

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université d'Oran 2  
Faculté de Science de la terre et de  
l'univers

**THESE**

Pour l'obtention du diplôme de Master  
En Géomatique

**L'application de La Géomatique a l'amélioration de la  
gestion du risque d'inondation**

**Cas d'étude la commune de Khmisti -Tipaza-**

Présentée et soutenue publiquement par :

Oubraham Amine

Devant le jury composé de :

Monsieur	Allal Nadir	Université d'Oran 2	Président
Monsieur	Bendib Halim	Université d'Oran 2	Examineur
Monsieur	Boutrid Lamine	Université d'Oran 2	Encadrant

Année : 2023-2024

## Dédicace

---

Ce mémoire représente ma contribution à l'enrichissement du domaine de la gestion des risques d'inondations, à travers l'apport de la géomatique. Mon espoir est que cette recherche puisse offrir des perspectives nouvelles et des solutions pratiques pour améliorer les pratiques et les stratégies de gestion des risques d'inondations. Que ce travail puisse également inspirer d'autres chercheurs et professionnels à poursuivre des efforts pour mieux comprendre et gérer les défis liés aux inondations.

# Remerciement

---

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude à mes chers parents, dont le soutien inébranlable et les précieux conseils m'ont accompagné tout au long de cette aventure. Leur encouragement, même dans les moments où j'ai douté de mes capacités, a été une source inestimable de force. Je les remercie du fond du cœur pour leur amour et leur présence constante à mes côtés.

Je souhaite également remercier mon directeur de recherche, **Mr Boutrid**, pour, sa patience et ses conseils avisés tout au long de la réalisation de ce mémoire. Son expertise et son engagement ont été essentiels à la réussite de ce travail.

Egalement, je remercie l'ensemble de mes enseignants dont l'enseignement et le soutien ont été déterminants tout au long de mon parcours académique.

Je n'oublie pas non plus mes amis et collègues, qui ont su me soutenir et m'encourager, en particulier lors des moments de doute. Leur amitié, leur partage d'idées, et leur aide précieuse ont grandement contribué à la réalisation de ce projet.

Enfin, je tiens à exprimer ma gratitude envers toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail, que ce soit par leurs conseils, leur soutien moral ou leurs encouragements.

## Résumer

---

### Abstract

This study aims to map the flood vulnerability of the Khemisti municipality in Algeria, using the AHP (Analytic Hierarchy Process) multi-criteria analysis method based on 8 factors : rainfall, slope, drainage density, flow accumulation, flow order, impermeability, Population density and urban fabric. It also involves modeling a geospatial database.

Keyword: Géomatic, flood risk , multi-criteria analysis , data modelling , khemisti commune

### Résumer :

Ce mémoire porte sur le risque d'inondation dans la commune de khemisti. Les données utilisées incluent celles issues du plan Directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) et le plan d'occupation du sol (POS) de la commune , ainsi que les données pluviométriques obten . Comme approche j'ai utiliser l'analyse multicritère AHP et les systèmes d'information géographique (SIG) avec une modélisation des modèles conceptuel (MCD),Logique(MLD) et Physique (MPD) de la base de données géographique en se basant sur huit critères : Précipitations , pente , densité de drainage, accumulation des flux,ordre des flux , imperméabilité , densité de population , tissu urbain . Les résultats révèlent que l'ouest de la commune et les lits des oueds sont particulièrement vulnérable aux inondations .

Mot clé : Géomatique, Risque d'inondation, Vulnérabilité, Analyse multicritère, Modélisation des données, Commune de Khemisti

# Sommaire

---

Liste des Tableaux.....	7
Liste des Figures.....	8
Liste des Photos.....	9
Liste des Cartes.....	11
Contenu :	
<b>INTRODUCTION GENERALE.....</b>	<b>0</b>
<b>CHAPITRE 01 : CONTEXTUALISATION DU RISQUE D'INONDATION.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Introduction .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2. contextualisation de la gestion du risque d'inondation par la géomatique :.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.1. Notion de risque :.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.1 .1. La notion du risque dans le domaine de la géographie : .....</b>	<b>5</b>
❖ <b>Notion d'Aléa : .....</b>	<b>6</b>
❖ <b>Notion d'Enjeux : .....</b>	<b>7</b>
❖ <b>Notion de Vulnérabilité :.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.1.2. TYPES DE RISQUES : .....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.1.3. Classification du Niveau des risques : .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.2. Quesque l'inondation ? : .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2.2.1. Les types d'inondation les plus courants dans le monde :.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2.2.2. Typologie d'inondation en Algérie :.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.3. Risque d'inondation : .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.3.2. Facteurs qui causent le risque d'inondation :.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.3.2. 1. Les facteurs naturels : .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.3.2. 2. Facteur humains :.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.3. 3. Gestion du risque d'inondation : .....</b>	<b>20</b>
<b>1.2.3.3.1. L'importance de la gestion des risques : .....</b>	<b>20</b>
<b>1.2.3.3.2. Cycle de gestion des risques :.....</b>	<b>20</b>
<b>1.3. Mesures et méthodes utiliser pour la gésition du risque d'inondation .....</b>	<b>24</b>
<b>1.3.1. Les Mesures Législatives algériennes d'atténuation du risque d'inondation en Algérie : ....</b>	<b>24</b>
❖ <b>Plan Général de prévention des inondations : .....</b>	<b>24</b>
❖ <b>Schéma Directeur National de Protection contre les Inondations : SDNPC .....</b>	<b>25</b>

❖ Plan ORSEC :.....	26
1.3.2. Les méthodes pertinentes utilisées dans la gestion du risque d'inondation : .....	29
1.4. CONCLUSION :.....	31
chapitre 02 : presentation de la zone .....	32
2.1. INTRODUCTION : .....	33
2.2. CARACTERISTIQUE physique de la zone d'étude : .....	33
1.2.1. SITUATION et localisation : .....	33
2.2.2. LES PENTES DE la commune de KHEMISTI :.....	36
2.2.4. Climat .....	39
2.2.4.1 Précipitations moyennes annuelles (1982-2015):.....	40
2.2.4.2. Précipitations moyennes mensuelles (1982-2015): .....	40
2.2.4.3 Températures moyennes mensuelles (1982-2015):.....	41
2.2.5.lithologie de la commune : .....	43
2.3. Caractéristique socioéconomique de la zone d'étude .....	44
2.3.1. STRUCTURE administratif de la commune :.....	44
2.3.2. DENSITE DE POPULATION : .....	47
2.3.3. Réseau routier de la commune : .....	49
2.3.4. Typologie du tissu urbain : .....	54
2.3.5. REPARTITION des équipements de la commune.....	56
2.3.6.CONCLUSION .....	64
chapitre 03 : Conception de la Base de données et analyses spatiales .....	64
3.1. Introduction .....	66
3.2 Développement de la Base de Données Géographique :.....	67
3.2.1 Modèle Conceptuel des Données (MCD) :.....	67
3.2.2 Modèle Logique des Données (MLD) :.....	68
3.2.3 Modèle Physique des Données (MPD) .....	70
3.3 Construction de la Base de Données Géographique.....	71
3.3.1 Acquisition et Intégration des Données :.....	71
3.3.2 Structuration et Administration des Données : .....	71
3.4 Étude Spatiale : .....	72
3.4.1 Approche Méthodologique de l'Analyse Spatiale .....	Erreur ! Signet non défini.
3.4.1.1. Identification des facteurs de vulnérabilités : .....	Erreur ! Signet non défini.
3.4.2. Analyse spatiale .....	Erreur ! Signet non défini.
a) Précipitations: .....	Erreur ! Signet non défini.
B) PENTES .....	76
C) Densité de drainage : .....	78
D) Accumulation des FLUX:.....	79
E) ORDRE DES FLUX : .....	Erreur ! Signet non défini.
.F) Imperméabilité :.....	83
G) densite de population : .....	85

H) Tissu urbain :.....	Erreur ! Signet non défini.
1.1.Comparaison par paire : .....	87
1.2.Verification de la cohérence des pondérations :.....	89
1.3.Determination des priorités :.....	90
1.3.1.Normalisation des pondérations :.....	90
3.6.CONCLUSION : .....	Erreur ! Signet non défini.
chapitre 04 : DESCUSION DES RESULTAT .....	94
4.1 Introduction .....	95
4.2 Comparaison des résultats de la carte de vulnérabilité obtenue avec l'historique des inondations.....	95
4.2 Récapitulatif des résultats obtenus .....	99
4.3 Interprétation des résultats : Identification des zones vulnérables .....	100
4.4 Comparaison avec des études similaires .....	100
4.7 Propositions et recommandations .....	101
4.7.1 Mesures de prévention .....	101
Sensibilisation et information.....	101
Amélioration de l'aménagement du territoire .....	101
4.7.2 Mesures de préparation .....	101
Planification d'urgence .....	101
Exercices de simulation .....	102
4.7.3 Mesures de réponse .....	102
Systèmes d'alerte rapide .....	102
Assistance aux sinistrés .....	102
4.7.4 Suivi et évaluation.....	102
Surveillance des phénomènes climatiques .....	102
Recherche de financements .....	102
4.8 Conclusion.....	102
CONCLUSION GENERAL .....	104
BIBLIOGRAPHIE .....	106
ANNEXE.....	115

# LISTE DES TABLEAUX

16Tableau 1: Typologie de l'Inondation en Algerie.....	
Tableau 2: Précipitations moyennes mensuelles pour la periode (1982-2015) .....	41
Tableau 3: TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES POUR LA PERIODE (1982-2015) DE LA STATION DE BOUKOURDANE .....	41
Tableau 4 : Caractéristiques des 8 pos de la commune de khemisti .....	45
Tableau 5: caractéristiques des voies de communication de la commune de khemisti (en orange les principales ).....	53
Tableau 7: LES EQUIPEMENTS DE L'AGGLOMERATION CHEF LIEU (KHEMISTI VILLE).....	59
Tableau 8: LES EQUIPEMENTS DE L'AGGLOMERATION SECONDAIRE (KHEMISTI-PORT).....	60
Tableau 9: les équipements de l'agglomération secondaire (Otmane Tolba).....	61
Tableau 10: les équipements de la zone eparse Douar Nedjar .....	62
Tableau 11: Sources de donnée utiliser .....	66
Tableau 12: LOCALISATION DES STATIONS PLUVIOMETRIQUES POUR LA PERIODE (1982-2015).....	74
Tableau 13: Classification des pentes (en degés ) .....	76
Tableau 14: classification des densité de drainage .....	78
Tableau 15: Classification du degrés de perméabilité des types de sol.....	83
Tableau 16: intensité d'importance.....	89
Tableau 17: matrice de comparaison par pair .....	89
Tableau 18: PRIORITE DES CRITERES .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 19: HISTORICITE DES INONDATION RECENSEES POUR LA COMMUNE DE KHEMISTI POUR LA PERIODE (2006-2023) .....	97
Tableau 20: les differents modules du plan orsec wilaya avec leurs unite.....	117
Tableau 21: Station pluviometriques de la wilaya de tipaza (1982-2015).....	119

# Liste des Figures

---

<i>8</i> Figure 1: SHEMA REPRESENTATIF DES TYPES DE RISQUE.....	
Figure 2: Courbe de Farmer – Niveaux de risque .....	9
Figure 3: Shéma représentatif des inondation fluvial.....	10
Figure 4 : les inondations et les submerssion marines .....	12
Figure 5 : Shéma représentatif des crues soudaines .....	14
Figure 6: Shéma représentatif des ondes de tempete .....	15
Figure 7 : Shéma représentatif du risque.....	17
Figure 8: Shéma illustrant le role des forêts dans la régulation du risque d'inondation .....	20
Figure 9 : Cycle de gestion des risques.....	21
Figure 10 : HISTOGRAMME A BARRE DES VARIATIONS DE LA MOYENNE DES PRECIPITATION ANNUELLE POUR (1982-2015) .....	40
Figure 11 : VARIATIONS DE LA TEMPERATURES MENSUELLE DE LA STATION DE BOUKERDANE (1987-2015).....	42
Figure 12: Diagramme ombrothermique pour la station Ain tagourait (1982-2015).....	43
Figure 13: Diagramme illustrant la méthodologie utilisée pour cette étude .....	67
Figure 14: Modele conceptuel de donnée.....	68
Figure 15: modèle logique de données .....	69
Figure 16 : MODELE PHYSIQUE DE DONNEES.....	70
Figure 17: Ponderations des critées de risque D'inondtion de la commune de khemisti,tipaza .....	99

# Liste des photos

---

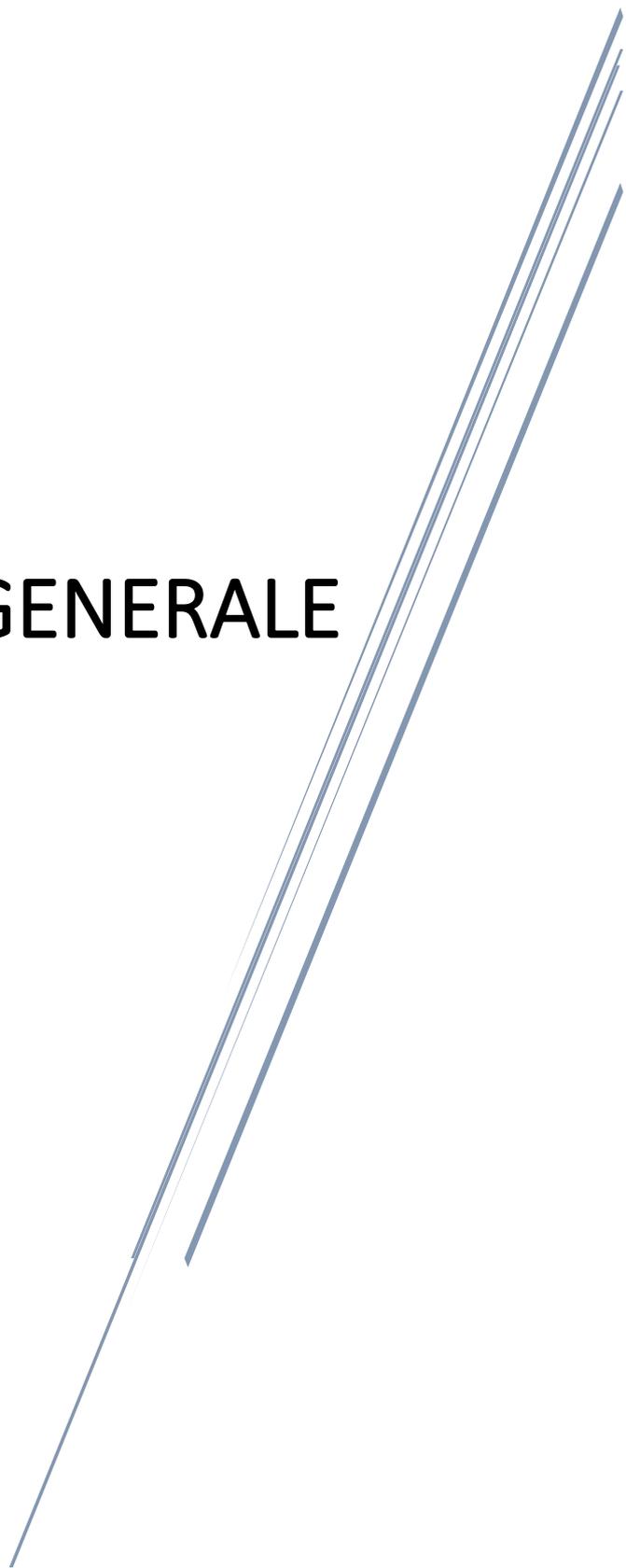
<i>photo 1: exemple d'aléas naturel et anthropiques.....</i>	<i>.....</i>
<i>photo 2 Exemples des dangers issues des aleas naturels et anthropique .....</i>	<i>7</i>
<i>photo 3: Inondation d'un quartier en louisiane,USA en 2016 .....</i>	<i>10</i>
<i>11photo 4 : un garçon pris par les eaux et secouru par les pompier en France.....</i>	<i>.....</i>
<i>photo 5 : degats cause par les inondations fluviales en Belgique .....</i>	<i>11</i>
<i>photo 6: Destruction des recoltes du aux fortes precipitations.....</i>	<i>12</i>
<i>photo 7 : monté du fleuve la garonne a bordeau en 2017 .....</i>	<i>13</i>
<i>photo 8 : inondation en SUD-GIRONDE .....</i>	<i>14</i>
<i>photo 9 : crue soudaine dans le pas de calais .....</i>	<i>15</i>
<i>photo 10 : précipitation prolongé entrainant l'inondation du Sud Est du Kentucky,USA.....</i>	<i>18</i>
<i>photo 11: incapacite du sol a absorber l'eau de pluie .....</i>	<i>18</i>
<i>photo 12 : L'impact du relief escarpé sur l'écoulement de l'eau .....</i>	<i>19</i>
<i>photo 13: impact des sols urbain (a gauche ) et des terres agricole sur le risque dinondation .....</i>	<i>19</i>
<i>photo 14 : VUE SUR LA MER ET LE MONT CHENOUA DEPUIS LA COMMUNE DE KHEMISTI.....</i>	<i>34</i>
<i>photo 15 :Le port de khemisti Port .....</i>	<i>34</i>
<i>photo 16: FORET AU NIVEAU DE LA CW129 MENANT A KHEMISTI VILLE .....</i>	<i>35</i>
<i>photo 17: tissu colonial du chef lieu (khemisti ville .....</i>	<i>35</i>
<i>photo 18: : terres agricoles de la commune ( serres , parcelles agricoles ) .....</i>	<i>36</i>
<i>photo 19: VUE D'EN HAUT DE LA ROCADE TIPAZA , .....</i>	<i>50</i>
<i>photo 20: ENTREE EST ( DE BOUISMAIL) DE KHEMISTI PAR LA RN11 .....</i>	<i>50</i>
<i>photo 21: Accée vers le chef lieu de la commune ( khemisti ville ) par la CW129.....</i>	<i>51</i>
<i>photo 22: CHEMIN WILAYA 126 RELIANT LE CHEF LIEU (KHEMISTI-VILLE) A LA COMMUNE DE BOUISMAIL .....</i>	<i>51</i>
<i>photo 23: Chemin Wilaya 50 reliant le Domaine Nedjar a la commune de Bouharoun .....</i>	<i>52</i>
<i>photo 24: Vue sur le chemin vacinal N°1(tracé en orange ) qui traverse Oued Smara .....</i>	<i>52</i>
<i>photo 25: entrée de la CV2 depuis khemisti ville .....</i>	<i>52</i>
<i>photo 26 : insertion des criteres avec leur ponderation dans loutils wight sum .....</i>	<i>91</i>
<i>photo 27: Carte geologique du l'algerie en 1/ 150 000 .....</i>	<i>120</i>

# Liste des cartes

---

carte 1: carte de situation de la commune de khemisti .....	33
carte 2: Carte des pentes en degrés de la commune de khemisti .....	36
carte 3: carte du réseau hydrographique de la commune de khemisti .....	38
carte 4: LOCALISATION DE LA SATATION PLUVIOMETRIQUE AIN TAGOURAIT POUR LA PERIODE (1982-2015) .....	39
carte 5: lithologie de la commune de khemisti , Tipaza .....	43
carte 6: carte de division administratif de la commune de khemisti.....	46
carte 7: DENSITE DE POPULATION DE LA COMMUNE DE KHEMISTI .....	47
carte 8: Carte du réseau routier de la commune de khemisti .....	49
carte 9: CARTE DE LA TYPOLOGIE DU TISSU URBAIN .....	54
carte 10: : CARTE DES EQUIPEMENTS DE LA COMMUNE DE KHEMISTI .....	57
carte 11: Localisation des differents stations pluviometrique pour la commune de Khemisti , Tipaza pour la periode (1982-2015) .....	74
carte 12: facteur pluviometrique.....	75
carte 13: les pentes de la commune de khemisti.....	77
carte 14: Densité e drainage de la commune de khemisti, TIPAZA .....	79
carte 15: l'accumulation des flux de la commune de khemisti,Tipaza .....	80
carte 16: Accumulation des flux de la commune.....	81
carte 17 : ordre des flux.....	82
carte 18: impermeabilite de la commune.....	84
carte 19: densite de ppulation de la commune .....	85
carte 20: tissu urbain de la commune .....	87
carte 21: : vulnérabilité au risque d'inondation de la commune de khemisti TIPAZA .....	92
carte 22: VALIDATION DE LA VULNERABILITE AU RIQUE DINONDATION DE LA COMMUNE .....	98

# INTRODUCTION GENERALE



Les inondations comptent parmi les catastrophes naturelles les plus graves et dévastatrices dans le monde. En Algérie, entre 1969 et 2022, environ 2098 décès ont été enregistrés, avec une moyenne annuelle d'environ 39 décès (HAFNAOUI M.A. et al. 2023). Ces dernières années, ce risque a pris une importance croissante auprès des autorités locales et nationales. Des études de protection urbaine, des aménagements des Oueds et des cartes des risques d'inondation ont été réalisées pour minimiser et atténuer ce risque. Cependant, plusieurs facteurs, notamment l'expansion urbaine non contrôlée, l'inefficacité des systèmes de drainage à évacuer les eaux pluviales et la construction dans les lits majeurs des oueds, contribuent à augmenter la fréquence et la gravité des inondations, mettant en danger les vies humaines et les biens matériels. Pour cette raison, les inondations sont classées comme le deuxième risque majeur en Algérie par la loi n° 04-20 du 25 décembre 2004 relative à la gestion des risques majeurs dans le cadre du développement durable (Hanoi et al. 2022).

Le présent travail se concentre sur l'utilisation de la géomatique, via la modélisation d'une base de donnée orientée Object et la cartographie de la vulnérabilité au risque d'inondation par la méthode d'analyse multicritère (analyse hiérarchique des processus (AHP)). Pour améliorer la gestion du risque d'inondation dans la commune de Khemisti, située dans la wilaya de Tipaza. Cette approche permet de combiner diverses données spatiales et de modéliser les zones à risque afin de mieux comprendre et anticiper les phénomènes d'inondation. Selon une étude de Mardani et al. (2015), l'intégration des SIG et de l'AHP a montré une efficacité significative dans la cartographie des risques d'inondation et la prise de décision en matière de gestion des catastrophes (HAFNAOUI M.A et al. 2023).

Cette étude vise à cartographier la vulnérabilité aux inondations de la commune de Khemisti, en Algérie, en utilisant la méthode d'analyse multicritère AHP (Analytic Hierarchy Process) basée sur 7 facteurs : précipitations, pente, densité de drainage, accumulation des flux, ordre des flux, imperméabilité et tissu urbain. Elle implique également la modélisation d'une base de données géospatiales.

## **1.1. OBJECTIF DU MEMOIRE :**

### **❖ PRINCIPAUX :**

- Améliorer la gestion et la prévision du risque d'inondation de la commune
- Réduire l'impact des inondations
- Fournir aux autorités locales des outils d'aide à la décision pour la prévention et la gestion des risques d'inondation
- Sensibiliser la population aux risques d'inondation et aux mesures de réponse appropriées
- Développer une méthodologie reproductible pour l'évaluation de la vulnérabilité aux inondations à l'échelle locale

## ❖ **SECONDAIRE :**

- Identifier les zones les plus exposées et vulnérables au risque d'inondation dans la commune
- Permettre une meilleure planification de l'aménagement du territoire
- Guider la mise en place de mesures de protection et de réduction de la vulnérabilité
- Favoriser le développement de stratégies d'adaptation au changement climatique

## **1.2. CONTRAINTES :**

- Taille limitée de la zone d'étude qui rend difficile l'obtention de modèles numériques de terrain de haute qualité
- Indisponibilité de données géo spatiales de très haute résolution nécessaires à l'analyse
- Contrainte matérielle
- Complexité de la modélisation des processus hydrologiques et géomorphologiques

## **1.3. PROBLEMATIQUE :**

Les inondations sont l'un des phénomènes naturels les plus dévastateurs, causant chaque année des milliers de décès et des pertes économiques importantes à travers le monde. En Algérie, la situation est particulièrement préoccupante, avec une augmentation notable de la fréquence et de l'intensité des inondations en raison de la croissance urbaine non planifiée, de l'insuffisance des infrastructures de drainage et des effets exacerbés du changement climatique. Ceci souligne la nécessité d'adopter des stratégies de gestion des risques plus efficaces et intégrées. Dans ce contexte, la question centrale de ce mémoire est :

**<Comment améliorer la gestion du risque d'inondation dans la commune de Khemisti, dans la wilaya de Tipaza ?>**

## **1.4. PLAN DU MEMOIRE :**

Pour ce faire, ce présent travail a été divisé en 4 chapitres :

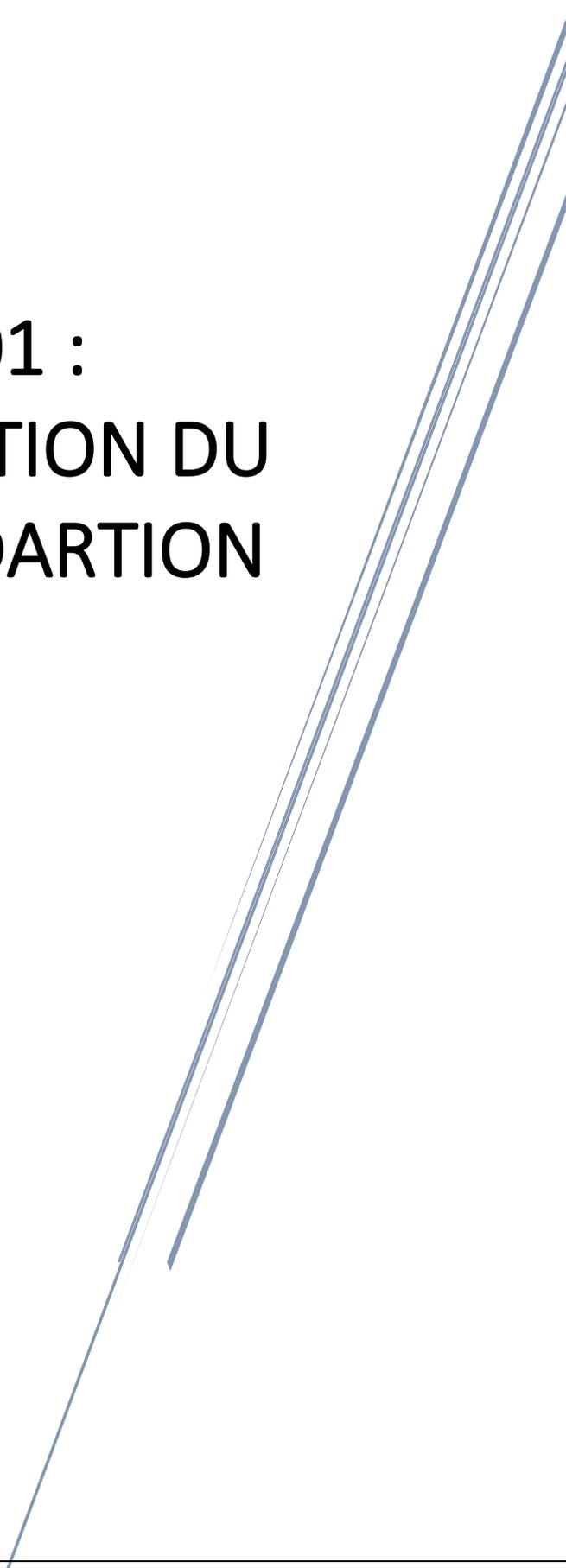
Chapitre 01 : contextualisation du risque d'inondation en définissant les concepts clés, les mesures, causes et typologie des risques d'inondation en Algérie. Et une présentation des méthodes pertinentes pour la gestion du risque d'inondation utilisées pour la plupart par les grands établissements spécialisés dans le domaine de la gestion du risque d'inondation.

Chapitre 02 : ce chapitre se concentre sur la commune de Khemisti, en examinant ses caractéristiques géographiques et sociales. Il analyse d'abord ses aspects physiques, tels que sa situation géographique, son sol, ses pentes et son réseau hydrographique. Ensuite, il explore ses aspects socio-économiques, notamment sa structure administrative, son réseau routier, son habitat et ses équipements.

Chapitre 03 : Ce chapitre présente une méthodologie pour évaluer la vulnérabilité au risque d'inondation à Khemisti, combinant une base de données orientée objet et l'analyse multicritère (AHP) pour une meilleure gestion du risque.

Chapitre 4 : interprétation des résultats de la cartographie de la vulnérabilité aux inondations et de la conception de la base de données orientée objet et propositions d'actions concrètes pour améliorer la gestion du risque d'inondation dans la commune de Khemisti.

# CHAPITRE 01 : CONTEXTUALISATION DU RISQUE D'INONDATION



## 1.1. INTRODUCTION

L'inondation est l'un des risques naturels les plus fréquents et dévastateurs à travers le monde. En Algérie, et plus particulièrement dans la commune de Khemisti, ce phénomène présente des défis considérables en matière de gestion des risques. Ce chapitre vise à offrir une mise en contexte complète du risque d'inondation en commençant par la définition du concept de risque, tant d'un point de vue général que géographique. Ensuite, nous explorerons les différents types de risques liés à l'inondation, ainsi que les facteurs naturels et humains qui contribuent à son intensification. Enfin, une attention particulière sera accordée aux actions et stratégies mises en place par les institutions algériennes pour gérer ce risque. En apportant une vision globale et locale du problème, ce chapitre cherche à établir les bases nécessaires pour une meilleure compréhension de la gestion des risques d'inondation dans les chapitres suivants.

## 1.2. CONTEXTUALISATION DE LA GESTION DU RISQUE D'INONDATION PAR LA GEOMATIQUE :

### 1.2.1. NOTION DE RISQUE :

Le mot risque, qui vient du latin "**risicum**", fait référence au risque encouru par les marchandises lors de leur transport par voie maritime au Moyen Âge. De nos jours, il est impossible de définir cette notion de manière univoque, car de nombreuses disciplines et autres formations l'utilisent et définissent cette notion selon leurs besoins spécifiques. (INRIS, 2021) :

- ❖ **Les économistes**, le décrivent comme l'hypothèse d'une perte financière causée par une incertitude mesurable. (Bendia et al, 2021)
- ❖ **Les géophysiciens**, l'utilisent comme une estimation probable dans un certain temps, dans une région spécifique, de l'importance du risque sismique pour les individus, les biens et les activités productrices. (Bendia et al, 2021)
- ❖ **Dans le langage**, le risque est généralement associé à une évocation négative (pérille, inconvenient, menace), neutre (hasard, responsabilité, gageure) ou dans certains cas positif (chance, fortune). Souvent, on le confond avec le danger, qui est le dommage que quelque chose (matériels, équipements, situation, etc.) peut causer, tandis que le risque est l'idée incertaine du danger. (Canada.da,2009)

Et d'autre part de sa double signification qui fait référence à la fois à "**la possibilité d'un danger** " et à "**les conséquences potentielles résultant de ce danger** " ((INRIS, 2021) .Le premier sens se concentre sur l'origine du danger, tandis que le second se concentre sur les personnes exposées à ce risque.

### 1.2.1 .1. LA NOTION DU RISQUE DANS LE DOMAINE DE LA GEOGRAPHIE :

En géographie, le risque est défini classiquement comme "**la possibilité ou la probabilité d'atteinte aux enjeux humains (personnes, biens, valeurs culturelles, entre autres), ils résultent fondamentalement de la conjonction territoriale entre un ou plusieurs dangers ou aléas et la vulnérabilité, qui est la propension d'une société exposée à subir des dommages plus ou moins graves en cas de manifestation d'un aléa. Les aléas dits naturels sont des phénomènes physiques, identifiables par leurs intensités et leurs fréquences. Leur origine est soit totalement (séismes majeurs, cyclones) soit partiellement naturelle (certaines inondations, de nombreux mouvements de**

terrain” (D’Ercole.R& Pigeon.M, 1999 p.340).” Mais dans les deux cas, la présence et les comportements humains influent à des degrés divers sur les processus physiques, ce qui signifie que la vulnérabilité et ses facteurs influent sur l’aléa” (D’Ercole.R& Pigeon.M, 1999. p.340). Autrement dit, le risque est la possibilité qu’un ou plusieurs événements, qu’ils soient d’origine naturelle (tels que les séismes, les cyclones, l’inondation) ou bien anthropiques (tels que: accidents industriels, incendies, accidents de circulation) (aléa) fassent subir des dommages (vulnérabilité) à des biens et des personnes (enjeux). La formule suivant exprime ce concept :

$$\text{Risque} = \text{Aléa} \times \text{Enjeux} \times \text{Vulnérabilité}$$

Où:

❖ **Notion d’Aléa :**

Depuis 1946, l’ISO (l’Organisation internationale de normalisation) est une organisation non gouvernementale qui établit des normes internationales (exigences, spécifications, lignes directrices, etc.) afin de favoriser les échanges et la coopération entre les personnes et les entreprises du monde entier, tout en respectant les principes du développement durable, notamment en ce qui concerne la gestion des risques. L’aléa est défini par la norme ISO3100 comme « **un événement, une activité humaine ou un processus susceptible de causer des décès ou des blessés ou d’autres conséquences sur la santé, ainsi que de causer des dommages matériels, des perturbations socioéconomiques ou une détérioration de l’environnement** » (ISO3100). En d’autres termes, un aléa peut être d’origine naturelle (comme les séismes, les inondations, l’invasion aréidienne, etc.) ou être causé par l’activité humaine (comme la déforestation, la pollution (atmosphérique, marine....)).

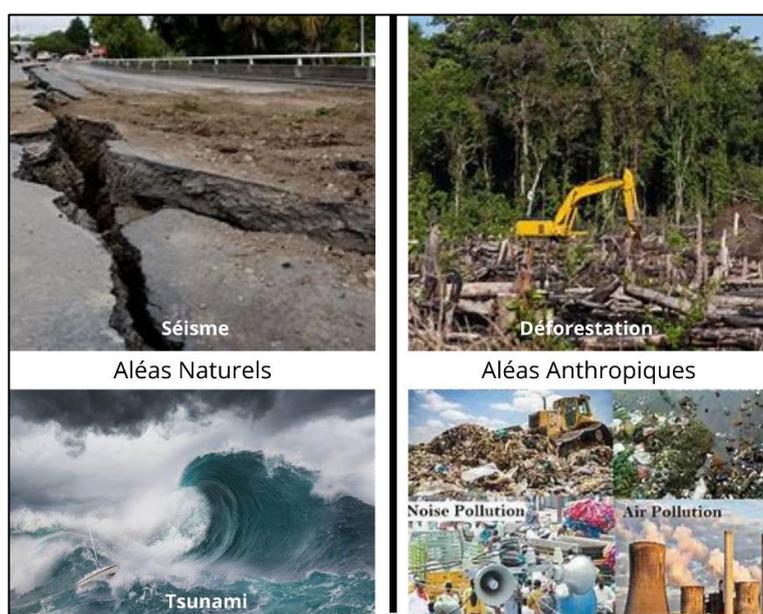


PHOTO 1: EXEMPLE D’ALEAS NATUREL ET ANTHROPIQUES

SOURCE : OUBRAHAM AMINE / CANVA

❖ **Relation entre l'aléa et le risque :**

Si un phénomène (aléa) d'origine (naturelle ou humaine) se produit dans une zone non habitée (désert, forêt, etc.), il n'est pas perçu comme un risque ; cependant, si la zone est habitée (ville, village...) et qu'il y a des dommages (matériels ou humains), il devient un risque qui représente un danger ( Canada.ca,2009) . (Voir photo 02)



Aléas Naturels



Aléas Anthropiques



PHOTO 2 EXEMPLES DES DANGERS ISSUES DES ALEAS NATURELS ET ANTHROPIQUES

SOURCE : OUBRAHAM AMINE/CANVA

❖ **Notion d'Enjeux :**

“ Dans la géographie des risques, les défis concernent les individus et les biens qui pourraient être impactés par un événement imprévu” (Baud et al. 2022, p. 45). Cela implique que les enjeux impliquent toutes les personnes, les biens (tels que les habitations, les équipements...) et l'environnement qui peuvent être affectés et subir des dommages par un ou plusieurs aléas (qu'ils soient naturels ou anthropiques) à condition qu'ils aient une certaine vulnérabilité (fragilité) face à ces perturbations.<sup>1</sup>(Géoconfluence, 2004)

<sup>1</sup> "Enjeux en géographie des risques" –Géo confluence

❖ **Notion de Vulnérabilité :**

L'une des définitions les plus connues de la vulnérabilité a été formulée par la Stratégie internationale pour la réduction des catastrophes qui la considère comme **“un ensemble de conditions et de processus résultant de facteurs physiques, sociaux, environnementaux et économiques qui augmentent la susceptibilité. D'une communauté à l'impact des aléas.”** (ISDR, 2004). En Somme, le risque se manifeste par la possibilité de causer des dommages humains et matériels uniquement à des individus et des biens qui sont vulnérables aux phénomènes naturels ou anthropiques (aléas) qui représentent un danger pour eux. .

**1.2.1.2. TYPES DE RISQUES :**

Les risques sont classés en deux grands types: le risque naturel, lorsque l'aléa est causé par la nature, et le risque anthropique, lorsque l'aléa est causé par une activité humaine, (Géoconfluence, 2004) comme le montre le schéma ci-dessous. Toutefois, cette division est contestée, car, en réalité, il y a une prédominance des risques liés à des aléas naturels et humains

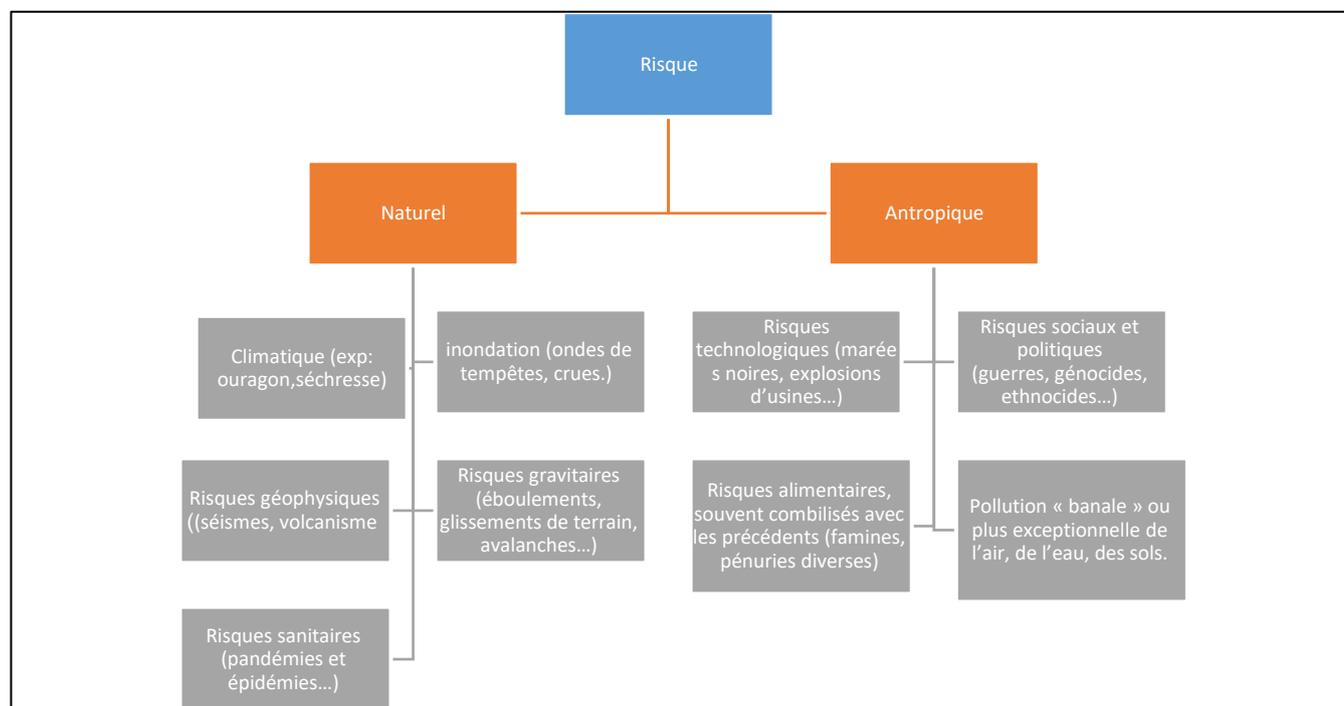


FIGURE 1: SCHEMA REPRESENTATIF DES TYPES DE RISQUE

SOURCE : OUBRAHAM AMINE /GEOCONFLUENCE

### 1.2.1.3. CLASSIFICATION DU NIVEAU DES RISQUES :

La classification des niveaux de risque repose sur l'évaluation de la fréquence (probabilité qu'un événement se produise) et de la gravité (impact potentiel de cet événement) des événements potentiels (GUILLAUME PROMÉ, 2020). Parmi les méthodes employées, la méthode FARMER, également appelée courbe de FARMER, est un outil précieux pour cette évaluation. Grâce à cette méthode, il est possible de représenter visuellement la gravité des risques à l'aide d'une courbe qui inclut la fréquence et la gravité, ce qui facilite l'identification des risques inacceptables nécessitant des mesures immédiates, de ceux qui peuvent être tolérés à condition de réduire les risques (FRANCIS-CLAUDE, 2016). (voir figure 2)

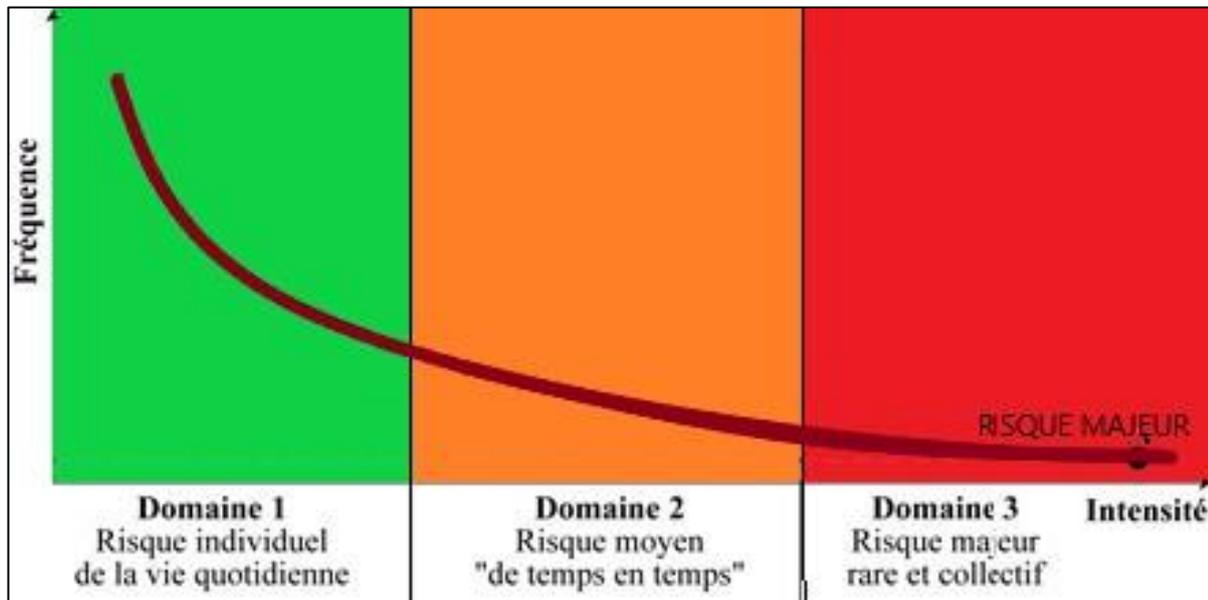


Figure 2: COURBE DE FARMER-NIVEAUX DE RISQUE- SOURCE : OPENEDITION source : openedition

Où :

- **Domaine 01 (en vert)** présente une fréquence élevée et une gravité faible, ce qui indique que les incidents sont fréquents mais les conséquences sont minimales. Donc, le risque est toléré.
- **Domaine 02 (en orange)** : présente une fréquence et une gravité moyennes. Dans cette situation, il faut surveiller et contrôler l'événement afin d'éviter tout dommage. Le risque est considéré comme relativement acceptable.
- **Domaine 03 (en rouge)** : Les événements se produisent rarement, mais chaque événement entraîne des conséquences extrêmement graves. Le niveau de risque est extrêmement élevé, et s'il échappe au contrôle des autorités, il est considéré comme un risque majeur.

La particularité de cette courbe réside dans son approche méthodique pour évaluer et gérer les risques, en utilisant une matrice fréquence-gravité. Il est donc possible de classer les risques en différentes catégories, allant de faible à élevé, afin de donner une priorité aux actions à entreprendre pour leur gestion. (Nouhed ACHOURI, 2009)

## 1.2.2. QUESQUE L'INONDATION ? :

“Une inondation est une submersion temporaire par l’eau des terres qui ne sont pas submergées en temps **NORMAL**” (IFRC, 2020). Cela peut être provoqué par une pluviométrie excessive, la fonte des neiges ou la rupture d'un barrage. Les inondations peuvent entraîner des répercussions désastreuses, causant des dommages aux infrastructures et mettant en péril la vie humaine (Zurich Assurance, 2023).



PHOTO 3: INONDATION D'UN QUARTIER EN LOUISIANE, USA EN 2016

SOURCE : WEATHER.COM

### 1.2.2.1. LES TYPES D'INONDATION LES PLUS COURANTS DANS LE MONDE :

❖ **INONDATION FLUVIALE** : survient lorsque le niveau d'eau dans des lacs, rivières ou ruisseaux déborde en raison de précipitations excessives, de fonte des neiges ou de variations climatiques qui impactent la fréquence et l'intensité des inondations fluviales. Elle peut également survenir en cas de défaillance des ouvrages de gestion d'eau (barrage, digue et autres infrastructures) des cours d'eau qui cèdent sous la pression des précipitations. Ci-dessous un schéma illustratif :

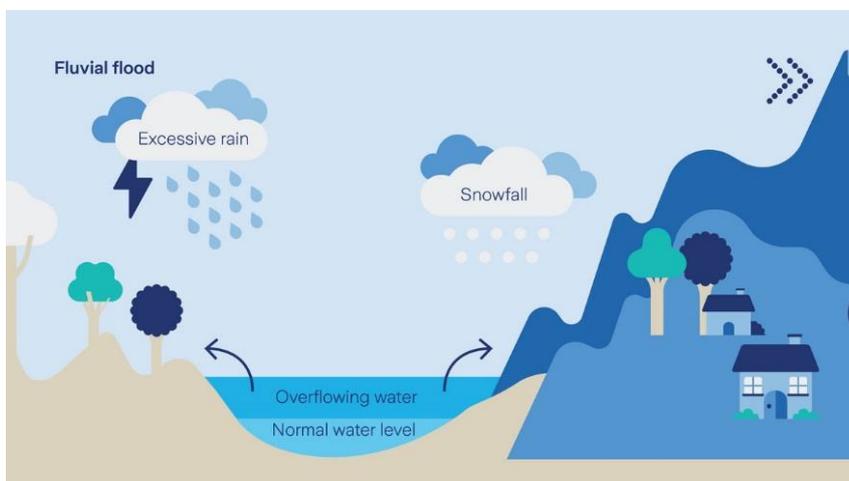


FIGURE 3: SCHEMA REPRESENTATIF DES INONDATION FLUVIAL

SOURCE : ZURICH ASSURANCE

Ce genre d'inondation s'étend depuis les cours d'eau et peut :

-Entrainer des vies humaines et des biens, pris au dépourvu, surtout dans les environs des rivières.



PHOTO 4 : UN GARCON PRIS PAR LES EAUX ET SECOURU PAR LES POMPIER EN FRANCE

SOURCE : INFO LOCALS

- Causer des dommages aux infrastructures essentielles (routes, ponts, constructions) et engendrer des frais de réparation importants.



PHOTO 5 : DEGATS CAUSE PAR LES INONDATIONS FLUVIALES EN BELGIQUE

SOURCE : BFMTV

- La destruction des récoltes et l'interruption des activités industrielles et commerciales entraînent des pertes économiques.



PHOTO 6 : DESTRUCTION DES RECOLTES DU AUX FORTES PRECIPITATIONS

SOURCE : BFMTV

❖ INONDATIONS DE COURS D'EAU (FLUVIALES) :

➤ *INONDATION FLUVIALES SOUDAINES* : Il s'agit d'inondations qui se produisent brusquement et le plus souvent sur les petites rivières, les rivières avec des vallées abruptes, les rivières qui coulent en grande partie de leur longueur sur un sol imperméable ou sur des canaux en général secs.

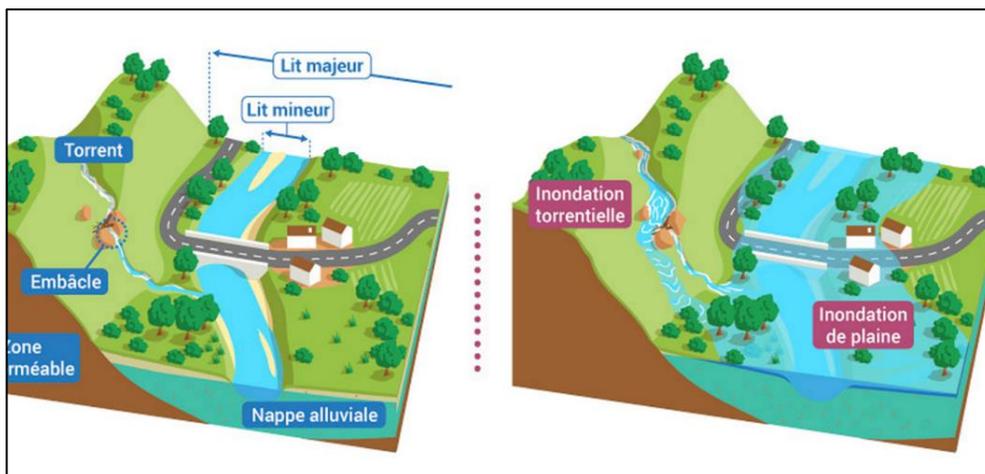


FIGURE 4 : LES INONDATIONS ET LES SUBMERSIONS MARINES

SOURCE : EAUFRANCE

➤ *INONDATION FLUVIALES LENTES* : ces crues à faible niveau se produisent habituellement dans les grandes rivières avec de vastes **bassins versants**..<sup>2</sup>



PHOTO 7 : MONTE DU FLEUVE LA GARONNE A BORDEAU EN 2017

SOURCE : 33 BORDEAU

❖ *INONDATION PLUVIALES (CRUES SOUDAINES ET EAUX DE SURFACE)*: A la différence du type d'inondation précédent, les inondations pluviales qui certes se créent par des précipitations excessives ou la fonte des neiges et également la formation de la glace, et présence des débris (déchets ..ect), barrages qui bloquent les voies d'eau, mais peuvent se produire à l'intérieur des terres dans n'importe quelle zone (urbain, rural ..ect) et même où il n'y a pas de plan d'eau. Ces inondations ont des conséquences d'autant plus graves dans les zones urbaines où l'eau ne peut pas entrer en raison de l'imperméabilisation des sols et de la faible végétation, ainsi que des constructions denses. Ci-dessous un schéma illustratif :

---

<sup>2</sup> **bassin versant** : portion d'espace terrestre délimitée par des frontières naturelles qui sont des lignes de crête qu'on appelle lignes de partage des eaux à l'intérieur duquel tous les écoulements, en surface ou en profondeur, s'accumulent pour former une rivière principale qui sera drainée depuis les hauteurs du bassin (en amont) jusqu'en aval (partie basse du versant) vers le même exutoire (cours d'eau, lac ou la mer) emportant au passage des sédiments (particule de terre arrachée suite à l'érosion hydrique). Chaque bassin versant est unique par sa taille, sa forme et ses autres caractéristiques naturelles.

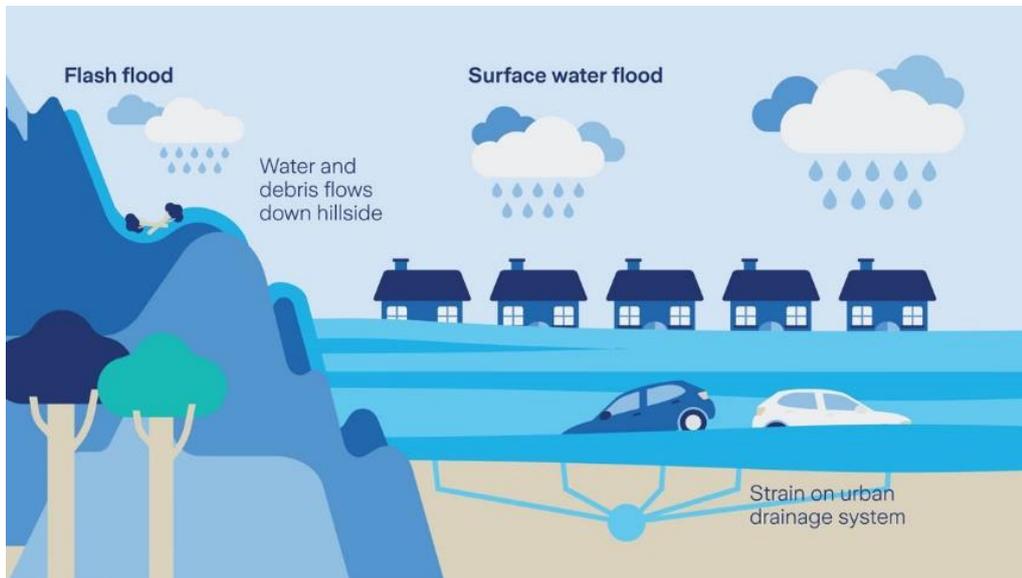


FIGURE 5 : SHEMA REPRESENTATIF DES CRUES SOUDAINES

SOURCE : ZURICH ASSURANCE

➤ **INONDATION D'EAU DE SURFACE** : surviennent lorsque les précipitations sont abondantes pendant plusieurs jours et que le système de drainage urbain est submergé, ce qui permet à l'eau de circuler.



PHOTO 8 : INONDATION EN SUD-GIRONDE

SOURCE : SUD OUEST

➤ **CRUES SOUDAINES** : Ce sont les inondations les plus mortelles et les plus connues, car elles se produisent habituellement dans les 3 heures suivant de fortes pluies, sous forme d'un torrent d'eau et à haut niveau. Elles sont provoquées par des précipitations très fortes après de violents orages sur une courte période ou par une évacuation brusque d'eau d'un barrage ou d'une digue. Son danger réside non seulement dans la puissance destructrice de l'eau, mais aussi dans les nombreux débris souvent emportés par le courant.



PHOTO 9 : CRUE SOUDAINE DANS LE PAS DE CALAIS

SOURCE : BFMTV

➤ *INONDATION COTIERE (ONDE DE TEMPETE) :*

C'est la submersion anormale des terres côtières par la mer, causée généralement par des vents intenses de tempête -en particulier lorsqu'elles coïncident avec la marée haute – d'où son appellation d'onde de tempête, mais aussi par des tsunamis (de grosses vagues) ou encore lorsqu'il y a une baisse de la pression atmosphérique. Ci-dessous un schéma



illustratif :

FIGURE 6 : SCHEMA REPRESENTATIF DES ONDES DE TEMPETE

SOURCE : ZURIC ASSURANCE

### 1.2.2.2. TYPOLOGIE D'INONDATION EN ALGERIE :

En Algérie les types d'inondation sont classés selon les caractéristiques naturelles et anthropiques de chaque zone, ci-dessous un tableau illustrant ces différentes classes :

TABLEAU 1: TYPOLOGIE DE L'INONDATION EN ALGERIE

LA MONTEE DES EAUX EN REGION DE PLAINE	
<i>INONDATIONS DE PLAINE</i>	La rivière sort de son lit mineur lentement et peut inonder la plaine pendant une période relativement longue. La rivière occupe son lit moyen et éventuellement son lit majeur
<i>LES INONDATIONS PAR REMONTEE DE NAPPE</i>	Lorsque le sol est saturé d'eau, il arrive que la nappe affleure et qu'une inondation spontanée se produise. Ce phénomène concerne particulièrement les terrains bas ou mal drainés et peut perdurer
LA FORMATION RAPIDE DE CRUES TORRENTIELLES CONSECUTIVES A DES AVERSES VIOLENTES	
<i>LES CRUES DES RIVIERES TORRENTIELLES ET DES TORRENTS</i>	Lorsque des précipitations intenses tombent sur tout un bassin versant, les eaux ruissellent et se concentrent rapidement dans le cours d'eau, d'où des crues brutales et violentes dans les torrents et les rivières torrentielles. Le lit du cours d'eau est en général rapidement colmaté par le dépôt de sédiments et des bois morts peuvent former des barrages et des digues, appelés embâcles. Lorsqu'ils viennent à céder, ils libèrent une énorme vague, qui peut être mortelle.
LE RUISSELLEMENT PLUVIAL URBAIN	
<i>LES CRUES RAPIDES DES BASSINS PERIURBAINS</i>	L'imperméabilisation du sol (bâtiments, voiries, parking, ect...) limite l'infiltration des pluies et accentue le ruissellement, ce qui occasionne souvent la saturation et le refoulement du réseau d'assainissement des eaux pluviales. Il en résulte des écoulements plus en moins- importants et souvent rapides dans les rues.

SOURCE: RAPPORT DE LA 1 ERE PHASE : ETUDE DES BESOINS, DE L'ETUDE D'AMENAGEMENT DES ZONES INONDABLES DE LA VALLEE DU M'ZAB DE LA WILAYA DE GHARDAÏA PAR UTILISATION DES TECHNIQUES SPATIALE

### 1.2.3. RISQUE D'INONDATION :

Ainsi, en se basant sur les définitions de ces concepts et sur la loi N°04-20 du 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et la gestion des catastrophes, le risque d'inondation est défini comme : la possibilité qu'un événement naturel ou humain provoque une submersion temporaire ou permanente de zones habituellement hors d'eau, pouvant causer des dommages aux individus, aux biens ou à l'environnement. Plusieurs facteurs sont associés à ce risque, comme la pluviométrie, le relief, l'hydrographie, l'occupation du sol .....ect. Les conséquences peuvent être considérable pour la sécurité des individus, la santé publique, les infrastructures, les activités économiques, le patrimoine culturel et l'écosystème.

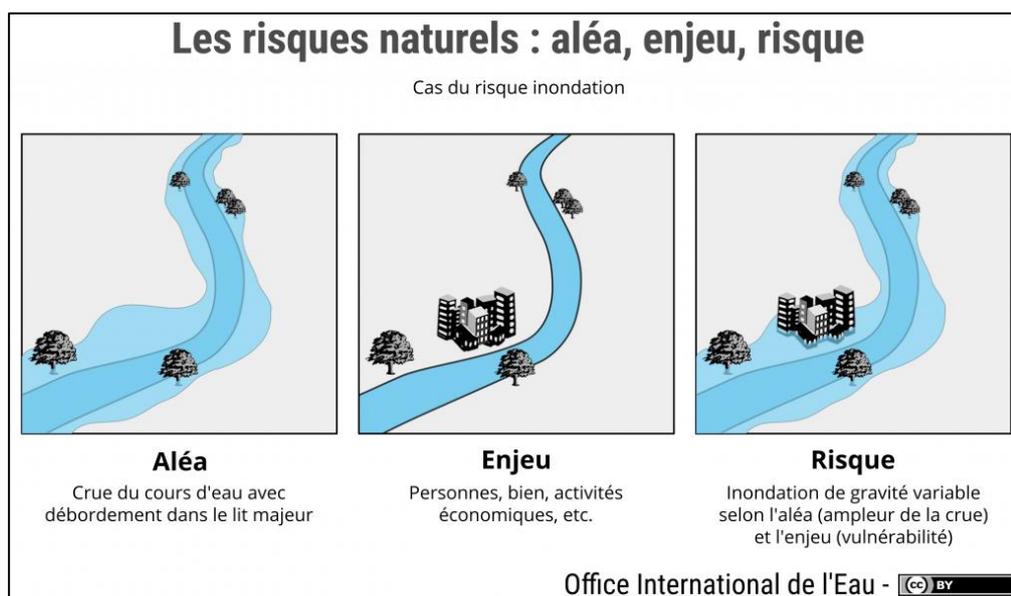


FIGURE 7 : SHEMA REPRESENTATIF DU RISQUE

SOURCE : OFFICE INTERNATION DE L'EAU

### 1.2.3.2. FACTEURS QUI CAUSENT LE RISQUE D'INONDATION :

**“Le débit d'une rivière désigne le volume d'eau qui coule dans un cours d'eau et qui est exprimé en mètres cubes par seconde. Lorsqu'un débit augmente, le niveau des rivières augmente également. Les inondations se produisent lorsque le niveau de remplissage d'une rivière est dépassé (l'eau se déverse sur les berges). Le risque d'inondation est influencé par différents facteurs physiques et humains”.** (Internet geography, 2024)

#### 1.2.3.2. 1. LES FACTEURS NATURELS :

##### ❖ PRÉCIPITATIONS PROLONGES :

Quand les précipitations persistent, le sol devient saturé d'eau et perd sa capacité d'absorption. Par conséquent, les eaux de pluie ne peuvent plus pénétrer dans le sol, ce qui entraîne un ruissellement de surface de plus en plus important à mesure que le volume d'eau augmente, ce qui accroît le risque d'inondation en raison de la présence d'enjeux dans une zone spécifique (milieu urbain, terrain, etc.).



PHOTO 10 : PRECIPITATION PROLONGE ENTRAINANT L'INONDATION DU SUD EST DU KENTUCKY,USA

SOURCE : NATIONAL WEATHER SURVEY

#### ❖ PRECIPITATIONS INTENSIVES :

Dans cette situation, lorsque la pluviométrie atteint un seuil donné, le sol ne parvient pas à absorber l'eau de pluie qui s'infiltré rapidement. De plus, lorsque les précipitations sont prolongées, cela entraîne un ruissellement de surface et un risque d'inondation.



PHOTO 11: INCAPACITE DU SOL A ABSORBER L'EAU DE PLUIE

SOURCE : WEB

#### ❖ LE RELIEF :

L'eau de pluie se déplace rapidement vers le bas dans les régions au relief escarpé, comme les montagnes. Ainsi plus la pente est raide et plus l'eau s'écoule rapidement ce qui augmente le risque d'inondation

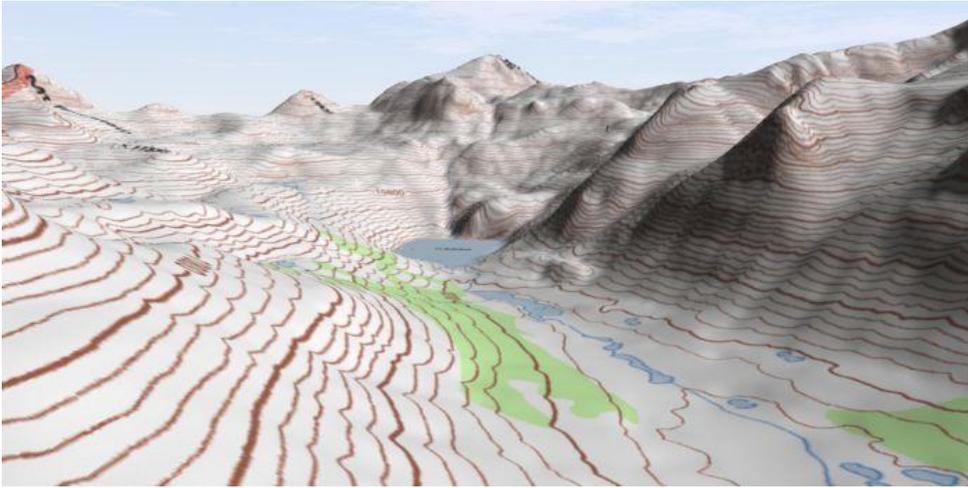


PHOTO 12 : L'IMPACT DU RELIEF ESCARPE SUR L'ÉCOULEMENT DE L'EAU

SOURCE : DEM 3D

### 1.2.3.2. 2. FACTEUR HUMAINS :

#### ❖ OCCUPATION DU SOL :

Les sols artificialisés (tel que l'asphalte, béton, etc.) issus de développement urbain empêchent l'eau de pluie de s'infiltrer dans la terre en raison de leur imperméabilité (l'eau ne peut pas s'infiltrer) et par conséquent un ruissellement de surface se crée et se fait un chemin en fonction de la pente jusqu'au point le plus bas en augmentant son volume et emportant avec lui voitures, biens et personnes. ceci vaut également pour les terres agricoles humides qui canalisent les eaux de pluie car comme elles sont gorgées d'eau le sol ne peut absorber ce ruissellement, et cela peut même accroître la vitesse d'écoulement de ce ruissellement entraînant une inondation.



PHOTO 13: IMPACT DES SOLS URBAIN (À GAUCHE) ET DES TERRES AGRICOLE SUR LE RISQUE D'INONDATION

SOURCE : BFMTV

#### ❖ LE DEBOISEMENT :

Les forêts jouent un rôle clé dans la prévention des inondations en absorbant l'eau via les racines et les feuilles des arbres. La déforestation réduit cette capacité d'absorption, augmentant ainsi le volume d'eau qui

s'écoule vers les zones basses. Cela rend le sol moins perméable, entraînant des inondations plus fréquentes et intenses, avec des impacts humains, matériels, et économiques accrus.



FIGURE 8: SCHEMA ILLUSTRANT LE ROLE DES FORETS DANS LA REGULATION DU RISQUE D'INONDATION SOURCE :WORLD RESSOURCE INSTITUTE

### 1.2.3. 3. GESTION DU RISQUE D'INONDATION :

La gestion des risques est définie comme” **le processus qui vise à repérer, évaluer et réduire l'incidence des risques**”. (SafetyCulture, 2013) . Autrement dit, la gestion des risques est un ensemble de mesures, de techniques et de méthodes visant à repérer, évaluer et finalement réduire les conséquences des risques potentiels.

#### 1.2.3.3.1. L'IMPORTANCE DE LA GESTION DES RISQUES :

Ce processus protège les organisations contre les pertes potentielles, telles que les pertes financières, les atteintes à la réputation, ou les dommages aux employés. Étant donné que le risque zéro n'existe pas, chaque organisation doit élaborer un plan personnalisé de gestion des risques, adapté à ses caractéristiques spécifiques et aux menaces auxquelles elle est confrontée

#### 1.2.3.3.2. CYCLE DE GESTION DES RISQUES :

La gestion des risques se présente comme un cycle fermé comprenant 4 étapes essentielles qui se complètent mutuellement : la prévision, la prévention, la réponse et la gestion des crises,

comme illustré dans le schéma ci-dessous :

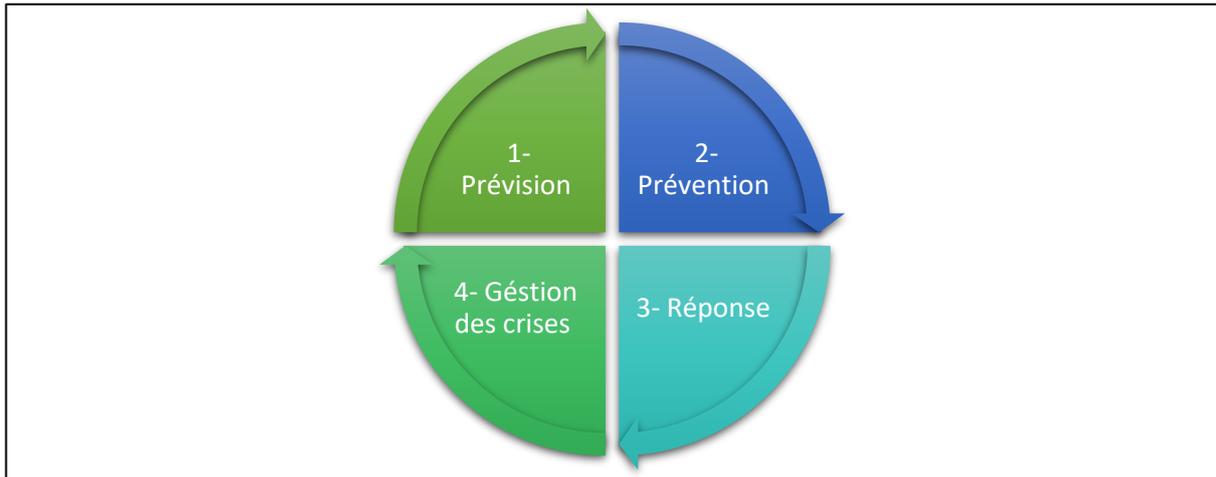


FIGURE 9 : CYCLE DE GESTION DES RISQUES

SOURCE : ENCADRANT

### 1-PREVISION D'UN RISQUE :

**"Est la prise de décision préalable d'un risque en utilisant un ensemble d'outils et la capacité de prédire avec certitude ce qui va se produire"** (kartablef.fr, 2024).

Effectivement, de nombreux événements naturels tels que les conditions météorologiques (orage, cyclone, tempête...etc) sont régulièrement surveillés afin de prévoir leur arrivée et d'informer rapidement les populations et les autorités, afin de préparer un plan de gestion de crise adapté à la situation. La prévision est donc l'anticipation des risques futurs et c'est une étape cruciale dans la gestion des risques.

#### 1.1. PRINCIPALES METHODES DE PREVISION DES RISQUES D'INONDATION :

1.1.1. **Utilisation de modèles pluie-débit** : ces modèles mathématique utilisent des équations hydrologiques afin de prédire les débits des rivières à partir d'enregistrements passée ou prévu.

Exemple : l'utilisation du modél Hec Ras pour simuler les écoulements dans la vallée de Mzab

1.1.2. **Utilisation de radar météorologique** : l'imagerie radar est utilisée dans la surveillance des précipitations en temps réel, exemple : le radar météorologique de météo France de résolution spatial de 1 km fut utilisé pour surveiller les précipitations des crues Provence-Alpes-Côte d'Azur

1.1.3. **Capteurs de Niveau d'Eau** : Mesurent en continu les niveaux des rivières et des réservoirs, fournissant des alertes en cas de montée rapide des eaux. Exemple : Capteurs installés le long du Rhin pour surveiller les niveaux d'eau

1.1.4. **Systèmes d'Information Géographique (SIG)** : Utilisés pour analyser et cartographier les données hydrologiques et météorologiques, identifiant les zones à risque. Exemple : SIG utilisé pour cartographier les zones inondables à Venise

2- PREVENTION : l'article 2 de la loi n° 04-20 du 13 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable définit la prévention comme : **“la définition et la mise en œuvre de procédures et de règles visant à limiter la vulnérabilité des hommes et des biens aux aléas naturels et technologiques ”** (officiel prévention,2024). Autrement dit, la prévention consiste à prendre des mesures d'atténuation des dégâts possible d'un risque susceptible de se produire et ce en identifiant les facteurs de ce risque puis les modifier afin de réduire leur impact au maximum

## 2.1. PRINCIPALES METHODES DE PREVENTION DES RISQUES D'INONDATION :

**2.1.1 Plans d'occupation des sols** : Réglementation de l'utilisation des sols afin d'éviter la construction dans les zones inondables. Exemple : Projet de planification des sols à Amsterdam afin d'éviter les constructions nouvelles dans les zones basses.

**2.1.2 Systèmes de Drainage Urbain** : Élaboration et entretien de systèmes de drainage destinés à évacuer les eaux de pluie.

**2.1.3 Barrières et Dignes** : Construction de barrières physiques pour empêcher l'eau d'atteindre les zones habitées. Exemple : Dignes de protection contre les inondations à la Nouvelle-Orléans.

**2.1.4 Rétention et Infiltration** : Utilisation de bassins de rétention et de techniques d'infiltration pour gérer les eaux pluviales. Exemple : Bassins de rétention à Tokyo pour gérer les eaux de pluie.

**2.1.5 Reboisement et Aménagement des Bassins Versants** : Prévenir l'érosion et augmenter l'absorption des précipitations par les sols. Exemple : Projet de reboisement dans le bassin versant du Mississippi

### 3- RÉPONSE :

**“Il s'agit d'actions immédiates prises pour faire face aux conséquences d'une catastrophe. Son objectif principal est de sauver des vies, de diminuer les souffrances et de réduire les dégâts matériels. Cette étape comprend des actions telles que les opérations de secours d'urgence, la prestation de soins médicaux, l'hébergement temporaire et la réhabilitation des services essentiels tels que l'eau et l'électricité.” (IFRC, 2021)**

#### 3.1. PRINCIPALES METHODES DE REPONSE DES RISQUES D'INONDATION :

3.1.1 **Plans de Contingence** : Stratégies préétablies pour faire face aux situations d'urgence. Exemple : Plan d'urgence de la ville de Houston en cas d'inondation.

3.1.2 **Équipes Rapides de Réaction** : Des équipes spécialisées qui interviennent rapidement en cas d'inondation. Exemple : Équipe de sauvetage de la Croix-Rouge aux Philippines.

3.1.3 **Systèmes d'Alerte Précoce** : sont utilisés pour prévenir la population des risques d'inondation. Exemple : Système d'alerte précoce en place au Bangladesh

3.1.4 **Coordination entre les différentes agences** : Collaboration entre diverses agences gouvernementales et ONG pour une réponse efficace. Situation : Collaboration entre FEMA et les organismes locaux aux États-Unis

3.1.5 **Évacuation et Hébergement d'Urgence** : Plans pour évacuer les personnes des zones à risque et les abriter temporairement. Exemple : Des établissements d'hébergement d'urgence créés suite aux inondations à Houston.

4- **GESTION DES CRISES** : Caractériser par **“ des actions rapides pour maîtriser et réduire les dommages tout en apportant une assistance essentielle aux personnes affectées. Elle comprend également la communication de crise pour informer le public et les parties prenantes de l'évolution de la situation et des mesures prises ”**

#### 4.1. PRINCIPALES METHODES DE GESTION DES RISQUES D'INONDATION :

4.1.1 **Analyse Post-Crise** : Évaluation des réponses apportées pour identifier les améliorations possibles.

4.1.2 **Rétablissement et Reconstruction** : Plans pour reconstruire les infrastructures et les habitations après une inondation.

4.1.3 **Assurance et Compensation** : Systèmes pour indemniser les victimes d'inondations.

4.1.4 **Renforcement des Capacités** : Formation continue et équipement des équipes de gestion des crises. Planification à Long Terme : Intégration des leçons apprises dans les futures politiques de gestion des risques.

Ainsi ces méthodes permettent une meilleure anticipation, planification urbaine et une coordination efficaces entre les autorités, les services d'urgence et la population pour réduire les pertes humaines et les dégâts matériels et les perturbations économiques.

### 1.3. MESURES ET METHODES UTILISER POUR LA GESTION DU RISQUE D'INONDATION

#### 1.3.1. LES MESURES LEGISLATIVES ALGERIENNES D'ATTENUATION DU RISQUE D'INONDATION EN ALGERIE :

##### ❖ PLAN GENERAL DE PREVENTION DES INONDATIONS :

La loi n° 04-20 du 25 décembre 2004, qui concerne la prévention des risques majeurs et la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable (interieur.gov.dz, 2004), établit un plan global pour prévenir les inondations conformément aux dispositions de l'article 16 de cette même loi. Il doit inclure les éléments suivantes :

- **une carte nationale d'inondabilité** : qui représente toutes les zones inondables, incluant les lits d'oueds et les périmètres situés à l'aval des barrages et qui seraient exposés à ce risque en cas de rupture de barrage.
- **La hauteur de référence pour chaque zone déclarée inondable** : au-dessous de laquelle les zones concernées sont soumises à la servitude de non-aedificandi établie par les dispositions de l'article 20 mentionné précédemment.
- **les seuils, conditions, modalités et procédures de déclenchement des pré-alertes et des alertes pour chacun de ces aléas** : incluant également, les procédures de suspension des alertes.

L'article 25 de la présente loi stipule que dans les zones inondables identifiées par le plan général d'inondation, les autorisations d'occupation, de lotissement ou de construction doivent préciser les travaux et aménagements qui visent à diminuer les dangers pour la sécurité des individus et des biens. La réglementation définit les conditions d'application. Cependant, ce

projet de loi n'a pas été appliqué, son rôle se limitant à établir les règles de prévention, d'intervention et de réduction des risques de catastrophes.

❖ SCHEMA DIRECTEUR NATIONAL DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS : SDNPC

Ce schéma fait partie de la politique nationale de prévention contre le risque d'inondation. En partenariat avec l'Union européenne, elle repose sur la mise en place d'un système national de surveillance et d'alerte précoce des risques d'inondation jusqu'en 2030. Dont l'objectif est :

- la cartographie des zones inondables
- Mise en place d'un système d'alerte précoce
- Interdiction de construire sur les lits mineurs et majeurs des oueds
- Éliminer les eaux superficielles des ouvrages publics afin de préserver la stabilité des berges.
- Construction des barrages écarteurs de crues

Ce plan comprend cinq axes principaux:

1. **Amélioration de la connaissance du risque d'inondation** : vise à mieux comprendre les conditions qui conduisent aux inondations et à identifier les zones exposées à ce risque.
2. **Réduction de la vulnérabilité** : comprend le renforcement de l'infrastructure et l'amélioration de la planification de la protection contre les inondations.
3. **Révision de la planification des structures de protection contre les inondations** : vise à améliorer les structures d'ingénierie et de technologie pour la prévention des inondations.
4. **Aménagement durable des régions** : se concentre sur le développement de l'infrastructure et de la planification urbaine des zones exposées aux inondations
5. **Développement de la coopération et de la coordination institutionnelle** : vise à renforcer la coopération entre les différents secteurs pour la prévention des risques d'inondation.

❖ **PLAN ORSEC :**

D'après le décret de 85-231, Le plan ORSEC (Organisation des interventions et des secours) est un dispositif mis en place par le gouvernement algérien depuis 1985 pour organiser les interventions et les secours en cas de catastrophe. Il s'agit d'un document qui recense :

- **Au niveau de la prévention** : Les mesures dont le but est d'éviter un accident (catastrophe) ou de limiter ses conséquences
- **Au niveau de l'intervention** : Les moyens du dispositif à mettre en œuvre. (DG protection civile TIPAZA, 2024)

Ce plan s'articule sur trois niveaux : **la wilaya, la commune et l'unité** (échelle local tel que des zones industrielles, quartier,... ECT.) (DG protection civile TIPAZA, 2024)

❖ **Au niveau de la wilaya** : le plan ORSEC comprend 14 modules d'intervention :

1. Secours et sauvetage
2. Sécurité et ordre public
3. Soins médicaux, évacuation et hygiène
4. Expertises et conseils
5. Matériels et équipements divers
6. Liaisons et télécommunications
7. Information
8. Recasement provisoire
9. Approvisionnement en alimentation et secours en nature
10. Transport
11. Hydraulique
12. Énergie
13. Travaux publics
14. Évaluation des dommages.

❖ **Au niveau de la commune** : le plan ORSEC compte 8 modules :

1. Secours et sauvetage
2. Soins médicaux et évacuation
3. Sécurité et ordre public
4. Liaisons et télécommunications
5. Information
6. Recasement provisoire
7. Approvisionnement en alimentation et secours en nature
8. Travaux publics.

❖ **Au niveau de l'unité** : le plan ORSEC se décline en 5 modules principaux :

1. Secours et sauvetage
2. Soins médicaux et évacuation
3. Liaisons et télécommunications
4. Matériels et équipements divers
5. Approvisionnement en alimentation et secours en nature.

❖ Objectif du plan ORSEC (guide Orsec , 2019) :

- Prévenir et faire face aux risques naturels et technologiques majeurs
- Organiser la mobilisation et la coordination des moyens de secours
- Assurer la protection des personnes, des biens et de l'environnement en cas de catastrophe

❖ Principes de fonctionnement :

Le plan ORSEC repose sur quelques principes clés (ibid.):

- Une organisation modulaire et adaptable selon l'ampleur de la catastrophe
- Une mobilisation des moyens à différents niveaux (wilaya, commune, unité)
- Une coordination des acteurs sous l'autorité du préfet de wilaya

- Une planification et une préparation en amont des situations d'urgence
- ❖ Organisme de commandement a diffent niveaux (ibid.):
- Le plan d'organisation des interventions et secours de la wilaya est placé sous l'autorité du wali.
- Le poste de commandement qui est chargé :
  - d'apprécier l'ampleur de la catastrophe
  - d'évaluer les besoins pour mettre en oeuvre totalement ou partiellement le plan
  - de rassembler les moyens à mettre en œuvre
  - d'organiser les opérations de secours et de sauvetage
  - de prendre, éventuellement, toutes mesures d'appel au renfort
  - de veiller à la circulation de l'information
  - de veiller à la sécurité et à la circulation des personnes et des biens
  - de veiller au recasement de la population sinistrée
  - de réquisitionner, le cas échéant, tout moyen supplémentaire
  - d'établir le bilan général des opérations.

➤ Le plan d'organisation des interventions et secours de la commune est placé sous l'autorité du Président de l'Assemblée Populaire Communale.

- le plan d'intervention d'une unité est placé sous l'autorité de son directeur

❖ Mise en œuvre du plan ORSEC (ibid.) :

- Par qui ? :

Le plan ORSEC est déclenché par le préfet de wilaya

- Quand ? :

Lorsque :

- Une menace de catastrophe se concrétise (authentification par le DPC)

- La catastrophe survient dans la wilaya limitrophe et s'étend à la wilaya concernée
- Le plan national est déclenché
- Comment ?

Après la mise en place du plan, les divers modules d'intervention sont progressivement mis en place en fonction des besoins identifiés. La coordination est assurée sous l'autorité du Wali (préfet), qui supervise la mise en œuvre et s'assure de la mobilisation des ressources nécessaires. Ainsi, les divers modules d'intervention prévus dans le plan ORSEC sont mis en œuvre sur le terrain, chacun en respectant les directives spécifiques établies dans le plan. Les équipes de secours s'occupent des victimes, sécurisent les zones et rétablissent progressivement les accès et les infrastructures endommagées.

L'organisation logistique est également mise en place afin de garantir l'approvisionnement en nourriture, en eau et en produits de première nécessité, ainsi que l'hébergement temporaire des populations touchées.

Durant toute la période de gestion de la crise, une communication régulière est mise en place avec la population afin de la tenir informée de l'évolution de la situation et des instructions à respecter.

Finalement, une étape de collecte d'expérience et d'évaluation permet d'examiner les actions entreprises et d'améliorer le dispositif ORSEC pour les interventions à venir.

### 1.3.2. LES METHODES PERTINENTES UTILISEES DANS LA GESTION DU RISQUE D'INONDATION :

#### ❖ **Application de DBSCAN et K-means pour la gestion efficace des risques d'inondation**

**urbaine:** Cette méthode, développée par des chercheurs de l'Université de Fuzhou, vise à améliorer la gestion des risques d'inondation urbaine en classant les niveaux de risque et en identifiant les zones à haut risque. Publiée en mars 2023, elle intègre l'indice d'évaluation des risques basé sur le cadre risque-vulnérabilité, combiné à deux techniques de regroupement de données: DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) et K-Means. Ces techniques permettent de regrouper les facteurs de risque quantitatifs et d'identifier efficacement les zones urbaines les plus vulnérables aux inondations. Cette approche offre une base scientifique solide pour la prévention et la gestion des inondations urbaines. Les étapes en détails sont illustrer par le schéma suivant :

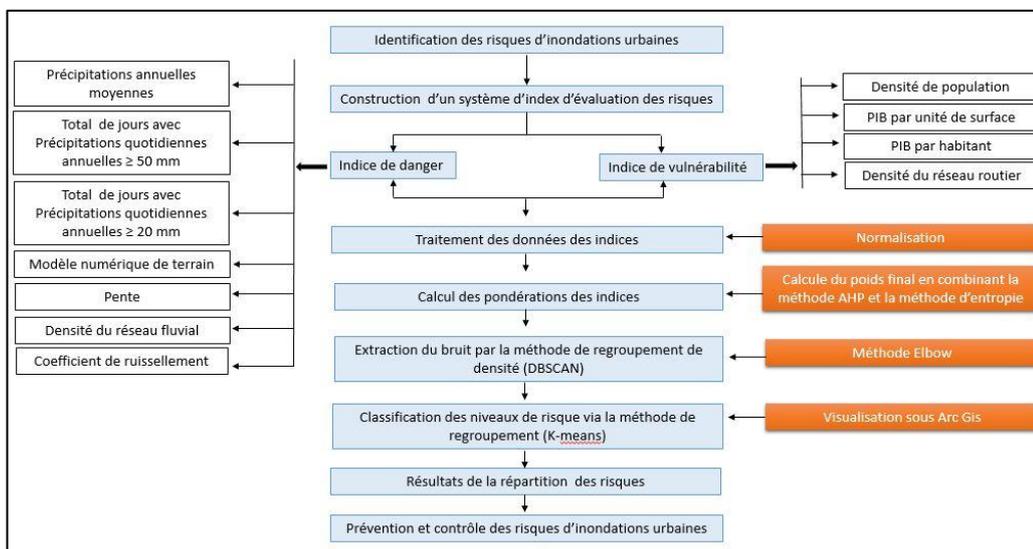


FIGURE 7 : LES ETAPES SUIVI DE LA METHODOLOGIE SOURCE : URBAN FLOOD RISK ASSESSMENT BASED ON DBSCAN AND K-MEANS CLUSTERING ALGORITHM

❖ **La méthode ANCOLD** : Basée sur les lignes directrices ANCOLD 2003 pour la gestion des risques, cette méthode comprend quatre étapes clés :

- 1) **Identification des risques** : Détection de la source de danger.
- 2) **Analyse des risques** : Quantification probabiliste du risque annualisé moyen, incluant l'estimation de la probabilité d'occurrence, des conséquences réelles, et de la vulnérabilité du système affecté.
- 3) **Évaluation du risque** : Identification des politiques et critères de risque tolérables, ainsi que la perception des impacts par la société locale.
- 4) **Évaluation des risques** : Vérification de la tolérabilité des risques par rapport aux critères d'acceptabilité de la société.

Cette méthode a été appliquée aux scénarios de risques d'inondation dans le cadre du projet OCR NOE - sous-projet DISMA, avec un accent sur les mesures non-structurelles..

❖ **Utilisation de modèles hydriques (2D/3D)** : Conçu par l'Université de Liège, le modèle WOLF2D est un outil de modélisation hydrique en deux dimensions (2D). Il se distingue par sa capacité à intégrer les aspects hydrologiques et hydrauliques, ce qui le rend essentiel pour la gestion efficace des risques d'inondation. Utilisant des données topographiques de haute résolution, WOLF2D simule les écoulements à surface libre et produit des cartes d'inondation détaillées, indispensables à la planification et à la gestion des crises. Sa technologie avancée permet un traitement précis des écoulements et un raffinement du maillage, particulièrement adapté aux zones urbaines.

❖ **Analyse multicritère AHP avec le modèle hydrodynamique HEC-RAS**: La méthodologie décrite dans la revue intitulée "Zonage des risques d'inondation dans la région de Yasooj, en Iran, à l'aide d'un

SIG et d'une analyse décisionnelle multicritère" combine l'Analyse Hiérarchique des Processus (AHP) et le modèle hydrodynamique HEC-RAS. L'AHP est utilisé pour identifier les zones à risque d'inondation en évaluant des paramètres comme la distance aux canaux d'évacuation, l'utilisation des sols, l'altitude et la pente des terres. Ces critères sont pondérés pour créer une carte des risques dans un SIG. Le modèle HEC-RAS, quant à lui, simule les zones inondées en se basant sur la géométrie des sections transversales des canaux, les coefficients de rugosité de Manning et les débits de pointe. Les résultats obtenus permettent de générer des cartes des inondations pour des crues de 50 et 100 ans, qui sont ensuite superposées et comparées aux cartes de zonage des risques. Cette approche montre que l'utilisation combinée de l'AHP et des SIG offre des prédictions fiables de l'étendue des inondations, particulièrement utile dans les régions dépourvues de données précises.

#### **1.4. CONCLUSION :**

En conclusion, ce chapitre a permis de poser les bases essentielles à la compréhension du risque d'inondation en définissant les concepts clés tels que le risque, l'aléa, les enjeux et la vulnérabilité. À travers l'étude de différents types d'aléas naturels et anthropiques, nous avons démontré que le risque d'inondation est une combinaison complexe de facteurs environnementaux et humains. Les actions menées par les institutions algériennes pour prévenir et gérer ces risques, bien que significatives, doivent s'inscrire dans une dynamique d'amélioration continue, surtout face à l'augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes. Cette contextualisation est essentielle pour aborder dans les prochains chapitres l'analyse spécifique à la commune de Khemisti, où le risque d'inondation nécessite des solutions adaptées à son environnement particulier.

CHAPITRE 02 :  
PRESENTATION DE LA  
ZONE  
D'ETUDE



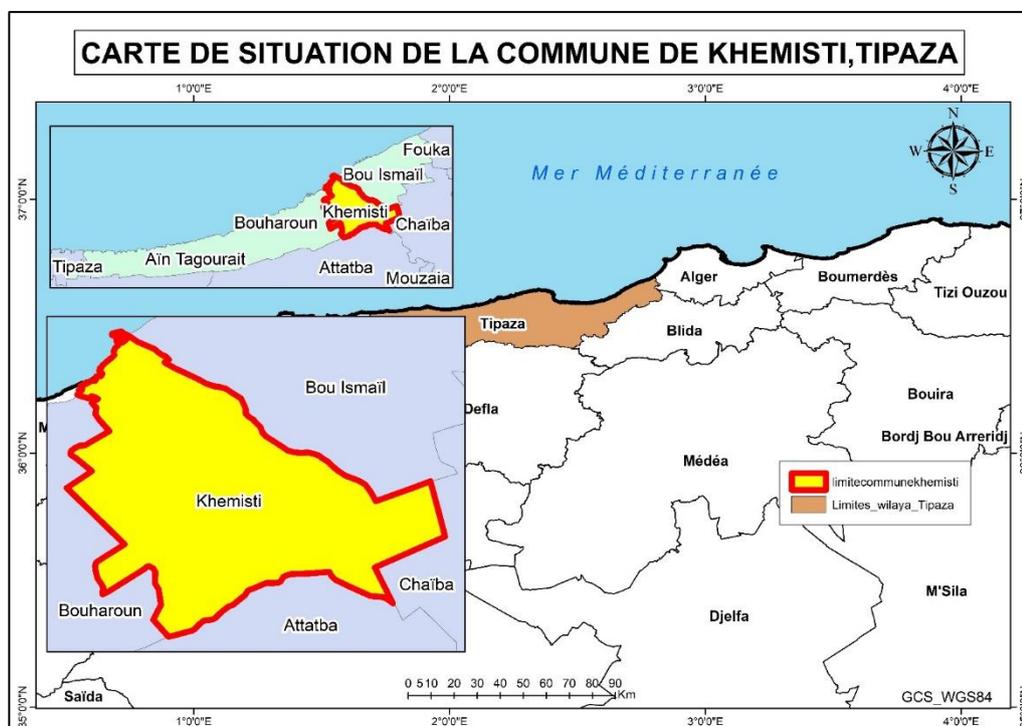
## 2.1. INTRODUCTION :

Après avoir défini les bases conceptuelles du risque d'inondation, ce chapitre se concentre sur la présentation détaillée de la commune de Khemisti, notre zone d'étude. Khemisti, située dans la wilaya de Tipaza, est une commune qui présente des caractéristiques géographiques, climatiques et socio-économiques uniques, influençant directement sa vulnérabilité aux inondations. Nous allons explorer d'abord les aspects physiques, tels que la topographie, le climat, et le réseau hydrographique, qui façonnent le paysage et les conditions d'inondation potentielles. Ensuite, nous analyserons les dimensions socio-économiques, notamment la structure administrative, le réseau routier et les infrastructures, afin de comprendre comment ces facteurs humains contribuent à la gestion du risque. Ce chapitre est donc crucial pour bien appréhender les défis spécifiques auxquels Khemisti fait face et pour identifier les leviers d'action dans la gestion de ce risque naturel.

## 2.2. CARACTERISTIQUE PHYSIQUE DE LA ZONE D'ETUDE :

### 1.2.1. SITUATION ET LOCALISATION :

Khemisti ( voir carte 01 ) est une commune de la wilaya de Tipaza , situer sur la côte Ouest a environ 47 Km de la capital (wilaya d'Alger) ,a 22 km de la commune chef-lieu de Tipaza et à 3 km de son chef-lieu de daïra (Bouismail) , elle couvre une air de 850 ha et s'étale sur le versant Nord des collines du Sahel (Carte01) .Selon le recensement (RGPH 2008) , la population est d'environ 15128 habitant avec une densité de 1442,51 hab/km et une population active de 4027 soit 31.16 % (PDEAU Khemisti) .



CARTE 1: CARTE DE SITUATION DE LA COMMUNE DE KHEMISTI

SOURCE : OUBRAHAM AMINE / ARCMAP

## -IMPORTANCE DE LA COMMUNE DE KHEMISTI POUR LA WILAYA DE TIPAZA :

Cette position confère à la commune une importance pour la wilaya de Tipaza en raison de sa proximité avec la capitale (Alger) et de son chef-lieu de daïra (bouismail) et son intersection par deux des plus importantes voies de communication (RN11 et Voie express Tipaza) que nous verrons plus tard en détail et aussi par ses :

### 1) ATOUTS TOURISTIQUES :

❖ **Son front de mer** (voir photo 14) : Le littoral de la commune s'étend sur une longueur de 1,13 km le long de la RN11, sur 147 ha. En fin d'après midi, Il est possible d'assister à de magnifiques couché de soleil avec au fond le mon chénoua



PHOTO 14 : VUE SUR LA MER ET LE MONT CHENOUA DEPUIS LA COMMUNE DE KHEMISTI

SOURCE: OUBRAHAM AMINE

**son port ouvert sur mer** (Photo 12) : Le port de Khemisti est situé à proximité de Bouharoun, en Algérie. **"Bien que son rendement soit moins important que celui du port de Bouharoun, il joue un rôle essentiel dans la région. Cependant, il souffre de problèmes d'infrastructures et d'ensablement, ce qui entrave son bon fonctionnement"**(Samir Bachouche, 2007)



PHOTO 15 :LE PORT DE KHEMISTI PORT

SOURCE : JEAN CHIFFALO

- ❖ **Espace boisée** (photo 16) : Situer a l'entrée Est de la commune par la CW129 (en venant de Bouismail ) , situer en hauteur , l'air est pure et l'endroit est reposant



PHOTO 16: FORET AU NIVEAU DE LA CW129 MENANT A KHEMISTI VILLE

SOURCE: OUBRAHAM AMINE

- ❖ **Son noyau colonial** (voir photo 17) : tissu colonial original datant de 1857 qui a été réhabilité par la mairie de la commune de khemisti , composé de maison colonial de R+1 , certaines d'entres elles ont été rénové



PHOTO 17: TISSU COLONIAL DU CHEF LIEU (KHEMISTI VILLE)

SOURCE : OUBRAHAM AMINE

2) **Atouts agricoles (photo 04) :** la commune dispose de terres agricoles de 1<sup>er</sup> degré qui dépendent du développement des cultures rustiques, la viticulture et les différents élevages dont les conditions sont très favorables

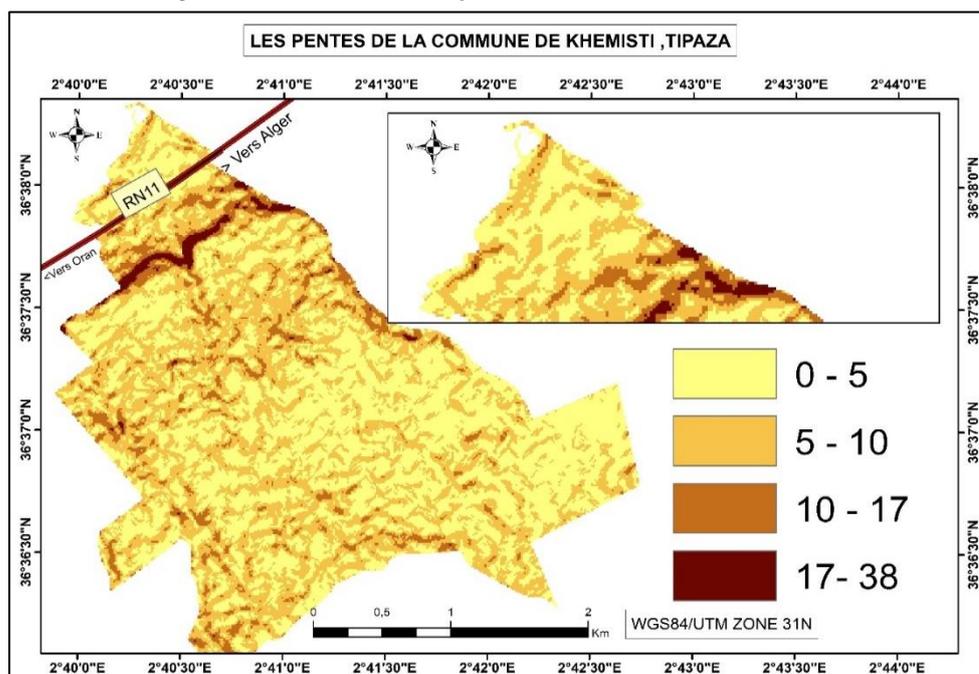


PHOTO 18 : TERRES AGRICOLES DE LA COMMUNE ( SERRES , PACELLES AGRICOLES )

SOURCE: OUBRAHAM AMINE

### 2.2.2. LES PENTES DE LA COMMUNE DE KHEMISTI :

D'après le glossaire de géographie, la pente (en anglais : slope) est définie comme étant **"une inclinaison, déclivité d'un terrain, d'une surface par rapport à l'horizon "**. Autrement dit, la pente est une inclinaison entre deux points d'altitude par rapport à l'horizontale (sol), exprimée en degré(°) ou en pourcentage (%) **(Caractéristiques de la pente et du paysage, Extension, University of missouri,2019) .**



CARTE 2: CARTE DES PENTES EN DEGRES DE LA COMMUNE DE KHEMISTI

SOURCE : OUBRAHAM AMINE /DEM

### Commentaire :

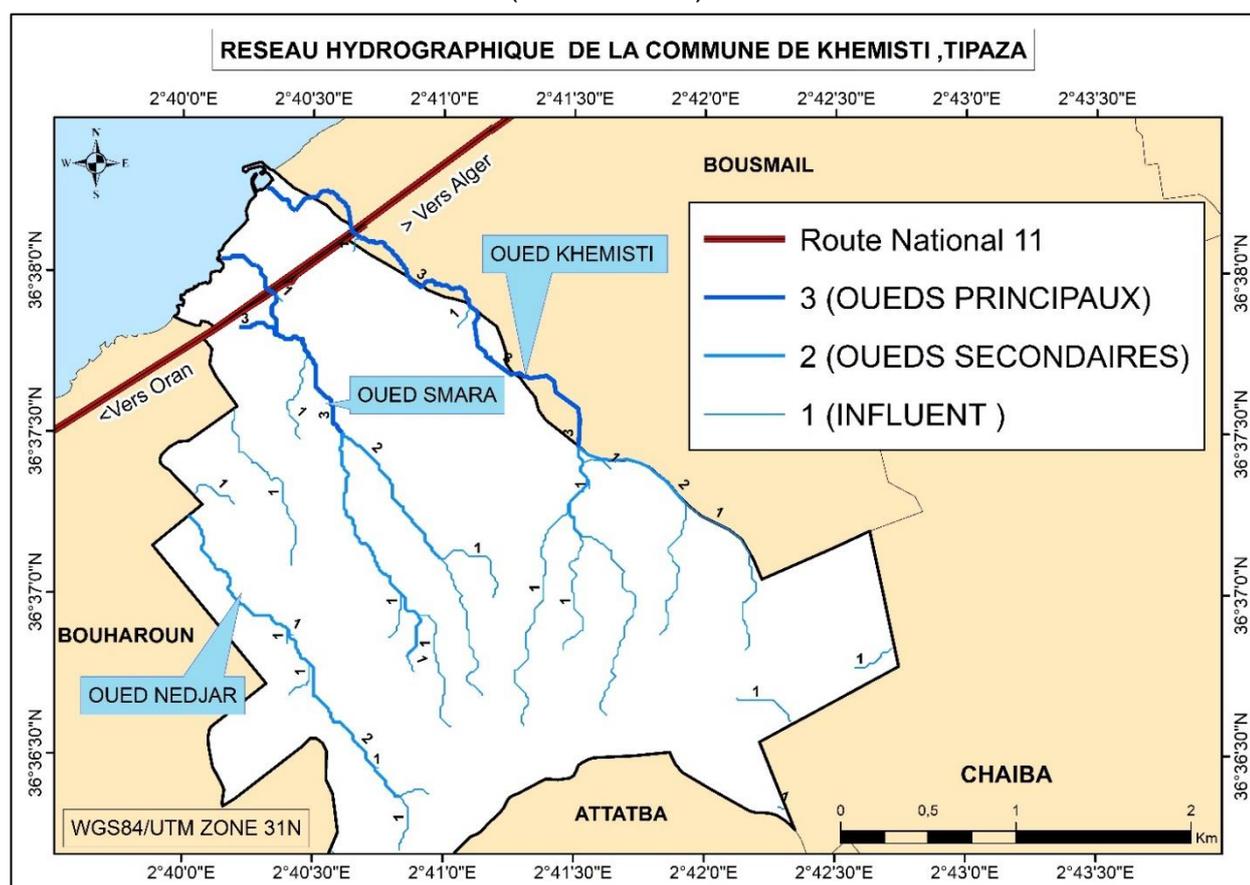
Comme l'illustre la carte (voir carte 02). Khemisti est une commune dont le relief est plutôt plat, avec des :

- **Pentes de 0 à 5° (pentes douces)** : elles représentent environ 90 % de la superficie totale de la commune (Pdau Khemisti 2016). Ce sont des terrains plutôt plats ou légèrement inclinés, propices à l'agriculture, à la construction et à l'activité humaine. Toutefois, ces terres sont davantage vulnérables aux risques d'inondation. (Dr IKHLEFHOUM/K, 2021)
- **Pentes de 5 à 10 ° (pentes modérées)** : réparties sur toute la superficie de la commune, avec une concentration plus élevée au nord de la commune (au nord de la RN11). Deux micro falaises sont formées tout au long de la berge, la plus grande à l'ouest et surplombe une plage de sable et de galets, tandis que la plus petite à l'est et surplombe le port. Et se trouve dans la partie centrale (au sud de la RN11). Il s'agit de terres parfaites pour l'agriculture et la construction, mais il est nécessaire de prendre des mesures pour éviter toute contrainte liée à la pente (par exemple : érosion).
- **Pentes de 10 à 17° (pentes abruptes)** : localisées dans les limites extrêmes Ouest et Est de la commune. La construction et l'exploitation de l'agriculture sont difficiles, nécessitant des études techniques spécifiques et coûteuses, telles que la construction de terrasses pour éviter l'érosion. (Dr IKHLEFHOUM/K, 2021).
- **Pentes de 17 à 38° (pentes très abruptes)** : éparpillées en minorité sur toute la superficie de la commune avec une forte concentration sous forme de bande (au sud de la RN11), qui forme une falaise rocheuse de 100 à 140 mètres d'est en ouest qui domine tout le littoral de la commune (Pdau Khemisti, 2016). La construction sur ces surfaces est impossible. (Dr IKHLEFHOUM/K, 2021).

### 2.2.3. Réseau hydrographique :

"Le réseau hydrographique (carte 03) est un concept clé en géographie qui désigne l'ensemble des cours d'eau, des lacs, des rivières, des fleuves et des autres formations d'eau présentes sur un territoire donné. Il joue un rôle essentiel dans la compréhension des dynamiques naturelles et humaines liées à l'eau." (Glossaire environnement, 2019).

C'est dans l'optique d'observer les cours d'eau qui compose la commune de Khemisti que nous avons élaboré la carte ci-dessous (voir carte 03)



CARTE 3: CARTE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE LA COMMUNE DE KHEMISTI

SOURCE : OUBRAHAM AMINE /DEM

#### Commentaire :

Nous constatons après lecture de la carte, que la commune est caractérisée par un réseau hydrologique important, marqué par la présence de trois oueds, dont :

❖ **Oued Khemisti** : C'est le principal oued de la commune et le plus important, longeant la frontière Est de la commune jusqu'au port.. Ce dernier, alimenté par les eaux en amont, favorise la formation d'un petit lac et contribue à l'irrigation et l'alimentation d'une nappe phréatique souterraine située sous Khemisti ville. Cette nappe, dont le niveau fluctue tout au long de l'année, est principalement alimentée par les pluies hivernales (PDAU khemisti 2016) .

❖ **Oued Smara** : Situer dans la zone central de la commune, ce oued principal formé par deux oued secondaires en amont, draine tous ces eaux (pluviales, usées...ect) jusqu'à la mer en aval. . Comme oued khemisti , il est essentiel pour l'irrigation et la gestion des eaux , malgré que son utilisation principale se limite a l'assainissement des eaux usée depuis les agglomérations et les eaux pluviales et leur rejet dans la mer .(PDAU khemisti 2016)

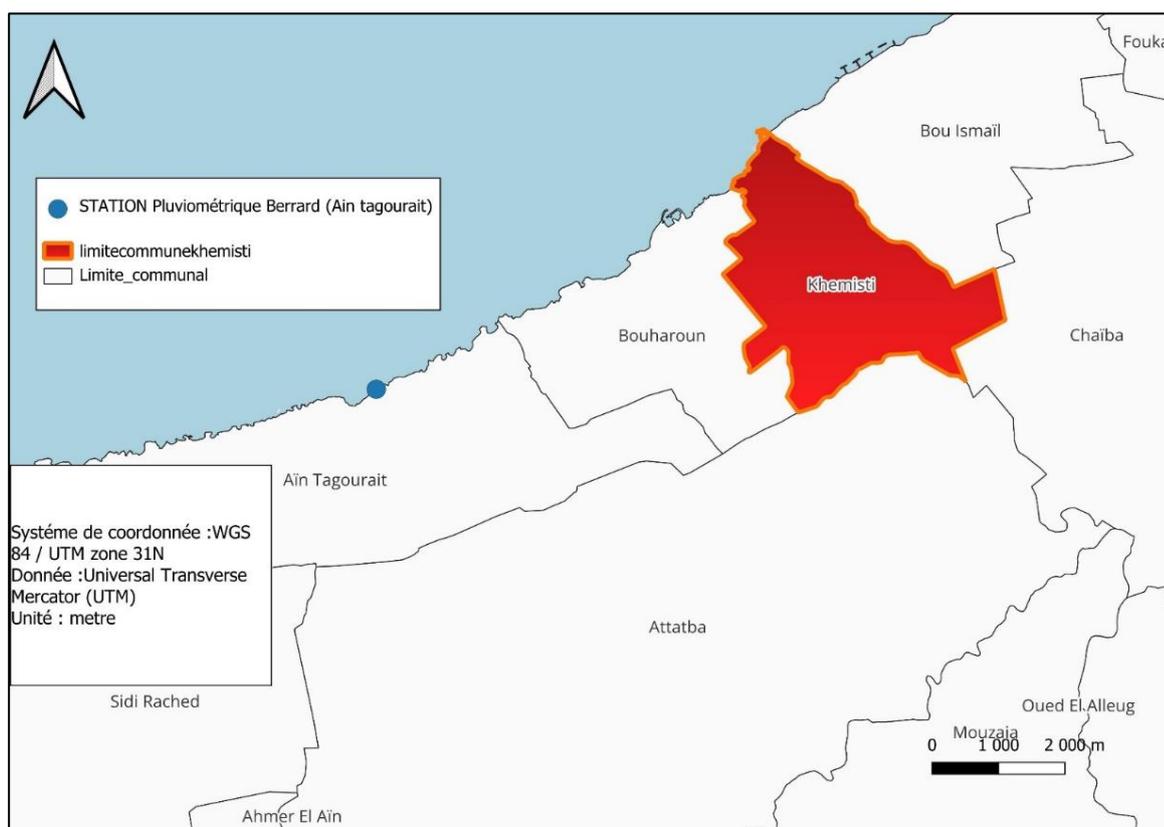
❖ **Oued Nedjar** : Situer dans la zone extrême Ouest de la commune , ce oued secondaire contribue également a l'irrigation et de manière général au réseau hydrographique .

#### 2.2.4. CLIMAT :

La commune de khemisti dispose d'un climat méditerranéen de par sa localisation ( voir carte 01) avec des étés chauds et des hivers humides (PDAU khemisti).

#### -CONTRAINTES RENCONTRE :

Etant donnée l'absence de donnée climatique pour la commune de khemisti , nous utiliserons les donnée de la station "Ain tagourait" pour la periode (1982-2015)qui dispose des mêmes caractéristiques climatique de par sa position géographique



CARTE 4: LOCALISATION DE LA SATATION PLUVIOMETRIQUE AIN TAGOURAIT POUR LA PERIODE (1982-2015)

SOURCE : ANRH ET QGIS

### 2.2.4.1 Précipitations moyennes annuelles (1982-2015):

Le graphique suivant, représente les précipitations moyennes annuelles sur une période de 34 ans enregistré par la station pluviométrique d'Ain tagourait (1982-2015) avec une moyenne de précipitation de 502.03 mm pour toute la période.

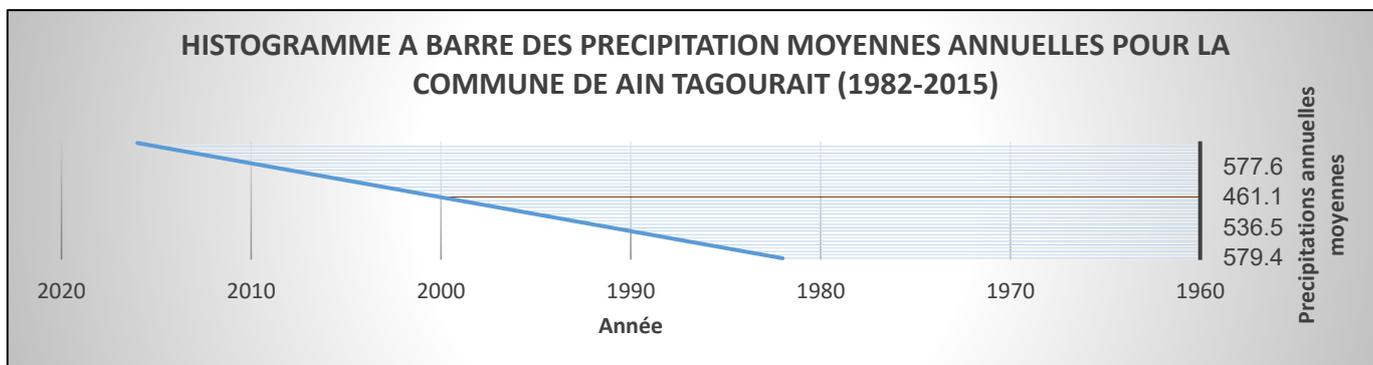


FIGURE 10 : HISTOGRAMME A BARRE DES VARIATIONS DE LA MOYENNE DES PRECIPITATION ANNUELLE POUR (1982-2015) SOURCE : ANRH

#### Commentaire :

Cela nous a permis de faire les observations (figure 08) suivantes :

- **Variation pluviométrique considérable d'une année à l'autre** : Nous constatons des différences importante dans la pluviométrie d'une année a l'autre, le minimal est de 252,9 mm pour l'année **1993** et le maximal est de **792** mm pour **1984**,
- **Les Années les plus humides** : les années les plus humides sont **1984, 1995,2005 et 2010** avec des précipitations moyennes supérieur a **650 mm**
- **Les Années les plus sèches** : les années les plus sèches sont **1987, 1993,2001 et 2006** avec des précipitations moyennes ne dépassant pas **400 mm**.

#### -Constatation :

Ainsi nous observant une légère hausse des tendances pluviométrique en cours des dernières années avec une moyenne de **515.53 mm** pour la période **(1999-2015)** contre **488.53 mm** pour la période **(1982- 1999)**.

### 2.2.4.2. Précipitations moyennes mensuelles (1982-2015):

En Observant le tableau ci-dessous (table 1) qui illustre les précipitations moyennes mensuelles enregistré pour la commune de Ain tagourait pour la période **(1982-2015)**,

	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
<b>STATION</b>	27.3 1	47.74	82.37	70.07	71.22	69.59	50.99	46.28	38.77	6.67	1.88	4.43

TABLEAU 2: PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES POUR LA PERIODE (1982-2015)

SOURCE : ANRH

Nous remarquons que :

**Commentaire :**

Nous remarquons que :

- **les mois les plus pluvieux** sont : Novembre, Janvier, Décembre et février avec respectivement : **82.3 mm, 71.22mm, 70.07 mm et 69.59mm,**
- **les mois les plus sèches** : sont Août et juillet avec : **1.88mm et 6.67mm.**
- **les mois restants** (Mars, Octobre, Avril, Mai , Juin et Septembre) ont une pluviosité moyenne avec **50.99mm, 47.74mm, 46.28mm, 38.77mm et 27.31mm.**

### 2.2.4.3 Températures moyennes mensuelles (1982-2015):

Le tableau suivant (voir tableau 3) contient les enregistrements des données de température pour la station météorologique de Boukourdane, située dans la périphérie de la plaine de oued Nador (dans les environs de la commune de khemisti).

	Sep.	oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout
<b>T.MOY min (C°)</b>	16,39	12,33	9,38	7,26	5,62	5,87	7,95	9,66	12,84	17,5	19,84	19,63
<b>T.MOY moy (C°)</b>	23,1	19,82	15,71	12,62	11,12	11,78	13,64	15,46	18,8	22,32	26,26	26,49
<b>T.MOY max (C°)</b>	30,94	28,63	22,47	18,37	17,96	18,33	20,61	22,41	26,3	29,66	33,45	33,42

TABLEAU 3: TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES POUR LA PERIODE (1982-2015) DE LA STATION DE BOUKOURDANE SOURCE : ANRH

Où :

T.MOY min (C°) : Température Moyenne minimale.

T.MOY moy (C°) : Moyenne de la Température Moyenne.

T.MOY max (C°) : Température Moyenne maximale .

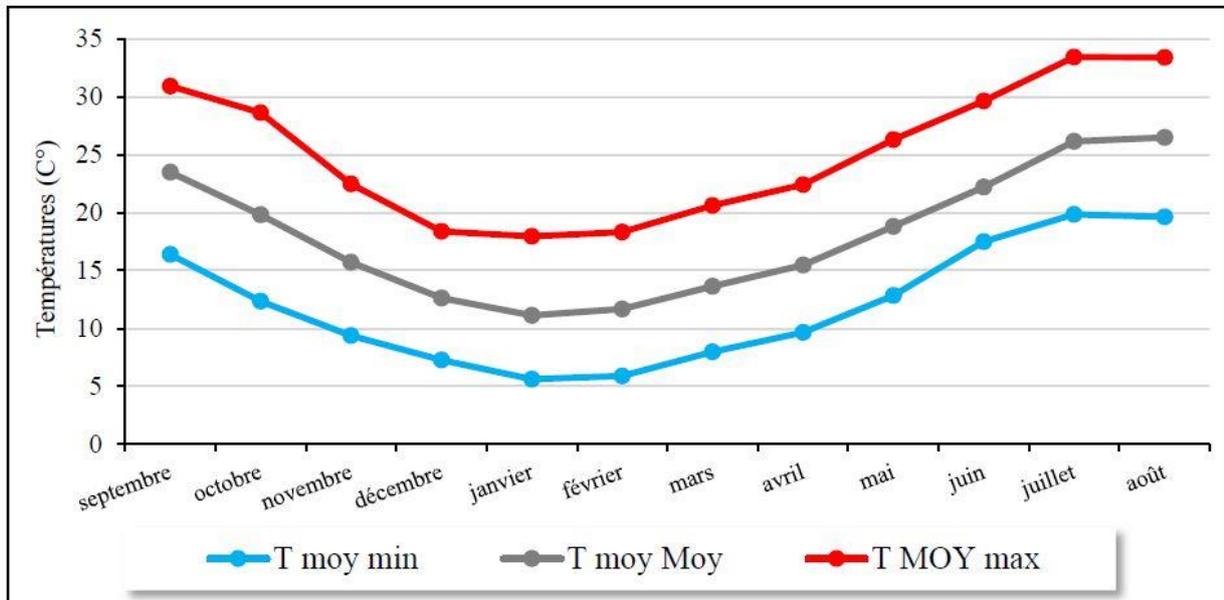


FIGURE 11 : VARIATIONS DE LA TEMPERATURES MENSUELLE DE LA STATION DE BOUKERDANE (1987-2015).

SOURCE : ANRH

Après observation, nous constatons que :

- **les mois les plus chauds sont : AOUT, JUILLET, SEPTEMBRE, JUIN AVEC 26.49°, 26.26°, 23.1°, 22.32°.** cela signifie que la période chaude s'étale de Juin a septembre .
- **Les mois les plus humides sont : Janvier , Février, Décembre avec 11.12°, 11.78°, 12.62°,** spécifiant que la période humide débute de décembre et prend fin en février.
- **les mois restant (Octobre, Mai, Avril, et Mars) avec 19.82°, 18.8°, 15.46° et 13.64°** sont caractérisés par des températures moyennes signalant que c'est une période intermédiaire entre les deux précédentes

En conclusion , Le climat de la zone d'étude présente une pré disposition à subir un risque d'inondation (VOIR FIGURE 12 ) dans la période s'étalant de Novembre à mai, en raison de la présence d'une forte pluviosité dans cette période avec un pic de 82.37 mm en novembre et par les faibles températures avec un pic de 11.12° en janvier. Sous réserve de compléter cette analyse avec d'autre étude de facteurs, on peut conclure que la commune de Ain tagourait et par extension la commune de Khemisti, peu présenter un risque d'inondation.

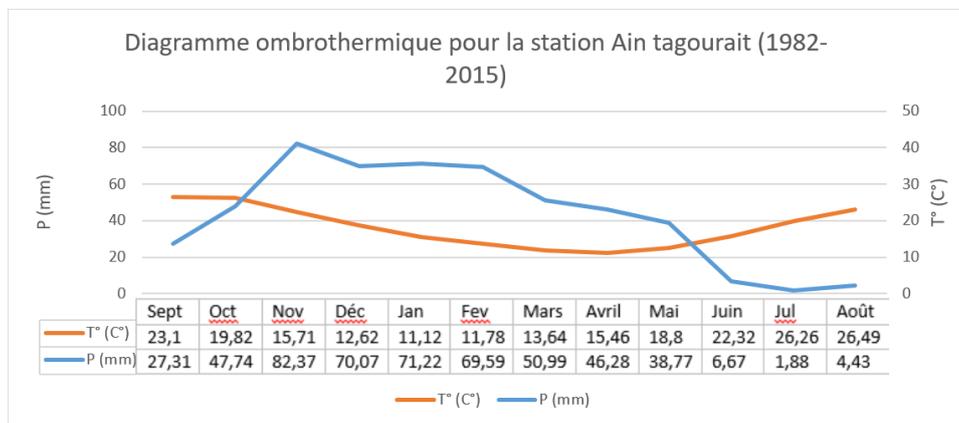
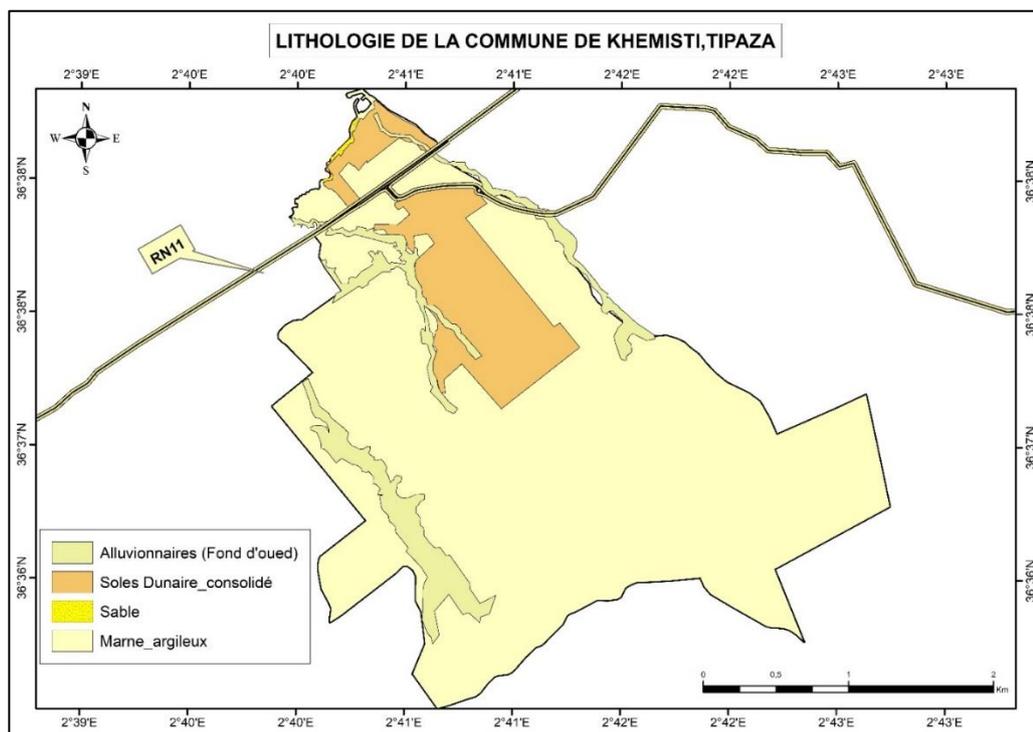


FIGURE 12: DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE POUR LA STATION AIN TAGOURAIT (1982-2015)

SOURCE : OUBRAHAM AMINE / ANRH

### 1.1. LITHOLOGIE DE LA COMMUNE :

Est une : "**Branche de la géologie qui étudie la composition des sédiments ou des roches, comprenant les caractéristiques physiques et chimiques, telles que la couleur, la composition minéralogique, la dureté ou la taille des grains**" (Dictionnaire de l'environnement ,2021).



CARTE 5: LITHOLOGIE DE LA COMMUNE DE KHEMISTI , TIPAZA

SOURCE: PDEAU KHEMISTI 2016 /OUBRAHAM AMINE SUR ARCMAP

## **Commentaire :**

D'après la carte (voir carte 05) , on a pu observer que la lithologie de la commune se caractérise par des:

- ❖ **Marnes argileuses** (jaune claire) : occupe la majeure partie de la commune .Composé de calcaire et d'argile, ces roches sédimentaire sont idéal pour l'agriculture en raison de leurs richesses en sédiments, bien que leur faible perméabilité nécessite une gestion efficace du drainage pour éviter toute saturation et ruissellement.
- ❖ **Sols dunaires consolidés** (Orange) : Localiser au Nord central de la commune, l'agglomération chef-lieu (Khemisti ville) et l'agglomération secondaire (Khemisti port) sont fondées sur ces formations sédimentaires qui offrent une portance adéquate (PDEAU Khemisti 2016) ce qui les rend adaptés pour la construction et le développement urbain.
- ❖ **Fond Alluvionnaires** (vert clair) : Situés dans les fonds des oueds de la commune, elles sont formées par le dépôt des sédiments transportés par le passage hydrique. Grâce à leur composition, ces sols peuvent se gorger rapidement d'eau .ce qui les rend très fertiles mais également très sujets au risque d'inondations. c'est pourquoi une gestion efficace de l'eau est primordiale
- ❖ **Sable** (en jaune) : localiser au niveau de l'agglomération secondaire (Khemisti port), forme une petite plage de galet.

## **2.3. Caractéristique socioéconomique de la zone d'étude**

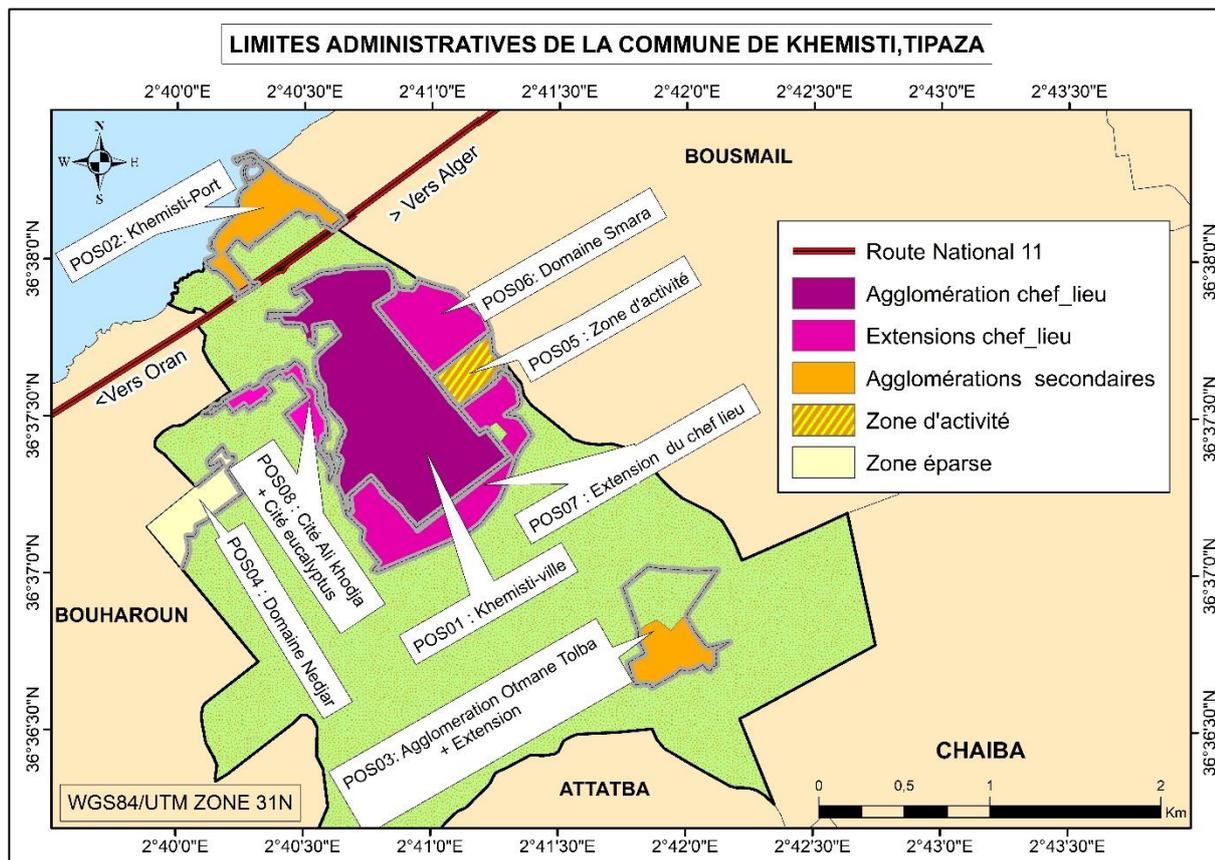
### **2.3.1. STRUCTURE ADMINISTRATIVE DE LA COMMUNE :**

Dans le cadre de la division administrative de la commune de Khemisti, située dans la wilaya de Tipaza, nous avons pris comme référence les 8 limites du Plan d'Occupation des Sols (POS) telles que définies dans le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) de la commune de Khemisti (2016). Ces limites du POS servent de base pour délimiter les différentes zones administratives au sein de la commune.Ci-dessous un tableau illustrant les principales caractéristiques de chaque Pos (voir tableau 04) :

<b>NOM</b>	<b>SUPERFICIE (Ha)</b>	<b>Contraintes</b>
KHEMISTI-VILLE (ex Tefshoun), CHEF LIEU	92	<b>-Oued Smara</b>
KHEMISTI-PORT (ex Chifallo)	17.5	<b>-Route National 11</b>  <b>-Domaine Littoral</b>  <b>Oued Khemisti</b>
Agglomeration Otmane Tolba + Extension	18.5	<b>-Terres agricoles</b>  <b>-Chemin de wilaya 129</b>
Douar Nedjar	17	<b>-Chemin wilaya 50</b>  <b>Oued Nedjar</b>
Zone d'activité	9.85	<b>-ligne Moyenne Tension</b>
Extension Douar Smara	10.4	<b>-Oued Khemisti</b>
Extension du Chef lieu	28	<b>-Rocade Tipaza</b>
Cité Eucalyptus et Ali Khodja	9.5	<b>-Oued Smara</b>

TABLEAU 4 : CARACTERISTIQUES DES 8 POS DE LA COMMUNE DE KHEMISTI

SOURCE : PDEAU KHEMISTI (2016)



CARTE 6: CARTE DE DIVISION ADMINISTRATIF DE LA COMMUNE DE KHEMISTI

SOURCE : OUBRAHAM AMINE PAR ARCMAP /PDEAU KHEMISTI ( 2016)

### Commentaire :

D'après la carte ci-dessus (voir carte 6) :

- a) l'agglomération chef-lieu qui a la plus grande superficie (92 Ha) avec Son extension Est (vers Bouismail) et Sud (par rapport à la RN11) avec, respectivement : 9.2 ha et 28 ha ainsi que les cités Ali khodja et eucalyptus séparées du chef lieu par l'oued Smara. avec 4 ha
- b) Les agglomérations secondaires qui sont :
  - ❖ Khemisti-Port qui se situe au niveau du littoral de la commune (par rapport à la RN11) et se compose d'un port de pêche avec une superficie de 18ha
  - ❖ L'agglomération Otmane tolba qui se situe à la limite Nord de la commune aux environs de la commune de Chaiba avec une superficie de 14ha avec en plus 5ha pour urbanisation future
- c) Une zone d'activité qui donne une importance économique à cette région de la commune. séparée par la CW126 de la zone d'activité de bouismail (son chef daira), délimiter à l'Ouest par la CW129 qui prend départ de la RN11 jusqu'à la commune de chaiba en traversant du Nord au Sud le chef lieu (Extension Nord) avec une superficie de 10 ha

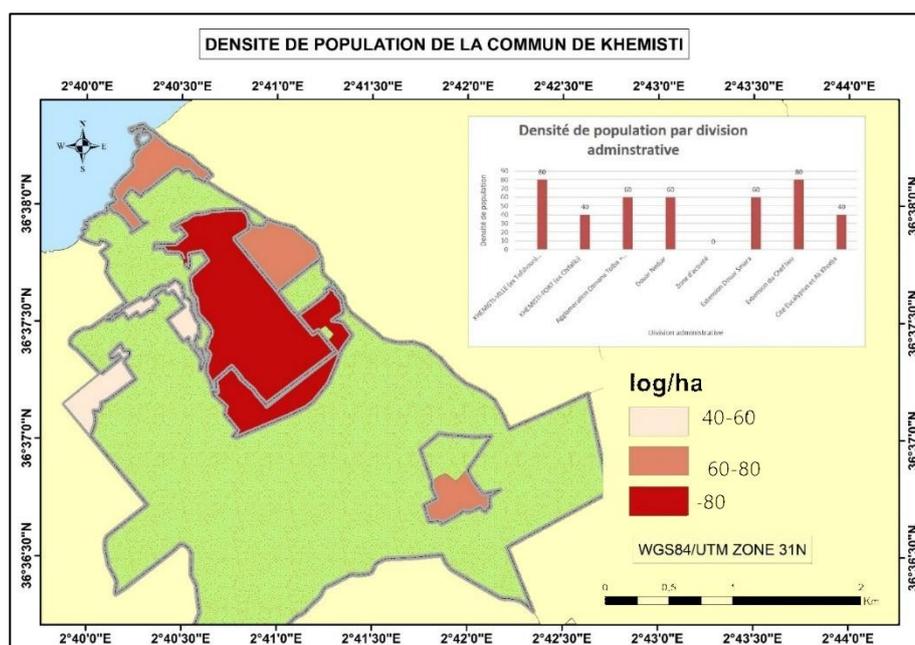
d) La zone éparses de la commune, composée du Domaine Nedjar situé dans les limites Ouest de la commune avec la commune de Bouharoun, de superficie 6ha.

 DEFIS ET CONTRAINTES DU DEVELOPPEMENT URBAIN :

Le développement urbain de la commune connaît des défis notamment par : la présence de contraintes naturelles et anthropiques tel que les lits de Oued d'ont le plus important Oued khemisti qui longe la limite Est de la commune ou encore les terres agricole de 1<sup>er</sup> degrés qui représente 86% de la superficie total de la commune (cultures rustique, vériculture, élevage). /les servitudes administratif tel que les lignes a moyennes tension qui tissent leur toile sur toutes les agglomérations / la typologie des constructions dont certaine précaire se trouve au niveau des oueds .construite de manière spontané et anarchique.

**2.3.2. DENSITE DE POPULATION :**

La densité de population ‘‘correspond à la densité moyenne d’habitants par kilomètre carré dans une région, calculée en divisant la population totale par la surface. Elle permet d’identifier les zones à forte concentration humaine et celles qui sont plus faiblement peuplées ‘‘ (L’Internaute, 2024). Pour ma part, je ne possède que les informations de densité de logements pour chaque POS provenant du PDEAU de la commune. Ainsi, nous avons exploité ces données pour concevoir la carte ci-dessous (voir carte 07), danS le but de représenter visuellement la distribution des logements et d’évaluer indirectement la densité de population .



CARTE 7: DENSITE DE POPULATION DE LA COMMUNE DE KHEMISTI

SOURCE : PDAU KHEMISTI / OUBRAHAM AMINE/ ARCMAP

## Commentaire :

La carte suivante (voir carte 07) nous permet d'observer que :

- ❖ les zones administratives les plus densément peuplées se trouvent au centre de la commune entourées par des Parcelles et champs agricole. Ces zones comprennent bien entendu
  - **L'agglomération chef lieu (khemisti-ville)** ainsi que sont extension Sud avec une densité de population de 80 log/ha. cela s'explique par la fait que que le centre de la commune représente le cœur économique, administratif et social . La concentration d'infrastructures, de services publics (écoles, hôpitaux, administrations) et d'activités commerciales attire une population importante. En outre, l'urbanisation autour du centre-ville se développe naturellement en raison de la proximité avec ces infrastructures et de son chef diara (commune de bouismail ) .
- ❖ les zones administratives moyennement peuplées comprennent :
  - **Les agglomérations secondaires ( Khemisti-port ainsi que Otmane tolba )**
  - **l'extension Est de l'agglomération chef lieu (Douar SMARA)** avec une densité de population de 60 log/ ha . Ces zones, bien que moins denses que le centre, demeurent relativement peuplées en raison de leur proximité avec des infrastructures locales. Les agglomérations secondaires, en particulier, bénéficient de la présence de certaines activités économiques comme le port, qui favorisent l'installation de populations locales. L'extension Est, quant à elle, est probablement en phase de développement progressif, avec une urbanisation en cours mais pas encore aussi dense que le centre.
- ❖ les zones administratives faiblement peuplées comprennent :
  - l'extension Ouest du chef lieu comprenant les cit Eucalyptus et Ali Khodja
  - La zone Eparsé (Domaine Nedjar ) Avec une densité de population de 40 log /ha . Ces zones sont faiblement peuplées pour plusieurs raisons. L'extension Ouest est moins développée sur le plan des infrastructures ou éloignée des centres d'activités économiques, ce qui limite l'attractivité pour les résidents. De plus, la zone éparsé du Domaine Nedjar correspond à des espaces semi-ruraux ou à des terres non encore aménagées, avec une faible urbanisation et Donc une moindre densité d'habitat.

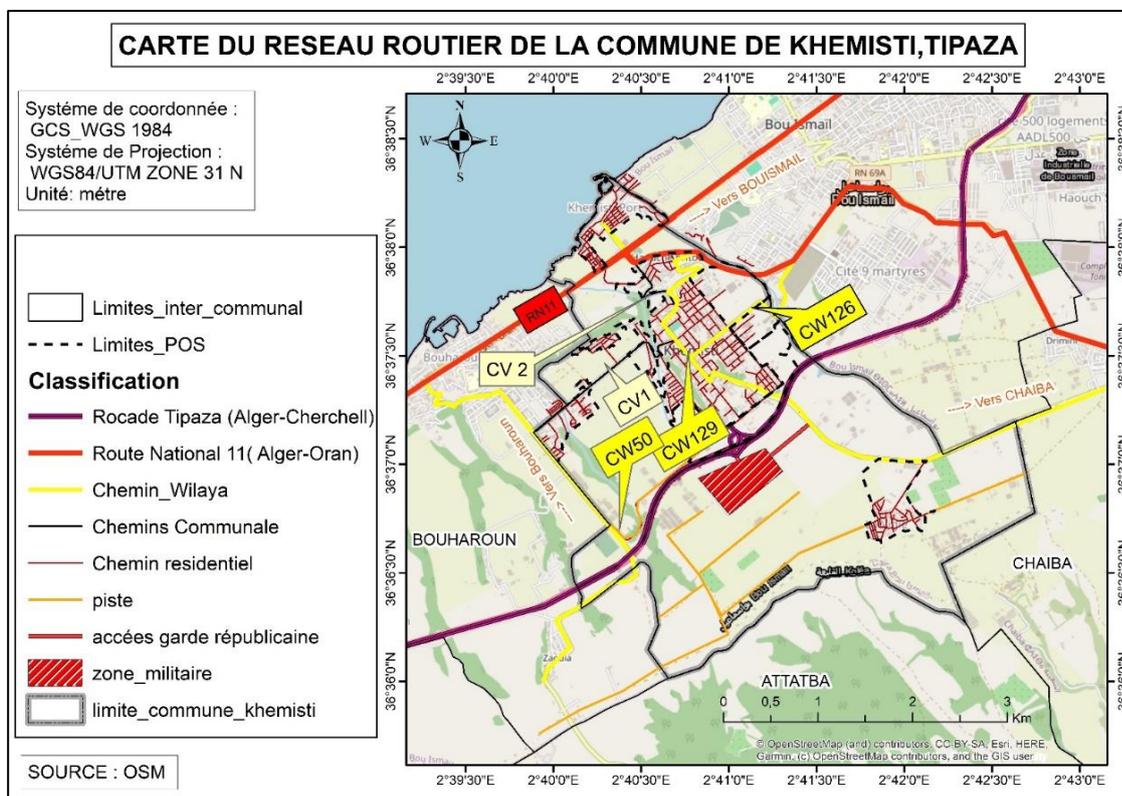
### 2.3.3. RESEAU ROUTIER DE LA COMMUNE :

Un réseau routier est : " l'ensemble des voies de circulation terrestres permettant le transport par véhicules routiers, et en particulier, les véhicules motorisés (automobiles, motos, autocars, poids lourds...).(Christian\_Grataloup,2022).

En Algérie, il est subdivisé en trois catégories qui sont :

- A. 1 er degrés (Routes National et Autoroutes)
- B. 2 éme degrés (Chemins Wilaya)
- C. 3éme degrés (routes résidentielles)

Comme le démontre la carte ci-dessus (voir carte 6) ,



CARTE 8: CARTE DU RESEAU ROUTIER DE LA COMMUNE DE KHEMISTI

SOURCE : OUBRAHAM AMINE PAR OSM /PDAU KHEMISTI (2016)

#### Commentaire :

la commune de khemisti dispose d'un important réseau routier d'ou la présence de deux voies principal compose des voies suivantes :

#### A. Routes de 1er degré :

**-La voie express (Rocade Tipaza) (Photo 17) :** Cette important tronçon assure la liaison de la voie express "Mazafran-Cherchel" et fluidifié le trafic de la RN11 , elle se caractérise par 4 voies d'on chacune a 7 m de gabarit avec un terrain plein central de 3 m et des accotements de 2 m de largeur



PHOTO 19: VUE D'EN HAUT DE LA ROCADE TIPAZA ,

SOURCE : OUBRAHAM AMINE

**-La route National 11 (Photo 16) :** Cet axe routier côtier longe la Méditerranée et relie Alger à Oran sur 454 km, traversant 6 wilayas (Alger, Tipaza, Chlef, Mascara, Mostaganem, Oran) et 60 communes, dont 15 dans la wilaya de Tipaza. Il coupe en deux la commune de Khemisti, séparant Khemisti ville au sud et Khemisti port au nord, et la traverse sur 1000 m, notamment l'oued Khemisti, sujet à des débordements lors des inondations de mai 2023. Bien que la chaussée soit en bon état avec des accotements larges, l'absence de fossé rend la route vulnérable aux stagnations d'eau, surtout en été avec le trafic élevé.



PHOTO 20: ENTREE EST ( DE BOUISMAIL) DE KHEMISTI PAR LA RN11

SOURCE : OUBRAHAM AMINE

## B. Routes de 2<sup>ème</sup> degrés

**-Chemin wilaya 129 (photo 18) :** est la principal voie de communication et de liaison de la commune qui prend depart de la RN11 jusqu'a la commune de Chaiba , traversant khemisti ville qui est l'agglomération chef lieu de la commune de khemisti et offrant un accès a l'agglomération Otmane Tolba au Sud



PHOTO 21: ACCÉE VERS LE CHEF LIEU DE LA COMMUNE ( KHEMISTI VILLE ) PAR LA CW129

SOURCE : OUBRAHAM AMINE

**-Chemin wilaya 126 (photo 19) :**Prend depart depuis le chemin de wilaya 129 et relie le centre du chef lieu (khemisti ville ) avec la commune de Bouismail a l'Est en passant par la zone d'activité et longeant des terres agricoles au Nord , avec une absence de chaussée



PHOTO 22: CHEMIN WILAYA 126 RELIANT LE CHEF LIEU (KHEMISTI-VILLE) A LA COMMUNE DE BOUISMAIL

SOURCE : OUBRAHAM AMINE

**-Chemin wilaya 50 (photo 5):** assure la liaison entre la commune de khemisti et la commune de bouharoun , caractériser par une chaussée en bon état.



PHOTO 23: CHEMIN WILAYA 50 RELIANT LE DOMAINE NEDJAR A LA COMMUNE DE BOUHAROUN

SOURCE : OUBRAHAM AMINE

### C. Routes de 3ème degré :

**- Chemin Vacinal 1 (photo 21) :** relie le domaine Nedjar a l'Ouest avec l'agglomération khemisti-ville en reliant à l'Est la CW129 et la CW50 à l'Ouest Assurant au passage la déserte du centre des handicap situé a l'entrée du domaine Nedjar



PHOTO 24: VUE SUR LE CHEMIN VACINAL N°1 (TRACE EN ORANGE ) QUI TRAVERSE OUED SMARA

SOURCE : OUBRAHAM AMINE

**-Chemin Vacinal 2 (voir photo 22):** partiellement dégradé, assure l'accée a khemisti-Port a partir de khemisti –ville en reliant la CW129 a la RN11



PHOTO 25: ENTREE DE LA CV2 DEPUIS KHEMISTI VILLE

SOURCE : OUBRAHAM AMINE

### Autre voies de dessertes :

Ce sont toutes les voies résidentielles qui desserte les différentes entités urbaine des agglomération de la commune, elles sont en assez bon état en général ainsi que des routes à l'état de piste à l'extérieur des agglomérations. Ci dessous un tableau (table 04 ) illustrant les caractéristiques du réseau routier énoncé :

Route	Liaison	Gabarit(m)	Longueur(m)	Etat (constation trouver dans le PDAU KHEMISTI)
Chemins Vaccinal 1	Khemisti ville (chef lieu)-Douar Nedjar (zone éparses)	6	2600	Moyen
Chemins Vaccinal 2	Khemisti ville (chef lieu)-Khemisti Port (agglomération secondaire)	6	1600	Moyen
Chemin Wilaya 126	Khemisti – Bouismail	6	1180	Moyen
Chemin Wilaya 129	Khemisti –Chaiba	8	5508	Bon
Chemin Wilaya 50	Khemisti- Bouharoun	7	3800	Moyen
Route National 11	A l'Est : Khemisti – Alger  A l'Ouest : Khemisti –Tipaza	7	1000	Bon
Rocade Tipaza ( voie express)	Alger (Est)- Cherchell(Ouest)	14	19281	Bon

TABLEAU 5: CARACTERISTIQUES DES VOIES DE COMMUNICATION DE LA COMMUNE DE KHEMISTI (EN ORANGE LES PRINCIPALES) SOURCE : PDEAU KHEMISTI

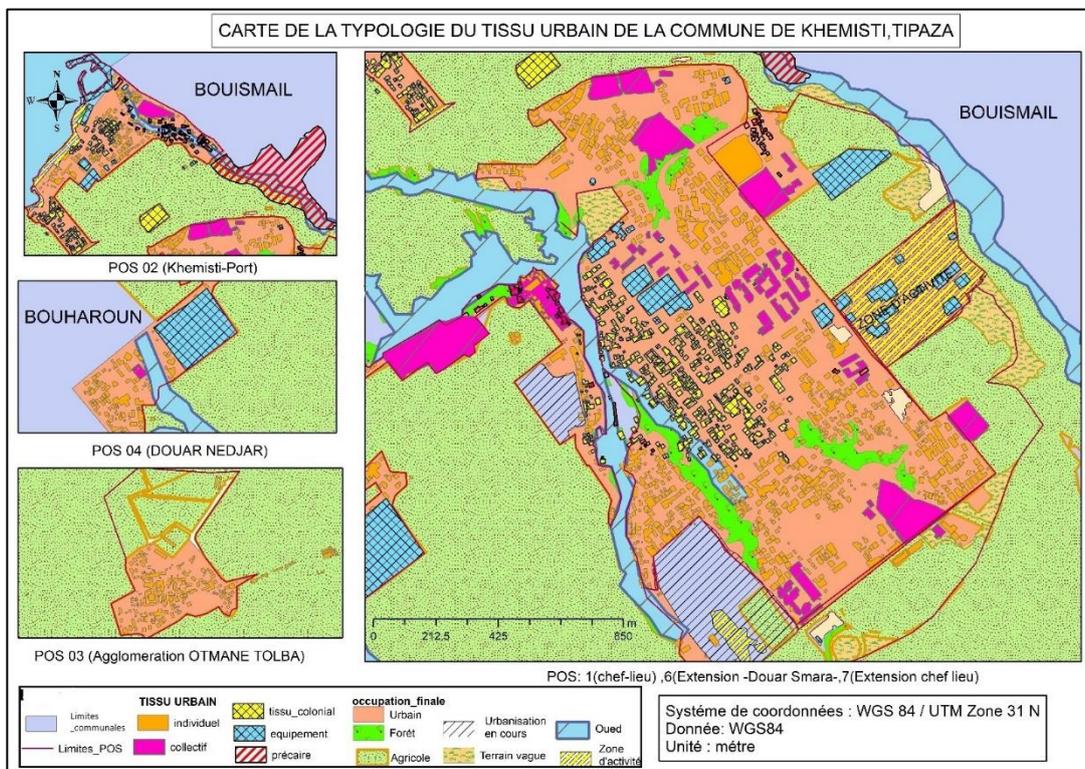
### 2.3.4. TYPOLOGIE DU TISSU URBAIN :

Est un : **“Mode d’organisation de l’espace urbanisé qui comprend, outre l’ensemble des constructions de toute nature et de leurs dessertes. Une réalité spatiale (un habitat, un réseau (de rue, de jardins) .....) est un espace fonctionnel ou des personnes vivent, se meuvent, fabriquent et consomment des richesses ”** (Office québécois de la langue française,2007) . Ainsi, le tissu urbain est l'organisation de l'espace urbain, englobant non seulement les batiments de toutes sortes et leurs infrastructures (logements commerces, infrastructures publiques ...ect) AINSI que les réseaux tel que :

- ❖ Voies et réseau divers (conduite d'eau, de gaz, d’électricité,)
- ❖ Les reseaux de transport (ligne de tramway, métro, lignes de bus) et voies de communications.
- ❖ Les reseaux de communications (internet, antennes telephoniques ...ect)

'Mais également tous les éléments qui contribue au quotidien des habitants (espaces vert, ...ect), créant ainsi un environnement propice. (Elmehdi benhima ,2019).

L'analyse du tissu urbain de la commune (voir carte 8) permet de prendre conscience de la disposition du cadre bâti et ainsi de comprendre les défis et développement liée au développement de la ville en identifiant les forces et faiblesses.



CARTE 9: CARTE DE LA TYPOLOGIE DU TISSU URBAIN

SOURCE : OUBRAHAM AMINE / ARCMAP

Les trois principaux types d'habitations dans la commune sont :

❖ **Les habitations individuelles :**

Représente la grande majorité du bâti dans toute la commune avec un gabarit de R a R+2 et dans certain cas on trouve même des constructions R+3, le style architectural varie entre le colonial avec toiture en tuile



PHOTO 26: HABITATION INDIVIDUEL COLONIALE

SOURCE: OUBRAHAM AMINE

Et le style contemporain en terrasse, avec généralement au rez de chaussée des locaux de commerce.



PHOTO 27: HABITATION CONTEMPORAIN R+2 EN TERRASSE A KHEMISTI VILLE

SOURCE: OUBRAHAM AMINE

**Localisation :** Répartie dans toutes les agglomérations urbaines de la commune , principalement au niveau du POS03 (agglomération Otmane tolba )

❖ **Les Habitations collectives :**

La commune compte environ 310 logements collectifs qui varient entre R+4 et R+5, localisé dans les agglomérations chef-lieu et secondaire, ces logements sont comme on les appelle en

urbanisme, des cités dortoires car elle assure que le service de logement et sont dépourvu d'animations.



PHOTO28: HABITATIONS COLLECTIFS KHEMISTI VILLE

SOURCE OUBRAHAM AMINE

**Localisation** : se concentre principalement au niveau de l'agglomération chef lieu (khemisti-ville) et dans ses extensions (Pos 07 et Pos 06)

❖ **Les Habitations précaires :**

Ce type d'habitation se localise principalement au niveau des oueds ou dans la zone eparse, ils sont le resultat d'une urbanisation spontanée

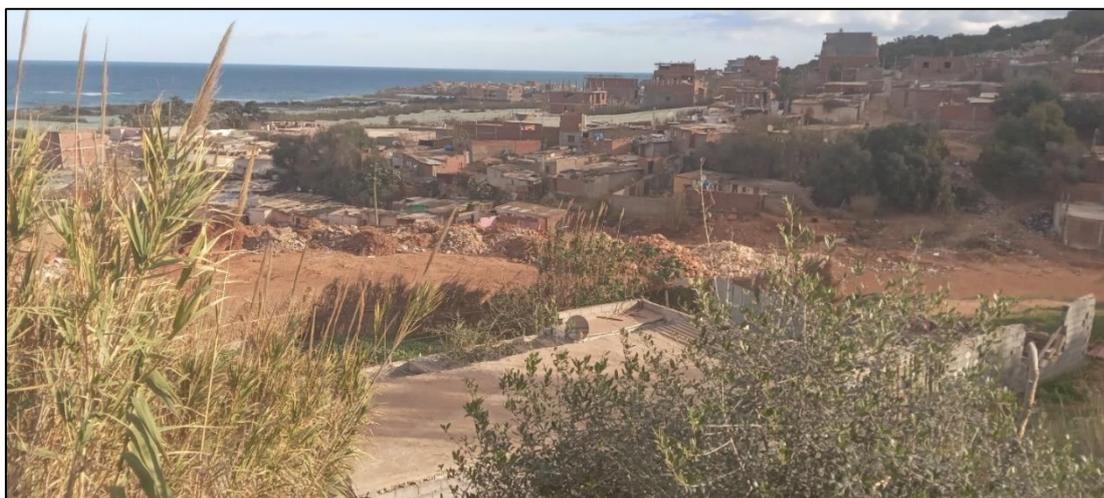


PHOTO 29: EXTENSION ILLICITE D'HABITATION PRECAIRE SUR DES TERRES AGRICOLES ET DANS LE LIT DE L'OUED KHEMISTI

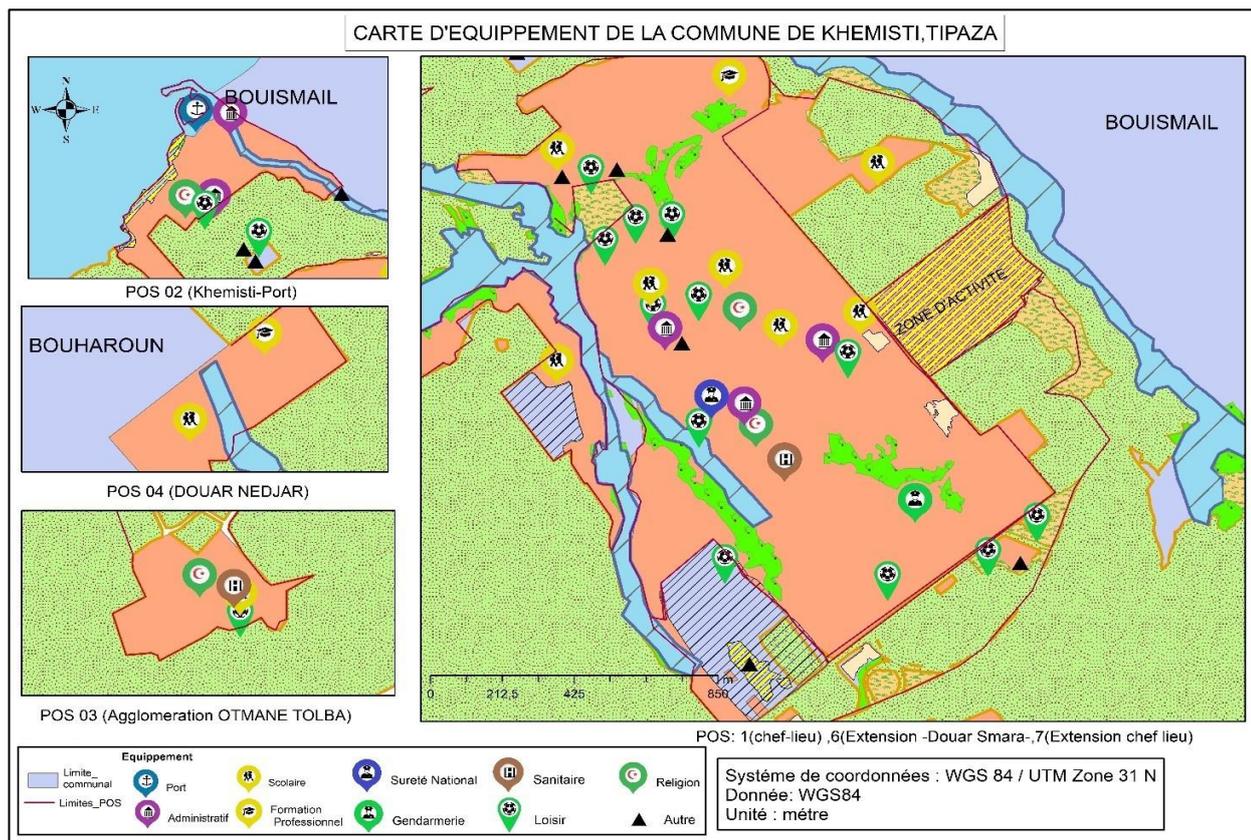
SOURCE : OUBRAHAM AMINE

**Localisation** : Se concentre le long des oueds ou sur des terrains agricoles.

### 2.3.5. REPARTITION DES EQUIPEMENTS DE LA COMMUNE

C'est une : " **Portion d'espace constitué d'une surface occupée et /ou libre et d'un volume bâti ou se déroulent des activités déterminées, avec leur propre organisation,**

leur structure et leurs modalités de fonctionnements, au service de la collectivité ou animées par la collectivité. ('ZUCCHELLI, 1999).



CARTE 10 : : CARTE DES EQUIPEMENTS DE LA COMMUNE DE KHEMISTI

SOURCE : ARCMAP/POS

### Commentaire :

À partir de l'analyse de la carte (voir carte 09), plusieurs observations peuvent être faites concernant la répartition et la densité des équipements au sein des différents Pos de la commune de Khemisti, Tipaza :

#### Pos 01 : Agglomération Chef-lieu (khemisti-ville):

✓ **Voies d'Accès :** Cette zone bénéficie de divers accès routiers, facilitant ainsi la desserte et l'accès aux équipements.

Type d'équipement		Nom	Nombre
Educatifs	Education National	-Lycée de khemisti	1
		-CEM Cheikhi Bouziane	2
		-CEM	

		-école primaires 1 <sup>er</sup> novembre	2
		-école primaire Fridi Kouider	
		-Crèche	1
	Formation proffessionnel	- Écoule de formation paramédicale ^RIFAK EL SEHA^	1
Religieux		-mosqué Omar Ibn el khattab	
		-mosqué Okba bel Nafer	3
		-mosqué	
Administratif		-Mairie khemisti	1
		-La garde communale	1
		-La poste	1
			1
		-Siège d'association	
Urgence		-Caserne de gendarmerie	1
		-Siège de la sureté N	
Loisir		-Stade communale	1

	-Terrain de boule	1
	-Bibliothèque municipale -Bibliothèque	2
	-maison de jeune de khemisti	1
	-camp de vacances casoral	1
	-Salle des fêtes	5
	-Terrain de football	4
Saitaire	-centre de santé de khemisti	1
	-établissements pharmaceutiques	5
Autre équipements	-Arrêt de bus (khemisti-Bouismail et khemisti-Koléa)	1
	-Marché	1
	-Château d'eau	2

TABEAU 6: LES EQUIPEMENTS DE L'AGGLOMERATION CHEF LIEU (KHEMISTI VILLE)

SOURCE : POS 1ET 6 KHEMISTI 2016

**Pos 02 : Agglomération Secondaire Khemisti-Port:**

✓ **Voie d'accès** : cette agglomération est bien desservie par la RN11 **et la** CW129

Type d'équipement		Nom	Nombre
Educatifs	Education	-école primaire	1
	National		
Religieux		-mosquée	1
Administratif		-Annexe Mairie khemisti	1
		-La poste khemisti port	1
			1
Loisir		-Placette	1
		-Terrain de football	1
		--jardin	1
		-Salle des fêtes	1
		-Terrain de football	4
Sanitaire		-Unité médical de proximité khemisti port	1
Autre équipements		--Port de pêche	1
		-cimetière chrétien	1

TABLEAU 7: LES EQUIPEMENTS DE L'AGGLOMERATION SECONDAIRE (KHEMISTI-PORT)

SOURCE : PDAU KHEMISTI 2016

### Pos 03 : Agglomération Otmane Tolba:

Type d'équipement		Nom	Nombre
Educatifs	Education National	-école primaire	1
	Religieux	-mosquée	1
Administratif		-Annexe Mairie khemisti	1
Loisir		-Placette	1
		-Terrain de football	1
		--jardin	1
		-Terrain de football	1
Sanitaire		-Unité médical de proximité	1

TABLEAU 8: LES EQUIPEMENTS DE L'AGGLOMERATION SECONDAIRE (OTMANE TOLBA)

SOURCE : PDAU KHEMISTI

2016

### Pos 04 : DOUAR NEDJAR

Type d'équipement		Nom	Nombre
Educatifs	Education National	-école primaire	1
	Formation professionnel	-école de formation pour les handicapés	1
Religieux		-mosquée	1
Loisir		-Placette	1

	-Terrain de football	4
Autre équipements	-Marché	1

TABLEAU 9: LES EQUIPEMENTS DE LA ZONE EPARSE DOUAR NEDJAR

SOURCE : PDAU KHEMISTI

2016

- CONSTATATION :

Cette analyse géographique met en lumière la répartition et la densité des équipements au sein de la commune de Khemisti, offrant une vue d'ensemble sur les infrastructures disponibles et les priorités de développement local. Nous constatons une dominance des équipements éducatifs et de loisir au niveau de la commune, cela atteste l'importance accordée des autorités dans l'éducation et le bien être de la population. Le tableau suivant (tableau 10) présente une vue global des différents équipements de la commune.

	Nom et Type d'équipement	
<b>Equipements Existant</b>	-Administratif	-1 Siège APC de la commune  -1 Annexe APC  -2 Algérie Poste  -1 siège d'association  -1 Garde Communal
	-Scolaire	-1 Lycée  - 4 écoles primaires  -1 crèche  -3 CEM
	-Formation Professionnel	-1 école de formation paramédicale

		-1 centre de formation pour handicapé
	-Urgence	-Sûreté National -Gendarmerie
	-Sanitaire	3 dispensaires
	-Loisir	-3 salles omnisport  -2 Aires de jeux  -1 maison de jeune  -1 camp de vacances casoral  -2 bibliothèques  -1 terrain de boul.  - 7 terrains de foot  -1 stade communal
	Religion	-5 mosquées
	Autre	-2 Cimetières  -1 station de Nephtal  - 3 marchés aux légumes  -1 Port  -3 Châteaux d'eau
<b>équipements projetés</b>	-Salle polyvalente  -Centre culturel  -Unité protection civile  -Espace commercial	

	<p>Salle omnisport</p> <p>-Polyclinique</p> <p>-Hotel</p>
--	---

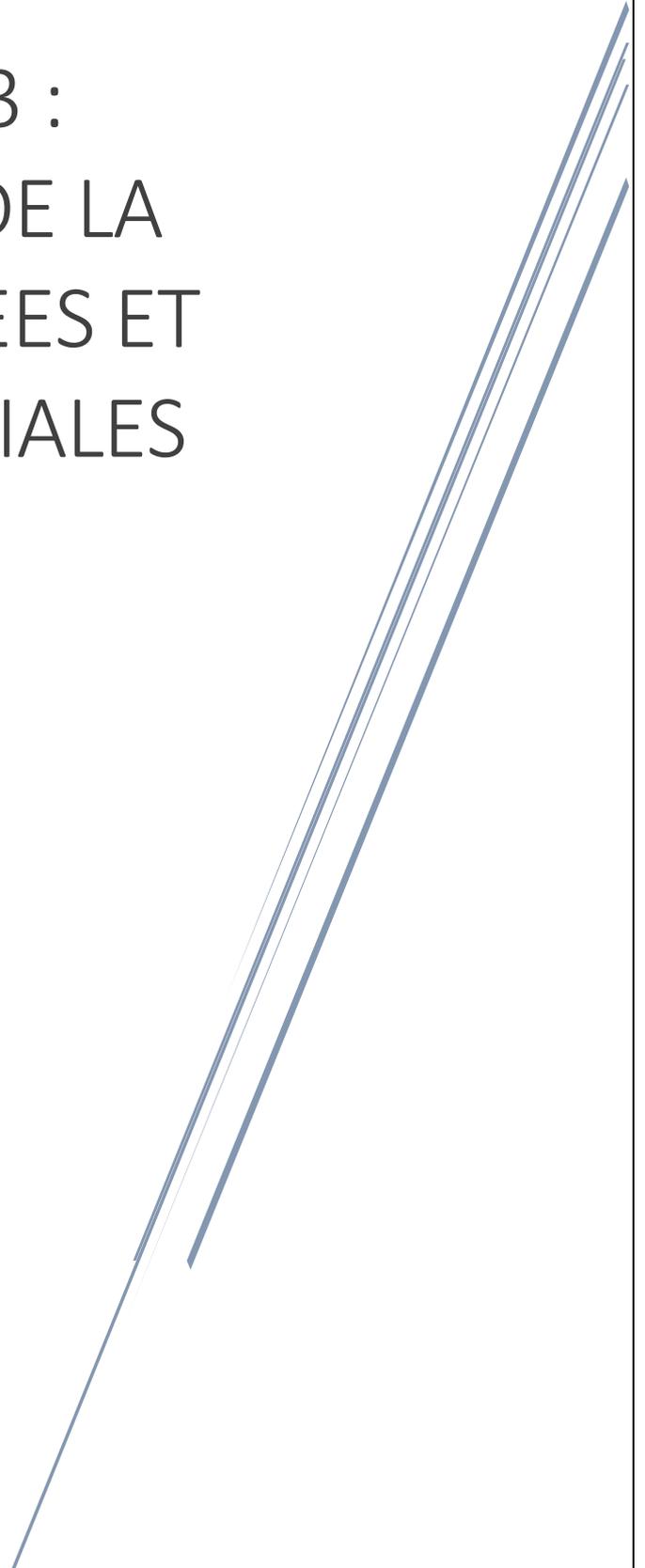
TABEAU 11: INVENTAIRE DES EQUIPEMENT DE LA COMMUNE DE KHEMISTI

SOURCE : RAPPORT POS 1 ET 6 KHEMISTI 2016

### 2.3.6.CONCLUSION

En résumé, la commune de Khemisti présente un ensemble de caractéristiques naturelles et humaines qui la rendent particulièrement sensible aux inondations. Les facteurs géographiques, tels que la présence de cours d'eau majeurs et un relief varié, combinés à l'urbanisation rapide et au manque de systèmes de drainage efficaces, accentuent les risques pour les populations locales. De plus, le développement urbain doit prendre en compte ces contraintes naturelles pour assurer une gestion durable et efficace du territoire. Ce chapitre a ainsi permis de dresser un portrait complet de la zone d'étude, posant les fondations pour une analyse plus détaillée des mesures à mettre en place pour réduire le risque d'inondation dans la commune.

CHAPITRE 03 :  
CONCEPTION DE LA  
BASE DE DONNEES ET  
ANALYSES SPATIALES



### 3.1. INTRODUCTION

En cours de ce chapitre, nous verrons une méthodologie dans l'objectif est l'évaluation de la vulnérabilité au risque d'inondation pour la commune de khemisti, dans l'optique d'améliorer la gestion du risque d'inondation. Notre démarche méthodologique se structure en deux volets complémentaires. D'une part, la conception " **d'une base de donnée orientée Object** " sous le logiciel Power designer intégrant l'ensemble des facteurs naturels et socioéconomiques,. Et d'autre part, l'utilisation de la méthode" **d'analyse multicritère (AHP)** ", particulièrement adapté au contexte de donnée limités ainsi que par sa simplicité d'utilisation. Sur la base des sources de données suivantes (voir tableau 10) :

Source de donnée	donnée	Type de donnée	Cartes réalisés
ASF vertex data	DEM	Raster	-Carte des pentes  - carte d'accumulation des flux  -carte d'ordre des flux  -carte densité de drainage
mémoire	Précipitations	Points	-carte pluviométrique
Carte géologique d'algerie 1/800 000 + mémoire magister + PDAU khemisti 2016	littologie	Shapefile (shp)	-carte littologie
PDEAU khemisti 2016	-Limites POS  -Tissu urbain		-carte des division de la commune  -carte du tissu urbain

TABLEAU 10: SOURCES DE DONNEE UTILISER

SOURCE : OUBRAHAM AMINE

Le diagramme ci-dessous résume la démarche méthodologique retenue :

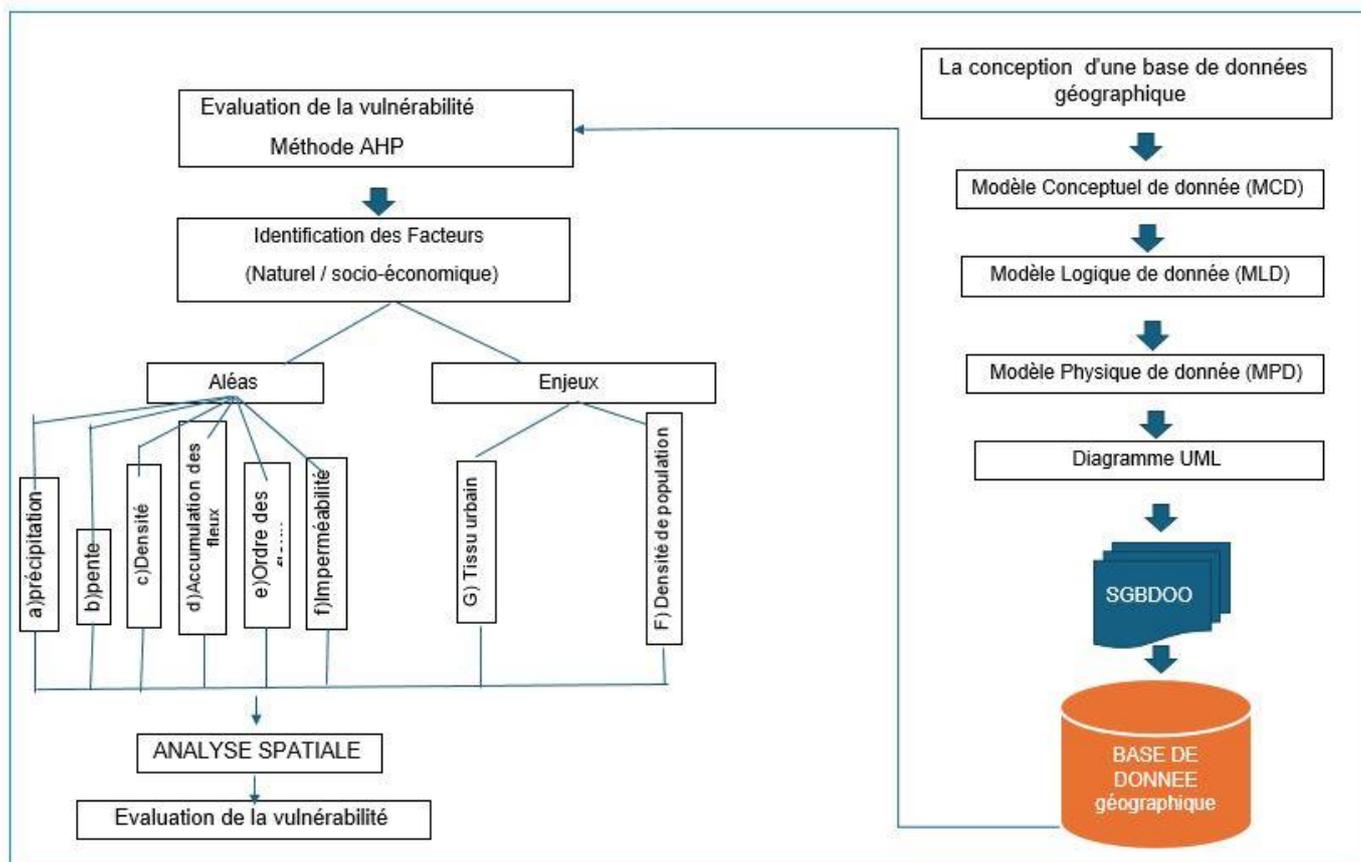


FIGURE 13: DIAGRAMME ILLUSTRANT LA METHODOLOGIE UTILISEE POUR CETTE ETUDE

SOURCE : OUBRAHAM AMINE / AHP

### 3.2 DEVELOPPEMENT DE LA BASE DE DONNEES GEOGRAPHIQUE :

Le développement d'une base de données géographiques suit plusieurs étapes clés, permettant de passer d'une modélisation conceptuelle des données à une implémentation physique dans un système de gestion de bases de données relationnelles (SGBD). Le but est d'assurer une représentation cohérente des objets géographiques et des relations entre ces objets, dans le cadre d'une gestion efficace des risques d'inondation. (Lucidchart, 2023)

#### 3.2.1 MODELE CONCEPTUEL DES DONNEES (MCD) :

**Le Modèle Conceptuel des Données (MCD)** est une représentation graphique qui représente de manière abstraite les entités du système d'information ainsi que les relations entre elles, indépendamment de leur mise en œuvre technique. Il permet d'identifier : **les entités, les propriétés,** et les **associations** entre ces dernières, tout en restant compréhensible pour les non-informaticiens. (louisvandevelde.be, 2024) Ci-dessous, les entités utilisées dans mon MCD :

- ❖ **Zone géographique** : Cette entité se caractérise par ses limites définies dans le Plan d'Occupation du Sol (POS).
- ❖ **Facteur de vulnérabilité** : Cette entité représente les critères de vulnérabilité sous forme de couches rasters, utilisés pour la cartographie des risques d'inondation.
- ❖ **Zone vulnérable au risque d'inondation** : Il s'agit de toutes les zones présentant un risque élevé d'inondation, identifiées après l'analyse de la vulnérabilité à l'aide de la méthode AHP (Analytic Hierarchy Process).
- ❖ **Simulation** : Cette entité permet de modéliser des scénarios d'inondations potentielles et d'évaluer les dommages en fonction de paramètres prédéfinis.

Chaque entité est décrite par ses propriétés (caractéristiques spécifiques) et les **relations** (avec d'autres entités).

Ainsi, Le MCD suivant (voir figure 14) permet de visualiser cette organisation conceptuelle des des entités et de leurs relations avant de passer à la modélisation logique.

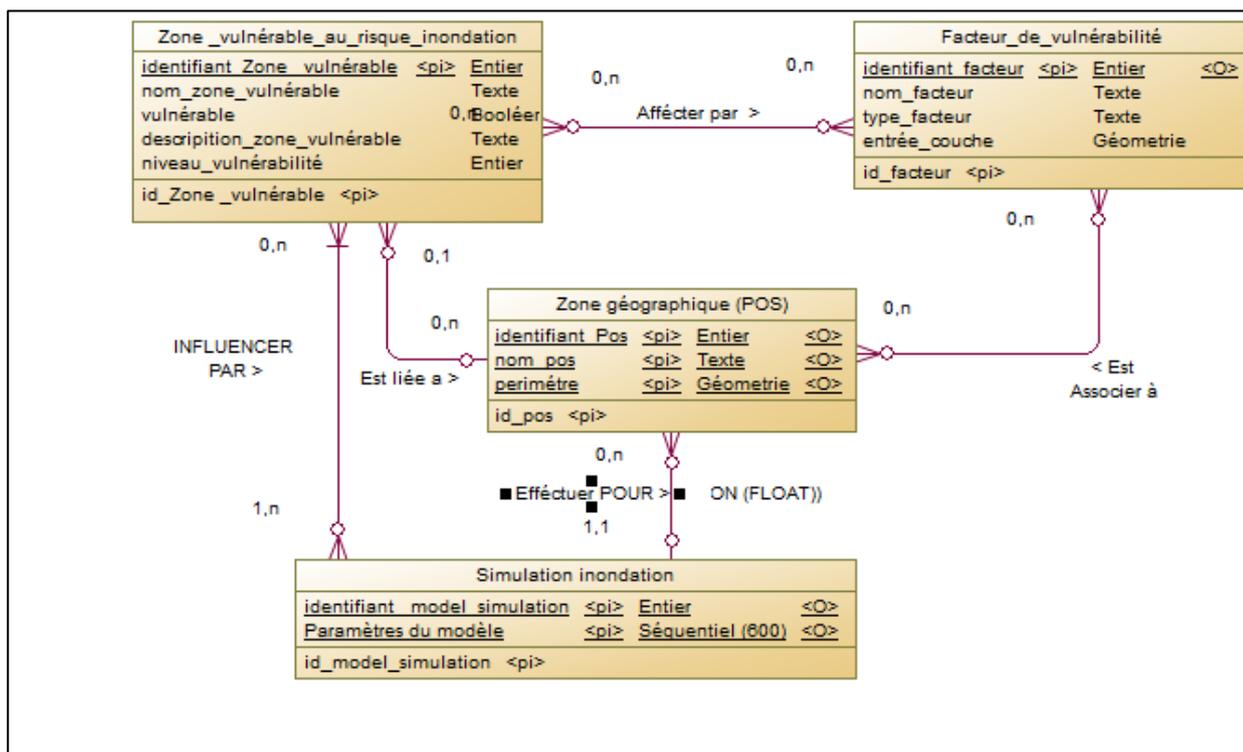


FIGURE 14: MODELE CONCEPTUEL DE DONNEE

SOURCE : OUBRAAM AMINE / POWERDESIGNER

### 3.2.2 MODELE LOGIQUE DES DONNEES (MLD) :

**Le Modèle Logique des Données (MLD)** est dérivé du MCD. Il traduit les concepts abstraits en une représentation plus formelle adaptée aux exigences d'un SGBD relationnel. Lors de

cette phase, les entités deviennent des tables et leurs propriétés des attributs dans une base de données.

a) TRANSFORMATION DES ELEMENTS DU MCD EN MLD :

- ❖ Entités → Tables : Chaque entité devient une table. Par exemple, l'entité "Zone géographique" devient la table "ZoneGeographique".
- ❖ Propriétés → Attributs : Chaque propriété d'une entité devient une colonne dans la table correspondante. Pour "Zone géographique", les attributs incluront "NomZone", "Surface", "TypeSol", etc.
- ❖ **Relations** → **Associations** : Les relations du MCD sont converties en associations entre les tables via des clés étrangères. Par exemple, si une relation "contient" existe entre "Zone géographique" et "Zone vulnérable", une clé étrangère de la table "ZoneVulnerable" pointera vers "ZoneGeographique".
- ❖ **Normalisation** : Le MLD inclut également la normalisation des tables pour éviter les redondances et maintenir l'intégrité des données.
- ❖ **Cardinalités** Les cardinalités établies dans le MCD sont respectées ici en définissant des clés étrangères et en adaptant les associations entre les tables. Voici les cardinalité les plus utilisé : (0, n)-(0n1)-(1,1)-(1, n)]

b) TRANSITION VERS LE DIAGRAMME MLD :

Après avoir traduit les entités en tables et les associations en relations, nous obtenons une représentation plus concrète des données. Le diagramme MLD (voir figure 15) ci-dessous illustre cette étape intermédiaire avant la phase physique.

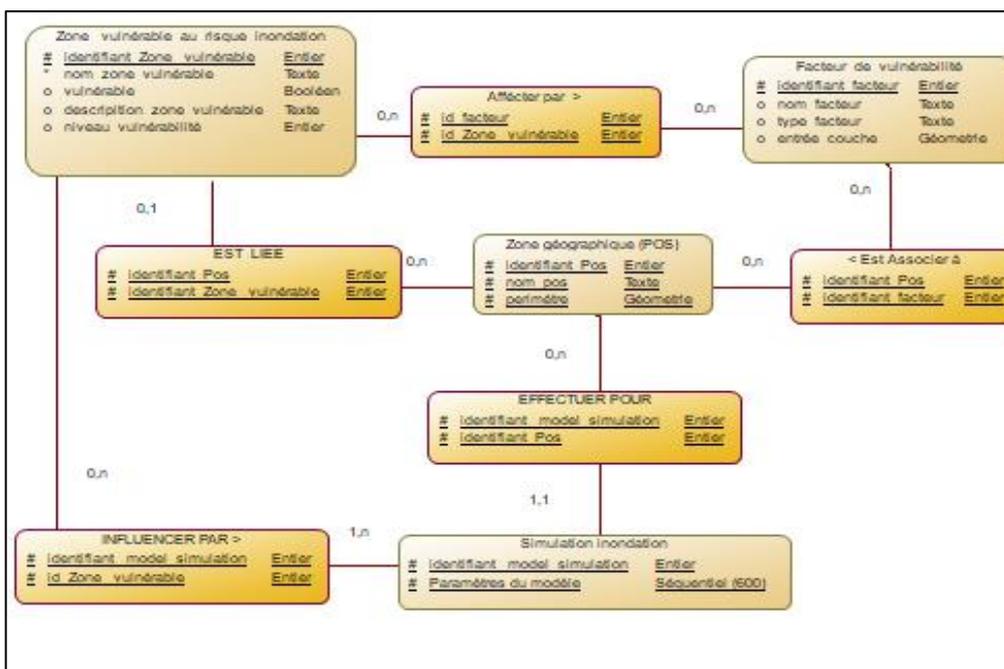


FIGURE 15: MODELE LOGIQUE DE DONNEES

SOURCE : OUBRAHAM AMINE /MCPOWER

### 3.2.3 MODELE PHYSIQUE DES DONNEES (MPD)

**Le Modèle Physique des Données (MPD)** correspond à la dernière étape de la modélisation, où les **tables** et les **associations** définies dans le MLD sont implémentées dans le SGBD choisi. Il tient compte des contraintes techniques spécifiques telles que le type de données, les clés primaires et étrangères. Voici à présent les composants de ce modèle :

- ❖ **Tables** : Les entités définies sont maintenant implémentées en tant que tables réelles dans le SGBD avec des types de données spécifiques (texte, nombre, booléen, etc.)..
- ❖ **Clés primaires et étrangères** : Les identifiants uniques des tables sont établis, ainsi que les relations entre elles à l'aide de clés étrangères. Par exemple, une clé primaire pour "ZoneGéographique" pourrait être "IDZone", tandis que la table "ZoneVulnérable" aura une clé étrangère "IDZone" pour relier les deux tables.
- ❖ **Contraintes d'intégrité** : Le MPD garantit également le respect des contraintes d'intégrité définies, comme les contraintes de clé primaire, clé étrangère, et d'unicité.

Le MPD, maintenant défini, constitue la base sur laquelle le système de gestion de base de données pourra être construit. Vous trouverez ci-dessous le diagramme MPD, représentant cette structure physique.

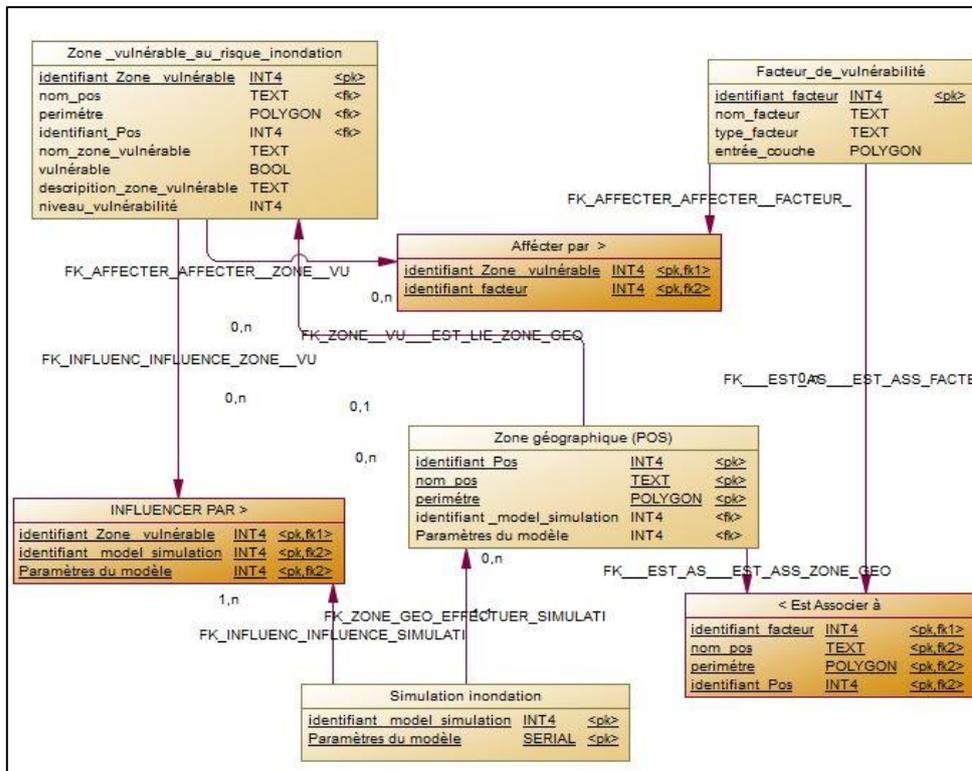


FIGURE 16 : MODELE PHYSIQUE DE DONNEES

SOURCE : OUBRAHAM AMINE / POWERDESINGER

### 3.3 CONSTRUCTION DE LA BASE DE DONNEES GEOGRAPHIQUE

Après la modélisation, la phase de construction de la base de données géographique consiste à acquérir, intégrer, structurer et administrer les données, assurant ainsi leur gestion et leur accessibilité dans le cadre de la prévention des risques d'inondation.

#### 3.3.1 ACQUISITION ET INTEGRATION DES DONNEES :

L'acquisition des données est cruciale pour alimenter la base de données géographique. Les données proviennent de diverses sources, telles que les systèmes SIG, les études géographiques, les données satellitaires (pour les rasters), et des études hydrologiques pour identifier les zones vulnérables.

L'intégration des données consiste à transformer et organiser ces données dans un format compatible avec la base de données, garantissant une utilisation cohérente et normalisée des informations.

#### 3.3.2 STRUCTURATION ET ADMINISTRATION DES DONNEES :

La structuration des données fait référence à l'organisation des données en tables, attributs et relations conformément au modèle physique précédemment défini. Cela inclut l'optimisation des index et la gestion des clés pour garantir des performances optimales lors des requêtes et des simulations.

L'administration des données inclut la gestion des utilisateurs, la sécurité des accès, et la maintenance régulière de la base, tout en garantissant l'intégrité des informations stockées, ainsi que la mise à jour des données en cas de nouvelles simulations ou de mises à jour dans les zones à risque.

## 3.4 ÉTUDE SPATIALE :

### 3.4.1 APPROCHE METHODOLOGIQUE DE L'ANALYSE SPATIALE

Développée par Thomas Saaty en 1980, la méthode d'analyse multicritère AHP (ANALYTIC HIERARCHY PROCESS) a été fondée sur la décomposition analytique d'un problème de décision en hiérarchie comportant :

- 1) Un objectif supérieur, dans cette étude, c'est l'évaluation de la vulnérabilité au risque d'inondation pour la commune de khemisti
- 2) Des critères (facteurs de vulnérabilité)
- 3) Des sous critères issues des critères

L'AHP qui est une méthode reconnue pour l'évaluation de la vulnérabilité au risque d'inondation (Malczewski, 1999) se développe en 4 étapes :

1. Identification des facteurs de vulnérabilité
2. Comparaison des facteurs par paire
3. Vérification de la cohérence des pondérations

#### 3.4.1.1. IDENTIFICATION DES FACTEURS DE VULNERABILITES :

C'est une étape primordiale. dans notre étude, nous avons retenu 8 facteurs dont 6 naturels ( densité pluviométrique, pente, densité de drainage , accumulation des flux , ordre des flux , perméabilité ) et socio-économique (tissu urbain ) qui nous semblent pertinent dans notre cas d'étude ainsi que pour leur utilisation massives dans les ouvrages similaires (Roukh el Zinedine , 2024)

#### 3.4.2. ANALYSE SPATIALE

##### A) PRÉCIPITATIONS :

Les Précipitations sont un facteur crucial dans la détermination du risque d'inondation. Lorsqu'elles sont importantes, elles peuvent entraîner une accumulation et un débordement des eaux (Yang et al. 2019), augmentant la probabilité d'inondation (Kunkel et al. 2013). Ce risque est particulièrement élevé dans les zones à faible pente ou à faible absorption d'eau (Chen et al. 2016).

Comme décrit dans le chapitre 02 (voir figure 03), les périodes de fortes pluies sont souvent corrélées avec des périodes de faible température, augmentant le risque d'inondation.

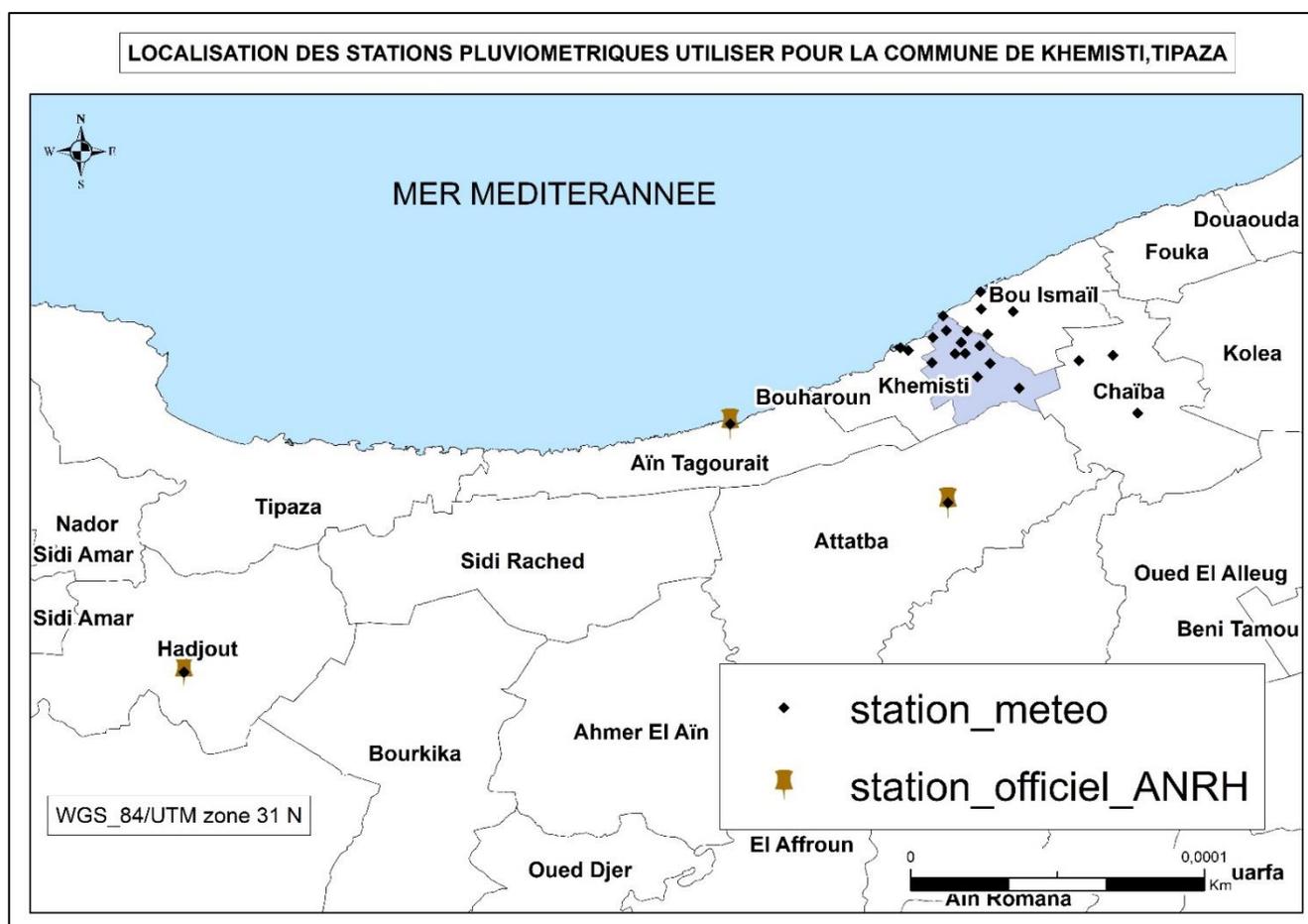
Pour évaluer la vulnérabilité par rapport au facteur pluviométrique, nous avons représenté

La distribution des régimes pluviométriques à l'échelle de la commune (voir carte 02). Pour ce faire, j'ai collecté les données de 3 stations pluviométriques issues de l'ANRH (Jubala, 2023) que j'ai complété avec 27 points depuis le site NASA POWER Access pour la période (1982-2015). Ces données ont été compilées dans le tableau suivant (voir tableau 11)

Source	Code ANRH	station	X	Y	Altitude	moyenne
ANRH	20325	Bouharoun	475850	358850	59	501.59
	20403	Ain tagourait	492050	366850	60	502.03
	21022	Attatba cabe	495450	363150	60	571.18
NASA POWER ACCESS		Marina Bou ismail	2.6852	36.6461		450.25
		Rond point balili	2.6963	36.6393		450.25
		bouismail RN11	2.6854	36.6402		450.25
		Pénétrante RN11 Bou ismail	2.6877	36.6315		450.25
		Rond point Khemisti ville	2.6807	36.6326		450.25
		Rond point Khemisti port	2.6735	36.6328		450.25
		Port khemisti	2.6725	36.6378		450.25
		Sortie RN11 khemisti	2.6690	36.6304		450.25
		Port bouharoun	2.6579	36.6269		450.25
		RN11 bouharoun	2.6606	36.6260		450.25
		Domaine Nedjar	2.6687	36.6217		452.23
		Pont Oued smara	2.6766	36.6248		450.25
		CW129 boulevard khemisti ville	2.6786	36.6287		450.25
		zone d'activité khemisti ville	2.6850	36.6276		450.25
		Mairie Khemisti ville	2.6800	36.6249		450.25
		Intersection CW129-Rocade tipaza	2.6885	36.6215		450.25
	Garde républicaine khemisti	2.6842	36.6169		450.25	

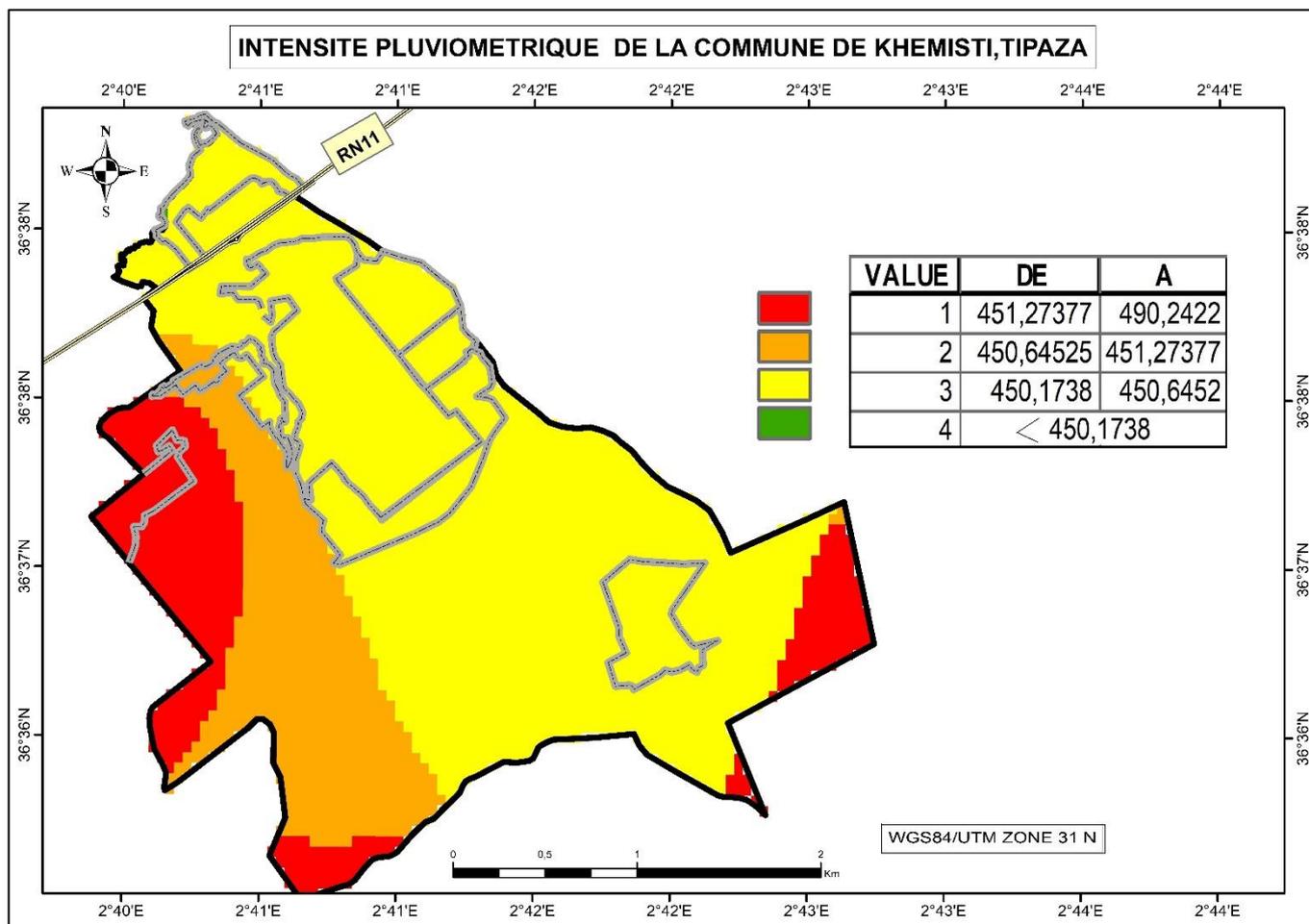
	Agglomération Otmane Tolba	2.6984	36.613 0	450.25
	Entrée Chaiba	2.7187	36.622 5	450.25
	Centre ville Chaiba	2.7303	36.624 3	450.25
	RN67	2.7387	36.604 4	485.25

TABEAU 11: LOCALISATION DES STATIONS PLUVIOMETRIQUES POUR LA PERIODE (1982-2015) SOURCE : BOUCHALA JUBA, 2020 /NASA POWER ACCESS



CARTE 11: LOCALISATION DES DIFFERENTS STATIONS PLUVIOMETRIQUE POUR LA COMMUNE DE KHEMISTI , TIPAZA POUR LA PERIODE (1982-2015) SOURCE : BOUCHALA JUBA,2020/ NASA POWER ACCESS

*En combinant ces données, nous avons utilisé l’outil d’interpolation d’ArcMap en choisissant la méthode IDW, en raison de la dispersion des points, et appliqué la classification par quantile pour mieux visualiser les seuils des différentes zones à risque, créant ainsi une carte de l’intensité pluviométrique pour la commune de Khemisti (voir carte 11).*



CARTE 12: FACTEUR PLUVIOMETRIQUE

SOURCE : OUBRAHAM AMINE / ARCMAP

**-Commentaire :**

Après lecture de la carte suivante (voir carte 2), nous observons:

- **Niveau d'impact élevé (en rouge) :** Localisée à l'est, au sud-est et à l'ouest, avec un régime pluviométrique de 451.27377 mm à 490.2422 mm par an. Ces zones, qui touchent le domaine Nedjar, peuvent être sensibles au risque d'inondation en raison du fort régime pluviométrique.
- **Niveau d'impact modéré (en orange) :** Située à la périphérie des zones rouges, principalement à l'ouest, avec des valeurs comprises entre 450.64525 mm et 451.27377 mm par an. Cela concerne une partie des extensions ouest du chef-lieu ainsi que la partie ouest de l'agglomération secondaire de Khemisti Port.
- **Niveau d'impact moyen (en jaune):** Couvre une grande partie de la région centrale de la commune avec des précipitations de 450.6452 mm à 450.1738 mm par an. Cette zone englobe les agglomérations du chef-lieu et secondaire (Khemisti Port et Otmane Tolba).

- **Niveau d'impact faible (en vert)** :Malgré sa moindre étendue, cette zone présente une pluviométrie de 450.1738 mm par an.

## B) PENTES

Les pentes influencent la vitesse d'écoulement de l'eau; les zones à faible pente sont plus susceptibles de subir des inondations, car l'eau s'écoule plus lentement, permettant son accumulation (Beven et Kirkby, 1979).

La commune de Khemisti (voir carte 02) est principalement composée de pentes douces, ce qui augmente le risque d'inondation en raison du ruissellement lent et de l'accumulation d'eau (Moore et al., 1991).

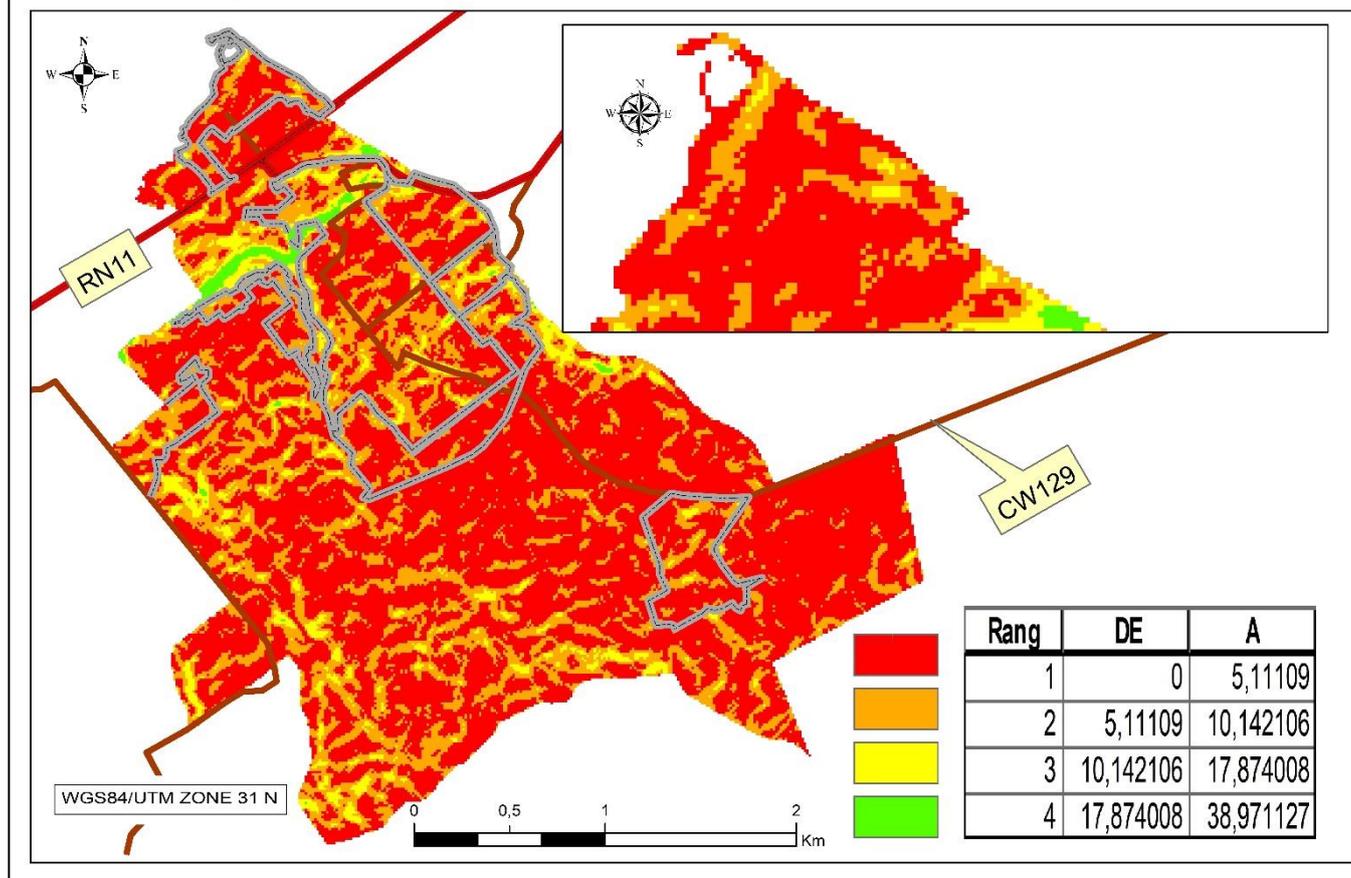
Pour visualiser la vulnérabilité liée au risque d'inondation, nous avons élaboré une carte des pentes à l'aide de l'outil Slope et de la classification des pente ( voir tableau 2 ), afin d'évaluer les zones les plus vulnérables aux inondations (Wilson and Gallant, 2000).

Classe de pente	Degré de pente	Descriptions techniques
Pentes très faibles	0° - 5°	Ces pentes sont presque plates et permettent une infiltration maximale de l'eau, minimisant ainsi le ruissellement. Idéales pour l'agriculture et les zones résidentielles avec un important risque d'érosion et d'inondation.
Pentes faibles	5° - 15°	Ces pentes permettent encore une bonne infiltration mais génèrent un ruissellement plus significatif. Elles nécessitent des mesures de gestion de l'eau pour prévenir l'érosion.
Pentes modérées	15° - 30°	Ces pentes génèrent un ruissellement rapide, réduisant l'infiltration de l'eau et augmentant le risque d'érosion. Des techniques de gestion de l'eau, comme les terrasses, sont souvent nécessaires.
Pentes fortes	30° - 45°	Ces pentes produisent un ruissellement très rapide, augmentant significativement l'érosion du sol. La stabilisation des pentes et des mesures d'aménagement du territoire rigoureuses sont essentielles
Pentes très fortes	45° et plus	Ces pentes sont extrêmement raides,

TABEAU 12: CLASSIFICATION DES PENTES (EN DEGRES )

SOURCE: WILSON, J. P., & GALLANT, J. C. (2000)

## NIVEAU DE PENTE DE LA COMMUNE DE KHEMISTI, TIPAZA



CARTE 13: LES PENTES DE LA COMMUNE DE KHEMISTI

SOURCE : OUBRAHAM AMINE/ ARCMAP

### Commentaire :

La carte suivante (carte 03) nous permet de voir que:

- **Niveau d'impact élevée (en rouge):** la majorité de la commune, présente des pentes très faible allant de 0° jusqu'à 5°. Ces pentes Presque plates, bien qu'elles minimisent le ruissellement, peuvent présenter un important risqué d'inondation en cas d'insuffisance d'absorption du sol en raison des activités humaines ou bien de saturation du sol d'eau.
- **Niveau d'impact modérer à moyen (en orange et en jaune):** Des pentes modérer a moyenne sont disséminer un peu partout au niveau de la commune avec des valeurs comprises entre 5 ° jusqu'à 17°
- **Niveau d'impact faible (en vert):** Situer au Nord de l'agglomération chef lieu et au Sud de la RN11, se trouve une bande verte qui est en réalité une falaise avec des des pentes allant de 17° jusqu'à 39°.

### C) DENSITE DE DRAINAGE :

La densité de drainage, qui représente la longueur des cours d'eau par unité de surface, joue un rôle crucial dans l'évaluation du risque d'inondation. Une densité de drainage élevée signifie une plus grande surface de ruissellement, augmentant ainsi le risque d'inondation (Gregory & Walling, 1973).

Les oueds de la commune de Khemisti, comme observé précédemment (voir carte 03), jouent un rôle essentiel dans le réseau hydrologique local. Leur présence accroît potentiellement le risque d'inondation lors de périodes de fortes pluies, surtout dans les zones avoisinantes.

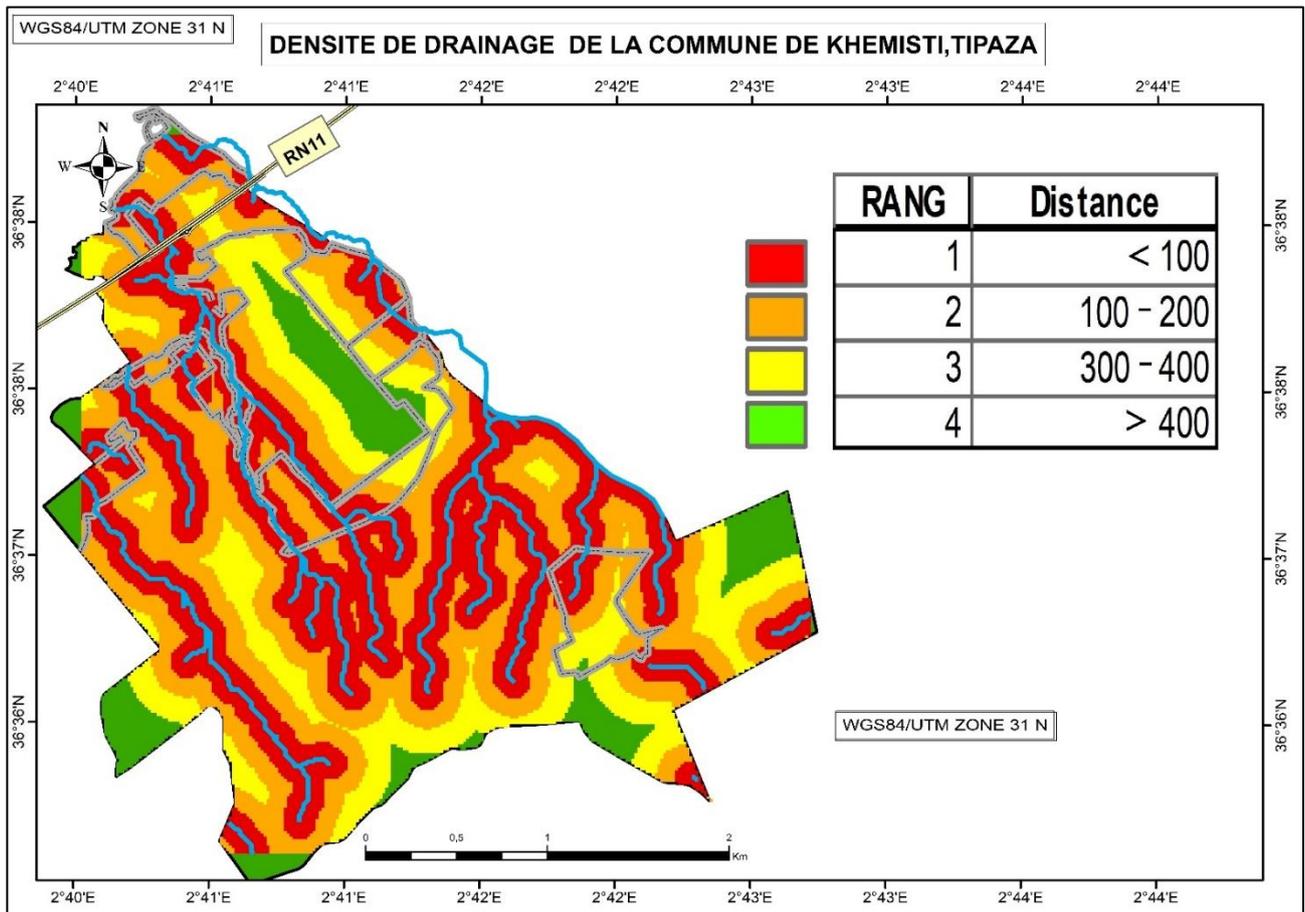
A partir des observations issue d'une etude réaliser en arabie saoudite sur l'influence de l'éloignement des wadis sur le risque d'inondation (Al-Zahrani et coll,2019) que nous avons mis dans le tableau (voir tableau 04 ) ci-dessous :

Distance par rapport aux oueds	classe
<100	Zone a risque élevé
100-200	Zone a risque modérer
200-300	Zone a risqué moyen
>300	Zone a risqué faible

TABLEAU 13: CLASSIFICATION DES DENSITE DE DRAINAGE

SOURCE : AL-ZAHRANI ET COLL,(2019)

Et à l'aide de l'outil Euclidean distance d'arcmap, nous avons pu obtenir la carte suivante (voir carte 14).



CARTE 14: DENSITE E DRAINAGE DE LA COMMUNE DE KHEMISTI, TIPAZA

SOURCE : OUBRAHAM AMINE /ARCMAP

### Commentaire

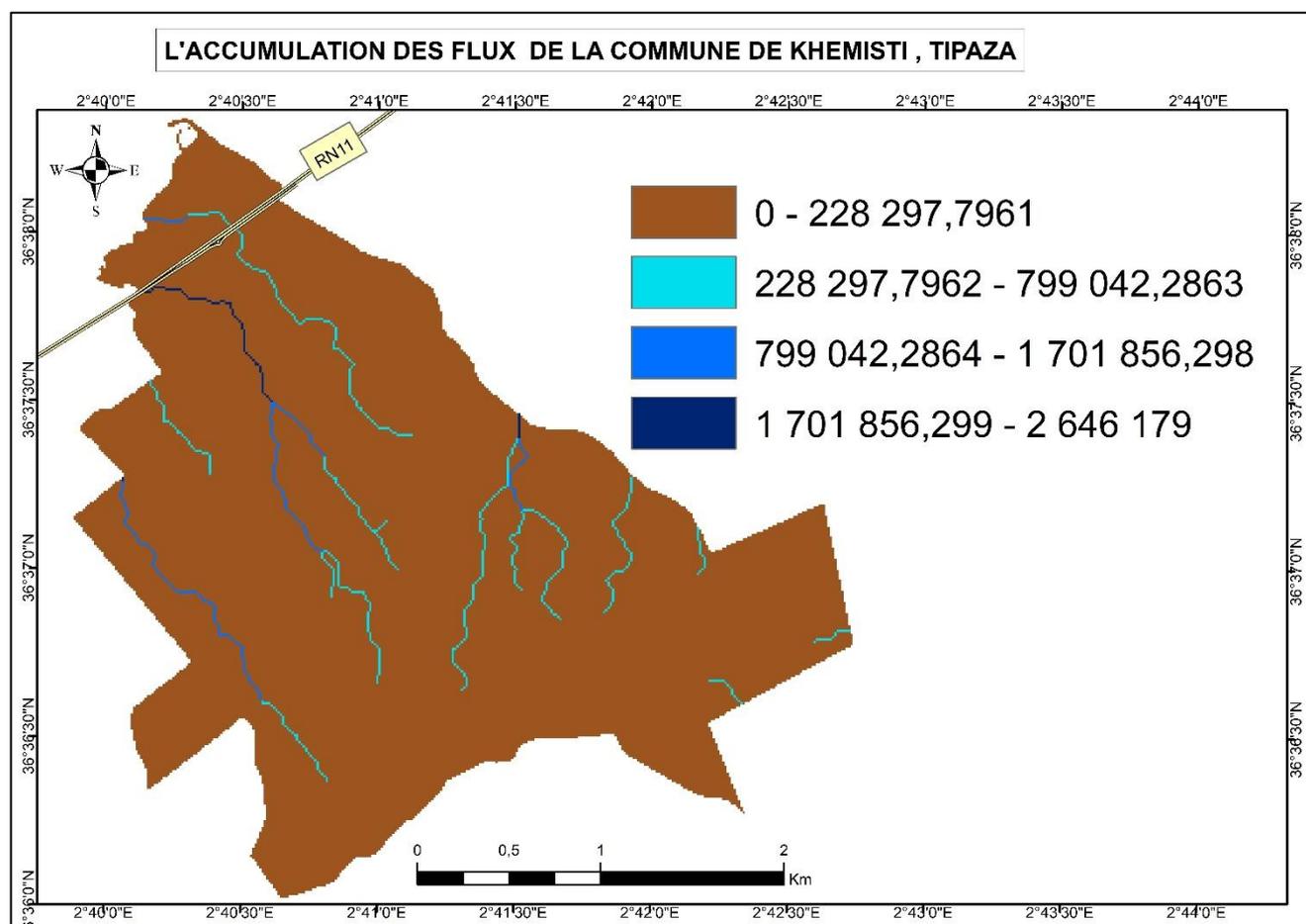
Ainsi, la carte suivante (voir carte04) nous révèle que:

- **Niveau d'impact élevé (en rouge):** se trouvent a moins de 100 m aux environs des Oueds, cette proximité rend ces zones très vulnérables, notamment en cas de crue des oueds (débordement des oueds)
- **Niveau d'impact modérer (en orange):** se situe entre 100 et 200 m des oueds, présentent également un risqué d'inondation en raison de leur proximité au oueds
- **Niveau d'impact moyen (en jaune):** situer entre 200 a 300 m des oueds, elles sont moins vulnérables au risqué d'inondation en raison de leur éloignement par rapport aux oued et ainsi la probabilité d'inondation en cas de crue est moins importante
- **Niveau d'impact faible (en vert):** Avec distance supérieur a 300 m des oueds, elle sont des zones relativement sûres et par conséquent non sujette aux inondations fluviales.

#### D) ACCUMULATION DES FLUX:

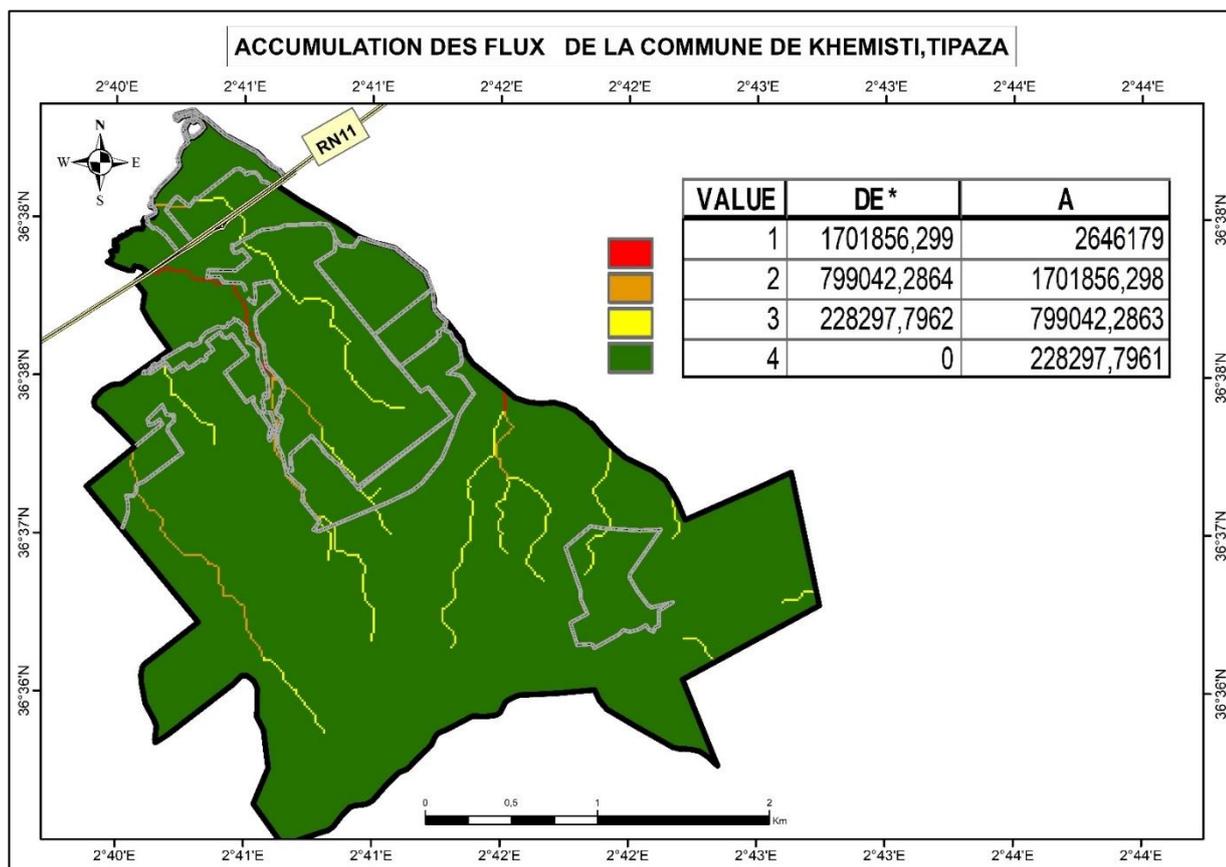
C'est un critère déterminant qui permet d'estimer le débit accumulé dans les cours d'eau. En cas de débordement des lits des oueds, en particulier des grands oueds, dû à des précipitations intenses, cela peut provoquer le déversement de grandes quantités d'eau, augmentant ainsi le risque accru d'inondation (Bates et al., 2008).

La carte (voir carte 15) illustre une forte accumulation des flux, principalement autour de l'exutoire de l'oued Smara, drainant toutes les eaux (assainissement, pluviales) de l'agglomération chef-lieu ainsi que de cette extension vers la mer, ainsi qu'en long des principaux oueds de la commune. Accentuant le risque d'inondation dans ces zones.



CARTE 15: L'ACCUMULATION DES FLUX DE LA COMMUNE DE KHEMISTI, TIPAZA

SOURCE : OUBRAHAM AMINE / ARCMAP



CARTE 16: ACCUMULATION DES FLUX DE LA COMMUNE

SOURCE : OUBRAHAM AMINE / ARCMAP

A partir des données de la carte 15, nous avons pu élaborer la carte suivante (voir carte 16)

**Comentaire :**

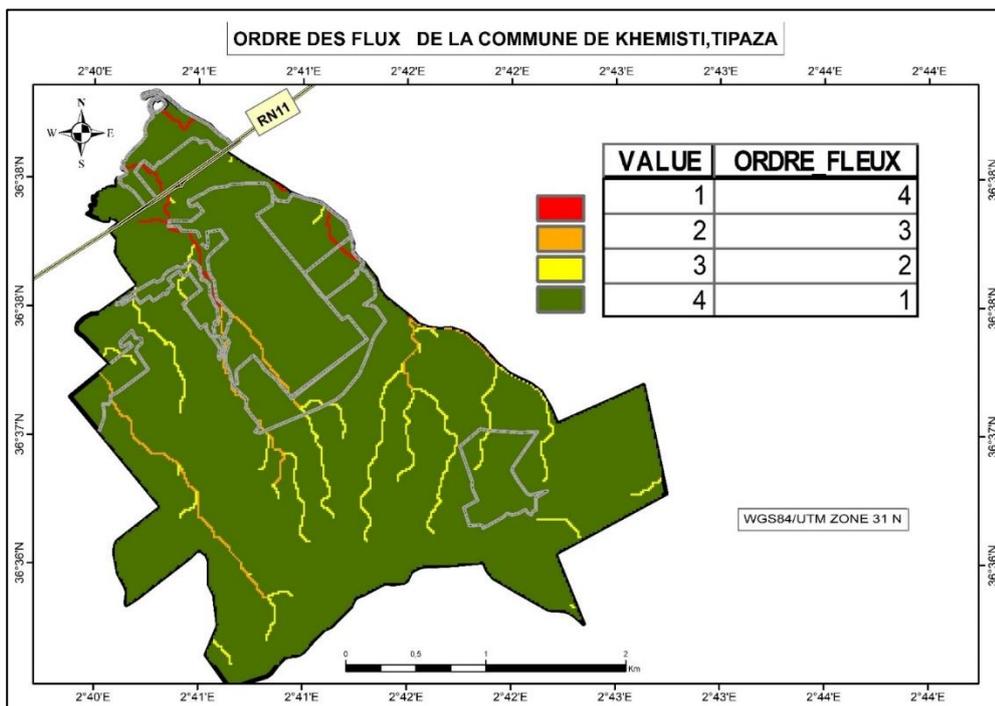
Les observations tirées de la carte ci-dessus sont les suivantes:

- **Niveau d'impact élevé (en rouge) :** Situer au nord ouest de la commune le long de la RN11 Ces zones indiquent une plus grande accumulation des flux, due à un volume d'eau important drainé par cet oued vers la mer
- **Niveau d'impact modéré ( en orange ):** Situer dans les parties centrales et Sud ouest de la commune .Bien que le risque d'inondation soit moins élevé que dans les zones rouges, ces zones doivent toujours être surveillées..
- **Niveau d'impact moyen ( en jaune ) :** Réparties au sud de la commune , Ces zones représentent une accumulation modérée des flux et nécessitent une surveillance, surtout en cas de fortes précipitations
- **Niveau d'impact faible ( en vert ) :** Ces zones couvrent la majeure partie de la commune et sont les moins susceptibles d'être touchées par des inondations dues à l'accumulation des flux. Elles offrent une certaine sécurité contre les risques d'inondation

## E) ORDRE DES FLUX :

Généralement , les cours d'eau principaux , alimenter par les cours d'eau secondaires et les influents ont un débit important qui peut entrainer surtout sous l'influence de fortes précipitations , des activités anthropiques ou d'un changement climatique , un risqué d'inondation (Al-Zahrani et coll.2016).

Ainsi, les oued principaux de la commune de khemisti (voir carte 06) sont oued khemisti et oued Smara qui se caractérisent par un débit important mais également par une forte accumulation (voir carte 15 )



CARTE 17 : ORDRE DES FLUX

SOURCE : OUBRAHAM AMINE / ARCAMP

## Commentaire :

À partir de la carte ci-dessus (carte 16), nous avons constaté les observations suivantes

- **Niveau d'impact très élevé (en rouge):** Ces zones se trouvent principalement dans le nord de la commune, notamment le long des axes routiers et dans les secteurs densément urbanisés. Ces zones sont les plus susceptibles de subir des inondations en raison de l'accumulation significative des flux.
- **Niveau d'impact modéré (en orange) :** Situées à proximité des zones à risque très élevé, ces zones couvrent des secteurs de transition entre les zones urbaines et les zones naturelles. Elles présentent un risque modéré d'inondation en raison d'une accumulation des flux intermédiaire.

- **Niveau d'impact moyen (en jaune)** : Réparties dans les zones intermédiaires entre les zones urbaines et rurales, ces zones sont moins sujettes aux inondations que les précédentes, mais restent vulnérables en cas de fortes précipitations.
- **Niveau d'impact faible (en vert)** : Ces zones couvrent la majorité du territoire communal, notamment les zones rurales et les espaces naturels. Elles présentent un risque faible d'inondation en raison de l'accumulation minimale des flux

**.F) IMPERMEABILITE :**

La perméabilité du sol a une influence importante dans l'évaluation du risque d'inondation. Les sols peu perméables, voire imperméables (ne laissent pas l'eau s'infiltrer), tels que l'argile, réduisent l'infiltration de l'eau de pluie, augmentant ainsi le ruissellement de surface et le risque d'inondation (Li et al., 2019), contrairement à des sols perméables tels que le sable.

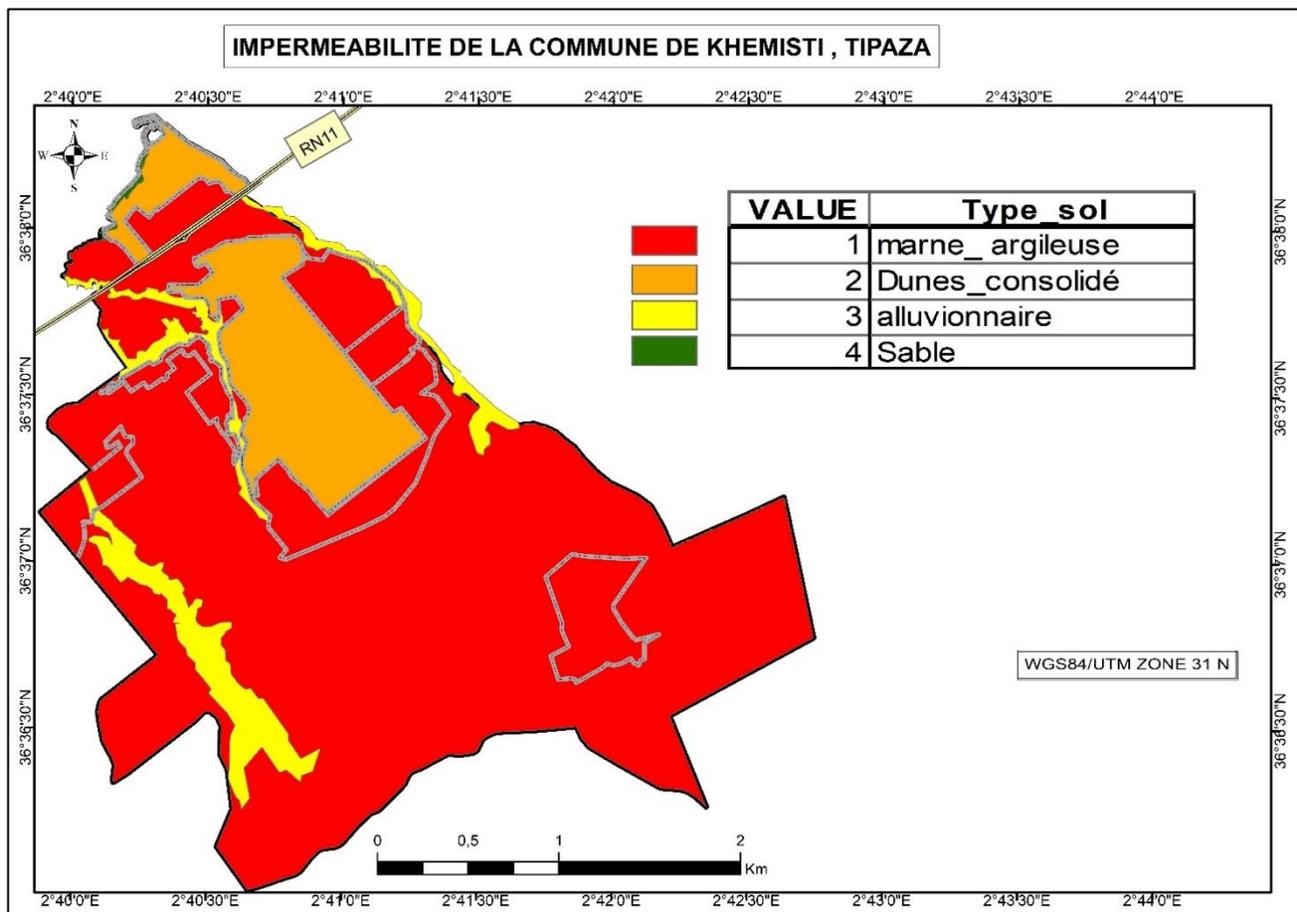
Comme illustré précédemment (voir carte 04), la commune est composée à 86 % de marnes argileuses, utilisées comme terres agricoles, de dunes consolidées composées de sable grésifié, de sols alluvionnaires qui composent le fond des oueds, et enfin de sable au nord qui forme une plage.

À partir de sources scientifiques pertinentes telles que le Geological Survey et l'indice de perméabilité, nous avons obtenu les résultats suivants illustrés dans le tableau suivant:

Type de sol	Coefficient de perméabilité (m/j)	Degré d'imperméabilité	Niveau de risque d'inondation
Marnes argileuses	$10^{-9}$ à $10^{-7}$	Élevé	1
Dunes consolidées	$10^{-5}$ à $10^{-3}$	Modéré à élevé	2
Alluvionnaires (fond de oueds)	$10^{-4}$ à $10^{-3}$	Modéré	3
Sable	$10^{-4}$ à $10^{-2}$	Faible	4

TABLEAU 14: CLASSIFICATION DU DEGRES DE PERMEABILITE DES TYPES DE SOL

SOURCE : GEOLOGICAL SURVEY



CARTE 18: IMPERMEABILITE DE LA COMMUNE

SOURCE : OUBRAHAM AMINE / ARCMAP

**Commentaire :**

- **Niveau d'impact élevé (en rouge):** Composée de marnes argileuses avec une perméabilité de  $(10^{-9})$  à  $(10^{-7})$  m/s, cette zone présente un risque d'inondation très élevé en raison de sa très forte imperméabilité. Ces sols argileux réduisent l'infiltration, augmentant le ruissellement de surface (Li et al., 2019).
- **Niveau d'impact modéré (en orange):** Constituée de dunes consolidées (composées de sable grésifié) avec une perméabilité de  $10^{-5}$  à  $10^{-3}$  m/s, cette zone présente un risque d'inondation modéré à élevé. Bien que le sable grésifié permette une certaine infiltration de l'eau, la consolidation réduit sa perméabilité par rapport au sable non consolidé, ralentissant l'infiltration et augmentant ainsi le ruissellement (Beven et Germann, 1982).
- **Niveau d'impact moyen (en jaune):** Composée de sols alluvionnaires au fond des oueds avec une perméabilité de  $10^{-4}$  à  $10^{-3}$  m/s, cette zone se caractérise par un risque d'inondation moyen. Ces sols, souvent saturés, sont sujets à des inondations périodiques (Geological Survey).

- **Niveau d'impact faible (en vert):** Située au nord, ces sols sableux ont une perméabilité de  $10^{-4}$  à  $10^{-2}$ m/s, cette zone présente un risque d'inondation faible. Le sable permet une infiltration rapide, réduisant le ruissellement de surface (Zhou et al., 2013).

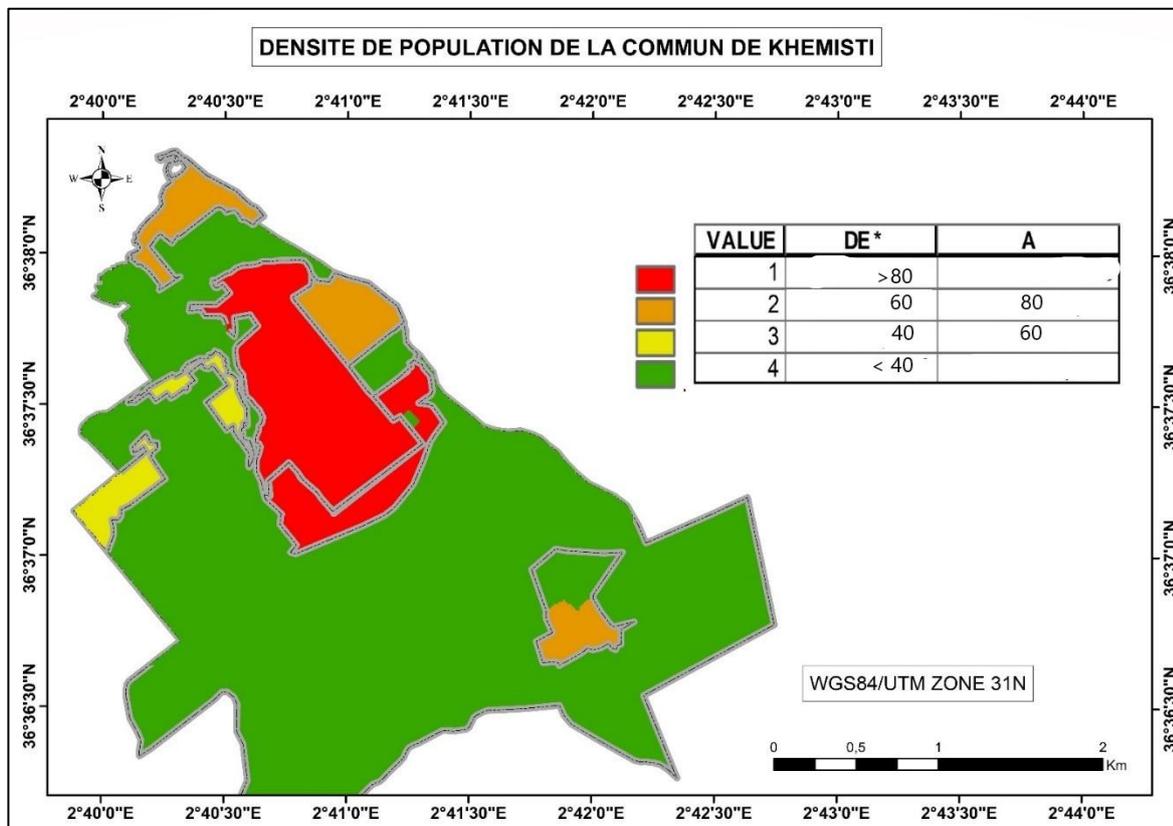
G) DENSITE DE POPULATION :

**“Les zones urbaines à forte densité connaissent une augmentation de l'imperméabilisation du sol en raison des constructions et de la diminution des espaces verts. Ce qui restreint l'infiltration des eaux de pluie, accroît le ruissellement et aggrave le risque d'inondation. De plus, une densité élevée rend l'évacuation plus difficile et augmente les pertes humaines et matérielles en cas d'inondation.”**

(Walid CHOUARI,2019)

Comme vu précédemment (voir carte 07) Les zones les plus peuplées se concentrent au centre de la commune, autour des infrastructures et activités économiques. Les zones périphériques, en particulier à l'Ouest et dans les espaces ruraux, sont moins denses, en raison d'un développement urbain moins avancé et de la distance aux services.

En se basant sur ces données, j'ai créé la carte suivante (voir carte 19) pour représenter les zones où la population est plus vulnérable en cas d'inondation



CARTE 19: DENSITE DE PPULATION DE LA COMMUNE

SOURCE : OUBRAHAM AINE / PDEAU KHEMISIT/ ARCMAP

## Commentaire :

La carte suivante met en évidence que :

- **Niveau d'impact élevé (en rouge):** Ces zones représentent les secteurs urbains densément peuplés, où l'accumulation de populations et d'infrastructures dans des zones inondables augmente fortement la vulnérabilité. La concentration d'habitations et d'activités économiques expose davantage les habitants à des dommages matériels et humains en cas de crue.
- **Niveau d'impact modéré (en orange) :** Ces zones concernent des agglomérations moyennement peuplées. Le risque d'inondation y est présent mais la densité légèrement inférieure réduit l'impact potentiel des inondations par rapport aux zones rouges.
- **Niveau d'impact moyen (en jaune):** Il s'agit de zones à densité plus faible, où l'impact des inondations est moins important en raison de la dispersion des habitations et d'une moindre exposition aux risques hydrologiques.
- **Niveau d'impact faible (en vert):** Ces zones, peu peuplées ou rurales, présentent un risque minimal. La faible densité de population réduit significativement les enjeux humains et matériels en cas d'inondation.

## H) TISSU URBAIN :

Le tissu urbain influence fortement le risque d'inondation, en raison de la densité de construction et la typologie des habitations qui affectent la vulnérabilité au phénomène d'inondation (Zevenbergen et al ,2008).

La commune ( voir carte 08) dispose en majorité d'habitation individuelles contemporaines avec des terrasses de R+2 , très dense au niveau des agglomérations , ou la zone ainsi que les équipements sont très proches des oued (environ moins de 50 m des berges oueds)

Afin d'évaluer la vulnérabilité au risque d'inondation liée à Ce facteur, nous nous sommes basée sur les critères suivant:

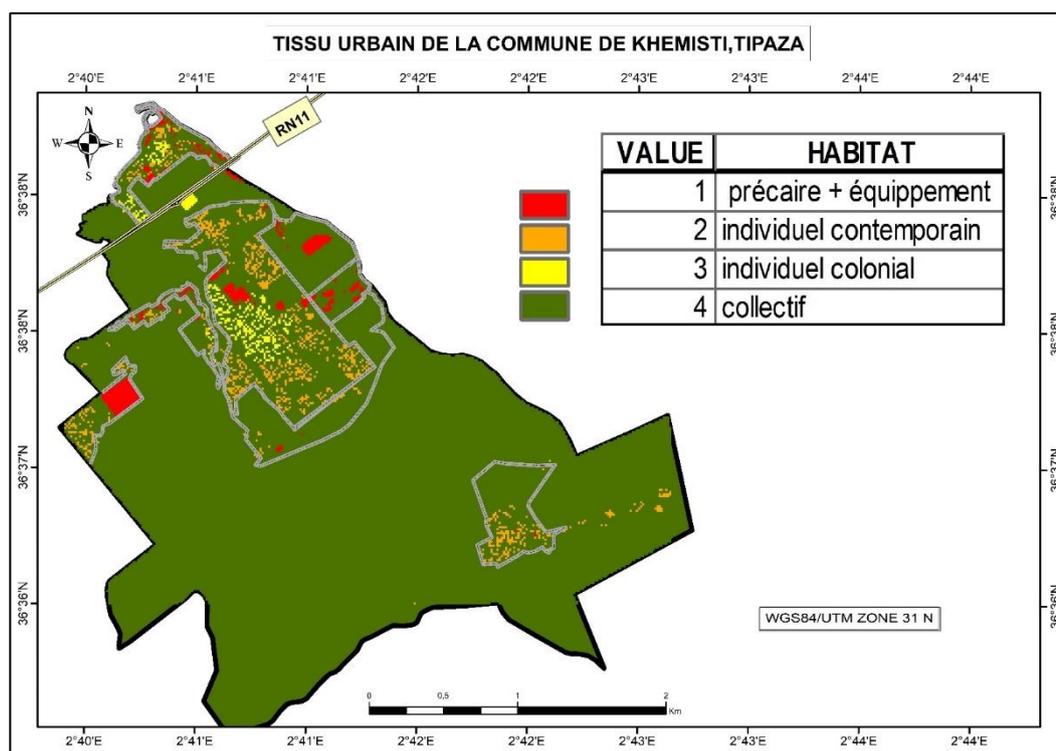
- **Typologie de toiture :**

Type de constructions		Style de toiture	Observations
Individuel	Coloniale	Toiture incliné en tuile	Réduit le risque d'accumulation d'eau et facilite son drainage (Smith et al.2014)
Collective et équipements	Contemporaine	Toit plat en terrasse	Retiennent davantage l'eau , favorisant l'iniltrztion

- **Hauteur des constructions** : les bâtiments plus hauts offrent une protection relative aux inondations pour les étages supérieurs, comme il fut illustré dans les inondations de Malaysia ,2004 . De Tokyo ...ect mais les rez de chaussée et les étages inferieur restent vulnérables (Zevenbergen et al. 2008)

- **Proximités des oueds** : une etude à réveler que les constructions localisées a proximite des cours d'eau sont tres vulnerezble zu risque dinondztion : Wang et al. 2011)

A l'aide de ces critères et des informations issue du PDEAU khemisti, (2016) . Nous avons obtenu la carte suivante (voir carte 18) .



CARTE 20: TISSU URBAIN DE LA COMMUNE

SOURCE : OUBRAHAM AMINE / ARCMAP

**Commentaire :**

La carte suivante représente le niveau de risque d'inondation lié a la typologie du tissu urbain, cela nous a permis de faire les observations suivantes:

- **Niveau d'impact élevé (en rouge)** : Représenter par les habitations précaires de part leur construction spontanée ainsi que de leurs proximités avec les lits des oueds (moins de 100 m des berges) avec une faible hauteur ainsi qu'une absence de toiture inclinée, aggravent la vulnérabilité de ces constructions au risque d'inondation.
- **Niveau d'impact modéré (en orange)** : Présentent également un risqué d'inondation en raison de leur proximité aux oueds. Les habitations individuelles contemporaines de (R+2) avec toiture plate (en terrasse) occupent ces zones. Bien que leur toiture favorise l'accumulation des eaux, leur éloignement légèrement supérieur aux oueds (entre 100 et 200 m des oueds), les rend moins vulnérable au risque d'inondation.
- **Niveau d'impact moyen (en jaune)** : Ce sont les habitations individuels coloniale de (R+2) avec toiture en tuile incliné sont moins vulnérables au risque d'inondation en raison d'une part de leur éloignement relatif par rapport aux oueds (entre 200 a 300 m des oueds) et d'autre part de l'inclinaison des toitures qui réduisent l'accumulation des eaux de pluies et les drainent a l'extérieur. Ainsi la probabilité d'inondation en cas de crue est moins importante
- **Niveau d'impact faible (en vert)** : Avec une distance supérieur à 300 m des oueds, Ce sont des zones sûres. Les habitations collectives de (R+5) sont généralement construites dessus. La hauteur de ces batiments offre une protection suplémentaire pour les étages superieur, diminuant la vulnérabilité globale de ces constructions

#### 1.1.COMPARAISON PAR PAIRE :

Pour le calcule des poids de chaque facteur, nous avons utiliser le calculateur AHP en ligne (lien web: [AHP calculator - AHP-OS \(bpmmsg.com\)](http://bpmmsg.com)) en suivant la classification des importances

entre les critères (saaty, 1980)

Intensité d'importance	Définition
1	Importance égale de deux éléments.
3	Faible préférence (l'élément i par rapport à l'élément j).
5	Forte préférence (l'élément i par rapport à l'élément j).
7	Très forte préférence (l'élément i par rapport à l'élément j).
9	Préférence absolue (l'élément i par rapport à l'élément j).
2, 4, 6, 8	Valeurs intermédiaires entre deux jugements (l'élément i par rapport à l'élément j).
1/3	Faible préférence (l'élément j par rapport à l'élément i).
1/5	Forte préférence (l'élément j par rapport à l'élément i).
1/7	Très forte préférence (l'élément j par rapport à l'élément i).
1/9	Préférence absolue (l'élément j par rapport à l'élément i).
1/2, 1/4, 1/6, 1/8	Valeurs intermédiaires entre deux jugements (l'élément j par rapport à l'élément i).

TABEAU 15: INTENSITE D'IMPORTANCE

SOURCE : AHP

À partir de ces informations, nous avons attribué les valeurs suivantes (voir table03)

Critères	1	2	3	4	5	6	7	8
precipitation	1	7	8	6	5	9	8	5
pente	0.14	1	3	2	4	5	6	4
densite drainage	0.12	0.33	1	2	3	4	4	3
accumulation des flux	0.16	0.6	0.5	1	2	3	2	2
irdre des flux	0.20	0.25	0.33	0,5	1	2	2	1
impermeabilite	0.11	0.20	0.25	0.33	0,5	1	1	1
densite de populatipn	0.12	0.16	0.25	0.5	0,5	1	1	2
tissu urbain	0.20	0.25	0.33	0.5	1	1	0.5	1

TABEAU 16: MATRICE DE COMPARAISON PAR PAIR

SOURCE/ BMPS AHP

## 1.2. VERIFICATION DE LA COHERENCE DES PONDERATIONS :

Pour vérifie la cohérence de ces critères, on utilise l'indice de cohérence (RC) calculer avec la formule :

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

OU :

$\lambda_{max}$  : la valeur propre maximale

CI : l'indice de cohérence / n : nombre de critères

Si  $CR \leq 0.10$ , les jugements sont considérés comme acceptables et cohérents.

Dans ce cas, le CR calculé par l'outil Ahp est de 0,097, ce qui est inférieur ou égal à 0,10. Ainsi, les critères sont considérés comme cohérents.

### 1.3.DETERMINATION DES PRIORITES :

Les priorités des critères sont les suivantes :

Critères	Pondération
Précipitation	43.5%
pente	17.8%
densité de drainage	12.1%
accumulation des flux	8.4%
ordre des flux	5.7%
imperméabilité	3.4%
Densité de population	4.3%
Tissu urbain	4.4%
Total	100%

#### 1.3.1. NORMALISATION DES PONDERATIONS :

Maintenant que nous avons obtenu les priorités de chaque critère, nous devons les normaliser en divisant chacune par 100 afin de supprimer le pourcentage et de pouvoir les introduire dans ArcMap.

Critères	Priorités
Précipitation	0.435%
pente	0.178%
densité de drainage	0.121%
accumulation des flux	0.084%
ordre des flux	0.057%
imperméabilité	0.034%
Densité de population	0.043%
Tissu urbain	0.044%
Total	1

TABLEAU 17: PRIORITE DES CRITERES  
AHP

SOURCE : BMPS

## INTEGRATION SUR SIG

Avec les pondérations normalisées, nous pouvons utiliser l'outil Weight Sum d'ArcMap pour intégrer ces valeurs dans notre analyse géographique.

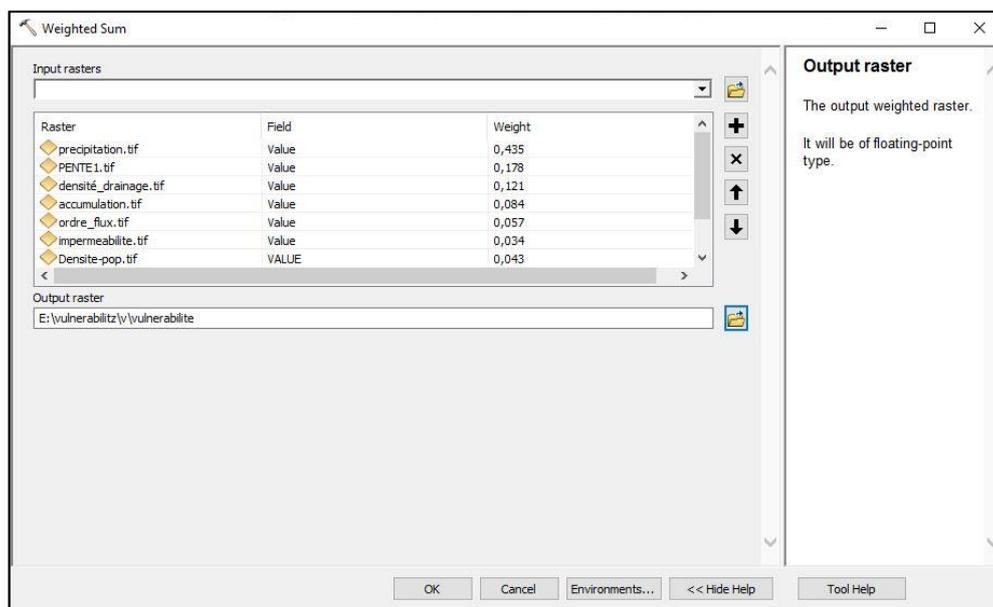
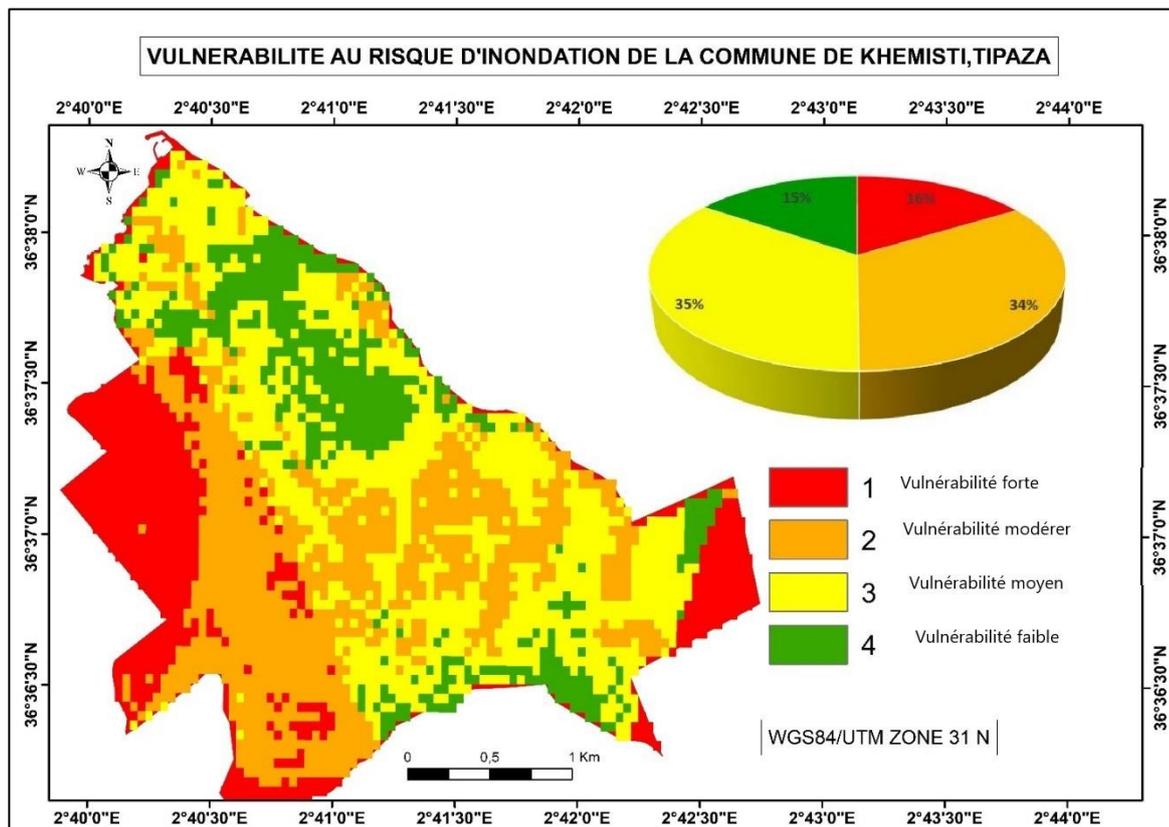


PHOTO 26 : INSERTION DES CRITERES AVEC LEUR PONDERATION DANS L'OUTIL WEIGHT SUM

SOURCE / ARCMAP



CARTE 21: VULNERABILITE AU RISQUE D'INONDATION DE LA COMMUNE DE KHEMISTI TIPAZA

SOURCE : ARCMAP /WEIGHTSUM

### Commentaire :

À partir de la carte ci-dessus (carte 19), nous avons constaté les observations suivantes:

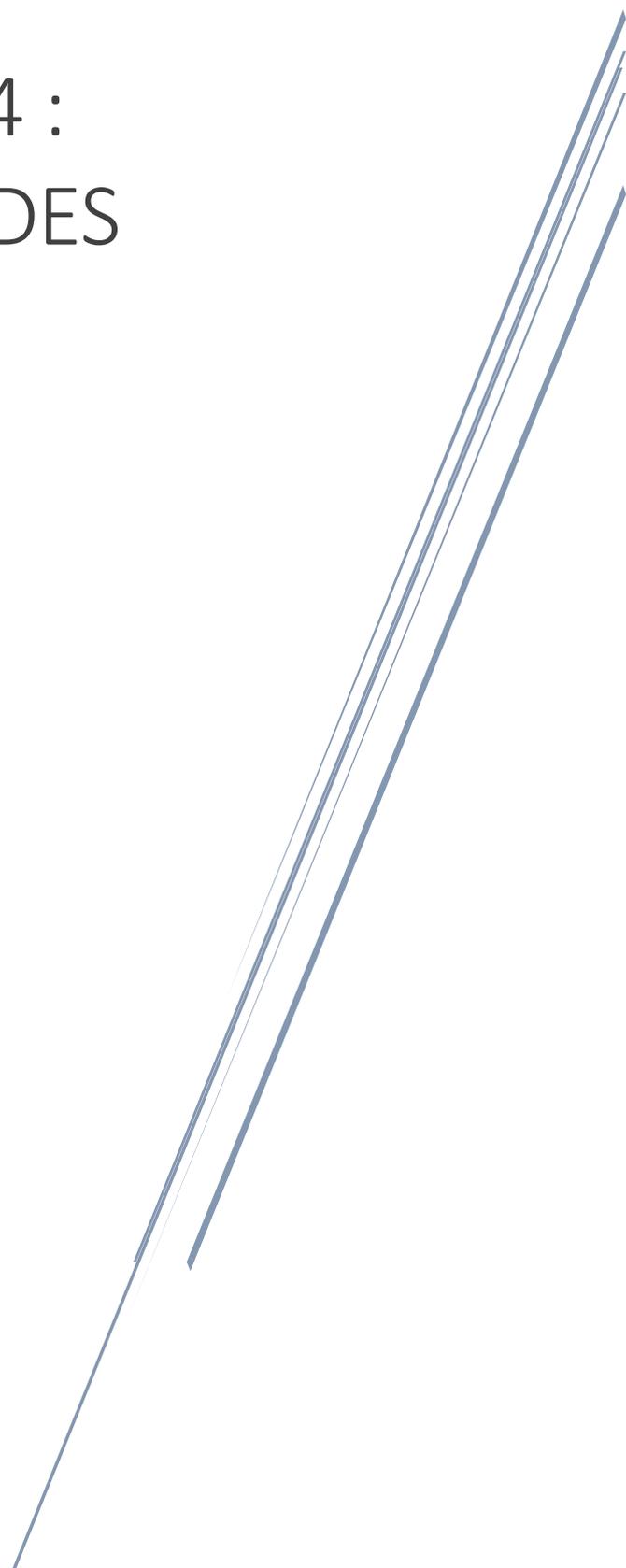
- **Zones à risque très élevé (en rouge):** indiquent les secteurs où la vulnérabilité au risque d'inondation est la plus élevée. Ces zones se trouvent principalement dans les parties ouest, le long des oueds Smara à l'Ouest et Khemisti à l'Est et aux extrémités sud-ouest et sud-est de la commune. La concentration de ces zones est particulièrement susceptible de subir des inondations en raison de la topographie et de l'accumulation des flux d'eau.
- **Zones à risque modéré (en orange):** Les zones en orange montrent une vulnérabilité modérée au risque d'inondation. Ces zones se situent autour des zones à risque très élevé, formant une bande intermédiaire. Elles sont moins susceptibles de subir des inondations graves, mais restent à surveiller.
- **Zones à risque moyen (en jaune):** les zones en jaune représentent une vulnérabilité moyenne au risque d'inondation. Elles se trouvent principalement au centre et au Nord-Est de la commune. Bien que le risque soit moindre par rapport aux zones rouges et oranges, il est tout de même présent et nécessite une attention.

- **Zones à risque faible (en vert):** les zones en vert indiquent les secteurs où la vulnérabilité au risque d'inondation est faible. Ces zones se situent principalement au centre-nord et à l'est de la commune. Elles sont les moins susceptibles de subir des inondations et peuvent être considérées comme relativement sécurisées en termes de risque d'inondation.

### 3.6. CONCLUSION:

En résumé, ce chapitre a mis en évidence l'efficacité de la méthode AHP associée à des analyses spatiales sous ArcMap pour évaluer la fragilité aux inondations dans la commune de Khemisti. L'étude a démontré l'influence importante de la topographie, des conditions climatiques et de l'urbanisation sur les risques d'inondations. Les résultats mettent en évidence l'importance d'améliorer la planification urbaine et les infrastructures de drainage, même si les pondérations subjectives et le manque de données historiques sont des obstacles.

# CHAPITRE 04 : DESCUSSION DES RESULTAT



## 4.1 INTRODUCTION

Dans le cadre de notre étude sur la vulnérabilité aux inondations dans la commune de Khemisti, il est essentiel d'approfondir l'interprétation des résultats obtenus à partir des analyses géospatiales, historiques et socio-économiques. Les inondations, de plus en plus fréquentes en raison des changements climatiques et de l'urbanisation incontrôlée, constituent un danger majeur pour les populations locales. Ce chapitre explore en détail les résultats, en mettant en lumière les zones les plus vulnérables, les facteurs contribuant à cette vulnérabilité, et les comparaisons avec des études similaires. Enfin, des recommandations pratiques seront proposées pour une meilleure gestion des risques et une adaptation aux réalités locales.

## 4.2 COMPARAISON DES RESULTATS DE LA CARTE DE VULNERABILITE OBTENUE AVEC L'HISTORIQUE DES INONDATIONS.

Afin de valider les résultats issus de la carte de vulnérabilité aux inondations, j'ai utilisé l'historique des inondations survenues dans la commune de Khemisti entre 2006 et 2023 (voir tableau 18). Cette analyse permet de confronter les prévisions faites par la carte aux événements réels enregistrés. Le tableau récapitulatif de ces inondations présente les dates, les zones touchées, ainsi que l'intensité des dégâts observés, fournissant ainsi une vue d'ensemble des secteurs les plus fréquemment affectés.

Zone administratif	Lieu	Date	Heure d'intervention de la protection civile	Causes	Dégâts occasionné
<b>khemisti port</b>	Batiment	2006/09/13	17h20	Forte précipitations	Batiment inondée
<b>Khemisti-Port</b>	Habitation	2006/09/13	17h20	Forte Pécipitations	Habitation inondée
<b>Khemisti-Ville</b>	Habitation	2006/09/13	17h00	Forte précipitations	Habitation inondée
<b>khemisti ville</b>	Habitation	2006/09/13	18h25	Forte précipitations	Habitation inondée
<b>Khemisti-Port</b>	Habitation	2006/09/13	19h20	Forte précipitations	Habitation inondée
khemisti port	Entrée RN11 khemisti	25/11/2007	14h25	Forte précipitations	Interruption de la RN11

khemisti port	oued khemisti	25/11/2007	19h20	Forte précipitations et débordement de l'oued	2 enfants emportés par l'inondation
khemisti port	incendie d'un transformateur électrique	25/11/2007	20h 45	Fortes précipitations	ncendie d'un transformateur électrique
khemisti ville	Habitation	26/11/2007	21H00	Fortes précipitations	Habitation inondée
khemisti Port	oued khemisti	03/11/2008	18H05	Forte précipitation	3 Habitations inondées proche de l'oued khemisti
khemist ville	Hai Ali Khodja	28/09/2009	16H00	Fortes précipitations et débordement d'oued Smara	50 logements inondés par les eaux et la vase
kemisti port	Accée port	19/05/2011	13h33	Forte précipitations	route d'accée à khemisti port inondée
Khemisti ville	Devant dispensaire(du coté oued	25/05/2023	10h55	Fortes précipitations et débordement des oueds	montée des eaux a environ 40 cm / habitation inondée / route inondée et fermée
khemisti ville	hai Fridi mohamed khemisti	25/05/2023	11H49	Forte précipitations	Montée des eaux a environ 70 cm / Logements inondée / chute d'un mur de maisn et d'un

					poteau électrique  4 victimes bloquées dans leur voiture
khemisti ville	oued khemisti	25/05/2023	12h40	Montée des eaux khemistidu oued	2 victimes emportées dans l'oued
khemisti port	25/05/2023	12h45			Port inondée / route inondée et fermé
khemisti ville	Lycée de khemisti	25/05/2023	16h25	montér des eaux	infiltration des eaux dans les habitations
khemisti port	Hai cominal (devant la station service	25/05/2023	18h45		Fuite de gaz
khemisti ville	lycee de khemisti djaloul abidat	8h28			enphie inondée sur 1.5 m d'eau
toute la commune		25-26-27/5/2023	a partir de 10h55		habitations inondées et 7 victimes

TABLEAU 18: HISTORICITE DES INONDATION RECENSEES POUR LA COMMUNE DE KHEMISTI POUR LA PERIODE (2006-2023)

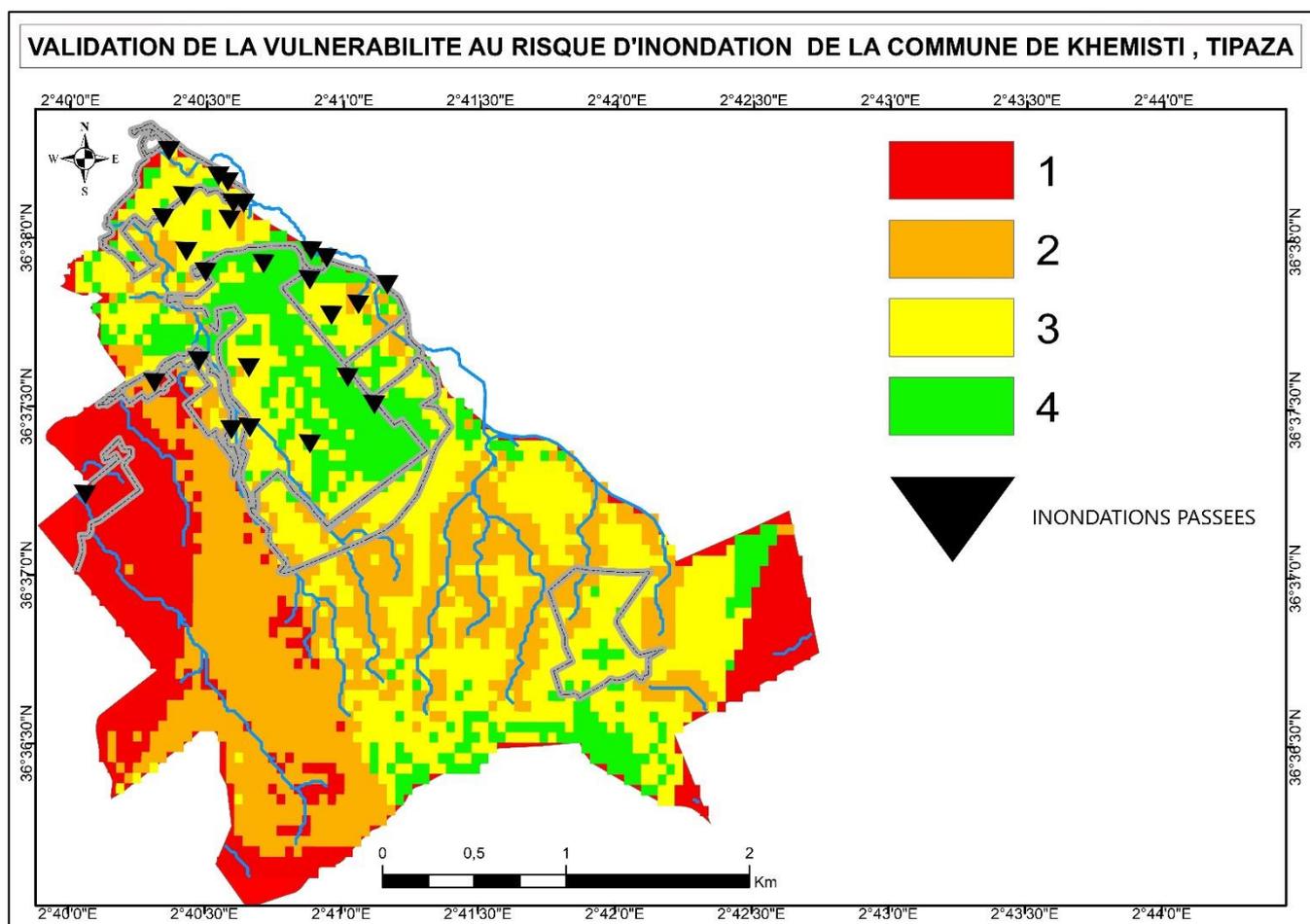
SOURCE : DIRECTION GENERAL DE LA PROTECTION CIVILE

### Commentaire:

Le tableau suivant montre que la commune de Khemisti a subi plusieurs événements importants, dont les plus graves se sont produits à proximité des cours d'eau, en particulier dans les zones identifiées comme vulnérables. Les inondations récentes, telles que celles de **mai 2023**, ont principalement affecté les secteurs déjà classés à **haut risque** sur la carte de vulnérabilité, comme **Khemisti-Ville** et les environs

du **port de Khemisti**. Cela met en évidence une correspondance significative entre les résultats de la carte et les inondations effectivement survenues, renforçant ainsi la validité des prévisions.

Pour corroborer les données historiques, une **carte de validation** a été établie, intégrant les points d'inondation recensés dans la commune. Cette carte compare directement les événements d'inondations passées avec les zones de vulnérabilité identifiées. Elle permet de visualiser la correspondance entre les prévisions de la carte de vulnérabilité et les incidents réels, confirmant ainsi la cohérence de la méthodologie adoptée.



CARTE 22: VALIDATION DE LA VULNERABILITE AU RISQUE D'INONDATION DE LA COMMUNE SOURCE : OUBRAHAM AMINE / ARCMAP

La comparaison entre les **événements historiques** et la **carte de vulnérabilité** montre une concordance claire, avec les zones à **très haut risque** (en rouge) étant les plus touchées par les inondations passées, notamment à **Khemisti-Ville** et autour du **port de Khemisti**. Cependant, des zones à **risque modéré et moyen** (en orange et en jaune) ont également été affectées, en raison de facteurs aggravants tels que la **saturation des sols**, la **densité urbaine**, et l'**insuffisance des infrastructures de drainage**. La carte de validation, quant à elle, confirme que les inondations se concentrent principalement le long des oueds, notamment au **nord** et au **centre-nord** de la commune, avec des risques élevés à **Khemisti Port**, en raison de sa localisation dans le lit de l'oued. La présence d'**habitats précaires** et d'une

**station-service** dans ces zones inondables ajoute à la gravité de la situation. En conclusion, cette analyse valide la méthodologie employée et souligne l'importance de **mesures urgentes de gestion des risques** et de **révision de l'aménagement urbain** pour protéger les populations locales

## 4.2 RECAPITULATIF DES RESULTATS OBTENUS

La carte de vulnérabilité obtenue (voir carte 21) révèle que les classes de risque moyen (35%) et risque modéré (34%) dominant, couvrant près de 70% de la zone étudiée. Seul 16% du territoire est classé risque élevé, affectant principalement les zones urbaines et les infrastructures à proximité des oueds. Tandis que Le risque faible concerne 15% des terres, souvent en zones rurales moins peuplées. Et comme vu précédemment, 90 % du territoire (voir carte 02) est constitué de pentes faibles (0° à 5°), une caractéristique topographique qui favorise l'accumulation des eaux pluviales.(voir carte 16) Les cours d'eau locaux, tels que les oueds Khemisti, Smara et Nedjar, jouent un rôle central dans l'écoulement des eaux,(voir carte 03) mais la capacité limitée des infrastructures de drainage(voir carte 18) , couplée à une urbanisation croissante voir carte 17) , aggrave la vulnérabilité de certaines zones. Les zones urbaines comme Khemisti-Ville et khemisti-port particulièrement touchées, étant non-seulement densément peuplées, mais aussi situées à proximité des oueds, ce qui augmente le risque pour les infrastructures et les habitants. Les facteurs influençant ce risqué sont illustrés par l'histogramme des pondérations, ci-dessous (voir figure 19)

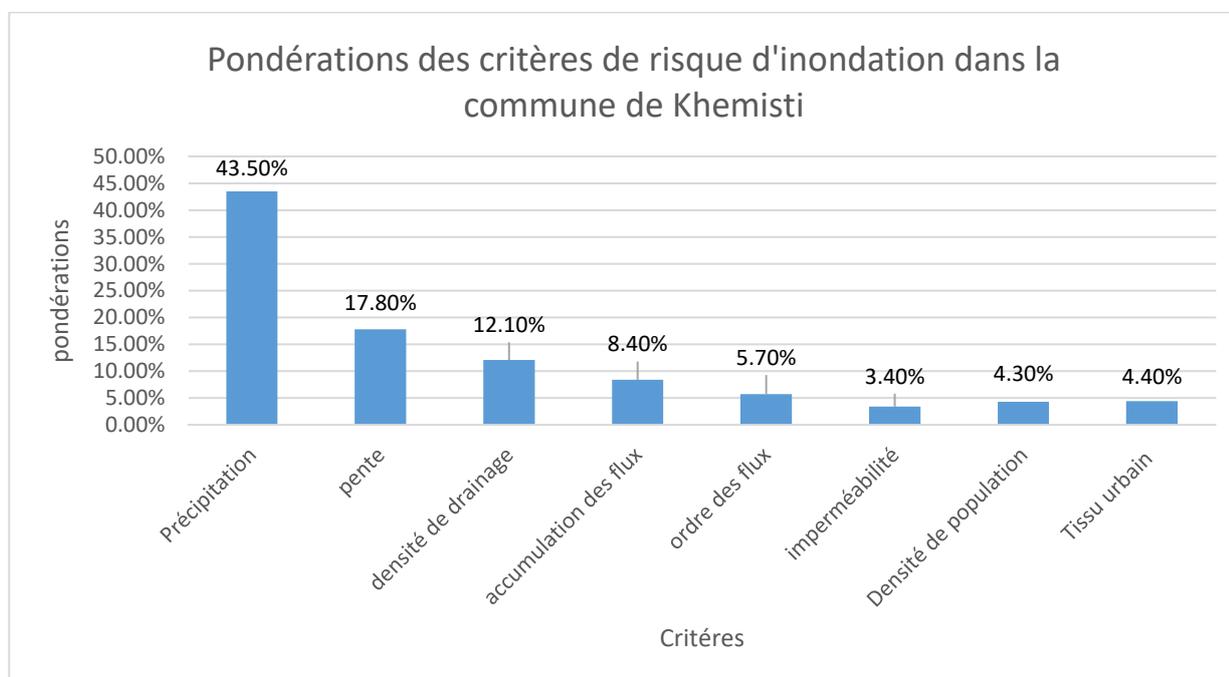


FIGURE 17: PONDERATIONS DES CRITEES DE RISQUE D'INONDATION DE LA COMMUNE DE KHEMISTI, TIPAZA

SOURCE : OUBRAHAM AMINE/ARCMAP

### Commentaire :

Cet histogramme illustre le niveau d'impact relatif des différents critères sur le risque d'inondation dans la commune de Khemisti. Il apparaît que :

- ❖ La **précipitation** est le facteur le plus influent, représentant **43,5 %** du poids total. Cela souligne l'impact direct des fortes pluies sur les risques d'inondation, particulièrement dans les zones à faible pente, où l'eau a tendance à stagner.
- ❖ Le **critère des pentes** suit avec **17,8 %**, confirmant que les pentes douces augmentent la vulnérabilité en ralentissant l'écoulement de l'eau.
- ❖ la **densité de drainage** (**12,1 %**) et l'**accumulation des flux** (**8,4 %**), qui viennent ensuite indiquent que les zones proches des oueds, avec des réseaux hydrographiques denses, sont plus exposées à ce risque.
- ❖ Les **ordres des flux** (**5,7 %**) et l'**imperméabilité des sols** (**3,4 %**) renforcent l'idée que les zones urbaines et rurales de Khemisti, où les sols ne permettent pas une infiltration efficace de l'eau, sont fortement vulnérables.
- ❖ Et enfin, la **densité de population** (**4,3 %**) et le **tissu urbain** (**4,4 %**) révèlent que les zones densément peuplées, comme Khemisti-ville et Douar Smara, amplifient les risques d'inondation en raison de la proximité avec les oueds et d'une urbanisation croissante, sans infrastructures adaptées.

#### 4.3 INTERPRETATION DES RESULTATS : IDENTIFICATION DES ZONES VULNERABLES

Ces résultats montrent que le **risque d'inondation élevé** est localisé dans des zones où la **précipitation** est le facteur dominant (43, 5%), caractérisé de **pente faible** accumulent les eaux, accentuant le risque, surtout dans les zones urbaines denses. principalement concentrées dans les secteurs urbains situés le long des cours d'eau. Tel que l'agglomération chef lieu (Khemisti-ville), avec une densité de population de 80 logements par hectare, en plus de ces extensions, ainsi que Khemisti-port (40 logements/ha), qui se distinguent par une absence d'infrastructures de drainage adéquates et la proximité immédiate des Oueds accentuent les risques dans ces zones, augmentant la probabilité de dégâts matériels et humains en cas de fortes averses.

Les zones rurales, en revanche, telles que le domaine Nedjar, présentent une vulnérabilité différente. Bien que ces régions soient caractérisées par des sols imperméables et des pentes faibles, elles sont moins peuplées, ce qui réduit l'impact direct des inondations sur la population. Toutefois, ces zones ne doivent pas être négligées dans les futurs plans de développement, car elles pourraient être touchées par des inondations si de nouvelles infrastructures y sont implantées.

#### 4.4 COMPARAISON AVEC DES ETUDES SIMILAIRES

Les résultats de cette étude s'alignent avec plusieurs recherches précédentes menées dans d'autres régions d'Algérie et du Maghreb. L'étude de Benmansour et al. (2019), qui a appliqué la méthode AHP pour analyser les risques d'inondation à Mostaganem, a montré que les zones à forte densité de population proches des Oueds étaient les plus vulnérables, une conclusion en accord avec nos observations à Khemisti. De même, Hamoudi et al. (2020) ont identifié à travers des analyses géomatiques que l'imperméabilité des sols dans les zones urbaines joue un rôle majeur dans l'aggravation des risques d'inondation, un facteur également mis en évidence dans notre étude.

Ainsi, ces similitudes soulignent la pertinence des facteurs étudiés, tels que la densité de population, l'urbanisation et l'imperméabilisation des sols, dans l'évaluation des risques d'inondation. Cependant, certaines disparités, notamment dans la qualité et l'efficacité des infrastructures de drainage, sont apparentes d'une région à l'autre, suggérant la nécessité de solutions adaptées aux spécificités locales.

## 4.7 PROPOSITIONS ET RECOMMANDATIONS

Face aux résultats de cette étude et aux leçons tirées des inondations passées, il est impératif de formuler des recommandations pour atténuer les risques d'inondation dans la commune de Khemisti. Ces recommandations sont structurées en quatre axes principaux: Prévention, préparation, réponse et suivi.

### 4.7.1 MESURES DE PREVENTION

#### SENSIBILISATION ET INFORMATION

- ❖ Organiser des campagnes de sensibilisation à destination des habitants, notamment à travers des ateliers interactifs dans les écoles, des messages diffusés par les médias locaux et des sermons dans les mosquées.
- ❖ Encourager la participation des habitants à des initiatives locales de prévention, telles que l'identification des zones à risque et la mise en place de campagnes de nettoyage des canaux de drainage en collaboration avec les associations locales.

#### AMELIORATION DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

- ❖ Limiter l'urbanisation dans les zones identifiées comme critiques, particulièrement le long des Oueds.
- ❖ Promouvoir des aménagements favorisant l'infiltration des eaux de pluie, tels que les toits végétalisés, les jardins de pluie et les surfaces perméables dans les zones urbaines.
- ❖ Remplacer les rigoles à ciel ouvert par des caniveaux fermés pour faciliter l'évacuation des eaux pluviales et éviter les obstructions.

### 4.7.2 MESURES DE PREPARATION

#### PLANIFICATION D'URGENCE

- ❖ Développer un plan d'urgence pour la gestion des inondations, en collaboration avec les autorités locales et basé sur le plan ORSEC. Ce plan devra inclure des scénarios de simulation pour former la population aux réflexes à adopter en cas de crise.

## EXERCICES DE SIMULATION

- ❖ Organiser régulièrement des exercices de simulation pour tester la réactivité des différents acteurs locaux et ajuster le plan d'urgence en fonction des faiblesses observées.

### 4.7.3 MESURES DE REPOSE

#### SYSTEMES D'ALERTE RAPIDE

- ❖ Mettre en place un système d'alerte rapide via SMS ou notifications pour avertir les habitants en cas de risque d'inondation imminent, en se basant sur les prévisions météorologiques et hydrologiques.

#### ASSISTANCE AUX SINISTRES

- ❖ Prévoir des centres d'accueil pour les populations' déplacées, avec un accès à des biens de première nécessité tels que la nourriture, l'eau potable et les soins médicaux.

### 4.7.4 SUIVI ET EVALUATION

#### SURVEILLANCE DES PHENOMENES CLIMATIQUES

- ❖ Assurer une surveillance continue des conditions météorologiques et des niveaux des oueds pour anticiper les événements d'inondation.

#### RECHERCHE DE FINANCEMENTS

- ❖ Collaborer avec des organisations gouvernementales et non gouvernementales pour obtenir un soutien financier et technique destiné à la mise en œuvre des projets de gestion des risques.

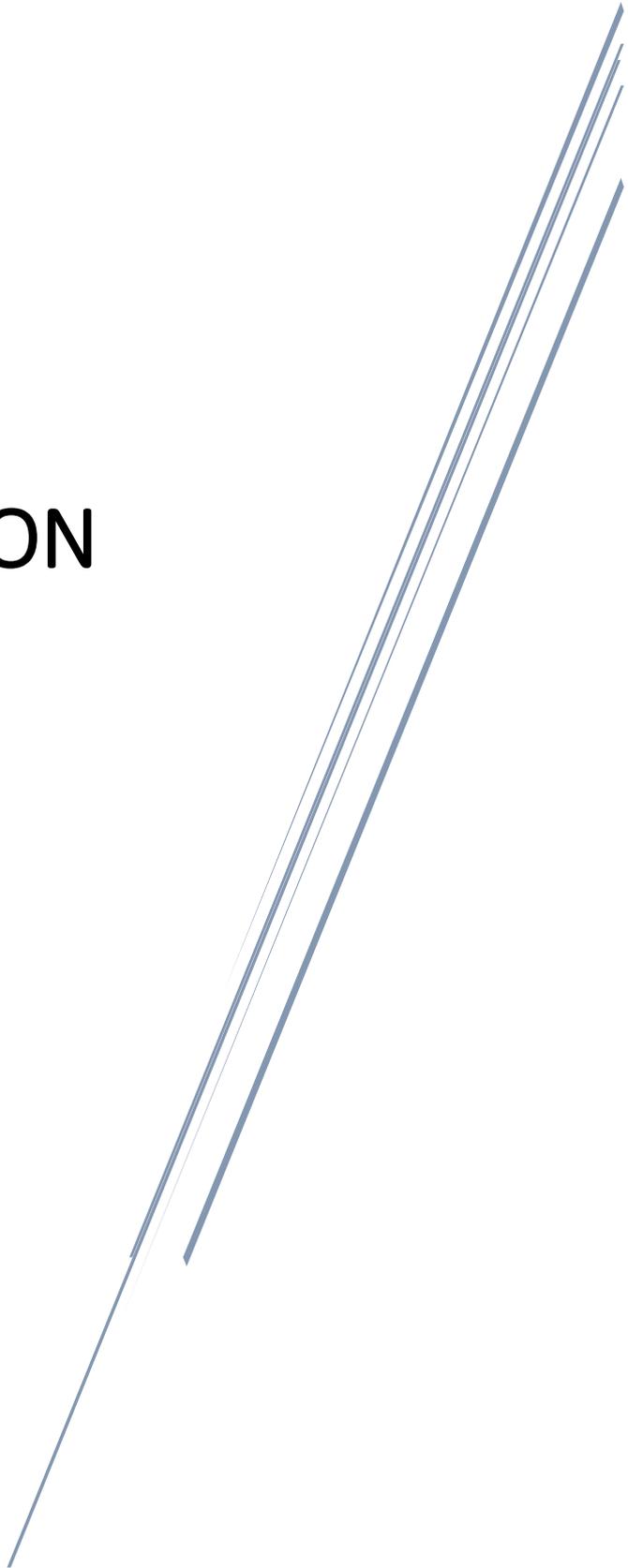
## 4.8 CONCLUSION

La présente étude démontre que la commune de Khemisti est particulièrement vulnérable aux inondations, en raison de facteurs à la fois naturels et anthropiques. Les résultats obtenus montrent que les zones urbaines proches des oueds sont les plus à risque, et que des améliorations des infrastructures de drainage et de gestion des eaux sont nécessaires pour atténuer ces risques et sont en accord avec les études menées dans des régions similaires, mais mettent en lumière des défis spécifiques liés à l'urbanisation non planifiée et aux infrastructures insuffisantes. La mise en œuvre de recommandations ciblées permettra de réduire les risques pour les populations locales et d'améliorer la résilience de la commune face aux futures inondations.



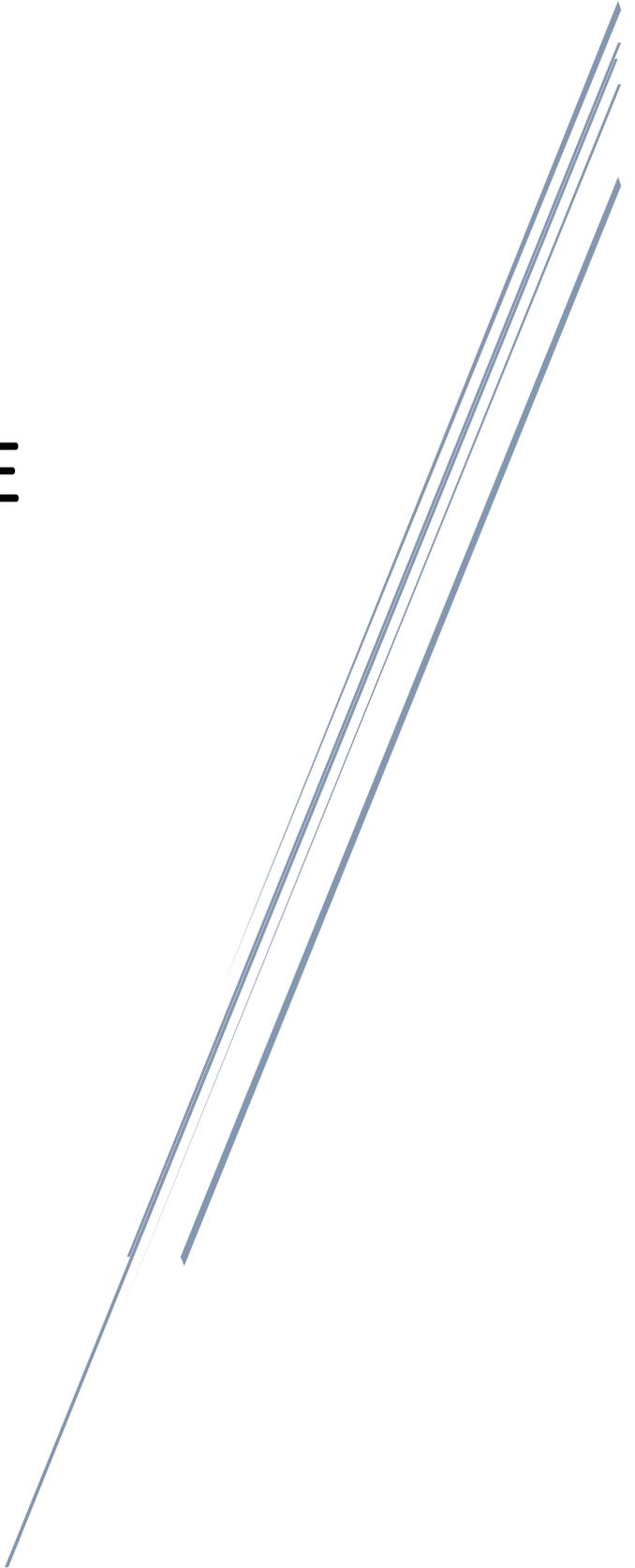
**CONCLUSION**

**GENERAL**



Dans Ce mémoire, nous avons étudié l'application de la géomatique afin d'améliorer la gestion du risque d'inondation dans la commune de Khemisti, Tipaza. En utilisant une analyse multicritère basée sur l'AHP, on a pu repérer divers facteurs de vulnérabilité, tels que les précipitations, la pente et l'urbanisation. Les différentes étapes de cette étude ont permis d'approfondir la compréhension du phénomène d'inondation, en soulignant non-seulement les dimensions théoriques du risque, de l'aléa et de la vulnérabilité, mais également les particularités géographiques et socio-économiques de Khemisti. IL a été démontré que la prise en considération des spécificités locales dans la gestion des risques est essentielle pour mieux orienter les interventions et diminuer la vulnérabilité des populations.

# BIBLIOGRAPHIE



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

### I. Webographie :

-Hosseini Linda - Kharefi Wahida - Hafnawi Muhammad Amin . "En Algérie, les « cartes prédictives » sont un outil qui réduit les risques d'inondation ".maan-ctr.org . Liens:

<https://www.maan-ctr.org/magazine/article/3261/>. consulté le 09/02/2024

-Algerie Presse-"**Prévention des inondations : traitement de 200 km de vallées traversant des zones urbaines**"-Lien : <https://www.aps.dz/ar/regions/82418-200> .consulté le 09/02/2024

- Géoconfluences- "**risque**"-Lien: <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/risque-s> . Consulté le 09/02/2024.

- Marc Deprez –"**Analyser l'aléa, le risque et la vulnérabilité**" (2022) –lien: <https://prof.scienceshumaines.be/lalea-le-risque-et-la-vulnerabilite/> . Consulté le 09/02/2024

-Géoconfluences- "**Vulnérabilité**"-lien: <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/vulnerabilite> . Consulté le 09/02/2024

-Géoconfluences-"**Aléas**" – lien : <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/alea> . Consulté le 09/02/2024.

- Valérie November- érudit- Cahiers de géographie du Québec- "**Le risque comme objet géographique**" (2007)-lien : <https://www.erudit.org/fr/revues/cgq/2006-v50-n141-cgq1666/014868ar/> . Consulté le 09/02/2024

- Géoconfluences - "**Notions, vocabulaire autour du risque**"(2004)- lien : <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/doc/breves/2004/popup/defin2.htm> . Consulté le 09/02/2024

- Géoconfluences –"**Culture et représentation du risque**"-lien : <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/culture-et-representation-du-risque> . Consulté le 09/02/2024.

- Département de Géographie –"**Les différents risques**"-lien: <https://www.geographie.ens.fr/les-differents-risques.html> . Consulté le 09/02/2024

-- Collège- Géographie - myMaxicours -"**Les risques**"-lien : <https://www.maxicours.com/se/cours/les-risques--college--geographie> . Consulté le 09/02/2024

- Typologie des risques et catastrophes –lien : <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/typologie-des-risques-et-catastrophe> . Consulté le 09/02/2024
  
- Géographie - Seconde – “**Les sociétés face aux risques**”-lien [https://www.assistancescolaire.com/eleve/2nde/geographie/reviser-le-cours/les-espaces-exposes-aux-risques-majeurs-2\\_geo\\_08](https://www.assistancescolaire.com/eleve/2nde/geographie/reviser-le-cours/les-espaces-exposes-aux-risques-majeurs-2_geo_08) . Consulté le 09/02/2024
  
- Géoconfluences –“**Enjeux (en géographie des risques)**” –lien : <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/enjeux> . consulté le 09/02/2024
  
- AquaPortail – “**Vulnérabilité: définition et explications**” –lien: [.https://www.aquaportail.com/dictionnaire/definition/4355/vulnerabilite](https://www.aquaportail.com/dictionnaire/definition/4355/vulnerabilite) .consulté le 09/02/2024
  
- Géoconfluences – “**Facteur de risque et de vulnérabilité**”- Lien: <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/facteur-de-risque-et-de-vulnerabilite> . consulté le 09/02/2024.
  
- vitaminedz –“**Qu'est-ce qu'un plan Orsec ALGERIE**”- Lien: <https://www.vitaminedz.com/fr/Algerie/qu-est-ce-qu-un-plan-orsec-391150-Articles-0-0-1.html> . consulté le 09/02/2024
  
- Rédaction - Algerie-dz.com –“**L’Algérie réactive le plan Orsec** ”-. lien: <https://www.algerie-dz.com/L-Algerie-reactive-le-plan-Orsec.html> . consulté le 09/02/2024
  
- Hocine NEFFAH-L'Expression: Nationale – “**Le plan «Orsec» examiné par le gouvernement :Comment réagir aux catastrophes naturelles**”(2023)-Lien: <https://lexpression.dz/nationale/comment-reagir-aux-catastrophes-naturelles-374290> . consulté le 09/02/2024
  
- indefoc.dz- “**Le plan ORSEC**” -lien: <http://www.indefoc.dz/index.php/formations/formations-programmes-special-au-secteur-economique/36-manageriales/hygiene-securite-et-environnement/194-le-plan-orsec> . consulté le 09/02/2024
  
- Canada.ca- “**Risque ou danger ?** ”(2009)-lien : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/sante-securite-travail/simdut-aide-memoire-risque-danger-sante-canada-2008.html> . Consulté le 18/03/2024
  
- Ineris –“ **Comment définir le risque ?**”-lien : <https://www.ineris.fr/fr/risques/est-risque/comment-definir-risque> . consulté le 16/04/2024

- Uliège université, Urban and Environmental Engineering- **"Wolf"**-lien:  
[https://www.uee.uliege.be/cms/c\\_1584089/fr/uee-wolf](https://www.uee.uliege.be/cms/c_1584089/fr/uee-wolf) .consulté le 09/02/2024
  
- FasterCapital -**"Analyse multicriteres une methode d evaluation et de classement des alternatives basees sur plusieurs criteres"**(2023)-lien:  
<https://fastercapital.com/fr/contenu/Analyse-multicriteres---une-methode-d-evaluation-et-de-classement-des-alternatives-basees-sur-plusieurs-criteres.html> . consulté le 18/03/2024
  
- Earth Reminder-**" Comment la déforestation entraîne-t-elle des inondations et des sécheresses fréquentes ?"** (2022)- lien : [https://www.earthreminder.com/how-does-deforestation-lead-to-floods-and-droughts/#google\\_vignette](https://www.earthreminder.com/how-does-deforestation-lead-to-floods-and-droughts/#google_vignette) . consulté le 15/05/2024
  
- Amar Rahman -Zurich Assurances- Flood and water damage- **"Trois types d'inondations courants expliqué"**-lien : <https://www.zurich.com/knowledge/topics/flood-and-water-damage/three-common-types-of-flood> | Zurich Insurance . consulté le 27/05/2024
  
- Guillaume Promé – qualitiso- **"Les Risques : définition, types, évaluation et gestion "**(2020)-lien : <https://www.qualitiso.com/risques-definition-types-evaluation-gestion/> . consulté le 12/01/2024
  
- ISO- **" ISO : Des normes mondiales pour des produits et des services sûrs"**- lien : <https://www.iso.org/fr/home.html> . Consulte le 2/2/2024
  
- Hydroprotect- **"Les inondations fluviales : causes, impacts et modèles de prévision"** (2023) – lien : [Les inondations fluviales : causes, impacts et modèles de prévision - Hydroprotect](https://www.hydroprotect.com/fr/les-inondations-fluviales-causes-impacts-et-modeles-de-prevision) . consulté le 5/06/2024
  
- Centre d'information sur l'eau (cieau.com) – **" Qu'appelle t'on un bassin versant ? "**(2024)- lien : [Qu'appelle t'on un bassin versant ? | Centre d'information sur l'eau \(cieau.com\)](https://www.cieau.com/fr/qu-appelle-t-on-un-bassin-versant) . consulté le 5/03/2024
  
- Géoconfluences (ens-lyon.fr)-**"Bassin versant "** (2023) – lien : <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/bassins-versants-ressource-en-eau-et-frontieres> . Consulté le 2/02/2024
  
- Office québécois de la langue française-Grand dictionnaire terminologique- **" tissu urbain "**- lien : <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8399060/tissu-urbain> . consulté le 15/06/2024
  
- Dictionnaire environnement – **"Définition : Lithologie "**(2003)-lien : [https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire\\_environnement/definition/lithologie.php4#:~:text=Lithologie%20Branche%20de%20la%20g%C3%A9ologie%20qui%20%C3%A9tudie%20la,min%C3%A9r](https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/lithologie.php4#:~:text=Lithologie%20Branche%20de%20la%20g%C3%A9ologie%20qui%20%C3%A9tudie%20la,min%C3%A9r)

[alogique%2C%20la%20durete%C3%A9%20ou%20la%20taille%20des%20grains](#). consulté le 16/06/2024

-Antoine-Inondation, maitrise des risques –**“Des solutions recommandées pour une gestion efficace des risques d’inondation”**(2020) – lien : <https://gestion-risques.solutions/solution-gestion-risques-inondation/>. consulté le 25/12/2023

-Lucidchart.com – **“Comparaison entre MCD, MLD et MPD”**(2023) – lien : <https://www.lucidchart.com/blog/fr/bases-de-donnees-mcd-ml-d-et-mpd>

- louisvandevelde.be-**“ MCD, MLD et MPD”**(2024)-lien : <https://louisvandevelde.be/index.php?dos=my&fic=meris>

- Pamelina- Commentouvrir IT et technologie – **“ Comprendre le modèle logique de données (MLD) ”** –lien : <https://commentouvrir.com/info/comprendre-le-modele-logique-de-donnees-ml-d/> . consulté le 25/12/2023

- Mickael Dorigny-IT-Connect-**“Conception d’un modèle physique des données”**(2013)- lien : [https://www.it-connect.fr/conception-dun-modele-physique-des-donnees/#google\\_vignette](https://www.it-connect.fr/conception-dun-modele-physique-des-donnees/#google_vignette). Consulté le 25 /12/2023

-Franco\_wiki-**“Route nationale 11 (Algérie)”**(2024) – lien : [https://franco.wiki/fr/Route\\_nationale\\_11\\_\(Alg%C3%A9rie\).html](https://franco.wiki/fr/Route_nationale_11_(Alg%C3%A9rie).html) . consulté le 25/12/2023

-UNSDG –**“Quand les eaux montent : Gestion des risques d'inondation dans la région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord ”**(2021)- lien : <https://unsdg.un.org/fr/latest/stories/quand-les-eaux-montent-gestion-des-risques-dinondation-dans-la-region-du-moyen> . Consulté le 22/07/2024

-K Jha, Abhas,Bloch, Robin, Lamond, Jessica -Flood resilience portal –**“ Villes et inondations; Guide de gestion intégrée du risque d’inondation en zone urbaine pour le XXIe siècle”** (2012)-lien : <https://floodresilience.net/resources/item/villes-et-inondations-guide-de-gestion-integree-du-risque-d%CA%BCinondation-en-zone-urbaine-pour-le-xxie-siecle/> . consulté le 22/07/2024

-books.openedition.org-**“ Chapitre 3 : L’appropriation du risque d’inondation par les acteurs du territoire : de l’information obligée à la culture du risque”**-lien : <https://books.openedition.org/septentrion/15688?lang=fr> . consulté le 23/07/2024

- hydrausoft.fr – **“Prévision des inondations : outil d'aide à la gestion de crise”**-lien : <https://www.hydrausoft.fr/prevision-inondations/>. Consulté le 23/07/2024
- wikhydro.developpement-durable.gouv.fr – **“Prévision des crues et des inondations : vue globale (HU)”**-lien :<http://wikhydro.developpementdurable.gouv.fr>.
- **“Nouvelle méthode de prévision de crue utilisant un modèle pluie-débit global”**-lien : [https://www.researchgate.net/publication/357551276 Nouvelle methode de prevision de crue utilisant un modele pluie-debit global](https://www.researchgate.net/publication/357551276_Nouvelle_methode_de_prevision_de_crue_utilisant_un_modele_pluie-debit_global) .
- Walid Chaib-‘SPRINGER LINK -‘Evaluation of coastal vulnerability and exposure to erosion and submersion risks in Bou Ismail Bay (Algeria) using the coastal risk index (CRI)’(2020)
- Algérie Press service (APS) - **“La Protection civile lance une campagne de sensibilisation sur les risques liés à la saison hivernale”**(2022)-lien : <https://www.aps.dz/societe/147321-la-protection-civile-lance-une-campagne-de-sensibilisation-sur-les-risques-lies-a-la-saison-hivernale> . Consulté le 7/7/2024 .
- Johnny Douvinet, Béatrice Gisclard, Jules Sekedoua Kouadio, Clotilde Saint-Martin **et** Gilles Martin - **“Une place pour les technologies smartphones et les Réseaux Sociaux Numériques (RSN) dans les dispositifs institutionnels de l’alerte aux inondations en France ?”**(2017)-lien : <https://journals.openedition.org/cybergeogeo/27875> - consulté le 7/7/2024
- kartable.fr-**“La prévention et la prévision des risques en frances ”** (2024) – lien : <https://www.kartable.fr/ressources/svt/cours/la-prevention-et-la-prevision-des-risques-en-france/60341> . Consulté le 16/08/2024

## II. Ouvrage et mémoires :

- Secretariat General du gouvernement – Journal officiel -**“loi n° 04-20 du 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes”**.
- Rapport de la 1 ere phase : Etude des besoins, de l'Etude d'aménagement des zones inondables de la vallée du M'Zab de la Wilaya de Ghardaïa par utilisation des techniques spatiale
- Guide ORSEC Commune 2020
- Elmehdi Benhima-**“Dictionnaire du bâtiment et du genie civil”** , lien de telechargement : <https://www.actu->

[environnement.com/ae/dictionnaire\\_environnement/definition/lithologie.php4#:~:text=Lithologie%20Branche%20de%20la%20g%C3%A9ologie%20qui%20%C3%A9tudie%20la,min%C3%A9ralogique%2C%20la%20duret%C3%A9%20ou%20la%20taille%20des%20grains](http://environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/lithologie.php4#:~:text=Lithologie%20Branche%20de%20la%20g%C3%A9ologie%20qui%20%C3%A9tudie%20la,min%C3%A9ralogique%2C%20la%20duret%C3%A9%20ou%20la%20taille%20des%20grains). consulté le 15 06 2024

- Hiba architecte- **“Les équipements publics ”(2013)** , lien de telechargement : <https://fr.slideshare.net/slideshow/les-equipements-publiques/20853881> .consulté le 15/06/2024.
- Al-Zahrani et coll –**“Réponse hydrologique d’un système d’oued au changement climatique et aux impacts anthropiques ”(2016)**
- Al-Zahrani et coll –**“Zonage des risques d’inondation dans le système d’oueds de Riyad, Arabie saoudite ”(2019)**
- Gregory, K. J, & Walling, D. E-**“Drainage Basin Form and Process: A Geomorphological Approach”**(1973). Edward Arnold..
- Omid Rahmati, Hossein Zeinivand & Mosa Besharat –**“Flood hazard zoning in Yasooj region, Iran, using GIS and multi-criteria decision analysis”**(2016) - Geomatics, Natural Hazards and Risk
- Jianwei Lia , Anna Zhenga , Wei Guob , Nairwita Bandyopadhyayc , Yanji Zhanga and Qianfeng Wangd –**“Urban flood risk assessment based on DBSCAN and K-means clustering algorithm”**(2023)- lien de téléchargement : [https://www.researchgate.net/publication/373540728\\_Urban\\_flood\\_risk\\_assessment\\_based\\_on\\_DBSCAN\\_and\\_K-means\\_clustering\\_algorithm](https://www.researchgate.net/publication/373540728_Urban_flood_risk_assessment_based_on_DBSCAN_and_K-means_clustering_algorithm) .
- Robert d'Ercole,Patrick Pigeon-**“ L'expertise internationale des risques dits naturels : intérêt géographique/Geographical relevance of natural risk assessment on an international scale”**(1999)-lien de téléchargement : [https://www.persee.fr/doc/geo\\_0003-4010\\_1999\\_num\\_108\\_608\\_21777?q=%20la%20possibilit%C3%A9%20ou%20la%20probabilit%C3%A9%20d%E2%80%99atteinte%20%20aux%20enjeux%20humains%20\(personnes,%20biens,%20valeurs%20culturelles%E2%80%A6](https://www.persee.fr/doc/geo_0003-4010_1999_num_108_608_21777?q=%20la%20possibilit%C3%A9%20ou%20la%20probabilit%C3%A9%20d%E2%80%99atteinte%20%20aux%20enjeux%20humains%20(personnes,%20biens,%20valeurs%20culturelles%E2%80%A6).
- Bendia chaimaa,Benhachlif intissar-**“Contribution à la gestion des urgencies et situation de crise dans la zone industrielle arzew (approche par scenario )”**(2021)
- R.BELKESSA , S.BACHOUICHE ,L. NACER , F. HOUMA, L.AMROUCHE , W.REFES, O.SEFIANE-**“ AMENAGEMENT DES PORTS DE PECHE**

**DE BOUHAROUN ET KHEMISTI'' (2007)**

- Nouhed ACHOURI-'' **APPORT DE LA LOGIQUE FLOUE Á L'ANALYSE DE CRITICITÉ DES RISQUES INDUSTRIELS''**(2009)

-Malczewski, J. John Wiley & Sons-''**GIS and Multicriteria Decision Analysis''**(1999)

-FRANCIS.CLAUDE,SEBASTIEN NOUET-'' **LES MATRICES CONSEQUENCES-PROBABILITES POUR DECIDER DE L'ACCEPTABILITE DU RISQUE : UN PARADOXE ECONOMIQUE''**(2016)

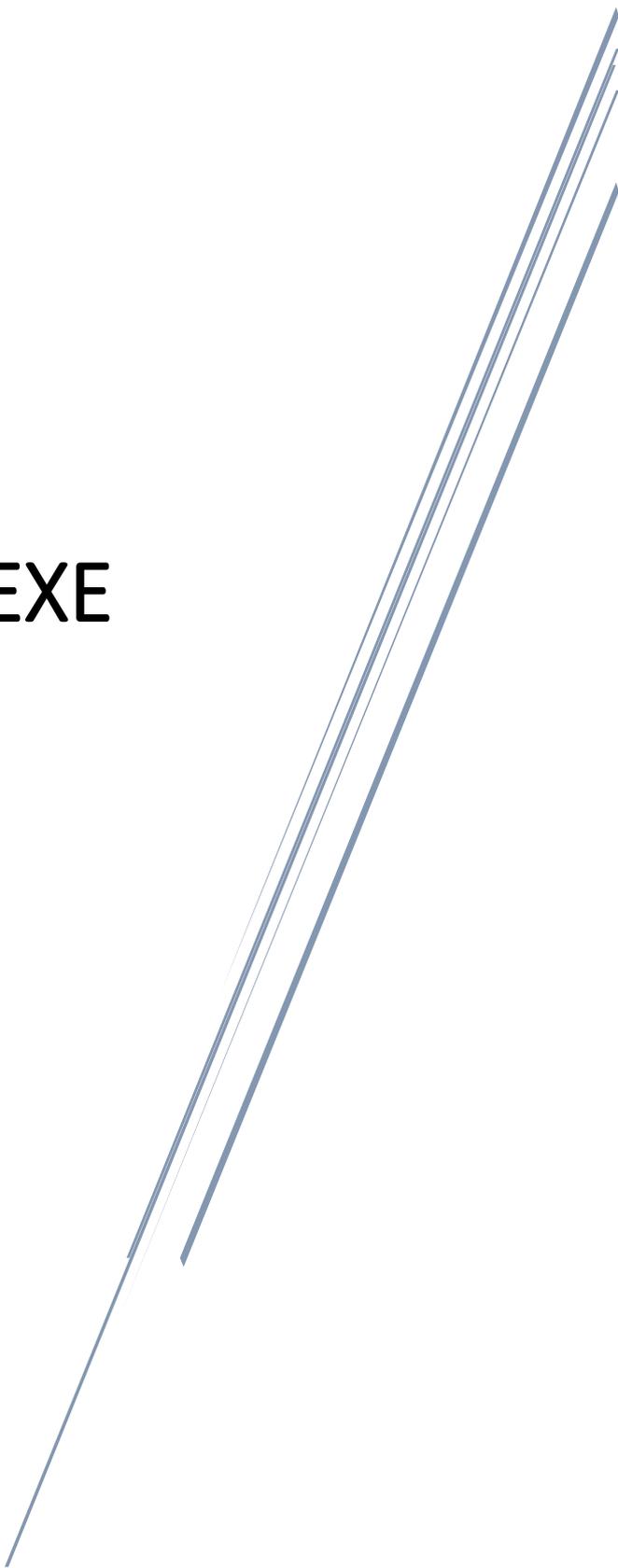
-Johnny Douvinet, Béatrice Gisclard, Jules Sekedoua Kouadio, Clotilde Saint-Martin et Gilles Martin -'' **Une place pour les technologies smartphones et les Réseaux Sociaux Numériques (RSN) dans les dispositifs institutionnels de l'alerte aux inondations en France ?''**(2017)-  
lien : <https://journals.openedition.org/cybergeogeo/27875> .

- Serine Razika Ziadi- SPRINGER LINK-''**Flooding vulnerability in Algiers (Algeria): an analytic hierarchy process''**(2024)

- Walid CHOUARI- '' **LA PERCEPTION DU RISQUE D'INONDATIONS DANS LES ZONES INONDABLES DU BASSIN VERSANT DE MANOUBA-ESSIJOUMI(TUNISIE NORD-ORIENTALE) :SENSIBILITÉ AU RISQUE ET AUX ACTIONS DE PRÉVENTION''** (2019)



**ANNEXE**



## Les organismes qui composent le plan orsec

1. Sauvetage, sauvetage et évacuation	-Unité de Protection Civile du Secteur d'Intervention.
2. Sécurité et ordre public	- Division de la Gendarmerie Nationale pour le Secteur Intervention.  -Sécurité du département.  - Délégation à la Sécurité Publique du Département.
3. Prise en charge médicale et psychologique des malades et propreté des lieux	- Direction de la Santé et de la Population.  - Hopital  -Infrastructure de santé  - Service d'hygiène publique et de pureté  -- Direction des Services Agricoles (Services Vétérinaires).
- 4. Communication et Médias  . S	- APC de la commune
4. Communication et Médias - Secrétariat Général de la Commune.	- Radio locale.
5. Solidarité, activités humanitaires et approvisionnements - Vice-président du Conseil populaire municipal.	- Service Communal des Affaires Sociales.
6. Énergie - Vice-président du Conseil populaire municipal.	- Antenne Sonelgaz au niveau communal.
- Branche de la Société Pétrolière au niveau communal.	7. Logement temporaire - Vice-président du Conseil populaire municipal.
- Direction ou Département de Reconstruction et de Développement Urbain de la commune.	8. Travaux publics - Vice-président du Conseil populaire municipal.

- Direction des Travaux Publics.	9. Fournir de l'eau potable - Vice-président du Conseil populaire municipal.
- Autorité ou branche des ressources en eau.	- Société Algérienne des Eaux au niveau communal.
- Département ou branche de commerce au niveau municipal.	10. Divers équipements et fournitures - Vice-président du Conseil populaire municipal.
- Service Communal de Comptabilité et du Budget.	- Territoire forestier au niveau communal.
11. Connectivité et télécommunications - Algérie Télécom au niveau communal.	12. Transports - Vice-président du Conseil populaire municipal.
13. Expériences, évaluation et résultats - Vice-président du Conseil populaire municipal.	- Direction de l'Organisation, des Affaires Publiques et des Statistiques de la commune.

TABLEAU 19: LES DIFFERENTS MODULES DU PLAN ORSEC WILAYA AVEC LEURS UNITE SOURCE : GUIDE ORSEC ALGER 2019

Année	Attatba Cave	Pont CW7	Hadjout	Ain Tagourait	Boukerdane
1982	574.5	614.9	579.4	536.9	682.4
1983	601.9	606.9	509.9	400.7	710.9
1984	873.8	891.3	792.0	819.6	844.1
1985	463.1	430.8	399.7	525.3	613.4
1986	679.2	828.1	699.4	887.7	766.2
1987	352.4	356.6	326.5	443.6	377.1

<b>Année</b>	<b>Attatba Cave</b>	<b>Pont CW7</b>	<b>Hadjout</b>	<b>Ain Tagourait</b>	<b>Boukerdane</b>
1988	482.5	479.6	485.1	538.6	571.3
1989	310.6	336.7	300.4	424.3	369.7
1990	496.2	395.2	414.6	582.9	529.6
1991	622.5	493.9	536.5	337.2	614.3
1992	483.8	346.7	448.6	616.5	434.3
1993	377.7	386.5	252.9	532.4	340.6
1994	621.9	441.3	543.6	664.5	613.4
1995	720.5	494.5	630.4	833.1	534.9
1996	435.8	364.5	363.2	434.9	388.7
1997	663.2	486.5	551.1	748.8	513.8
1998	524.4	499.9	471.7	961.6	671.0
1999	439.3	376.1	436.3	461.9	687.9
2000	445.9	429.8	461.1	586.4	430.3
2001	396.9	484.5	322.4	419.0	408.3
2002	690.1	423.9	542.2	750.6	593.5
2003	619.5	402.2	584.4	610.9	572.2

<b>Année</b>	<b>Attatba Cave</b>	<b>Pont CW7</b>	<b>Hadjout</b>	<b>Ain Tagourait</b>	<b>Boukerdane</b>
2004	543.7	492.3	475.1	679.0	663.6
2005	591.4	413.9	478.0	699.5	727.8
2006	548.4	521.8	351.2	563.2	565.8
2007	630.9	443.8	601.5	493.1	726.2
2008	696.6	526.5	550.1	555.7	591.0
2009	603.4	516.1	577.6	471.1	655.7
2010	697.4	642.9	682.9	747.7	754.6
2011	824.7	667.6	593.4	762.4	784.4
2012	605.2	497.9	437.4	697.3	693.5
2013	637.4	575.0	505.2	585.0	482.2
2014	597.1	595.3	597.1	495.3	554.7
2015	568.2	590.7	568.2	490.7	546.8
<b>Moy</b>	<b>571.18</b>	<b>501.59</b>	<b>502.03</b>	<b>598.75</b>	<b>588.65</b>

TABLEAU 20: STATION PLUVIOMETRIQUES DE LA WILAYA DE TIPAZA (1982-2015)

SOURCE : JUBALA 2020

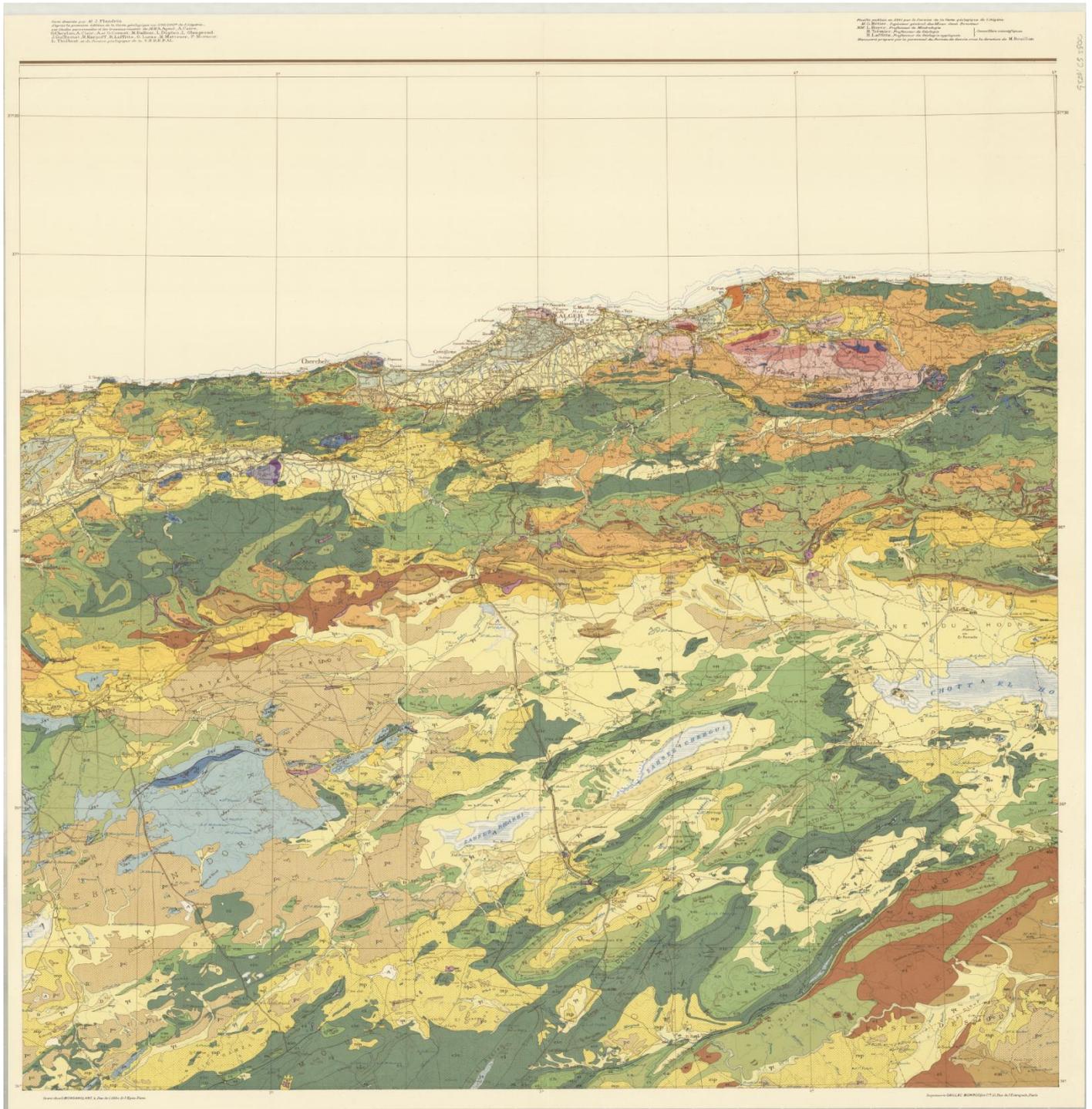


PHOTO 27: CARTE GEOLOGIQUE DU L'ALGERIE EN 1/ 150 000