation des oasis de Ghardaïa, Melika, Bou Noura, El Atteuf. Atteint Zelfana à 64 km en aval de Ghardaïa, à 150 km de la source.
15-17 mars 1925	Importante	Dépasse Bou Noura après avoir rempli tous les barrages situés en amont.
7 septembre 1929	Importante	Remplit tous les barrages et inonde les oasis.
29 mai 1931	Importante	Inondation partielle de l'oasis de Ghardaïa.
8 novembre 1932	Importante	Coule jusqu'au barrage ; oasis arrosée.
Décembre 1932	Importante	Remplit les barrages de Ghardaïa et s'arrête à celui de Melika.
3 novembre 1933	Importante	les barrages de Ghardaïa, Melika, et Bou Noura. S'arrête à celui d'El Atteuf qui n'a pas été atteint depuis 1923.
23 avril 1935	Peu importante Inondation	partielle de l'oasis de Ghardaïa

De 1938 à 1951

D'après les états mensuels fournis par l'Annexe de Ghardaïa depuis avril 1938.
Complétés par ceux du poste Météorologique de Ghardaïa.

Dates des crues	Importance	Observations
18 avril 1938	Importante	Coule jusqu'à la ville de Ghardaïa
25 novembre 1938	Importante	Inondation totale des oasis de Ghardaïa, Beni Izguen, partielle de celle de Bou Noura (Oued Zouil).
Février 1939	Importante	Arrive jusqu'à El Atteuf, remplissant à moitié le barrage d'aval de l'oasis. Tous les barrages situés sur le parcours aval de l'oued ont été remplis.
Mars 1940	Légère	Crues des affluents des oueds El Abiodh et Mzab. Le barrage dit "Habbas Djedid") presque entièrement rempli.
Mars 1941	Importante	Inondation de la palmeraie ; premier barrage (à 1500 m en amont du Ksar) rempli.
Avril 1941	Moyenne	Inondation de l'oasis; barrage en parti rempli.
7 juin 1942	Moyenne	Crue des oueds secondaires.

18 février 1943	Faible	Oued Adira au NW de Ghardaïa.
Mars 1943	Faible	Partie N de la palmeraie arrosée.
Avril 1943	Faible	Inondation partielle de l'oasis. Fortes crues des oueds secondaires.
Octobre 1943	Importante	Inondation de l'oasis de Ghardaïa; premier barrage rempli.
Décembre 1943	Importante	Inondation partielle de l'oasis de Ghardaïa
Février 1944	Peu importante	Inondation partielle de l'oasis de Ghardaïa
Mars	Peu importante	
21 janvier 1946	Très importante	Inondation de toutes les oasis. L'oued Mzab est arrivé à El El Atteuf, tous les barrages ont été remplis sauf El Atteuf qui ne l'a été qu'en partie
24 avril 1946	Assez importante	Inondation de la partie N de l'oasis de Ghardaïa.
15 septembre	Faible Inondation	partielle de l'oasis de Ghardaïa.
6 avril 1947	Moyenne	Inondation partielle de l'oasis de Ghardaïa.
Septembre 1948	Forte soueds	Inondation partielle de l'oasis de Secondaires. Ghardaïa.
24 mars 1949	Légère	Inondation partielle de l'oasis de Ghardaïa.
24 avril 1949	Importante	Inondation de l'oasis de Ghardaïa. Barrages partiellement remplis.
6 septembre 1950	Forte	Inondation partielle de l'oasis de Ghardaïa.
Octobre 1950	Forte	Inondation de l'oasis de Ghardaïa; barrage de Ghardaïa rempli.
5 mars 1951	Forte	Inondation de l'oasis de Ghardaïa. La crue arrive jusqu'à El Atteuf.

De 1951 à 1953

<i>Dates des crues</i>	<i>Importance</i>	<i>Observations</i>
13/19sept 1951	Moyenne	Crue moyenne des oueds secondaires Bouchamdne, Takdit, Touzouz, Argdane. Une partie de la palmeraie a été arrosée. Une crue de l'oued Mzab a été signalée dans son cours inférieur (renseignement de l'annexe d'Ouargla).

2 octobre 1951	Forte	L'oued Mzab est arrivé jusqu'à El Atteuf, après avoir rempli les barrages de Ghardaïa et Melika. Plus en aval, la crue alimentée par les affluents inférieurs du Mzab atteint Hassi Chegga le 4 octobre. Le 17 le lit de l'oued était encore humide ; un plan d'eau de 250 m ² subsistait à Chaab Mzab.
24 avril 1952	Très forte	La chute de pluie a été considérable à partir d'un point situé à 15 km en amont de Ghardaïa et jusqu'au-delà de Zelfana. Les oueds du bassin supérieur du Mzab n'ont pas ou peu coulé (oueds El Kekakh, El Abiod, Djaref). A Ghardaïa, la crue ne s'est fait sentir qu'à partir de la Dhaïa ben Dahoua; elle est de courte durée, mais violente par suite d'un ruissellement intense. A Zelfana, le débit maximum a pu être évalué entre 500 et 1000 m ³ /s. La crue emporta des tentes, noya plus de 1200 têtes de bétail (renseignements d'Ouargla).
23 sept 1952	Assez forte	Crue de l'oued Mzab alimentée par les oueds immédiatement en amont; barrages remplis. Forte crue de l'oued N'Tissa qui remplit le barrage d'El Atteuf: léger déversement de celui-ci. Le barrage de Beni-Izguen a été très endommagé. L'oued coule en aval d'El Atteuf, grâce aux crues des oueds inférieurs et surtout Noumerat.
Mars 1953	Faible	La palmeraie de Ghardaïa a été partiellement arrosée.
12 juillet 1953	Faible	Oued Zouil. Quelques jardins de l'oasis de Bounoura ont été arrosés.
5 septembre 1953	Faible	Oueds secondaires: Touzouz, Akhalkhal, ... Les crues sont arrivées

De 1954 à 1996

Lacune d'information, et liste incomplète.

<i>Dates des crues</i>	<i>Importance</i>	<i>Observations</i>
Fin octobre 1984	Importante	Au moins le barrage en amont de la palmeraie de Ghardaïa est rempli.
11 mai 1990	Importante	Laisse de crue repérée à l'altitude de 498,85 à la distance de 473,70 m en amont du pont Adaoud.
2 juin 1991	Très importante	Nombreux dégâts.
1993	Probable forte.	
30 sept 1994	Très importante	
8 octobre 1995	Assez forte	
2008	Importante	Des pluies diluviennes, accompagnées de violents orages ont provoqué une importante inondation de 152 mm, entraînant l'effondrement d'une C'est une crue exceptionnelle puisqu'elle a

		atteint la Sebka Séfiouane . retenue collinaire construite en construite en 2005 au niveau de l'oued Lahdhira.
--	--	--

La vallée du M'Zab présente une forte vulnérabilité face aux risques d'inondations en raison de la morphologie de son site et de l'urbanisation anarchique qui s'est développée dans les zones inondables.

La période récente a vu un mouvement d'inondations dans la ville de Mitlili 2011, il n'y a pas eu de pertes, puis en 2017, les pluies torrentielles qui sont tombées ont entraîné l'inondation de la vallée de la ville de Mitlili Chaanba dans l'état de Ghardaïa. Vallée de Metlili Vallée de Metlili Bien qu'aucune perte humaine n'ait été enregistrée en raison de l'inondation de la vallée, elle a causé des pertes matérielles importantes. OÙ de nombreux jeunes ont risqué leur vie pour sauver les personnes emportées par les torrents. Il est à noter que ces pluies connues à Ghardaïa n'ont pas été observées depuis 2011

Les crues dont a été témoin la commune de Metlili2018, ont inondé de nombreux commerces et maisons des quartiers du centre-ville, comme le quartier de l'ancien palais, mais aussi, ces inondations n'ont pas entraîné de pertes humaines. (Voir le photo16)



Figure 9 : L'état de débordement d'oued Metlili 2018

3- Catastrophe de 1^{er} octobre 2008 :

Durant les derniers jours du ramadhan (mois sacré chez les musulmans) lundi 29 septembre 2008, puis le mardi 30 septembre et le jour de l'Aïd (fête chez les musulman marquant) la fin du « ramadhan » et après une sécheresse de quatre années des pluies diluviennes et de violents orages ont commencé s'abattre sur la région de Ghardaïa.

Le mercredi 01 octobre 2008 à l'aube lorsque la population de la vallée du M'Zab allait se rendre aux mosquées pour effectuer la prière de l'Aïd, ce fut la catastrophe provoquée par le débordement des oueds ..

Aucun n'avait imaginé que des pluies durant la fin du mois de septembre et le premier jour du mois d'octobre, généralement sans grande crainte allaient plonger la région dans une profonde catastrophe.

Cette journée qui devrait être une journée de joie chez toute la population de la vallée et sa région a tourné au drame. (voir le photo 17 ; 18)

Les habitants de la vallée du M'Zab n'oublieront jamais la fête de l'aïd el Fitr de l'Année 2008.



Figure 10 : L'état de débordement d'oued Mzab le 1 octobre 2008



Figure 11 : débordement de barrage habass djeddid

Après un temps en soleillé durant une grande partie du mois de septembre, les deux jours de pluie (28 et 29 septembre) qui s'en suivirent ont été accueillis comme un Bienfait de la nature sans qu'aucune alerte de risque d'une catastrophe ne soit donnée par les services de la météo.

Dans la nuit de mardi à mercredi, quelques pressentiments régnaient à cause des fortes pluies qui se sont abattues sur la région.

Des précipitations en durée et intensité dans les bassins versants situés entre Laghouat et El Bayadh sur un territoire de plus de 15000 Km² ont alimenté en partie la crue de l'oued M'Zab. Les services de la météo ont relevé le mercredi 01 Octobre 2008, 50 millimètres à Hassi R'mel, région située au nord de Ghardaïa à 126 km. (voir le photo 19)



Figure 12 : répartition des précipitations sur la région de Ghardaïa le 01 octobre 2008

Les Conséquences : Le bilan de la catastrophe survenue le 01 octobre 2008 à Ghardaïa a causé la mort de 43 personnes, 86 blessés, 3553 habitations complétement détruit, 12550 autres ont été touchées et des dizaines de famille sans abris.

Des quartiers (cité El Quaria, Baba Sâad, Baba Oudjana etc) ont connu une submersion des eaux avec un niveau très important.

Plusieurs voitures, camions et bus ont été endommagés dont certaines d'entre eux ont été emportés par la crue ou ensevelis sous les coulées de boue.

Dans le secteur de l'éducation, 14 écoles fondamentales 04 collèges d'enseignement moyen et un lycée ont été affectés par l'inondation privant les élèves durant une période de rejoindre les bancs d'écoles.

Des édifices sanitaires et commerciaux ont également subi des dégâts plus ou moins importants.

Le secteur agricole a été lui aussi également très touché puisque des centaines d'hectares ont été submergés ainsi que des dizaines de têtes de bétails étaient emportées par la crue.

Les dégâts occasionnés aux infrastructures sont importants (le réseau d'assainissement fortement endommagé. Détériorations de ponts, de digues, de routes, envasements des rues etc.)

Selon Khoudir Sekouti, président de la commission de l'urbanisme et de l'équipement de la wilaya de Ghardaïa, a soutenu que les raisons des dégâts majeurs subis par les populations sont dues à deux raisons principales, à savoir, l'inondation de l'Oued M'Zab et l'effondrement des murs du barrage El-Djarref d'Adira distant de 25 km du chef-lieu de la wilaya de Ghardaïa.

Il faut savoir aussi que les eaux ont rencontré des ouvrages comblés d'ordures, des troncs d'arbres etc...

L'étendue des dégâts observés s'explique en partie par l'intensité de l'inondation elle-même et aussi par une forte prédominance urbaine sur toute la ville de Ghardaïa, dont 45% de la population totale de la wilaya est fixée. .

Les dégâts de la catastrophe sont estimés à 05 milliards de dinars (46 millions de dollars américains) [25]

Le 06 octobre 2008, lors du conseil du gouvernement, il a été décidé que neuf communes de la wilaya de Ghardaïa sont déclarées sinistrée, il s'agit de Ghardaïa, Ben Dahoua Bounoura, El-Atteuf, Berriane, El Guerrara, Zelfana, Métlili et SebSeb.(voir le photo 20)

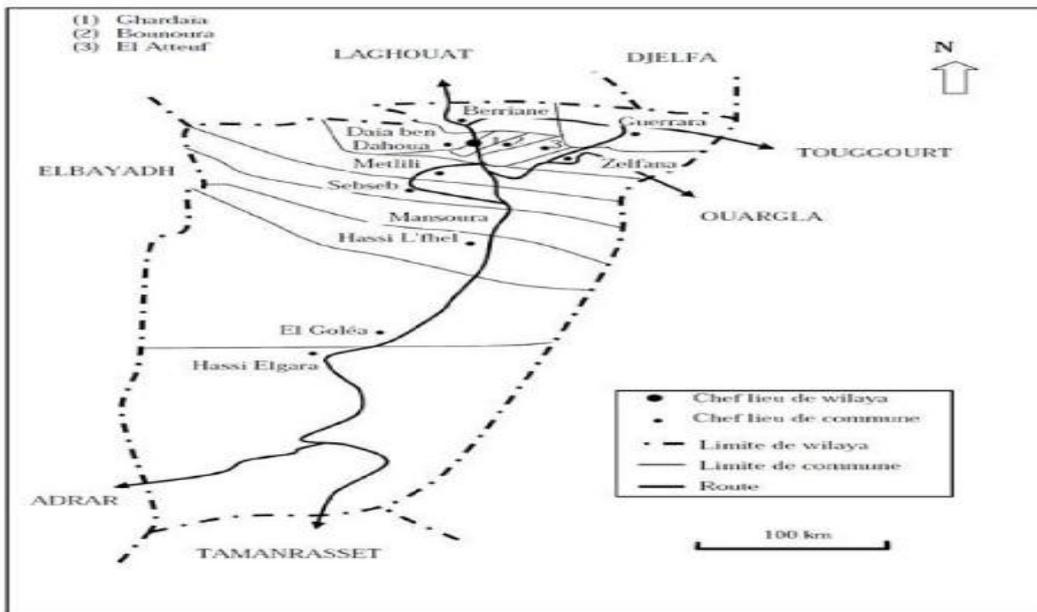


Figure 13 : les neuf communes sinistrées de la wilaya de Ghardaïa

Conclusion :

Comme nous l'avons mentionné au début de ce chapitre que les Mozabites vivaient en harmonie avec les crues et les inondations depuis des siècles. Toute une organisation technique et sociale a été mise en œuvre pour anéantir le danger des crues et profiter de leur eau afin d'alimenter le ksar et satisfaire la demande en irrigation. Dans un milieu sec où l'eau se fait rare, les Mozabites ont mis en œuvre un aménagement hydraulique ancestral capable de réguler les crues en provenance de l'oued Touzouz qu'on a baptisé «Aménagement I.R.S » Il partage les eaux d'une en 3 priorités selon l'évolution du débit de la crue : Irrigation, Recharge et Sécurité. Malheureusement, aujourd'hui ce patrimoine se trouve dans un état très dégradé. Le curage des Ahbas et la réhabilitation de tous les ouvrages de l'aménagement I.R.S devrait être une priorité des services concernés. Un tel aménagement original devrait être inscrit comme patrimoine hydraulique national

Chapitre 5 :

Les stratégies et les mécanismes de prohiber les risques

Introduction :

Dans le monde et surtout en Algérie, les inondations sont en première loge en tant que risque naturel car dans les deux dernier décennies les dommages engendrés par ce phénomène étaient très importants due à une urbanisation et une industrialisation dans les plaines inondables et qui ont pour conséquence une augmentation de la vulnérabilité des biens et des personnes. Vue l'importance des enjeux exposer à cet aléa des efforts sont mis en œuvre pour analyser et comprendre et réduire ce risque.

1- Les dégâts engendre par les l'inondation :

Afin d'éviter le danger d'inondations et leurs effets négatifs sur l'homme et ses biens, les aménageurs ont développé une méthode de gestion des crises d'inondations grâce à laquelle la catastrophe d'inondation peut être affrontée de manière rationnelle. Pour faire face au danger des inondations, il faut passer par plusieurs étapes comme suit:

1- Comprendre le phénomène des inondations : comment elles se produisent et comment elles affectent, et ce point est inclus dans l'étude des risques, plus précisément l'étude du danger de inondations.

2- L'élaboration des plans de prévention et d'intervention (plan ORSEC) :

Elle se fait à travers de nombreuses études de terrain réalisées par des ingénieurs dont dépendent la planification et l'intervention.

1.1- Évaluation des dommages et pertes résultant de la survenance de l'inondation :

Pour reconstruire ou indemniser les personnes affectées par les effets du risque d'inondation, l'urbaniste est généralement confronté à plusieurs cas de figure face au risque d'inondation, le plus important dont :

- A- Protection des habitations exposées aux inondations.
- B- Replanification d'une zone sinistrée.
- C- Planifier une nouvelle zone. Comme chacun des cas précédents nécessite une étude détaillée car il est différent des autres cas, et contient les programmes suivants : [11]
- D- Planification pré-catastrophe programme. Programme de planification en cas de catastrophe. Programme de planification post-catastrophe.
- E- Stratégie de lutte contre les inondations : Chacun des pays exposés au risque d'inondation élabore une politique pour en réduire les effets. et ceintures d'eau
- F- Rationalisation de l'utilisation des terres.
- G- Mettre en place un système moderne de prévision des précipitations et développer des méthodes appropriées d'alerte et d'information sur les crues.
- H- Etablir une banque de données relatives aux quantités de précipitations qui contient une échelle de référence qui est préparée sur la base des conditions précédentes.
- I- Mettre en place des dispositifs d'alerte précoce pour sensibiliser la population aux

dangers de l'effondrement des barrages et mettre en place les plans nécessaires pour préserver les vies humaines.

- J- Il est nécessaire de prendre en compte le développement urbain optimal dans les zones basses menacées par les inondations, et d'empêcher la construction dans celles-ci.
- K- Déterminer le domaine public de l'eau pour les cours d'eau des oueds et laisser des distances suffisantes entre celui-ci et tout projet résidentiel ou autre.
- L- Créer plus d'espaces verts et planter des arbres dans les hauteurs adjacentes aux zones urbaines.
- M- Détourner les vallées et les cours d'eau en dehors des agglomérations qu'ils traversent en construisant une ceinture constituée d'un canal et d'un barrage en terre, et elle peut être renforcée par des pierres ou d'autres matériaux selon la localisation, la qualité du sol et l'importance du débit d'eau.
- N- Aménager et préparer les cours d'eau des vallées au sein des zones urbaines par la construction de canaux visibles ou couverts en pierres ou en béton armé, en tenant compte des complications de leur dangerosité pour les habitants.
- O- Établir des canaux secondaires pour les cours d'eau des oueds qui traversent les communautés résidentielles pour leur épargner les effets potentiels de telles calamités.

2- L'acte de l'état après les inondations de 2008 :

La vallée du Mzab qui entaille profondément le paysage se situe au Nord de la wilaya de Ghardaïa, elle abrite la palmeraie et les agglomérations de Daya, Ghardaïa, Melika, Beni Izguen, Bounoura et El Atteuf. Le développement récent de la population, qui a doublé au cours des 20 dernières années en entraînant une intense urbanisation, s'est heurté aux contraintes du relief, en particulier à l'étroitesse de la vallée. L'extension incontrôlée de l'habitat dans la palmeraie ainsi que dans des zones inondables, parfois même dans le lit mineur de l'Oued et celles des chaabats a gravement modifié les conditions de passage des crues et développé de les risques de destruction et d'accidents majeurs liés à ces événements. L'Oued Mzab est connu pour ses crues violentes, qui ont causées, dans le temps, des pertes humaines et des dégâts matériels inestimables. En octobre 2008, la crue de Oued Mzab a provoqué énormément de victimes et des dégâts considérables aux biens (destruction des maisons, sapement des berges, destruction des infrastructures routières et des réseaux divers, obstruction des réseaux d'assainissement, .etc

Parmi les stratégies de protection de la vallée de l'Oued Mzab contre les inondations, nous citerons les actions suivantes: o Intervenir en amont par la réalisation de digues pour collecter les eaux de la crue et par conséquent, immobiliser les inondations pour éviter la catastrophe surtout pendant les heures de pointe ; 03 digues ont été programmées pour la réalisation en amont de la zone d'étude dans la commune de Daya Ben Dahoua : (01 digue d'une hauteur de 16 m et d'une capacité de 27 millions de m³ : 01 digue d'une hauteur de 19 m et d'une capacité de 17 millions de m³ et 01 digue de protection et régulation des crues de l'Oued El Haimour et Boubrik) o

Contenir les écoulements en maîtrisant leur trajectoire par l'aménagement des cours d'eau. Cette option présente des contraintes, eu égard des constructions illicites dans le lit d'Oued- Problème de l'expropriation des biens privées : cas des travaux de calibrage de l'Oued Mzab ; o Dévier l'écoulement, c'est le cas exceptionnel par rapport à la morphologie de la ville de Ghardaïa, parfois nous sommes obligés de projeter des galeries pour faire transiter les eaux de crue. L'urbanisation accélérée de la ville de Ghardaïa a impacté les palmeraies menaçant ainsi le caractère oasisien de la ville et a conduit au rétrécissement des rives par l'occupation anarchique du lit de l'Oued Mzab et de ses affluents provoquant des étranglements et des obstructions à certains endroits, ce qui empêcheraient l'écoulement naturel de l'oued : l'accumulation des eaux de crues provoque des débordements causant ainsi des dégâts importants sur de nombreuses constructions, des ouvrages hydrauliques et différents réseaux.

Par conséquent, nous avons immédiatement démoli l'expansion urbaine au détriment de la vallée(voir la plan2)

3-Notre intervention :

Après les inondations de 2008 et les solutions proposées, nous sommes arrivés aux problèmes qui ne sont toujours pas résolus à ce jour , de là, nous confirmons que les hypothèses n'ont pas encore été appliquées, et donc nous proposons un ensemble de solutions pour cela :

Le système de prévention des risques majeurs et de gestion des catastrophes a pour objectifs :

- L'amélioration de la connaissance des risques, le renforcement de leur surveillance et de leur prévision ainsi que le développement de l'information préventive sur ces risques

- Exploiter le lieu pour agrandir la vallée et mettre en place des moyens d'alerte à partir de celle-ci. Nous avons retenu deux niveaux :

- 1- Centre de prévision

- 2- La prise en compte des risques dans l'utilisation des sols et dans la construction ainsi que la réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens aux aléas.

- 3- La démolition immédiate des bâtiments situés à proximité de la vallée.

- La mise en place de dispositifs ayant pour objectif la prise en charge cohérente, intégrée et adaptée de toute catastrophe d'origine naturelle ou technologique. Considérant la nature du problème, deux (02) solutions sont à envisager :

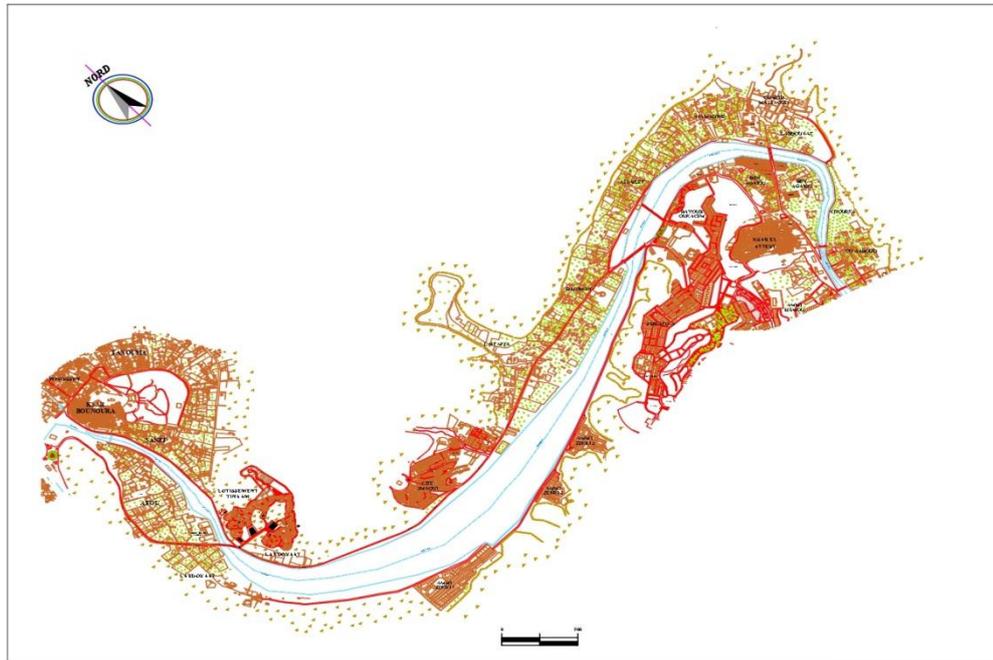
- Tenant compte de la topographie du terrain et sa nature géologique, il y a lieu de projeter dans des sites favorables la réalisation de nouveaux barrages de correction torrentielle, ou des digues avec des capacités permettant de stocker une partie des eaux des crues pour amortir les débits max, ou de stocker la totalité de ces eaux en procédant à favoriser les infiltration avec la projection d'un système de drains dans les cuvettes de ses ouvrages en intervenant la recharge des nappes souterraines ;

- Création de canaux de déviation : Il s'agit de dévier les eaux des crues des Oueds si les conditions topographiques et géologiques le permettent. Ces eaux seront canalisées

au niveau des nouveaux lits aménagés et calibrés pour un débit bien calculé en conséquence. Cette solution aura l'avantage d'être sécurisante mais avec l'inconvénient majeur du coût. Il s'agit de concevoir un système qui tient compte de la stabilité des berges, de la protection des riverains et des infrastructures limitrophes de l'Oued contre les débordements. Selon les conditions du terrain, plusieurs procédés peuvent être envisagés pour la stabilisation des berges: Mûr en éléments en béton armé préfabriqués ou coulés sur site, Mûr en gabionnage avec renforcement en palplanche, Mûr en maçonnerie de pierres taillées, talus en enrochement, ect...

3.1- Illimitation de logement fragile :

Après notre visite de la zone étudiée (voir le photo 21 ,22 ,23), nous avons inspecté les bâtiments situés au niveau de la vallée et adjacents à celle-ci et les avons identifiés afin que le processus de démolition directe ait lieu car il met en danger tout en exploitant sa place dans le rétablissement de la vallée. Et en l'agrandissant, en construisant également un mur sur ses côtés, en étendant des arbres dans des endroits vides tout en créant des lieux de repos pour être une destination de loisirs.(voi le plan1)



Plan1 : plan de la zone d'étude



Figure 14 : **Zone d'étude** (prise par l'étudiant)

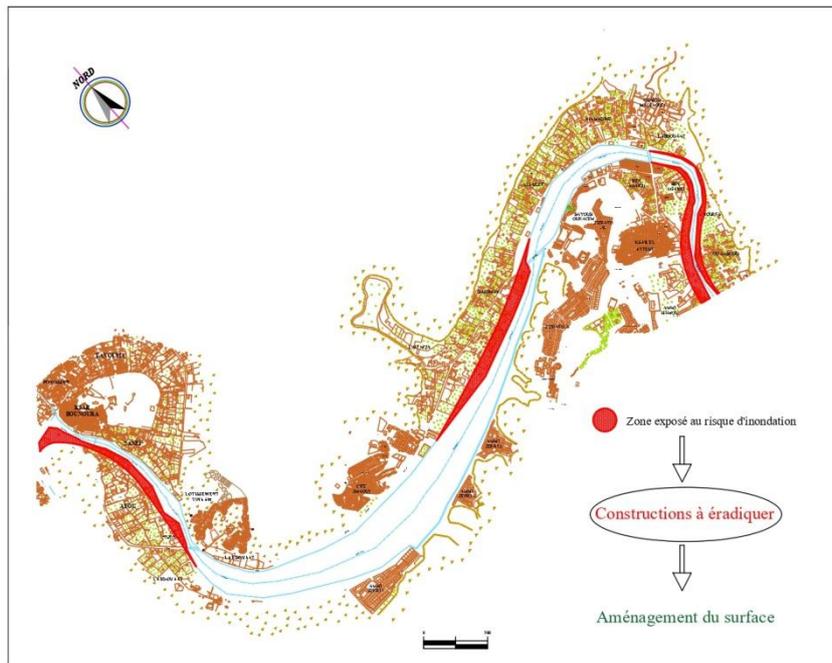


Figure 15 : **Zone d'étude** (prise par l'étudiant)



Figure 16 : Zone d'étude (prise par l'étudiant)

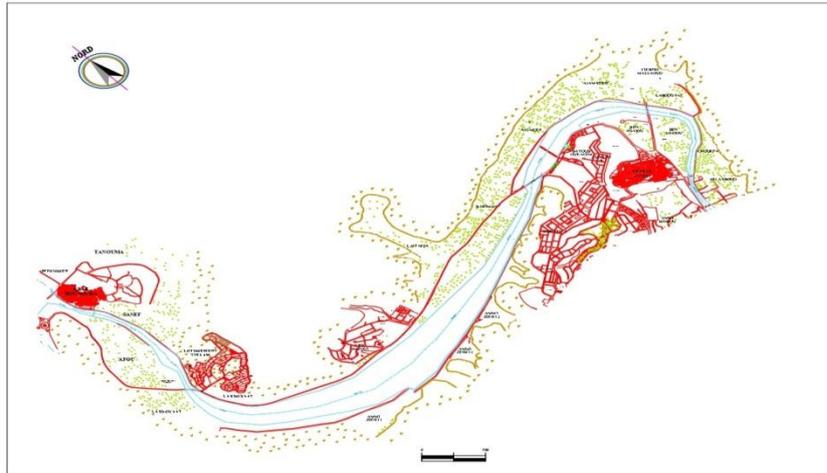
3.2- La démolition de bâti :



Plan2 : les batiment démolis

Plan montrant l'emplacement des habitations fragiles adjacentes à la vallée et à l'intérieur de celle-ci.(plan 2)

3.3- La localise les batiment démolis vide :



Plan3 : les batiment démolis vide

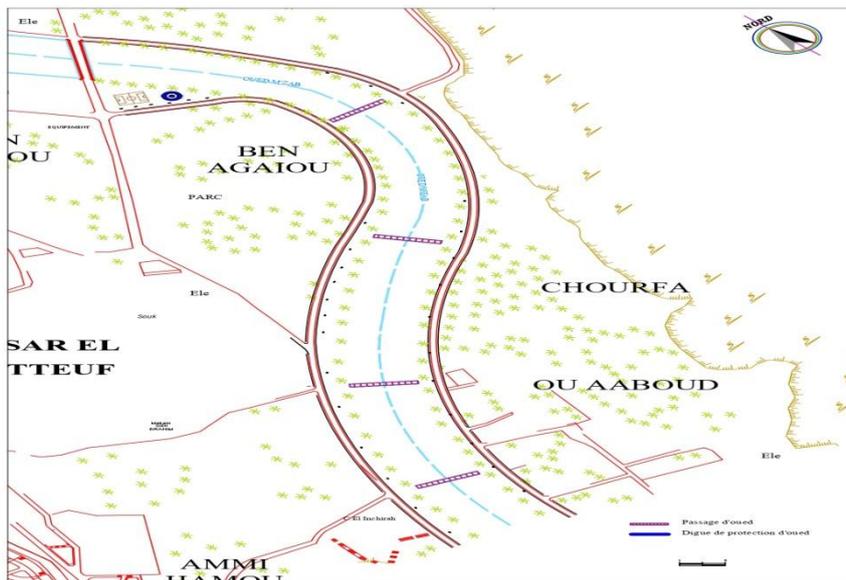


Figure 17 : Zone d'étude (prise par l'étudiant)

Ces photos montrent le processus de préparation de la vallée sans le mur, mais le danger existe toujours, c'est pourquoi nous avons construit un mur qui l'isole

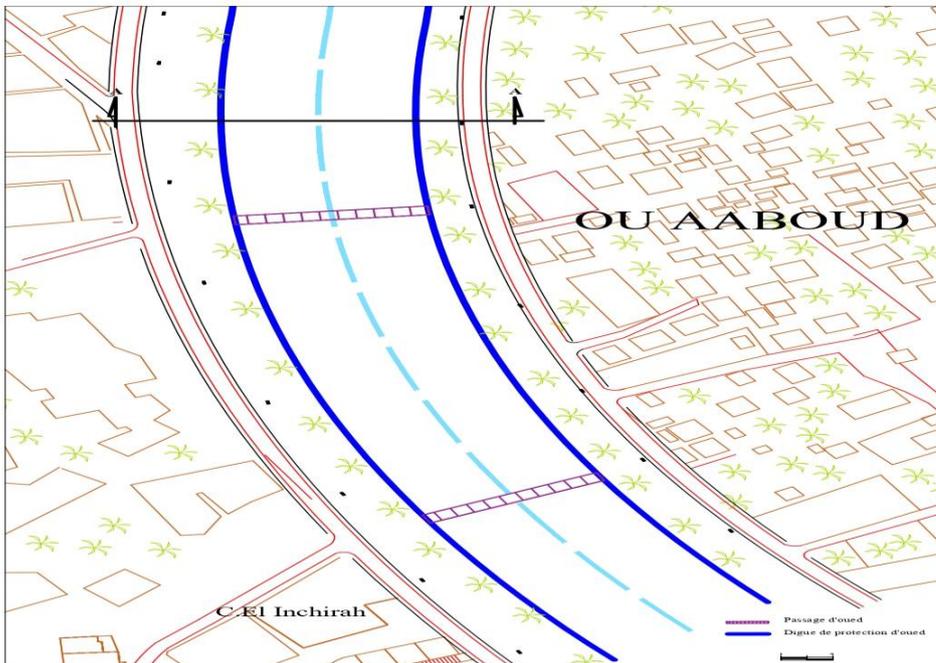


Figure 18 : Zone d'étude (prise par l'étudiant)



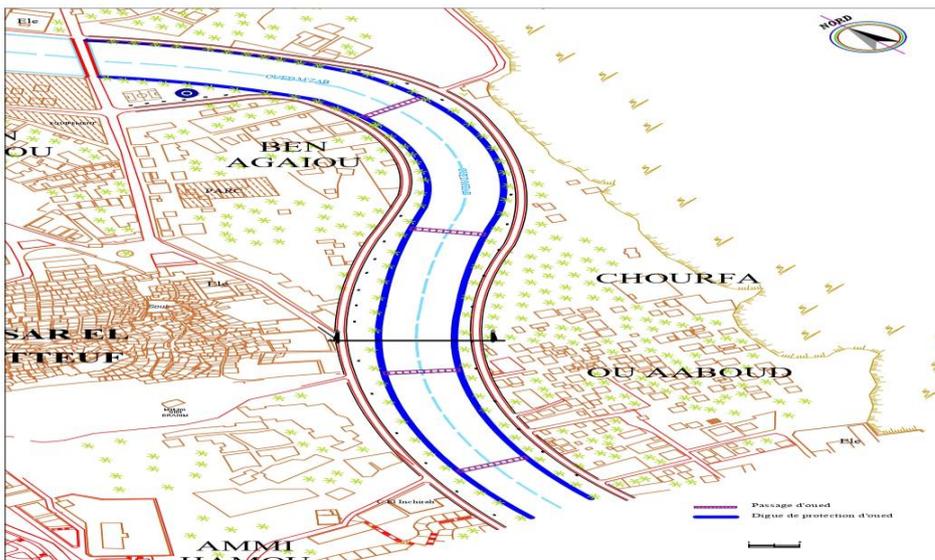
Plan4 : l'état de la vallée avant la construction du mur

3.4- Aménagement urbain de bords de vallée :

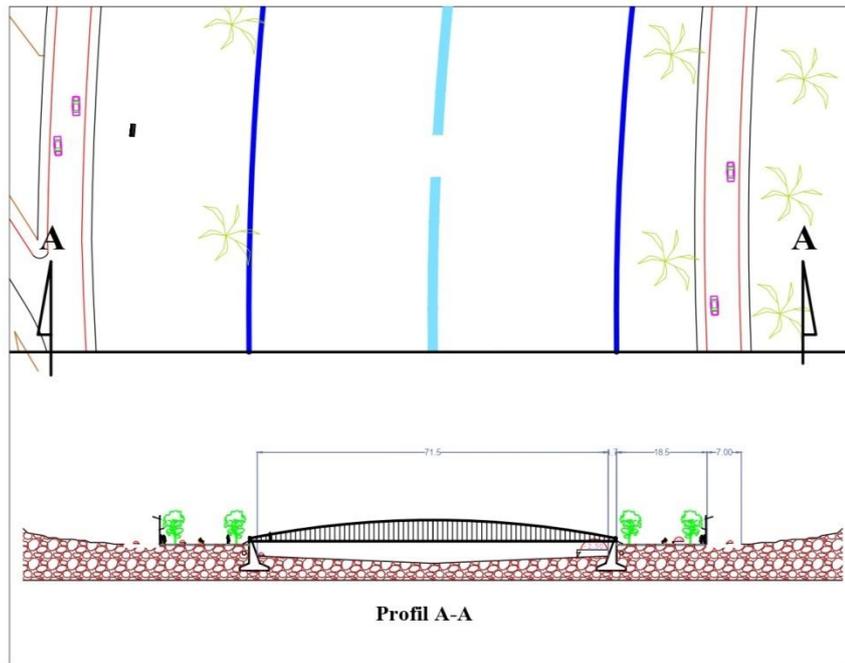


Plan5 : l'aménagement urbain de bords de vallée

Dans ce plan, nous avons effectué un processus de préparation du lieu. Nous avons utilisé l'espace vide de la caserne pour agrandir la vallée, également le processus de boisement le long de la vallée et la création de lieux de randonnée.(voir plan 4,5)



Plan6 : l'emplacement de coupe



Plan7 : Un coupe transversale de la zone de remplissage

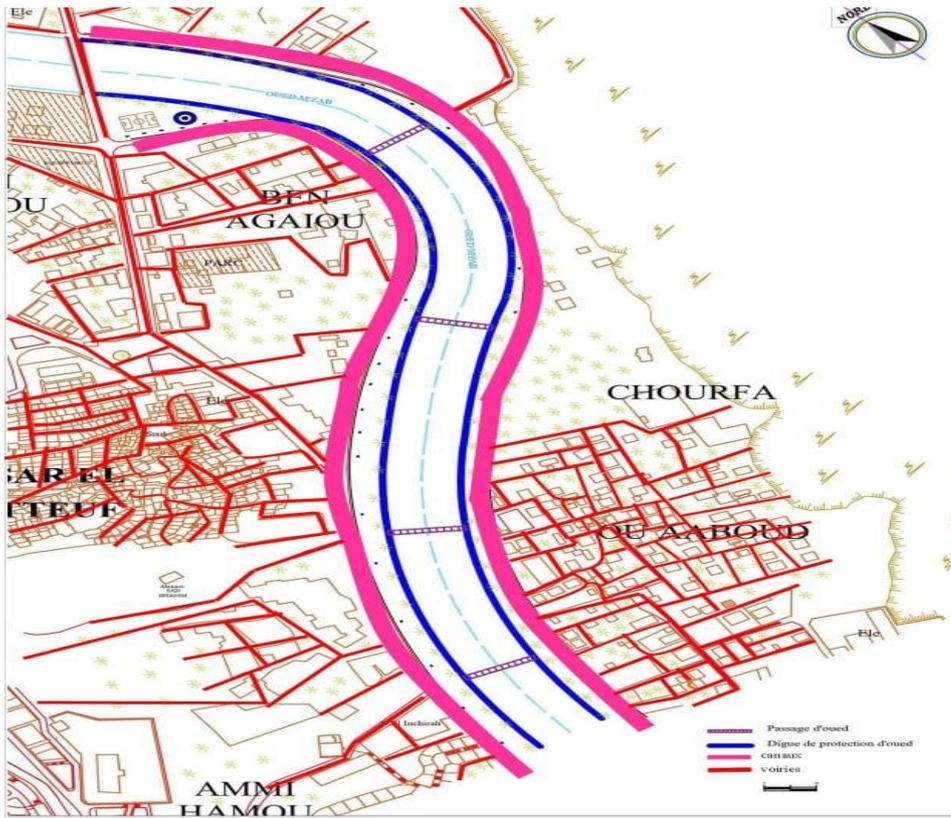
La coupe transversale au niveau de la vallée montre le mur le long de la vallée pour éviter les inondations et maintenir la propreté de la vallée contre les détritux. Elle montre également un pont piétonnier pour faciliter les déplacements. (voi le plan6,7)

3.5- Un bronchement de réseau :

Ici dans le réseau d'égouts, nous avons agrandi les canaux avec l'installation de deux grands canaux d'un diamètre de 10 mètres qui collectent les eaux usées. Il y a un groupe d'égouts à la fin. L'eau des deux canaux se réunit dans la station de filtration pour filtrer l'eau et la purifier et l'utiliser pour l'arrosage des espaces verts.

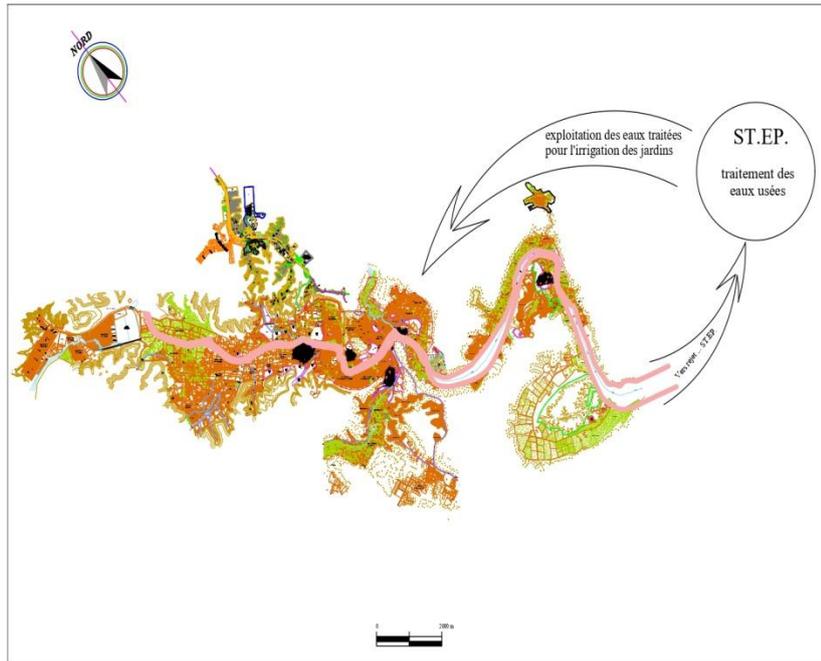


Figure 19 : réseaux d'égouts (prise par l'étudiant)



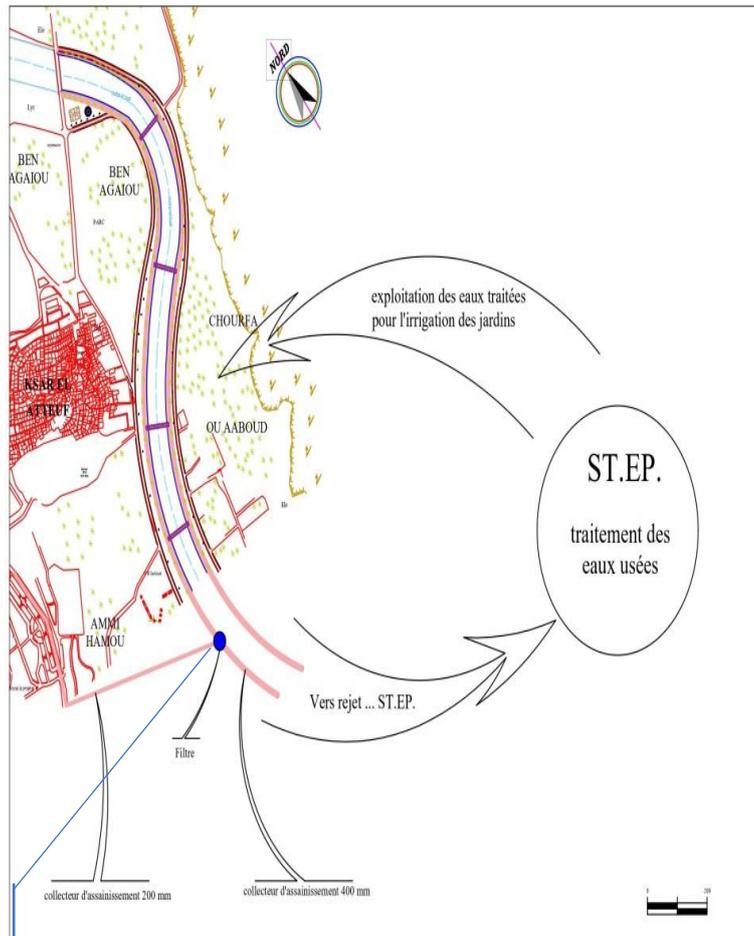
Plan8 :Plan de brochement

3.6- la diffusion des eaux épurées sur les champs agricoles :



Plan9 : la diffusion des eaux épurées sur les champs agricoles

Le processus de connexion au réseau se fait au niveau de la longueur de la vallée.



Plan9 : la diffusion des eaux épurées sur les champs agricoles



- 1- Remplissage des canaux d'égout et modification de la vallée en construisant un canal d'égout parallèle à la direction de la vallée et en fermant les drains qui se déversaient dans la vallée.
- 2- Construction de nouveaux drains au niveau des canaux de drainage.
- 3- A terme, la mise en place d'une usine de filtration des eaux usées (steps) en vue de leur réutilisation, le système de filtration des hydrocarbures dans les eaux sous transformateur électrique GMT (voi le plan8)

3.7- la création de la station d'épuration des eaux usées :



Figure 19: Centre de prévision

Nous avons mis en place une station d'alerte pour une prévision précoce avant que la catastrophe ne frappe la ville.(figure 22)

Au final, nous avons nettoyé la vallée des ordures et amélioré la vue esthétique de la vallée pour que ce soit un beau visage et un exutoire pour les habitants.(fugure23)



Figure 20 : **Fermer les drains avec des ordures** (prise par l'étudiant)



Figure 21 : **Image d'aménagement de vallée**

Préparer un aménagement de la vallée et lui donner une belle vue pour devenir une destination touristique et un lieu de loisirs.(figure 24.25)

Le processus d'aménagement et de nettoyage de la vallée circule dans toute la vallée

Conclusion :

Plusieurs facteurs contribuent et exacerbent le risque d'inondation soit naturels ou anthropiques le but de cet aménagement était la réduction de la vulnérabilité a ce risque.

Notre proposition englobe d'autres champs tels que : économie, sécurité, culture, tourisme et communication.

Pourtant ces crues qui surgissent dans la vallée de M'zab sont dévastatrices, les Mozabites vivaient depuis plus de sept siècles dans une région rocheuse avec un climat hyper aride. Pour eux, le seul moyen de stockage des eaux était la nappe alluviale. Les Mozabites grâce au savoir-faire inestimable, ils ont appris à bâtir les barrages, mais par stocker les eaux de surface, mais pour réalimenter l'aquifère supérieur. Pour les Mozabites, les inondations n'ont jamais été un malheur, mais plutôt un bonheur. Oui, un bonheur, une crue dans la vallée de M'zab est une joie ; une fête ou toute la population Mozabite est dehors à la périphérie de l'oued pour souhaiter la bienvenue à la crue mais plutôt à la vie. Les Mozabites ont compris tôt qu'il fallait apprendre à vivre avec la nature et avec l'environnement du milieu. Pour un Mozabite, tout ce qui vient du ciel est un don du ciel. « Habiter les hauteurs et cultiver les lits des oueds » telle est la devise Mozabite. Trois mots étaient suffisants pour installer l'un des plus grands aménagements ancestraux de la planète. Il s'agit de : Irrigation, Recharge et Sécurité que nous l'avons baptisé : « Aménagement IRS » et qui consiste à profiter au maximum des eaux d'une crue (fig. 43). Favorisant l'irrigation temporaire, ou l'irrigation par épandage en profitant des apports solides drainés par la crue. Une fois la palmeraie est bien arrosée par les eaux chargées, le surplus d'eau est orienté vers le lac d'Ahbas N'Oued pour s'infiltrer et réalimenter la nappe alluviale. Attendre la sécheresse pour récupérer l'eau cachée dans le sous-sol en période de crues, là aussi le Mozabite a démontré une nouvelle fois son génie pour avoir foré le sol de la vallée de centaines de puits à traction animale pour les utiliser dans l'irrigation de la palmeraie. Une fois le réservoir souterrain est bien réalimenté, l'excès d'eau est évacué directement dans l'oued M'zab, la sécurité de l'oasis n'a pas de prix.

Bien qu'il n'y ait pas grand-chose à faire pour prévenir une catastrophe naturelle, certaines mesures peuvent être prises pour réduire son impact sur les personnes et leurs biens, et certaines de ces mesures sont : Nous avons pris le domaine du développement urbain de la vallée et en avons fait une zone touristique avec distinction, mais il y a encore des conséquences que nous n'avons pas abordées

Annex :**GMT INTERNATIONAL**

Conçu et assemblé en France, le système de filtration des eaux pluviales HYDROBLOC représente une alternative favorable à la fosse déportée traditionnelle pour transformateurs électriques HTA/HTB.

Conforme à la loi sur l'eau, ce filtre permet d'évacuer en continu les eaux pluviales vers le réseau d'évacuation ou de drainage.

La filtration primaire se fait via des cartouches FILTRELEC ÉCODESIGN® réalisées en polymère oléophile et hydrophobe, capables d'absorber les hydrocarbures jusqu'à produire un bouchon imperméable au passage de tout fluide.

Ce système de filtration des eaux pluviales comporte également des coussins filtrants qui absorbent jusqu'à 100L d'hydrocarbures, facilitant la filtration secondaire.

Son préfiltre prévient convenablement l'encrassement prématuré des cartouches.

Ce système de filtration des eaux pluviales se ferme instantanément en cas de fuite d'huile importante sur le transformateur.

Une grande capacité de filtration de l'huile diélectrique, une durée de vie étendue et une maintenance réduite, tels sont les points forts des systèmes de filtration des eaux pluviales HYDROBLOC.

Livré prêt à poser et à raccorder au réseau EP, ce système de filtration fonctionne quelles que soient les conditions climatiques (sécheresse, violents orages.). Ils sont dotés d'emplacements pour insertion de potelets de sécurité.

- [1] Pauline Bremond. «Caractérisation et évaluation économique de la vulnérabilité des exploitations agricoles aux inondations. Economies et finances ».thèse de doctorat, Université Montpellier I, 2011. Français
- [2] Belagoun fares, « étude et modélisation des crues des cours d'eau en milieu semi- aride , Magister hydraulique » thèse de magistère, université kasdi Merbah ourgla. 2012
- [3]. Ronnie Faggoter, « People with vulnerabilities in disasters » Australian government, Departement for communities and social inclusion. 2013
- [4] Ilan Kelman, « understanding vulnerability to understand disasters, ».
- [5] Djebali Khalifa. « Contribution l'étude de l'aléa " inondations": Genèse et prédiction Cas de la vallée d'El-Abadia (w.Ain Defla) » mémoire de master, école nationale supérieure d'hydraulique 2015.
- [6] Djebali Khalifa. « Contribution l'étude de l'aléa " inondations": Genèse et prédiction Cas de la vallée d'El-Abadia (w.Ain Defla) » mémoire de master, école nationale supérieure d'hydraulique 2015. p8.
- [7] Run off modeling in northern Algeria using a distributed physically based model integrating remote sensing data_ stefan beltz, University of Duisburg, Germany.
- [8] Rezak Salima. « Hydrologie algérienne : Synthèse des apports de crue sur SIG » thèse de doctorat, Université d'Oran. 2014
- [9] SALOMON J.N, « L'homme face aux crues et aux inondations », Presses Universitaires de Bordeaux, Université Michel de Montaigne - Bordeaux.p69-80 , 1997
- [10] LEDOUX B., « La gestion du risque inondation », Edition TEC et DOC 11, rue La Fontaine-Paris. 2006
- [11] MERABET A, « Etude de la protection de la ville de Sidi Bel Abbés contre les inondations » Mémoire de Magister, Université de Djilali Liabes-Sidi Bel Abbés. 2006
- [12] BOUBCHIR A, « Risques d'inondation et occupation des sols dans le thore (région De Labruguière et de Mazamet) », Mémoire de Master de Géographie et Aménagement, Université de Toulouse. 2007
- [13] SPPPI, Prise en compte du risque inondation dans les études de dangers des installations classées Cahier technique N°8, DIRE Haute-Normandie - 21, avenue de la Porte des champs - 76037 ROUEN CEDEX Tél. 02 35 52 32 00. 2004

- [14] Kharchi Takki eddine, Daif Allah Amel « La réalisation d'un PPRI pour la réduction de la vulnérabilité aux inondations à l'aide des outils de la géomatique » thèse master, université MOHAMED BOUDIAF – M'SILA 2017/2018
- [15] Zerfaoui Ahmed, « étude de protection de la ville de Sidi Ghiles (W.Tipaza) contre les inondation », mémoire de fin d'étude, ENSH, 2008,p 18 DPAT, La monographie de la Wilaya de Ghardaïa, 2011, P36-37.
- [16] Source d'information, la direction des ressources en eau de la Wilaya de Ghardaïa 2010.
- [17] Zerfaoui Ahmed, « étude de protection de la ville de Sidi Ghiles (W.Tipaza) contre les inondation » mémoire de fin d'étude, ENSH, 2008,p 18
- [18] kharchi takki eddine et daif allah amel, « La réalisation d'un ppri pour la réduction de la vulnérabilité aux inondations à l'aide des outils de la géomatique » p24.
REMINI B. (2019c). L'oasis d'El Guerrara (Algérie) : irrigation et recharge des nappes assurées par les inondations. Larhyss Journal, N°40, Dec, pp. 213-247.
- [19] BG, ENHPC, « Etude d'Assainissement et de Protection contre les crues de la Vallée du Mzab », Etude hydrologique, 1996, P 9-10.
- [20] BG, ENHPC, « Etude hydrologique », 1996, P10-11.
- [21] Ahmed Ghannouchi, « Memorandum of Managing Flood Risk in Wadi Al-Othmaniah », Dr., 2015).